

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA INTEGRADOR  
DE COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS PARA  
EL GOBIERNO REGIONAL DE LIMA –  
UTILIZANDO PLATAFORMA CISCO UNIFIED  
COMMUNICATIONS MANAGER 7.0**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

JORGE, FARRO LAZO

LIMA – PERÚ

2010

*Dedico este trabajo a mis padres por el apoyo brindado en todo momento para llevar a cabo la presente investigación y por su ejemplo de perseverancia y superación que guía mis pasos día a día.*

## ABSTRACT

Technology nowadays is evolving at rates that surpass anything imagination could perceive and it *certainly* affects every public or private enterprise. Well, according to this topic, I'm suggesting the improvement of the communications network of the Regional Government of Lima based on an integrated data and voice platform which includes a Cisco Centralized IP Telephony solution, called Cisco Unified Communications Manager 7.0, that works as a main element in order to achieve meaningful and complete management of internal and external telephone calls within MPLS Networks. Regional Government of Lima has been chosen because of its importance related to the *economic activities of the population and the support that could be brought by an institution which could make success and generate productivity about rapid administrative processes.*

*The thesis is divided* into distinct chapters that make up the context of the *investigation which involves network* planning and *design* as an iterative process, encompassing topological *design, network* realization, IT asset sourcing and operations planning. For this purpose, information about the old and *non sophisticated network status* was raised. Costs and more details such as hardware and software features and more ways to make this network work so much better, *with all the* resources at its disposal, will be found on this whole solution

## PALABRAS CLAVES

**2FXO:** Nombre de una tarjeta interface de voz de dos puertos FXO cuyo fabricante es Cisco.

**DID:** (Direct Inward Dialing) ó Discado Entrante Directo. DID conecta a quien hace la llamada directamente al usuario de la central telefónica mientras que los números de acceso requieren que éste introduzca el número de extensión del anexo de la central IP.

**DTMF:** (Dual Tone Multifrequency) ó Multifrecuencia de Doble Tono en español. Son los tonos que se utilizan en telefonía para marcar un número telefónico.

**H.323:** Es una recomendación del ITU-T, que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. H.323 es utilizado comúnmente para voz sobre IP.

**Hunting:** (Call Hunting) Es un concepto en telefonía que se refiere a la metodología de distribución de llamadas desde un simple número telefónico a un grupo de varias líneas telefónicas. Específicamente se refiere al proceso, secuencia ó algoritmo usado para seleccionar cual de las líneas recibirá la llamada.

**MCS:** (Cisco Media Convergence Services). Plataforma de equipos de convergencia de redes dentro de los cuales se encuentra estandarizado Cisco Unified Communications Manager 7.0.

**PLAR:** (Private Line Automatic Ringdown) Es un tipo de señalización análoga usada en sistemas directos de comunicación.

**Rate-Limit:** Se usa para controlar la relación de tráfico enviado o recibido en una interface de red.

**Recomendación G.114:** Recomendación de la ITU-T que recomienda que un retardo de punta a punta en la transmisión de voz debe ser menor a 150 ms.

**SCCP:** (Skinny Call Control Protocol ó Skinny Protocol. Es un protocolo propietario de control de terminal desarrollado originariamente Selsius Corporation. Actualmente es propiedad de Cisco Systems, Inc. y se define como un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y el CallManager. Ejemplos conocidos de clientes ligeros son los de la serie Cisco 7900 de teléfonos IP como el Cisco 7960, Cisco 7940 y el Cisco 7920 802.11b wireless .

# PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad existen formas de comunicación por medio de la voz, pero éstas aun no logran llegar al 100% de penetración (la penetración de la telefonía fija convencional en el país es de aproximadamente del 9%) debido a problemas con la costosa infraestructura de la matriz (líneas telefónicas) y a los costos de instalación que requiere además de la convergencia de redes y servicios multimedia hacia Internet.

Las tarifas telefónicas también son un problema debido a que no todos los clientes tienen la posibilidad económica. También existe la posibilidad de implementar sistemas multimedia en la red PSTN (Public Switched Telephone Network), que en español significa RTC (Red Telefónica Conmutada), lo cual no es viable debido a la obsolescencia de esa tecnología y a lo costoso de dichas redes; pero como se desea tener una integración (convergencia) de servicios ó sea tener el mismo canal de comunicación, se ha estado implementando en los últimos tiempos, sistemas más confiables, rápidos y económicos que tan solo necesitan un enlace de datos y un equipo adaptador de teléfono, la voz sobre IP engloba estos servicios que cada vez más están logrando solucionar los problemas mencionados. Es importante recordar que últimamente se están haciendo esfuerzos en la región latinoamericana para que los lugares más remotos puedan tener una mejor calidad de servicio multimedia (voz y acceso a Internet). Por esto está claro que la voz sobre IP está surgiendo como una alternativa clara a la telefonía convencional pero el camino a una masificación es aún largo.

# OBJETIVOS

## 4.1 Generales

- Tener una herramienta ó alternativa de comunicación telefónica y transmisión de datos a partir de un entorno de red de comunicaciones de última generación que incluye el sistema Cisco Unified Communications Manager 7.0 que administra, gestiona y controla los terminales telefónicos IP y Gateways VG.
- Establecer la aplicabilidad de la propuesta de solución desde la sede principal del Gobierno Regional de Lima y sus respectivas Sub-Regiones.

## 4.2 Específicos

- Dotar al Gobierno Regional de Lima de una actualización tecnológica para los sistemas de comunicaciones.
- Contar con una red que soporte mayor ancho de banda para que sea posible la convergencia de servicios de voz y datos para que pueda cubrir las nuevas áreas a raíz de las posibles necesidades y crecimiento de la institución y con ello pueda implementar múltiples aplicaciones.
- Con la actualización tecnológica el Gobierno Regional de Lima podrá implementar nuevos servicios y valor agregado; generando optimización y mejora de las facilidades de comunicación; así como la reducción de costos en el futuro próximo

# HIPOTESIS

“Con la aplicación de un Sistema Integrador de Comunicaciones de Voz y Datos se optimizaría la gestión de Comunicación del Gobierno Regional de Lima y Provincias”

## METODOLOGIA

Primero se elaborará una topología de la red tipo estrella cuyo núcleo (Core) estará implementado con los sistemas de última generación que permitirán administrar las líneas telefónicas y enlaces de datos; provenientes de las oficinas de la región. Luego se determinará los equipos: capacidades en ancho de banda, de líneas y/o enlaces a implementarse en las oficinas.

Para este caso se está considerando la situación actual de comunicación tanto del gobierno regional como de sus oficinas; concerniente a las facilidades técnicas de red, de planta externa, de tipo de enlace. Al respecto, en base a estos datos técnicos se planteará en este proyecto la mayor capacidad de utilización tanto en líneas de voz como de enlaces de datos.

.

# TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I PLAN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1    PROBLEMATIZACIÓN .....	17
1.2    OBJETIVOS .....	17
1.2.1    Generales .....	17
1.2.2    Específicos.....	18
1.3    IMPORTANCIA .....	18
1.4    METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.5.1    Hipótesis Principal.....	19
1.5.2    Hipótesis Específica .....	19
1.6    VARIABLES.....	19
1.6.1    Variable Independiente.....	19
1.6.2    Variable Dependiente .....	19
1.7    JUSTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1    VISIÓN DE LAS COMUNICACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD DE LA TELEFONÍA TRADICIONAL.....	23
2.2    VISIÓN DE LAS COMUNICACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD DE LAS REDES DE DATOS.....	23
2.2.1    Cómo funciona la Voz sobre IP.....	24
2.3    VOZ SOBRE IP Y TELEFONÍA IP .....	25
2.3.1    Codificación de la Voz .....	26
2.3.2    Componentes de Voz sobre IP .....	26
2.3.3    Transferencia de Voz en Paquetes IP .....	27
2.3.4    Protocolos de señalización .....	27
2.3.5    Componentes de H.323 .....	28
2.4    REDES PRIVADAS VIRTUALES .....	30
2.4.1    WAN (Wide Area Network) .....	30
2.5    PROVEEDOR DE SERVICIOS DE CONECTIVIDAD WAN (ISP).....	37
2.5.1    SLA (Service Level Agreement).....	37

2.5.2	Servicios WAN Brindados .....	38
2.6	INFRAESTRUCTURA TELEFÓNICA .....	43
2.8.1	Cisco Unified Communications Manager 7.0 (Cisco Call Manager 7.0)...	43
2.7	GATEWAYS VG .....	44
2.8	CISCO ATA .....	45
<b>CAPITULO III LEVANTAMIENTO SITUACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>TECNOLÓGICA DEL GOBIERNO REGIONAL DE LIMA .....</b>		
		<b>47</b>
3.1	GOBIERNO REGIONAL DE LIMA .....	47
3.1.1	Aspectos Generales.....	47
3.1.2	Sede Central y Oficinas Zonales (Octubre 2009).....	47
3.2	ORGANIZACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL	
	GOBIERNO REGIONAL DE LIMA .....	50
3.2.1	Ubicación del Área de Sistemas .....	50
3.2.3	Topología de la Red de Datos a Octubre de 2009 (Huacho y Oficinas	
	Zonales).....	52
3.2.4	Topología de la Red de Voz y Telefonía a Octubre de 2009 (Sedes	
	localizadas en Huacho).....	53
3.2.5	Topología de la Red de Voz y Datos a Octubre de 2009 (Huacho y Oficinas	
	Zonales).....	54
3.2.6	Aspectos Importantes y Levantamiento de Información - Octubre de 2009	
	55	
3.2.7	Deficiencias y Carencias Encontradas.....	64
<b>CAPÍTULO IV DISEÑO Y ESTRUCTURA DE LA RED.....</b>		
		<b>66</b>
4.1	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	66
4.1.1	Facilidades Técnicas para Enlaces de Datos .....	66
4.1.2	Parámetros en la Elección de Ancho de Banda .....	68
4.1.3	Elección de los Anchos de Banda.....	70
4.1.4	Elección de Nodo y de Clases de Servicio Oro y Plata.....	72
4.1.5	Parámetros Estándar de Enlaces VSAT (Telefónica del Perú).....	75
4.1.6	Parámetros para los enlaces IP VPN vía ADSL .....	76
4.2	DISEÑO DE RED .....	77
4.2.1	Esquema de Red de Datos (Huacho y Oficinas Zonales).....	77
4.2.2	Esquema de Red de Voz (Huacho y Oficinas Zonales).....	78
4.2.3	Direccionamiento IP .....	78

4.2.4	Características Técnicas de los Routers de la Red de Datos .....	81
4.2.5	Características de las Líneas Telefónicas Básicas y del Primario .....	82
CAPÍTULO V GESTIÓN DE TELEFONÍA IP APLICANDO PLATAFORMA CISCO		
UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0.....		
5.1	CONSIDERACIONES PREVIAS A LA INSTALACIÓN .....	85
5.1.2	Facilidades Técnicas Necesarias para la Instalación .....	85
5.2	INSTALACIÓN DE CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER	
7.0	87	
5.3	CONFIGURACIÓN BÁSICA DE CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS	
MANAGER 7.0.....	88	
5.3.1	Configuración de Parámetros de Administración.....	88
5.3.2	Configuración de Parámetros de Red .....	90
5.4	CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS EN CUCM 7.0.....	94
5.4.1	Asignación del Pool Anexos .....	94
5.4.2	Configuración de Teléfonos IP .....	97
5.4.3	Configuración de Gateways VG.....	105
5.4.4	Configuración de Terminales ATA .....	106
5.5	IMPLEMENTACIÓN DE HUNTING DE OPERADORAS.....	107
5.6	REPORTES Y ESTADÍSTICAS DE OPERATIVIDAD DEL SERVICIO	
(CISCO UNIFIED OPERATING SYSTEM ADMINISTRATION).....	108	
5.7	INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA COMPLEMENTARIA CON	
CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0 .....	110	
5.7.1	Implementación de Liceas Móviles .....	110
5.7.2	Integración con Asterisk .....	112
CAPITULO VI ANÁLISIS Y ESTRUCTURA DE COSTOS .....		
6.1	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	114
6.2	COSTOS PARA LOS ENLACES DE DATOS .....	115
6.3	COSTOS PARA LOS ENLACES DE VOZ .....	115
6.4	COSTOS PARA CENTRAL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS	
MANAGER 7.0.....	116	
6.5	COSTOS DEL EQUIPAMIENTO TELEFÓNICO .....	116
6.6	COSTOS DE LA SOLUCIÓN DE VOZ Y DATOS COMPLETA (PRECIOS	
FINALES) .....	117	

6.7	COMPARACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA ACTUAL CON LOS DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR .....	117
<b>CAPITULO VII PROPUESTA DE MEJORAS</b> .....		119
7.1	IMPLEMENTACIÓN DE VIDEO LLAMADAS .....	119
7.2	CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA GESTIÓN DE LLAMADAS:.....	121
7.3	CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL DE VIDEO: .....	122
7.4	COMPONENTES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LAS LLAMADAS:.....	122
<b>CAPITULO VIII RESPONSABILIDADES</b> .....		123
8.1	RESPONSABILIDADES DEL REALIZADOR DEL PROYECTO .....	123
8.2	RESPONSABILIDADES DE LA EMPRESA PROVEEDORA.....	123
8.3	RESPONSABILIDADES DE LA INSTITUCIÓN (CLIENTE) .....	124
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		125
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		127
<b>RESUMEN</b> .....		129

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las entidades ya sean estatales ó privadas buscan disponer de infraestructura tecnológica que pueda suplir sus necesidades de comunicación de voz y datos así como de poder implementar y utilizar con mayor facilidad sus propios aplicativos. Otro punto a tener en cuenta es que en los últimos años se busca la convergencia (estandarización e integración) tecnológica; lo cual se puede traducir en mayor ventaja sobre control de los equipos así como de ahorro en servicios en general.

En esta oportunidad centro la investigación en una parte del sector público donde el estado tiene como nexos entre a los gobiernos locales y gobiernos regionales democráticamente elegidos por sus respectivas regiones y localidades. Específicamente, elijo el Gobierno Regional de Lima como ente de estudio sobre el sistema que viene utilizando en materia de comunicaciones de voz y datos que debe enlazarse con todas sus áreas regionales en la interconexión y así optimizar la gestión para sus fines y objetivos institucionales a bien de la institución.

En el año 2008 la Región Lima al amparo de la Ley 27867, Artículo 4 en la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, convocaron en el mes de marzo licitación y presupuesto por monto de S/. 298,000 para la “Modernización de los Sistemas de Comunicación para la mejora y eficiencia de las tecnologías de Información de la Sede del Gobierno Regional de Lima” a través del SNIP N° 76033. Esta modernización consistirá en mejorar los sistemas de Comunicación a nivel de voz y datos a través de la red de telecomunicaciones por el cual se desea implementar la Telefonía IP como una solución tecnológica que sirve para transmitir comunicaciones de voz sobre una red de datos basada en el estándar IP. Con la solución de Telefonía IP, las organizaciones reducen costos integrando sus aplicaciones de voz y datos sobre una única plataforma de Red.

Para tal efecto el Gobierno Regional de Lima tiene requerimientos técnicos que tener en cuenta para establecer su red de comunicaciones con interconexión con todas las oficinas zonales y haya debida comunicación al 100% y no sufra deficiencias por distancias, tiempos y estaciones duras en diferentes puntos del variado relieve geográfico en la Región Lima.

La tesis consta por capítulos que determinan el contexto de la investigación desde el diseño metodológico a seguir, señalización de la problemática hasta la solución planteada en el ámbito del Gobierno Regional de Lima, del modo siguiente:

**Capítulo I:** Trata sobre el diseño de la metodología de la investigación que se ha de seguir donde se plantea nuestra formulación de la investigación, objetivos e hipótesis debidamente sustentado en el ámbito de estudio elegido.

**Capítulo II:** Se describe el contenido teórico de la investigación que comprende la temática de la tesis, en cual se explica detalladamente sobre la conceptualización de un Sistema Integrador de Comunicación de Voz y Datos, funcionamiento, ventajas y desventajas y las correspondientes topologías. Asimismo, se explica nuestra variable solución que es la Plataforma CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0, dando a conocer su funcionamiento, logística y aspectos técnicos.

**Capítulo III:** En esta parte se realiza un levantamiento situacional del Gobierno Regional de Lima, respecto a como se viene ejecutando el sistema de comunicación de voz y datos desde la sede central y su enlace con las oficinas zonales que la comprenden. De esta manera se dará a conocer los principales aspectos críticos que posee y así proponer su solución en capítulos siguientes.

**Capítulo IV:** En esta parte de la investigación se llevará a cabo la planificación técnica y logística del entorno de red de comunicaciones que se considera tipificar para poder establecer la viabilidad de la propuesta de la investigación.

**Capítulo V:** Se describe técnica y científicamente la propuesta solución de la aplicación de la Plataforma CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0 en el Gobierno Regional de Lima. En esta parte se demuestra con gráficos y diagramas el sistema por aplicar y sus respectivos control de medición que genere dinámica en la gestión del gobierno Regional de Lima.

**Capítulo VI:** Se describe el dimensionamiento de la red desde el punto de vista económico y la estructura de costos de todos los elementos que permitan la integración de las comunicaciones de voz y datos.

**Capítulo VII:** Se indica la propuesta de mejoras para la red en el futuro; con elementos que mejorarían el desempeño de los sistemas.

**Capítulo VIII:** Se indican las responsabilidades de cada uno de los elementos realizadores y ejecutores del proyecto con el fin de lograr una gestión óptima del sistema integrador de voz y datos.

**Capítulo IX:** Se llevará a cabo el listado de la terminología que está siendo usada en el presente proyecto.

Finalmente, se estructura la bibliografía, conclusiones y recomendaciones de la tesis con los anexos que sean necesarios para lograr mejor comprensión de la presente tesis.

# CAPÍTULO I

## PLAN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 PROBLEMATIZACIÓN

En la actualidad existen formas de comunicación por medio de la voz, pero éstas aun no logran llegar al 100% de penetración (la penetración de la telefonía fija convencional en el país es de aproximadamente del 9%) debido a problemas con la costosa infraestructura de la matriz (líneas telefónicas) y a los costos de instalación que requiere además de la convergencia de redes y servicios multimedia hacia Internet.

Las tarifas telefónicas también son un problema debido a que no todos los clientes tienen la posibilidad económica. También existe la posibilidad de implementar sistemas multimedia en la red PSTN (Public Switched Telephone Network), que en español significa RTC (Red Telefónica Conmutada), lo cual no es viable debido a la obsolescencia de esa tecnología y a lo costoso de dichas redes; pero como se desea tener una integración (convergencia) de servicios ó sea tener el mismo canal de comunicación, se ha estado implementando en los últimos tiempos, sistemas más confiables, rápidos y económicos que tan solo necesitan un enlace de datos y un equipo adaptador de teléfono, la voz sobre IP engloba estos servicios que cada vez más están logrando solucionar los problemas mencionados.

Es importante recordar que últimamente se están haciendo esfuerzos en la región latinoamericana para que los lugares más remotos puedan tener una mejor calidad de servicio multimedia (voz y acceso a Internet). Por esto está claro que la voz sobre IP está surgiendo como una alternativa clara a la telefonía convencional pero el camino a una masificación es aún largo.

### 1.2 OBJETIVOS

#### 1.2.1 Generales

Esta investigación permitirá:

- a. Tener una herramienta ó alternativa de comunicación telefónica y transmisión de datos a partir de un entorno de red de comunicaciones de última generación que incluye el sistema Cisco Unified Communications Manager 7.0 que administra, gestiona y controla los terminales telefónicos IP y Gateways VG.
- b. Establecer la aplicabilidad de la propuesta de solución desde la sede principal del Gobierno Regional de Lima y sus respectivas Sub-Regiones.

### **1.2.2 Específicos**

- a. Dotar al Gobierno Regional de Lima de una actualización tecnológica para los sistemas de comunicaciones.
- b. Contar con una red que soporte mayor ancho de banda para que sea posible la convergencia de servicios de voz y datos para que pueda cubrir las nuevas áreas a raíz de las posibles necesidades y crecimiento de la institución y con ello pueda implementar múltiples aplicaciones.
- c. Con la actualización tecnológica el Gobierno Regional de Lima podrá implementar nuevos servicios y valor agregado; generando optimización y mejora de las facilidades de comunicación; así como la reducción de costos en el futuro próximo.

## **1.3 IMPORTANCIA**

Este proyecto es una alternativa de comunicación de equipos de última generación utilizando sistemas tales como: routers, switches y gateways VG. Estos sistemas tienen una gran capacidad de manejar mayor ancho de banda para la transmisión y recepción de voz, datos y video. En cuanto a los costos, la inversión para el proyecto no es elevada.

## **1.4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Primero se elaborará una topología de la red tipo estrella cuyo núcleo (Core) estará implementado con los sistemas de última generación que permitirán administrar las líneas telefónicas y enlaces de datos; provenientes de las oficinas de la región. Luego se

determinará los equipos: capacidades en ancho de banda, de líneas y/o enlaces a ser implementado en las oficinas.

Para este caso se está considerando la situación actual de comunicación tanto del gobierno regional como de sus oficinas; concerniente a las facilidades técnicas de red, de planta externa, de tipo de enlace. Al respecto, en base a estos datos técnicos se planteará en este proyecto la mayor capacidad de utilización tanto en líneas de voz como de enlaces de datos.

## **HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Hipótesis Principal**

“Con la aplicación de un Sistema Integrador de Comunicaciones de Voz y Datos se optimizaría la gestión de Comunicación del Gobierno Regional de Lima y Provincias”

### **1.5.2 Hipótesis Específica**

“Con el uso de una central de voz sobre IP como lo es Cisco Unified Communications Manager 7.0 se tendría un manejo de un Pool de Anexos así como de una interface gráfica para la gestión de todas las características que brinda dicha central telefónica”

## **1.6 VARIABLES**

### **1.6.1 Variable Independiente**

El Sistema Integrador de Comunicaciones de Voz y Datos

(Es la variable que no existe en el sistema actual que afecta a las oficinas zonales).

### **1.6.2 Variable Dependiente**

Gestión de Comunicación

(Es la variable que afecta a la integración de Comunicaciones de voz y datos del Gobierno Regional de Lima).

## **1.7 JUSTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **a. Sistema Integrador de Comunicaciones de Voz y Datos**

Porque la investigación será aplicada en forma gradual según haya las facilidades técnicas de comunicaciones en cada una de las sedes remotas del Gobierno Regional de Lima – Provincias; teniendo este dato podemos partir con la investigación ya que esto determinará las configuraciones, cambios, estudios que se deberían realizar para formar la red de comunicaciones de la institución. Respecto a la estructura de la red, sabemos que es una red de tipo estrella, centrada en un Core en la que se debe tener en cuenta todos los equipos involucrados como routers, gateways VG y equipos terminales de voz necesarios para lograr el uso de la voz sobre IP. Para esto tiene que estar definida la ubicación exacta dentro de un rack de comunicaciones que cumpla con todos los estándares aplicables y normas dentro de un entorno de Data Center; esto para la sede central (Huacho), mientras que para los otros locales se tiene que tener un ambiente ideal para la instalación de un rack de comunicaciones de acuerdo a las normas existentes; para todo esto se deben realizar visitas de observación y proceder con las verificaciones del caso.

Se indicarán las configuraciones en la red MPLS para hacer factible el proyecto y la comunicación entre las sedes. Por otro lado se propondrán los anchos de banda a utilizar tanto en la sede central como en las otras sedes del Gobierno Regional de Lima; ya que este dato determinará el tipo de configuración a realizar en los routers y la definición de la calidad de servicio para voz. Finalmente teniendo una red ya estructurada y armada, se integrará la voz sobre IP con Cisco Unified Communications Manager 7.0, como equipo de comunicaciones dentro de la red de la institución para que pueda coexistir y funcionar junto con los demás componentes ya instalados. Se indicarán las troncales y primarios existentes para que pueda existir salida de comunicación de voz hacia la PSTN. Para tener la configuración del servicio de manera eficiente se deben evaluar bien las configuraciones de las VLANs correspondientes a los servicios que se brindarían, las configuraciones correctas en los routers como gateways integradores de los componentes instalados y se propondrá un mecanismo IVR (Interactive Voice Response) estándar y económico para la entrada de llamadas al número telefónico del primario del Gobierno Regional de Lima.

b. Uso de una central telefónica a través de Pool de Anexos

Finalmente se asignará un Pool de anexos dentro de la central telefónica de la institución para realizar la comunicación telefónica; teniendo el Pool de anexos se procederá a la configuración de todas las características que vienen incluidas en Cisco Unified Communications Manager 7.0 como por ejemplo un Hunting de Operadoras, salidas telefónicas, gateways de voz, enrutamiento de llamadas, entre otros. Todas estas configuraciones a realizarse en Cisco Unified Communications Manager 7.0 se realizan vía web en una interface muy amigable para el cliente ya que se basa en un entorno de formularios y gráficos predefinidos creados previamente en un entorno Linux; esto no quiere decir que la configuración del servicio se realice mediante líneas de comandos en un lenguaje de programación Linux como sucede con la alternativa de comunicaciones Asterisk, la aplicación de software libre que proporciona funcionalidades de una central telefónica PBX (Central Privada Automática).

## DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis delimita la investigación al ámbito geográfico, espacio y tiempo siendo del modo siguiente:

- a. A nivel geográfico: La tesis ubica como área de investigación la Región Lima: Para tal efecto se efectuará estudios técnicos desde la sede central hasta áreas geográficas vinculadas por donde se establecen las comunicaciones de la entidad estatal.
- b. A nivel de espacio: La investigación se centra en el Gobierno Regional de Lima y sus redes de contacto a través del cual desarrolla sus operaciones de transmisión y recepción de voz y datos.
- c. A nivel de la temática de la investigación: Se investigará todo lo comprendido en el título de la investigación, dentro del cual se encuentran el sistema y/o aplicativos que vienen utilizando como tecnología de la comunicación en voz y datos, los sistemas aplicativos que se ha de proponer como es el Cisco Unified Communications Manager 7.0 (Telefonía IP) y los enlaces de voz y datos.

d. A nivel del tiempo la investigación: Se desarrolla con datos e información desde el año 2004 al año 2010, en que la entidad ha venido aplicando un sistema de comunicaciones y a partir de dicha información se elaborarán las propuestas correspondientes.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

### **2.1 VISIÓN DE LAS COMUNICACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD DE LA TELEFONÍA TRADICIONAL**

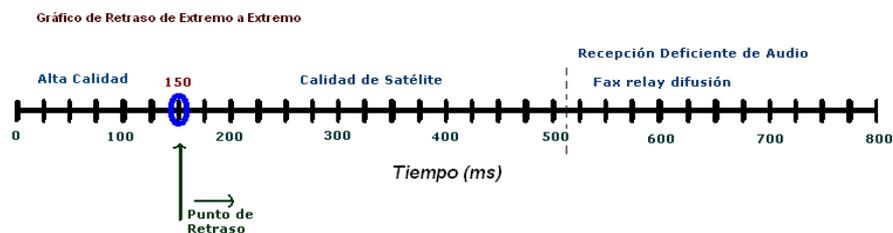
Los especialistas de la telefonía se acercan a la tecnología de comunicaciones con un perfil establecido por la red telefónica, la PSTN (Public Switched Telephone Network). La red de telefonía usa las conexiones por conmutación de circuitos, que significa que cuando se realiza una llamada, obtiene un circuito dedicado de un teléfono al otro, por algún medio que interconecta a ambos. El circuito dedicado típico a través de la PSTN involucra desde una conexión física a una conexión lógica la cual a veces implica el uso de varios switches. Cuando una persona habla por teléfono, un micrófono genera una transmisión analógica que es enviada a través del circuito.

### **2.2 VISIÓN DE LAS COMUNICACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD DE LAS REDES DE DATOS**

A través de los años, ingenieros de comunicaciones han desarrollado reglas precisas para definir cómo se debe construir un datagrama. Estas reglas son llamadas protocolos. Aunque muchos protocolos para redes de datos hayan sido desarrollados durante los últimos 30 años, desde que la aparición de Internet, el Protocolo de Internet (IP) ha llegado a ser el protocolo más importante.

El protocolo IP ha resultado ser notablemente escalable y adaptable. Esta es la razón por la que IP ha llegado a ser masivo, cambiando la manera de pensar de las personas acerca de cómo transferir datos y comunicarse.

La recomendación G.114 de la ITU-T especifica que para una buena calidad de voz no debe tenerse un retraso mayor de 150 ms de una vía, de extremo a extremo, esto es debido a que el ser humano detecta como tiempo real como máximo 150 ms, clasificando los tiempos como retardo a los mayores a 150 ms. De este estándar, toma ventaja la voz sobre IP, ya que en promedio y en condiciones normales, dos routers con un mínimo retraso de red utilizan sólo unos 60 ms de retardo de extremo a extremo.<sup>1</sup> Esto deja 90 ms de retardo de red para mover el paquete IP desde el origen hasta el destino. Debido a esto, el ser humano no distingue la diferencia entre una llamada la red PSTN y una llamada en condiciones normales en voz sobre IP; y sabiendo que las redes IP presentan una arquitectura lo suficientemente flexible, eficaz y gestionable para el transporte de datos y de voz; se está siguiendo la tendencia a unificar el sistema de comunicaciones que progresivamente irá aprovechando las ventajas del protocolo IP para establecer ambos tipos de comunicaciones para poder tener a la red IP como elemento universal de las comunicaciones. En el (Gráfico N° 1) se aprecia el gráfico de retraso de extremo a extremo en las transmisiones de voz.



Fuente: Davidson, J; "Fundamentos de Voz sobre IP", Pág 163.

## 2.2.1 Cómo funciona la Voz sobre IP

La voz sobre IP se denomina a la transferencia de conversaciones de voz en forma de datos sobre alguna red de IP. A diferencia de las tradicionales llamadas basadas en circuitos conmutados en las PSTN, en Voz sobre IP se utiliza "conmutación por paquetes". En un ambiente de conmutación de paquetes, múltiples dispositivos comparten una sola red de datos. Se comunican enviando paquetes de datos uno al otro, cada paquete contiene información de direccionamiento que especifica las

<sup>1</sup> Davidson, J; "Fundamentos de Voz sobre IP", Pág 163.

computadoras de origen y destino. El contenido de estos paquetes a transmitir son “recortes” de la conversación de la voz.

## **2.3 VOZ SOBRE IP Y TELEFONÍA IP**

Los términos VoIP (Voz sobre IP) y Telefonía IP suelen llevar a confusión a las personas que los usan sin mucha frecuencia. VoIP, sigla del inglés Voice Over IP, o voz sobre protocolo de Internet, es la tecnología que permite la transmisión de voz en tiempo real a través de una red IP en forma de paquetes de datos.

Por su parte, telefonía IP es una aplicación inmediata de dicha tecnología, la cual permite que se puedan realizar todo tipo de llamadas telefónicas sobre redes IP ó alguna otra red de paquetes. De esta forma, es posible transportar distintos tipos de servicios de comunicaciones como voz, fax ó aplicaciones de mensajes de voz a través las redes IP, en lugar de ser transportados vía la red telefónica tradicional. La telefonía IP es el concepto que representa la evolución en cuanto a comunicaciones. Generalmente involucra el uso de una central IP.

Una de las mayores diferencias que se puede encontrar entre los sistemas de telefonía IP al compararlos con la telefonía tradicional es que esta última utiliza conmutación de circuitos, esto es, establece un canal físico único de comunicación entre dos puntos, el cual se mantiene durante toda la comunicación. La principal desventaja de la conmutación de circuitos es la gran cantidad de recursos necesarios en cuanto a ancho de banda se refiere. Mantener un circuito dedicado en forma permanente requiere recursos, para atender la comunicación entre dos puntos, que no pueden ser utilizados por otras comunicaciones mientras la llamada no cese. En el caso de la telefonía IP, se utiliza la conmutación de paquetes, en la cual la señal analógica de voz es codificada digitalmente, comprimida y encapsulada en paquetes para luego ser transmitida a través de la red de datos. Las redes IP permiten que cada paquete en forma independiente encuentre el mejor camino entre los dos puntos que se desea comunicar, por lo tanto, los recursos necesarios de la red para mantener la comunicación no son mantenidos en forma sostenida, por lo que se optimiza la transferencia de información y el sistema de telefonía puede atender una mayor cantidad de usuarios. El hecho de que los paquetes viajen por diferentes rutas produce que enfrenten caminos con retardos y características

distintas, por lo que pueden llegar en desorden o haber pérdidas. Sin embargo, la telefonía IP en su calidad de arquitectura completa tiene un stack de protocolos que permitan ofrecer un servicio en que el usuario se encuentra satisfecho. La satisfacción del usuario radica en que la telefonía IP es un sistema que ofrece uso más eficiente del ancho de banda y del equipamiento, menores costos de transmisión, valor agregado por nuevos servicios, innovación de servicio, acceso a nuevos dispositivos de comunicaciones con precios flexibles.

### **2.3.1 Codificación de la Voz**

Los sistemas de telefonía IP utilizan las redes de datos para realizar la transmisión de voz. Para la señal es necesario realizar una codificación que le permita a la señal pueda ser separada en paquetes de datos para la transmisión por redes IP.

### **2.3.2 Componentes de Voz sobre IP**

#### **2.3.2.1 Códecs**

La voz debe codificarse para poder ser transmitida por la red IP, para ello se usan códecs que garantizan la codificación y compresión del audio, así como su posterior decodificación y descompresión antes generar un sonido utilizable. Entre los códecs más utilizados en Telefonía IP encontramos:

#### **a. G.711**

Estándar de compresión de la UIT que fue presentado en 1972 y es usado principalmente en telefonía. Representa las señales de voz mediante PCM de 8 bits y realiza el muestreo a una tasa de 8000 muestras por segundo, con lo cual genera un flujo de información de 64Kbps. En sí es una modulación normal (modulación PCM) que trabaja dentro de un entorno de red LAN.

#### **b. G.729**

Es un algoritmo de compresión de audio que toma muestras de voz cada 10 milisegundos. Tiene un bajo consumo de ancho de banda reducido y opera a

8Kbps,<sup>2</sup> pero sus extensiones también brindan tasas de bits de 6.4 Kbps y 11.8 Kbps, para la peor y mejor calidad de voz respectivamente. Dentro de un entorno de voz sobre IP integrada a una Central Telefónica IP (Telefonía IP), actúa en la realización de llamadas externas (desde la red donde se encuentra el terminal telefónico hacia algún otro terminal que se encuentre en la red MPLS y no dentro de la misma red LAN del equipo terminal de origen); y el ancho de banda aplicable a dicha llamada es de 32 Kbps. Esto es debido a que el códec G.711 se comprime para usar menos ancho de banda dentro de la red MPLS.

### **2.3.3 Transferencia de Voz en Paquetes IP**

La voz necesita ser digitalizada y comprimida para poder generar un mejor aprovechamiento del ancho de banda. Sin embargo, la telefonía IP es un sistema caracterizado por no ser orientado a la conexión y utilizar sistemas de paquetes de información de acuerdo al modelo OSI de telecomunicaciones. Para transportar voz mediante redes IP, es necesario transportar los bits generados en la codificación de la voz mediante la paquetización de la información mediante el uso de herramientas y protocolos.

#### **2.3.3.1 Protocolos de transmisión y aplicación**

Los distintos servicios usan distintos protocolos de transmisión cuando desean enviar datos, los habituales son TCP y UDP pero tal como se analizará posteriormente los servicios que éstos brindan no son suficientes para la transmisión de señales de voz. Entre los protocolos de transmisión tenemos el Transmission Control Protocol (TCP), el User Datagram Protocol (UDP) y el Real time Transport Protocol (RTP).

### **2.3.4 Protocolos de señalización**

Los protocolos de señalización utilizados en Telefonía IP son:

- a. H.323: Es un protocolo estándar diseñado por la ITU para las conferencias interactivas. El protocolo H.323 es un conjunto de estándares que definen todos

---

<sup>2</sup> Davidson, J; "Fundamentos de Voz sobre IP", Pág 167.

los aspectos de la transmisión sincronizada de voz, video y datos. Además de lo anterior, el protocolo H.323 define la señalización de llamadas entre usuarios finales.

- b. MGCP (Media Gateway Control Protocol): Es un estándar emergente para el control de los gateways que se conectan a la PSTN (Public Switched Telephone Network).
- c. SIP (Session Initiation Protocol): Un protocolo detallado que especifica los comandos y respuestas para establecer y terminar llamados. SIP y sus protocolos asociados proveen anuncios e información sobre las sesiones multicast de usuarios en una red. Define además la señalización entre dispositivos de usuarios finales. SIP es un protocolo basado en texto que toma prestados muchos elementos de HTTP (Hypertext Transfer Protocol).
- d. SCCP (Skinny Client Control Protocol): Es un protocolo propietario de control de terminal desarrollado originariamente Selsius Corporation. Es propiedad de Cisco Systems Inc.

### **2.3.5 Componentes de H.323**

#### a. Terminales

Un terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro Terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU).<sup>3</sup>

#### b. Gateway

Proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales o gateways en una red conmutada. El gateway es un elemento principal en la mayoría de las redes porque su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI. Las interfaces del Gateway se pueden clasificar como:

---

<sup>3</sup> [www.voipforo.com/H323/H323componentes.php](http://www.voipforo.com/H323/H323componentes.php)

- FXO.- Para conexión a centrales ó a líneas troncales PSTN.
- FXS.- Para conexión a teléfonos analógicos.
- BRI.- Acceso básico RDSI (2B+D).
- PRI.- Acceso primario RDSI (30B+D).

c. Gatekeeper

Es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales telefónicos, gateways ó unidades de control. Ofrece también gestión de ancho de banda y localización de los gateways H.323.

d. Unidad de Control Multipunto (MCU)

Una unidad de control multipunto H.323 es un extremo que proporciona la capacidad para que tres o más terminales y gateways participen en una conferencia multipunto.

e. Controlador Multipunto (MC):

Es un elemento H.323 que proporciona las capacidades de negociación entre todos los terminales para conseguir la comunicación.

f. Procesador Multipunto (PM):

Es el elemento H.323 cuyo hardware y software especializado mezclan, conmutan y procesan audio, video y/o los datos de los participantes en una conferencia multipunto.

g. Proxy H.323

Proporciona acceso a los usuarios de una red segura a otra utilizando información que cumpla las recomendaciones de la norma del protocolo H.323.

## **2.4 REDES PRIVADAS VIRTUALES**

Una red privada virtual (VPN) es construida a base de conexiones realizadas sobre una infraestructura compartida, con funcionalidades de red como las que se obtienen con una red privada. El objetivo de las VPNs es el soporte de aplicaciones, integrando aplicaciones multimedia sobre infraestructuras de comunicaciones eficaces y rentables.

### **2.4.1 WAN (Wide Area Network)**

Una Red de Área Amplia (Wide Area Network ó WAN, en inglés), es un tipo de red capaz de cubrir distancias desde unos 100 km hasta unos 1000 km. La velocidad a la que circulan los datos por las redes WAN suele ser menor que la que se puede alcanzar en las redes LAN. La infraestructura la componen los nodos de conmutación y cableado. Las líneas de transmisión llamadas "circuitos", "canales" o "troncales".<sup>4</sup>

#### **2.4.1.1 Tecnologías WAN**

##### 2.4.1.1.1 Líneas Conmutadas ó Líneas DIAL-UP

Las líneas conmutadas, son simplemente líneas telefónicas convencionales. Se dice que son conmutadas porque pasan por la red PSTN que está basada en la conmutación de circuitos.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> <http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/interredes/WAN.htm>

<sup>5</sup> <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1105/5/T10943CAP2.pdf>

#### 2.4.1.1.2 Líneas Dedicadas ó Leased Lines

Líneas privadas que conectan de forma permanente dos puntos de una conexión. Proporcionan enlaces simétricos de alta velocidad con garantía de ancho de banda. Una de las desventajas es el alto costo que presentan.

##### a. Líneas Dedicadas Analógicas

Son servicios dedicados a baja velocidad (menor a 64 Kbps) usado principalmente en transmisiones que no requieran una alta transferencia de información. Ej. Cajeros automáticos.

##### b. Líneas Dedicadas Digitales

Son servicios para la transmisión de voz, datos, vídeo e imágenes en forma directa. Como ejemplo de líneas dedicadas se encuentra la Red ATM que se comunica mediante circuitos virtuales permanentes (PVC) y que puede adaptar cualquier tipo de tráfico aplicando QoS; sin embargo su alto costo y el desarrollo de tecnologías paralelas de mayor velocidad y de menores precios han producido que las empresas y clientes dejen de tomar en cuenta la Red ATM para implementar sistemas de redes.

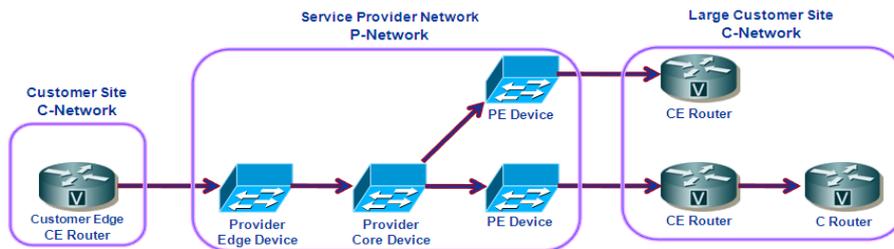
#### 2.4.1.1.3 MPLS (Multiprotocol Label Switching)

MPLS es un estándar IP de conmutación de paquetes del IETF, que trata de proporcionar algunas de las características de las redes orientadas a conexión a las redes no orientadas a conexión.

Incorpora la velocidad de conmutación del nivel 2 al nivel 3; a través de la conmutación por etiqueta. Además de esto, la mayoría de estas soluciones usaban ATM como transporte, pues no podían operar sobre infraestructuras de transmisión mixtas. La terminología es basada en una clara distinción entre la red del proveedor de servicios (PE) y la red del cliente (CE)<sup>6</sup>, como se muestra en el (Gráfico N° 2).

---

<sup>6</sup> [http://www.cedia.org.ec/capacitacion2009/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=11&Itemid=33](http://www.cedia.org.ec/capacitacion2009/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=11&Itemid=33)



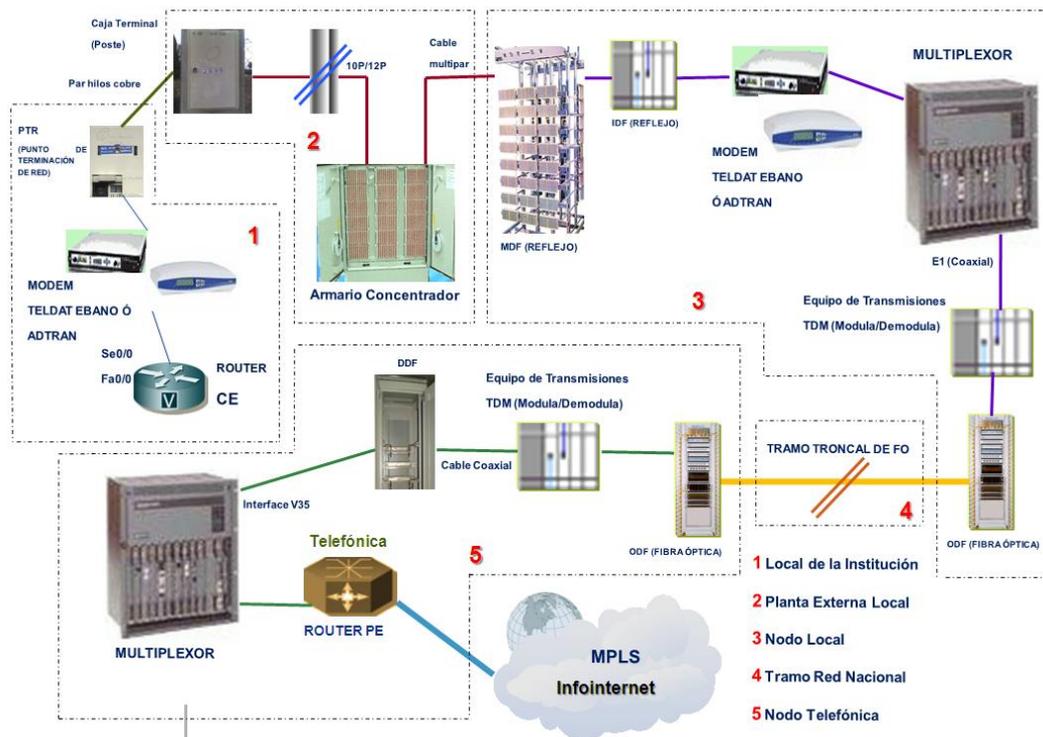
Fuente: Elaboración Propia

Los dispositivos que participan en MPLS son:

- **LSRs (Label Switching Routers).**- Conocido como Router PE de backbone.
- **LERs o ELSR (Label Edge Routers):** Conocido como Router PE de Nodo.
- **Etiqueta:** Empleado para identificar un FEC.
- **FEC (Forwarding Equivalence Class):** Agrupación de paquetes que comparten los mismos atributos.
- **LSP (Label Switched Path).**- Es una ruta a través de uno o más LSRs en un nivel de jerarquía que sigue un paquete de un FEC en particular.

Para la convergencia de los componentes indicados se cuenta con una red de Multiplexores a nivel nacional ubicados en cada Nodo de Telefónica, los multiplexores se utilizan como dispositivos que pueden recibir varias entradas y transmitirlos por un medio de transmisión compartido. Para ello lo que hace es dividir el medio de transmisión en múltiples canales, para que varios nodos puedan comunicarse al mismo tiempo. Una señal que está multiplexada debe demultiplexarse en el otro extremo. Suelen ser usados multiplexores del tipo Newbridge 3600 y los módems Teldat Ébano y los módems Adtran, los cuales se programan con la velocidad contratada en el momento de la instalación. En el (Gráfico N° 3) se muestra el esquema de la Red WAN IP VPN.

## ESQUEMA DE RED WAN IP VPN



Fuente: Elaboración Propia

### 2.6.1.1.4 Clase de Servicio (CoS) en MPLS

MPLS (Multiprotocol Label Switching) está diseñado para poder transmitir servicios diferenciados, según el Modelo DiffServ del IETF. Este modelo define una variedad de mecanismos para poder clasificar el tráfico en un reducido número de clases de servicio, con diferentes prioridades. Según los requisitos de los usuarios, DiffServ permite diferenciar servicios tradicionales tales como el WWW, el correo electrónico o la transferencia de archivos (para los que el retardo no es crítico), de otras aplicaciones mucho más dependientes del retardo y de la variación del mismo, como son las de vídeo y voz interactiva.

MPLS se adapta perfectamente a ese modelo, ya que las etiquetas MPLS tienen el campo EXP para poder propagar la clase de servicio CoS en el correspondiente LSP. De este modo, una red MPLS puede transportar distintas clases de tráfico. El tráfico que fluye a través de un determinado LSP se puede asignar a diferentes colas de salida en los diferentes saltos LSR, de acuerdo con la información contenida en los bits del campo EXP.

Entre cada par de LSR exteriores se pueden asignar múltiples LSPs, cada uno de ellos con distintas prestaciones y con diferentes garantías de ancho de banda; por ejemplo, un LSP puede ser para tráfico de máxima prioridad, otro para una prioridad media y un tercero para tráfico best-effort.

#### 2.4.1.1.5 Calidad de Servicio (QoS) en MPLS

Debido a la diversidad de servicios prestados por la red, es necesario establecer mecanismos que otorguen prioridad al tráfico cursado, es decir, mecanismos que puedan diferenciar entre un paquete de voz, video o datos y que sepan reglas de operación según dicha clasificación.

Puesto que los usuarios no están dispuestos a tener retardos en la voz o pérdidas o cortes de comunicación, los mecanismos de calidad de servicio permiten controlar parámetros como retardo ó pérdida de paquetes dentro de estándares de satisfacción a nivel de usuario. En general, la meta de proteger el tráfico de voz de ser limitado por el tráfico de datos es logrado mediante la clasificación de tráfico de voz como de mayor prioridad, por lo tanto se le permite viajar por la red antes que lo haga el tráfico de más baja prioridad (datos).

En una red se necesita implementar calidad de servicio cuando hay poco ancho de banda, cuando la latencia es alta, cuando la latencia es variable (jitter), cuando hay pérdida de paquetes. El protocolo UDP es el más sensible a los cambios de ancho de banda (latencia) y pérdida de paquetes.

##### 2.4.1.1.5.1 Modelos de QoS:

- a. Tipo de Servicio - ToS (best-effort)

La información llegará cómo y cuándo llegue. Ej. FIFO

- b. Servicios Integrados (IntServ – Hard QoS)

La información llega completa y en forma rápida, previa reserva. Ej. RSVP

Se integrará voz, data y video; se garantizan los servicios, no es posible hacer redes grandes.

c. Servicios Diferenciados (DiffServ – Soft QoS)

La información llega según la clase a la que pertenezca. Ej. CQ, PQ, CBWQ, LLQ (manejo de prioridades y recursos que tengo en la red). El más usado por su óptimo funcionamiento y flexibilidad.

#### 2.4.1.1.5.2 Definición Modular de QoS

Se define como:

- 1- Definición de clases de tráfico (class-maps)
- 2- Definición de políticas para cada clase (policy maps)
- 3- Aplicación de las políticas (service-policy)

- Clasificaciones de Tráfico

Con el uso de class-maps se puede clasificar según: access list, IP precedence (0 es estándar y 5 es tráfico a ser priorizado), IP DSCP (Differentiated Services Code Point), por protocolo, etc.<sup>7</sup>

Entre las aplicaciones que pueden ser priorizadas en la calidad de servicio aplicada a la voz sobre IP se encuentran la voz como tal, es una aplicación en tiempo real; y el video, ya que además de la voz en tiempo real, contiene imágenes.

#### 2.4.1.1.6 QoS en un entorno de red

En organizaciones grandes con oficinas remotas la priorización del tráfico WAN es crítica. Los enlaces WAN son costosos y muy limitados en ancho de banda. Muchas aplicaciones críticas como ERP, voz sobre IP, servidores remotos de aplicaciones, consultas a información crítica, etc., requieren de anchos de banda definidos y garantizados. Sin una priorización de los servicios y una repartición adecuada del ancho de banda estos servicios colapsan y los tiempos muertos o fuera de servicio son cada vez más frecuentes e interminables.

---

<sup>7</sup> Vegesna, S; "Deploying IP Quality of Service QoS", Pág 280.

Utilizando servicios QoS el ancho de banda de la red puede ser garantizado para los servicios esenciales durante los períodos de alta congestión. Utilizando esquemas de priorización de tráfico que se modifiquen en el tiempo se logra una mejor administración y uso de los recursos de ancho de banda limitados.

Cuando hay excesivo tráfico y congestión se priorizan los servicios esenciales y se les entrega la mayor disponibilidad del ancho de banda; luego al disminuir la carga o cuando los servicios esenciales no están en uso, el ancho de banda se retorna automáticamente al resto de los solicitadores de recursos. Cabe mencionar que la priorización y jerarquización de los paquetes de información se realiza en el router de administración de ancho de banda. Y simultáneamente se define el ancho de banda máximo del total disponible que cada servicio debe consumir.

#### 2.4.1.1.7 Calidad de la red

Existen tres factores principales: el retardo, la variación del retardo y la pérdida de paquetes.<sup>8</sup>

##### 2.4.1.1.7.1 Retardo

El retardo o latencia tiene impacto en la calidad del servicio de la voz sobre IP. Los principales tipos de retardo son:

- a. Retardo de procesamiento:** Retardo causado por el muestreo de la señal.
- b. Retardo de propagación:** Tiempo que le toma a los paquetes atravesar el medio, depende de la velocidad de la luz y de la distancia. No depende del ancho de banda.
- c. Retardo de transmisión:** Es la combinación de los retardos de almacenamiento y propagación. Depende de la velocidad de transmisión en el enlace y depende del ancho de banda.

---

<sup>8</sup> <http://www.eu.ntt.com/es/productos-y-servicios/servicios-de-red-global/ip-transit-service/sla-de-la-red-ip-global.html>

#### 2.4.1.1.7.2 Variación del retardo

También conocido como jitter. Se define como la diferencia del tiempo de llegada de los paquetes medido por el receptor en comparación con su valor esperado. El jitter es la primera consecuencia de un retraso de la señal.

#### 2.4.1.1.7.3 Tasa de Pérdidas

Es la razón entre los paquetes perdidos y los paquetes transmitidos. Son causadas por saturación del enlace, aunque también se puede dar debido a malas configuraciones de red.

## **2.5 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE CONECTIVIDAD WAN (ISP)**

En la implementación de la solución del proyecto se contará con los servicios de Telefónica del Perú.

### **2.5.1 SLA (Service Level Agreement)**

Es un documento habitualmente anexo al Contrato de Prestación de Servicios. Se estipulan las condiciones y parámetros que comprometen al prestador del servicio (habitualmente el proveedor) a cumplir con unos niveles de calidad de servicio frente al contratante de los mismos (habitualmente el cliente).<sup>9</sup>

Un SLA debe incluir temas de instalación, disponibilidad, atención al cliente, tiempo de respuesta y garantías de servicio.

---

<sup>9</sup> [www.acens.com/file\\_download/176](http://www.acens.com/file_download/176)

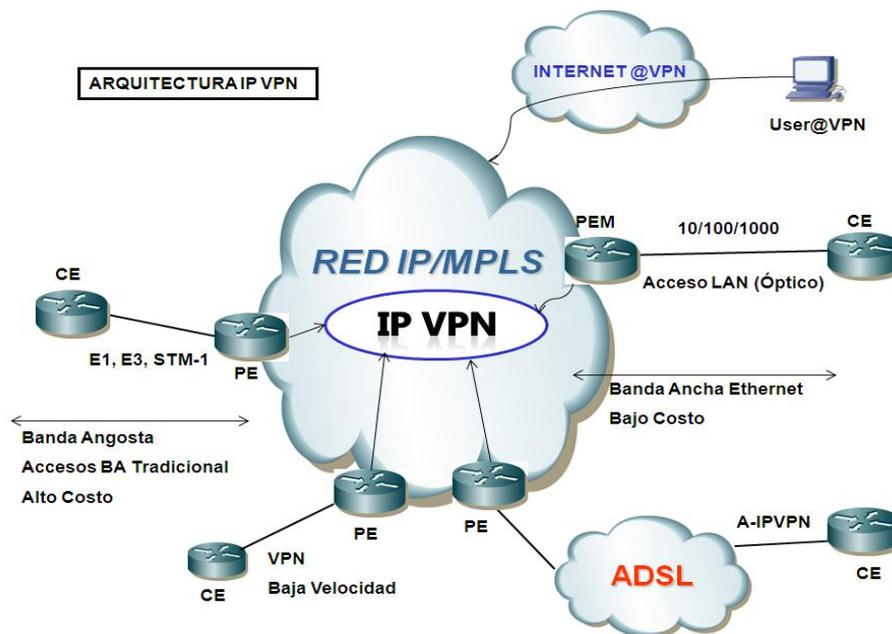
## 2.5.2 Servicios WAN Brindados

### 2.5.2.1 IP VPN Vía TDM (IP VPN Estándar)

Solución diseñada para la formación de redes privadas virtuales basadas en tecnología MPLS, la cual ofrece calidad de servicio de extremo a extremo para la transmisión de información en formato de voz, datos y video.

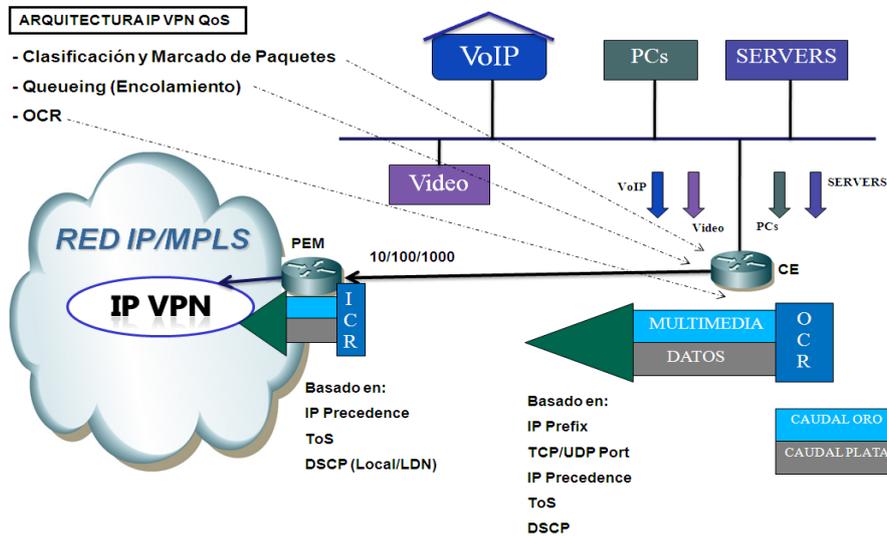
Los enlaces IP VPN tienen un ancho de banda fijo, con los valores pertinentes prefijados en el router del PE y en el router del CE. Estos últimos se conectan hacia la red de planta externa mediante equipos módem ya sean de la Red Newbridge como de la Red Adtran, dependiendo de las facilidades técnicas existentes. Estos módems tienen un equipo reflejo en el Nodo, con el cual acceden al multiplexor y finalmente de este último existe una salida hacia la red nacional ya sea mediante cableado de fibra óptica, microondas, satelital (Iquitos, Puerto Maldonado). Al acceso que conecta la localidad con el Core de la red (Lima) se le llama acceso troncal, mientras que al enlace que comunica el Nodo de la localidad con el local del cliente se le conoce generalmente como cableado de última milla. Presenta anchos de banda hasta 2Mbps y se ofrecen clases de servicio oro y plata, priorizando la información en voz, datos y video.

En el (Gráfico N° 4) se puede apreciar la arquitectura de las características de servicio de redes IP VPN.



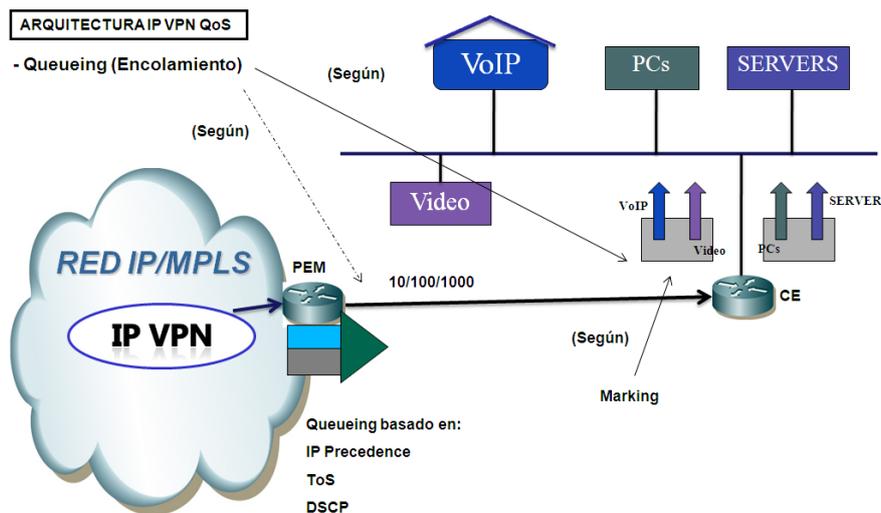
Fuente: Elaboración Propia

En el (Gráfico N° 5) se puede apreciar la arquitectura de las características del servicio de redes IP VPN en cuanto a la calidad de servicio (QoS) distribuida hacia la MPLS.



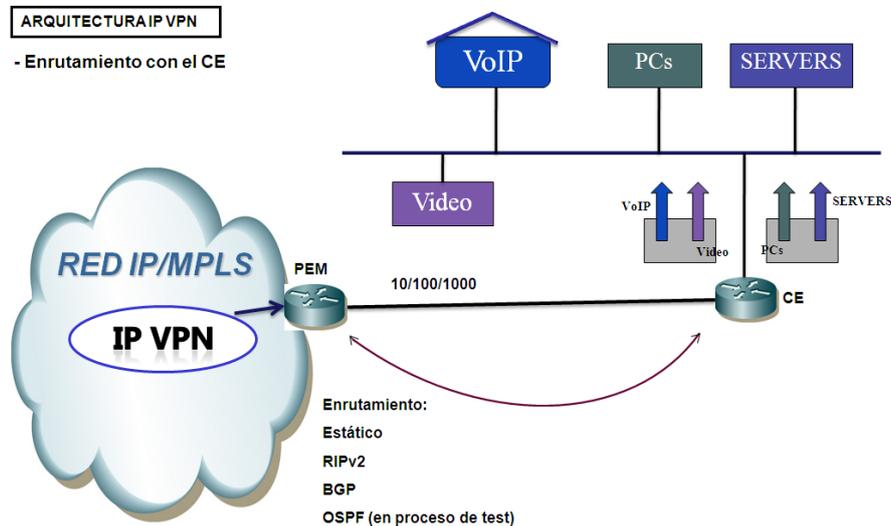
Fuente: Elaboración Propia

En el (Gráfico N° 6) se puede apreciar la arquitectura de las características de servicio de redes IP VPN en cuanto a la calidad de servicio (QoS) distribuida desde la MPLS hacia el cliente.



Fuente: Elaboración Propia

En el (Gráfico N° 7) se puede apreciar la arquitectura de las características de servicio de redes IP VPN en cuanto al enrutamiento con el router CE.



Fuente: Elaboración Propia

### 2.5.2.2 IP VPN Vía ADSL

Es un acceso asimétrico desde oficinas corporativas, remotas y puntos de venta a la Red Privada del Cliente (VPN en MPLS). Se ofrece en tres modalidades: Básico 600/256 Kbps, Estándar 900/256 Kbps y Class 1200/256 Kbps.

Principalmente se utiliza en la interconexión de sedes ubicadas en lugares en los que no se cuenta con facilidades técnicas de circuitos TDM.

En cuanto a las políticas de priorización de voz y datos, existen de manera local, en el router del CE, sin embargo, la tecnología ADSL no garantiza tal priorización de ancho de banda porque en teoría solamente se garantiza el 10% del servicio contratado.

Cuenta con una VRF que identificará al enlace de cara a la red MPLS, por lo que se garantiza un entorno VPN.

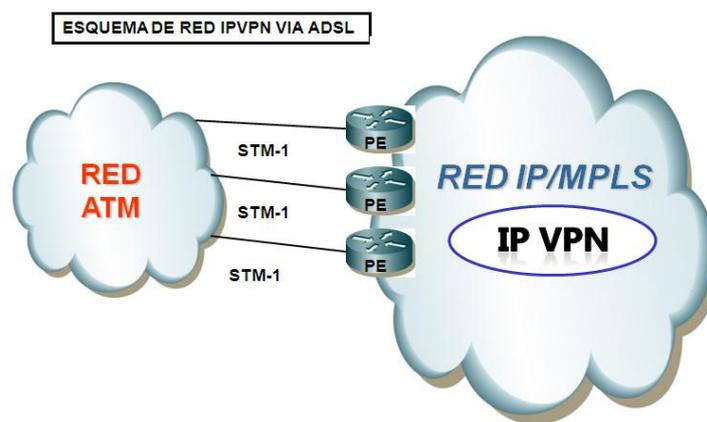
Para un enlace de este tipo es importante configurar un identificador llamado PVC ATM (Circuito virtual permanente) denominado VPI/VCI en la red ADSL que sirve tanto como para identificar al enlace dentro de la tarjeta concentradora DSLAM y el router del CE, con los parámetros VPI/VCI de red:

- VPI: (Virtual Path Identifier): Identificador de Camino Virtual
- VCI (Virtual Channel Identifier): Identificador de Canal Virtual

Son 2 parámetros de ATM. Sirven para crear varias conexiones lógicas dentro de una sola conexión física, y para direccionar a nivel ATM. Cada terminal ATM tiene un par VPI/VCI que le identifica dentro de la red ATM en cuestión. Si nos encontramos con una red multipunto, podremos crear varios circuitos virtuales dentro de un mismo circuito físico, de manera que cada circuito virtual se establece con un punto remoto distinto. Normalmente el VPI identifica una conexión física en un nodo ATM, y el VCI el circuito lógico dentro de esa conexión física.

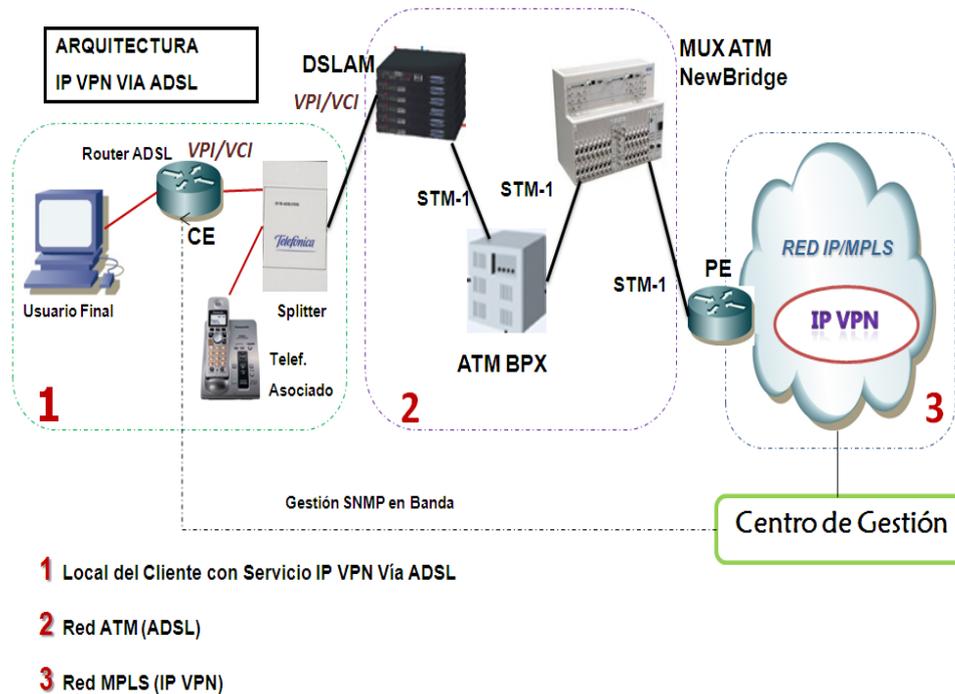
En el caso de ADSL, el router (o módem) establece una conexión punto a punto con el concentrador DSLAM en la central, con lo que se tendrá que usar un VPI/VCI en el router. Normalmente, para cada proveedor se asigna un par fijo para todos los usuarios, es dentro de la red ATM del proveedor cuando se utiliza un VPI/VCI distinto para el circuito virtual de cada usuario final. Hay que recordar que el par VPI/VCI sólo tiene sentido a nivel local (entre dos equipos directamente conectados), ya que ATM es un protocolo de nivel de enlace (Capa 2).

En el (Gráfico N° 8) se visualiza el Esquema de Red IP VPN Vía ADSL.



Fuente: Elaboración Propia

En el (Gráfico N° 9) se puede ver la Arquitectura del Servicio IP VPN Vía ADSL.



Fuente: Elaboración Propia

### 2.5.2.3 InfoInternet (Internet Dedicada)

Es el servicio de conexión a Internet simétrico y permanente a través de la Red MPLS lo cual permite una total gestión del enlace cuyas velocidades se dan hasta los 2048 Kbps.<sup>10</sup>

### 2.5.2.4 IP VPN VSAT

Servicio que permite conformar Intranets y Extranets en la red IP MPLS; utilizando las otras modalidades establecidas en IP VPN.

El caudal IP de transmisión está configurado con un ancho de banda mínimo garantizado al 30% de la velocidad contratada.

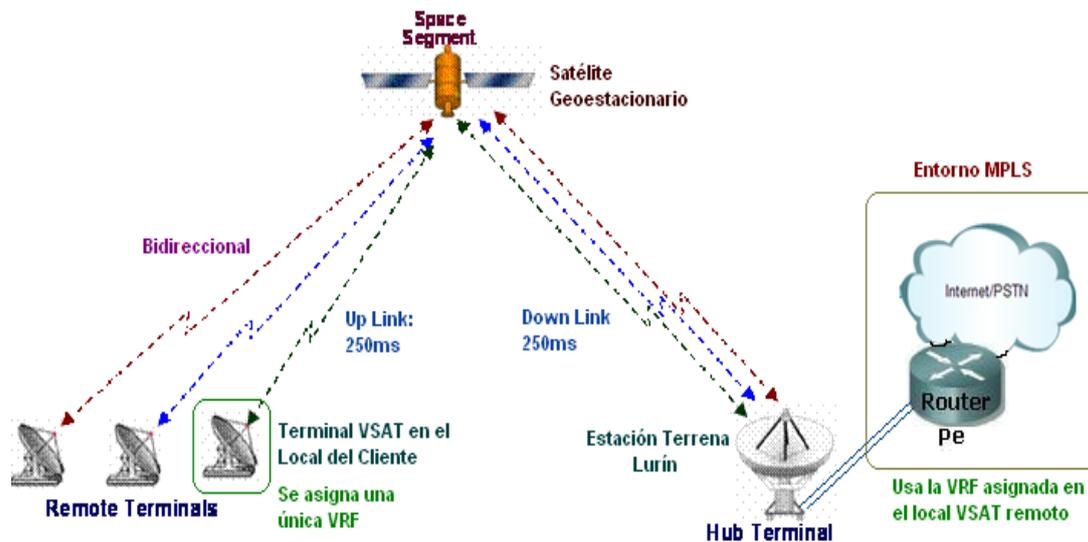
Dentro de las características principales tenemos:

- Estaciones VSAT de 1.2 metros aproximadamente, instaladas en puntos remotos del cliente.

<sup>10</sup> [http://www.telefonica.com.pe/empresas/internet/con\\_index.shtml](http://www.telefonica.com.pe/empresas/internet/con_index.shtml)

- Portadora saliente a 512 Kbps y entrantes a 128 Kbps.
- Comunicaciones de voz y datos a baja velocidad.

En el (Gráfico N° 10) observamos la arquitectura del servicio IP VPN VSAT.



Fuente: Elaboración Propia

## 2.6 INFRAESTRUCTURA TELEFÓNICA

### 2.8.1 Cisco Unified Communications Manager 7.0 (Cisco Call Manager 7.0)

Cisco Unified Communications Manager 7.0 (Call Manager 7.0) es una central telefónica IP, componente para el procesamiento de llamadas del sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco (Cisco Unified Communications Manager). Cisco Unified Communications Manager extiende las funciones y las capacidades de telefonía empresarial a los dispositivos de redes de telefonía por paquetes, tales como teléfonos IP, dispositivos de procesamiento de medios, gateways de voz sobre IP (VoIP) y aplicaciones de multimedia. Los servicios adicionales como la mensajería unificada, las conferencias multimedia, los centros de contactos de colaboración y los sistemas de respuesta multimedia interactivos.

### **2.6.1.1 Funciones y Ventajas**

Es una solución de procesamiento de llamadas de telefonía IP escalable, distribuable y sumamente disponible. El control de admisión de llamadas (CAC) ayuda a garantizar que la calidad de servicio (QoS) de voz se conserve en todos los enlaces WAN y desvía automáticamente las llamadas a rutas alternativas de la red de telefonía pública conmutada (PSTN) cuando no se dispone de ancho de banda WAN.

### **2.6.1.2 Arquitectura Distribuida y de Alta Disponibilidad**

- En condiciones óptimas de funcionamiento, cada Call Manager soporta hasta 5000 teléfonos IP.
- Un clúster soporta hasta 8 CUCMs con completa transparencia de funcionalidades. Un clúster soporta hasta 30.000 usuarios.

## **2.7 GATEWAYS VG**

Son gateways de voz que permiten que una solución de telefonía IP continúe usando dispositivos análogos tradicionales mientras se aprovecha de una infraestructura basada en IP.

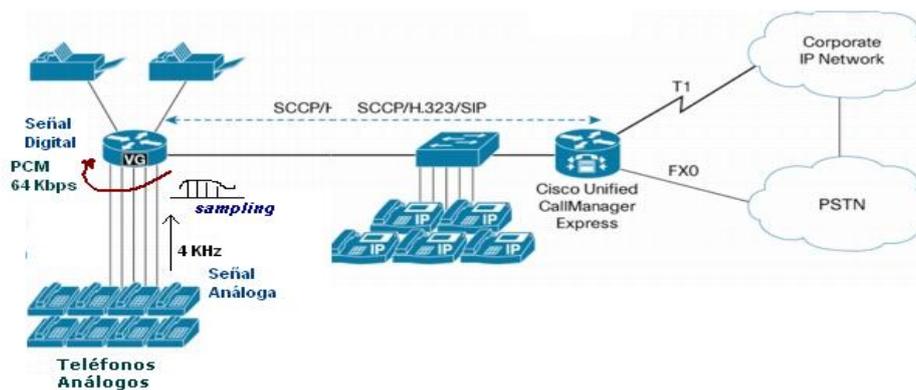
Estos gateways conectan teléfonos análogos, faxes y parlantes hacia una central de telefonía IP Cisco.

Entre las características principales tenemos:

- Los gateways VG agrupan de 24 a 48 puertos según sea el modelo del equipo y toman una dirección IP la cual es anunciada en todos los elementos que conformarían la red y cada equipo telefónico análogo tendría el funcionamiento de un anexo más, o sea cada teléfono se identificaría con un anexo dentro de la central telefónica IP. Los teléfonos análogos se conectan al gateway mediante puertos FXS.
- Usa el protocolo SCCP, H.323 y el protocolo SIP.

Transforma la señal análoga del equipo terminal para ser transformada a formato digital compatible con la central telefónica IP y con la red de datos; coge los 4 KHz análogos del teléfono y se efectúa un muestreo para que dicha señal se transforme a formato PCM (formato IP de 64 Kbps). Al tener este formato la señal pasa a ser digital y va a interactuar con la central telefónica realizando una llamada desde el anexo de procedencia hacia el anexo de destino mediante el protocolo Skinny ó H.323; y si se desea llamar a un número telefónico externo (fuera del CUCM 7.0) realizará los pasos que corresponden a cualquier terminal telefónico del tipo IP que son primeramente su conexión con el CUCM y su posterior derivación al primario de voz (PRI) para su salida a la PSTN.

En el (Gráfico N° 11) se visualiza el funcionamiento de un gateway VG.



Fuente: <http://www.cisco.com/en/US/products/gw/voicegvg/index.html>

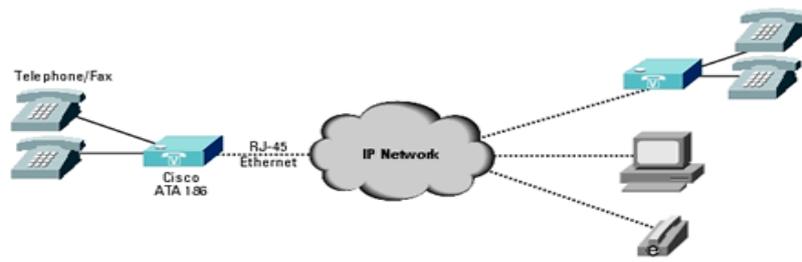
## 2.8 CISCO ATA

El Adaptador Cisco ATA (Adaptador telefónico analógico). Permite conectar un teléfono tradicional simple en un teléfono con el que se puedan hacer llamadas bajo el estándar VoIP.

Soporta dos puertos de voz, cada uno con un número de anexo independiente. Soporta un único puerto Ethernet 10/100BaseT.

Existen dos tipos de terminales Cisco ATA, los cuales son 186 y 188.

En el (Gráfico N° 12) se aprecia el esquema de Red con Adaptador Cisco ATA 186.



Fuente: <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/voicesw/ps556/index.html>

## CAPITULO III

# LEVANTAMIENTO SITUACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DEL GOBIERNO REGIONAL DE LIMA

### 3.1 GOBIERNO REGIONAL DE LIMA

#### 3.1.1 Aspectos Generales

El Gobierno Regional de Lima es una institución del estado peruano encargada de la administración de la Región Lima; organiza y conduce la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias, a fin de lograr el desarrollo sostenible de la Región en el marco de las políticas nacionales y sectoriales, promoviendo la inversión pública y privada, el empleo y garantizando el ejercicio pleno de los derechos e igualdad de oportunidades de sus habitantes.

#### 3.1.2 Sede Central y Oficinas Zonales (Octubre 2009)

**Sede Central:** Túpac Amaru – Huacho (capital de la Región)

Cuenta con cuatro líneas telefónicas troncales

Dentro de la ciudad de Huacho se encuentran las siguientes sedes del Gobierno Regional de Lima, que corresponden a los diferentes organismos regionales.

**Presidencia:** Cuenta con una línea telefónica troncal.

**Colón:** Cuenta con una línea telefónica troncal.

**Álamos:** Cuenta con una línea telefónica troncal.

**Terrazas:** Cuenta con una línea telefónica troncal.

**Concejo Regional:** Cuenta con una línea telefónica troncal.

Además de estos locales, el Gobierno Regional de Lima cuenta con Oficinas Descentralizadas Ejecutoras, conocidas como ODES; las cuales al ser organismos desconcentrados del Gobierno Regional de Lima, no serán objeto del estudio del presente proyecto. En el caso de que estas oficinas formaran parte de la red, se procedería a configurar tanto voz y datos de la misma manera que las oficinas zonales de las provincias de la Región Lima.

Se encuentra en ejecución la construcción de un local que albergará y unificará todas las sedes y la Sede Central del Gobierno Regional de Lima, localizado a la altura del km. 138 de la Panamericana Norte, a la entrada de la ciudad de Huacho.

A la fecha no se cuenta con la numeración exacta debido a que no existe catastro municipal en la zona eriaza y el local se encuentra en construcción.

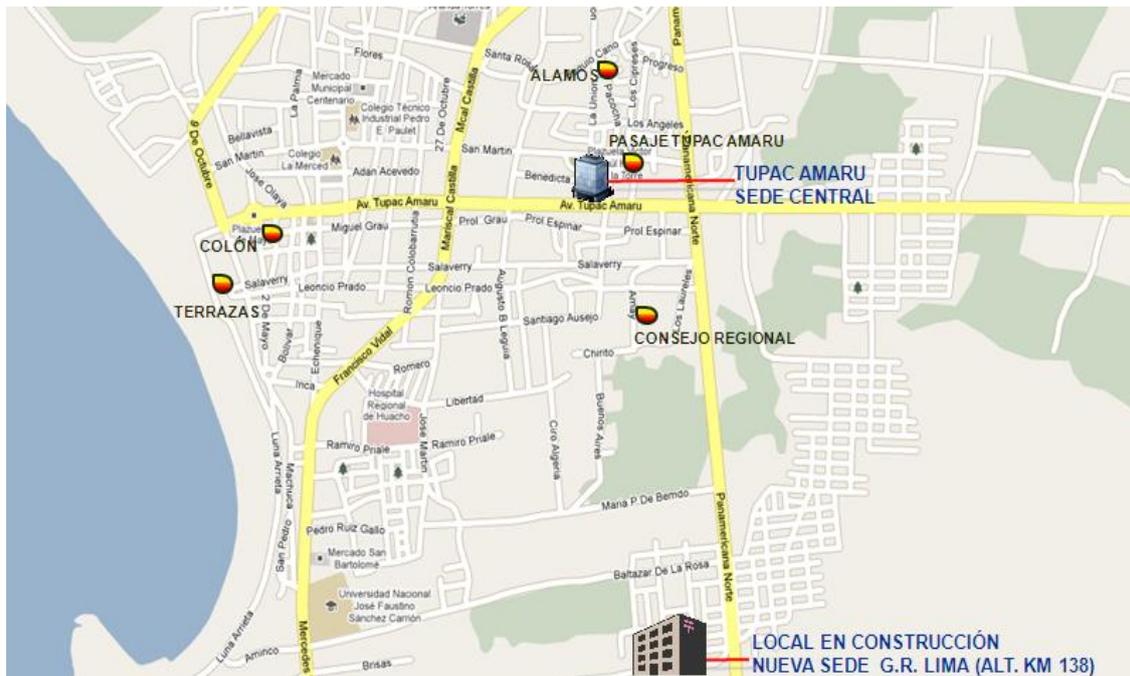
De acuerdo con lo informado por la Dirección de Transportes y Comunicaciones del Gobierno Regional de Lima, la posible mudanza hacia el nuevo local se haría en el año 2011.

En la actualidad los locales que se encuentran en Huacho y las oficinas zonales están en su mayoría bajo el estatus de alquiler.

El presente proyecto se basa en solamente una oficina regional que albergara todos los organismos correspondientes a la ciudad de Huacho (como se planea tener a futuro) y en las demás oficinas zonales correspondientes a las capitales de las provincias de la Región Lima.

En la actualidad los locales que se encuentran en Huacho y las oficinas zonales están en su mayoría bajo el estatus de alquiler.

En el (Gráfico N° 13) se muestra las oficinas localizadas en la ciudad de Huacho.



Fuente: <http://www.google.com/maps>

#### Oficinas Zonales:

Barranca: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Cajatambo: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Canta: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Cañete: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Huaral: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Huarocharí: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Oyón: Cuenta con una línea telefónica troncal.

Yauyos: Cuenta con una línea telefónica troncal.

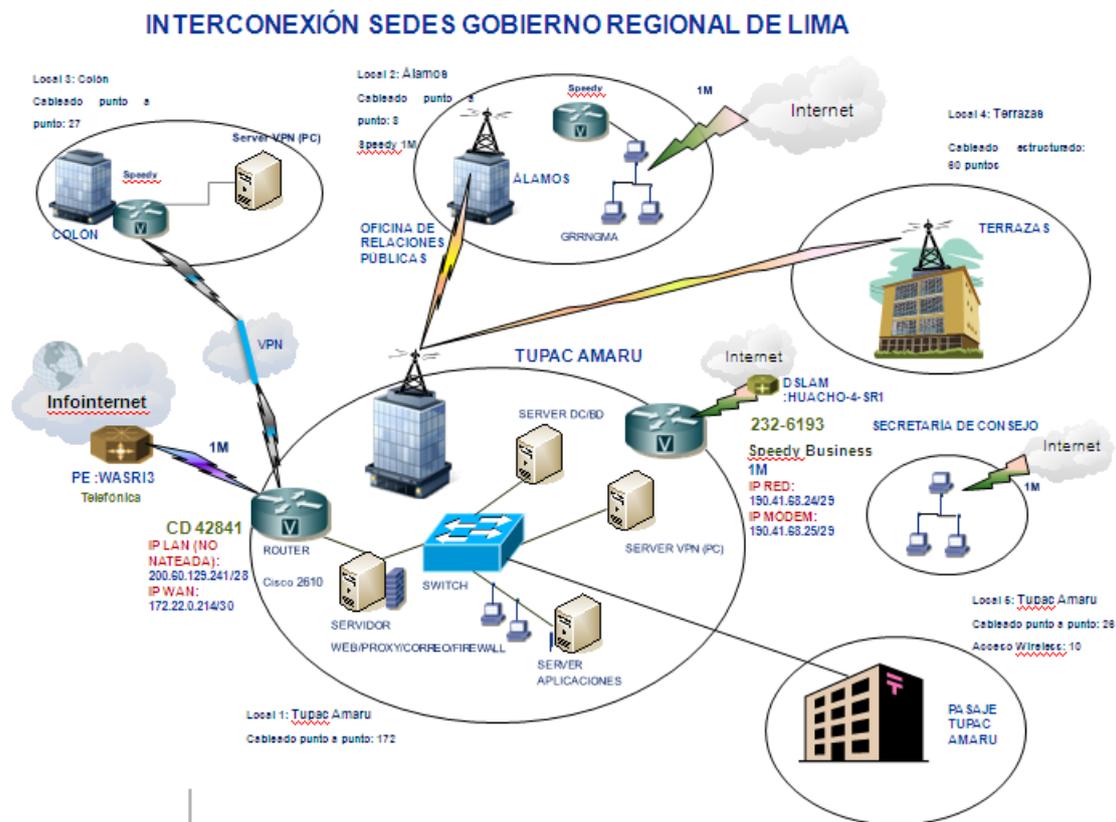
## 3.2 ORGANIZACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL GOBIERNO REGIONAL DE LIMA

### 3.2.1 Ubicación del Área de Sistemas

Gobierno Regional de Lima localizado en la Avenida Túpac Amaru 403-405, Huacho

### 3.2.2 Topología de la Red de Datos a Octubre de 2009 (Sedes localizadas en Huacho)

En el (Gráfico N° 14) se puede apreciar la interconexión de oficinas del Gobierno Regional de Lima localizadas en la ciudad de Huacho.



Fuente: Elaboración Propia

En la actualidad los locales que se encuentran en Huacho poseen cierto nivel de comunicación en red, el único local que se encuentra conectado a la red MPLS es el de

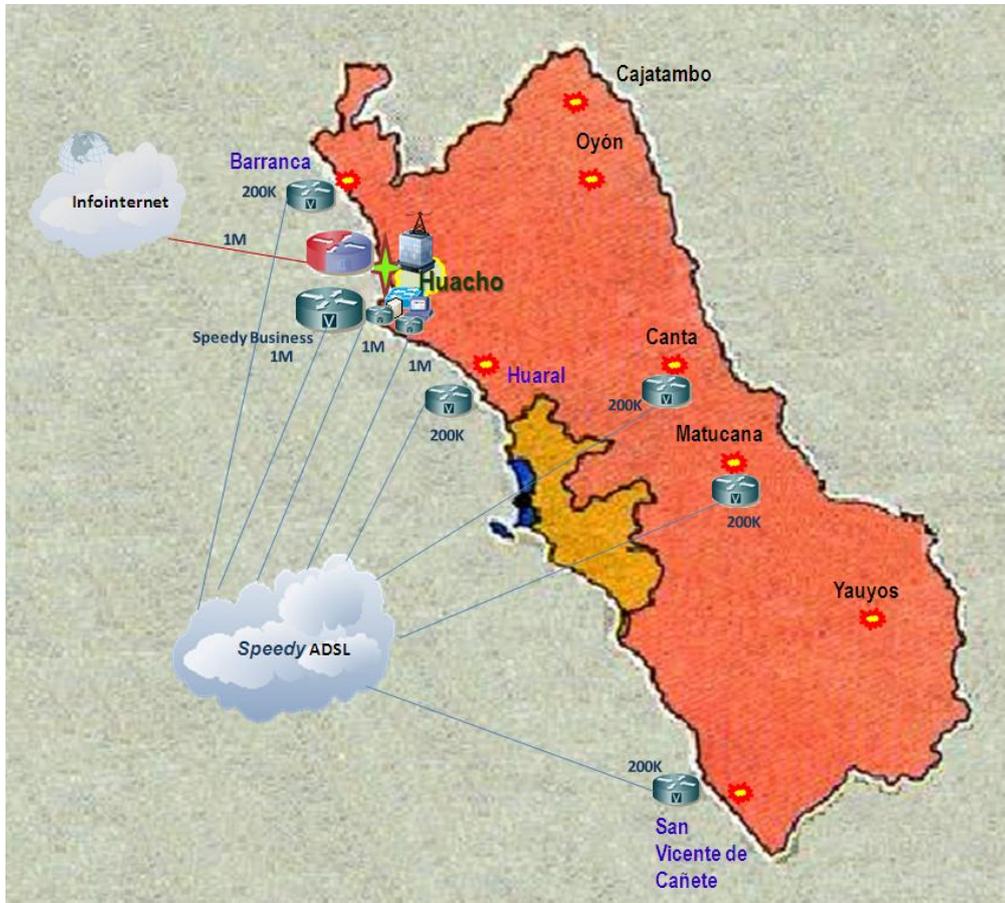
Túpac Amaru con una línea dedicada de Infointernet con CD 42841 proporcionado por Telefónica del Perú y de 1Mbps de ancho de banda. A la vez cuenta con servicio Speedy Business de 1Mbps con teléfono asociado 2326193; el cual brinda servicios de email y web.

De acuerdo a la topología, el único local que no se encuentra comunicado con la sede de Túpac Amaru es la Secretaría de Consejo que tiene una conexión independiente a Speedy ADSL (ATM) de 1Mbps. Las oficinas que cuentan con enlaces Speedy ADSL (todos de 1Mbps) son: Secretaría de Consejo, Álamos y Colón. Mientras que la comunicación de los locales de Terrazas y Pasaje Túpac Amaru no cuentan con dicho servicio.

El local de Colón se conecta con la Sede de Túpac Amaru mediante una configuración de Tunnel VPN.

Cabe mencionar que el nuevo local del Gobierno Regional de Lima, que se encuentra en construcción, va a albergar a todos los locales que se encuentran en la ciudad de Huacho.

### 3.2.3 Topología de la Red de Datos a Octubre de 2009 (Huacho y Oficinas Zonales)



En el (Gráfico N° 15) se puede apreciar la Topología de la Red de Datos a Octubre de 2009 para Huacho y las Oficinas Zonales.

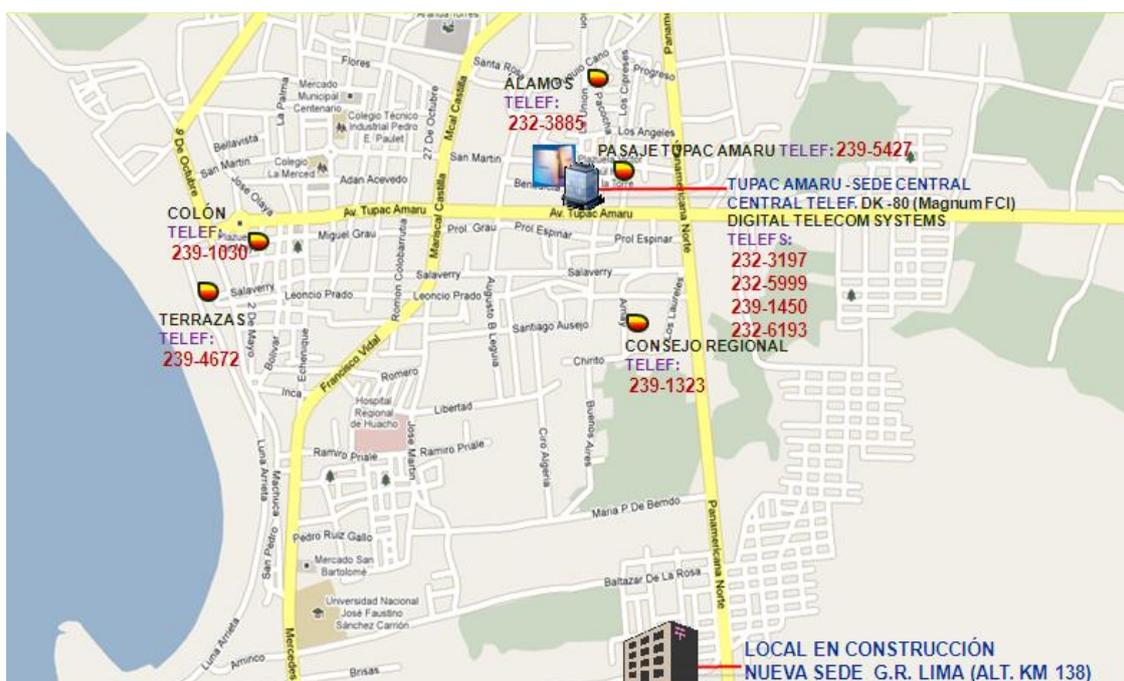
Fuente: Elaboración Propia

A nivel regional solamente se tienen 3 oficinas zonales conectadas a una red de datos (Internet): Cañete, Barranca, Canta, Matucana y Huaral; éstas poseen conexiones de Speedy ADSL de 200 Kbps No existe comunicación entre ninguna de estas oficinas zonales, lo cual indica que la Región Lima no posee una red de datos unificada que permitiría la transmisión y recepción de información entre ninguna de las oficinas zonales y la sede central Huacho. Todas esas oficinas que poseen conexiones a Internet trabajan de manera independiente dentro de un supuesto escenario de red de datos. En el caso de las demás oficinas zonales: Oyón, Yauyos y Cajatambo no poseen conexiones

de Internet por lo cual se encuentran aisladas y la única manera en que estas oficinas zonales se comunican es vía línea telefónica.

### 3.2.4 Topología de la Red de Voz y Telefonía a Octubre de 2009 (Sedes localizadas en Huacho)

En el (Gráfico N° 16) se puede apreciar la Topología de la Red de Voz y Telefonía a Octubre de 2009 para las oficinas localizadas en Huacho.



Fuente: <http://www.google.com/maps>

En la actualidad las sedes localizadas en la ciudad de Huacho están cubiertas por líneas telefónicas de manera independiente, todos los locales cuentan con una o más líneas las cuales van destinadas a diferentes áreas dentro de la organización.

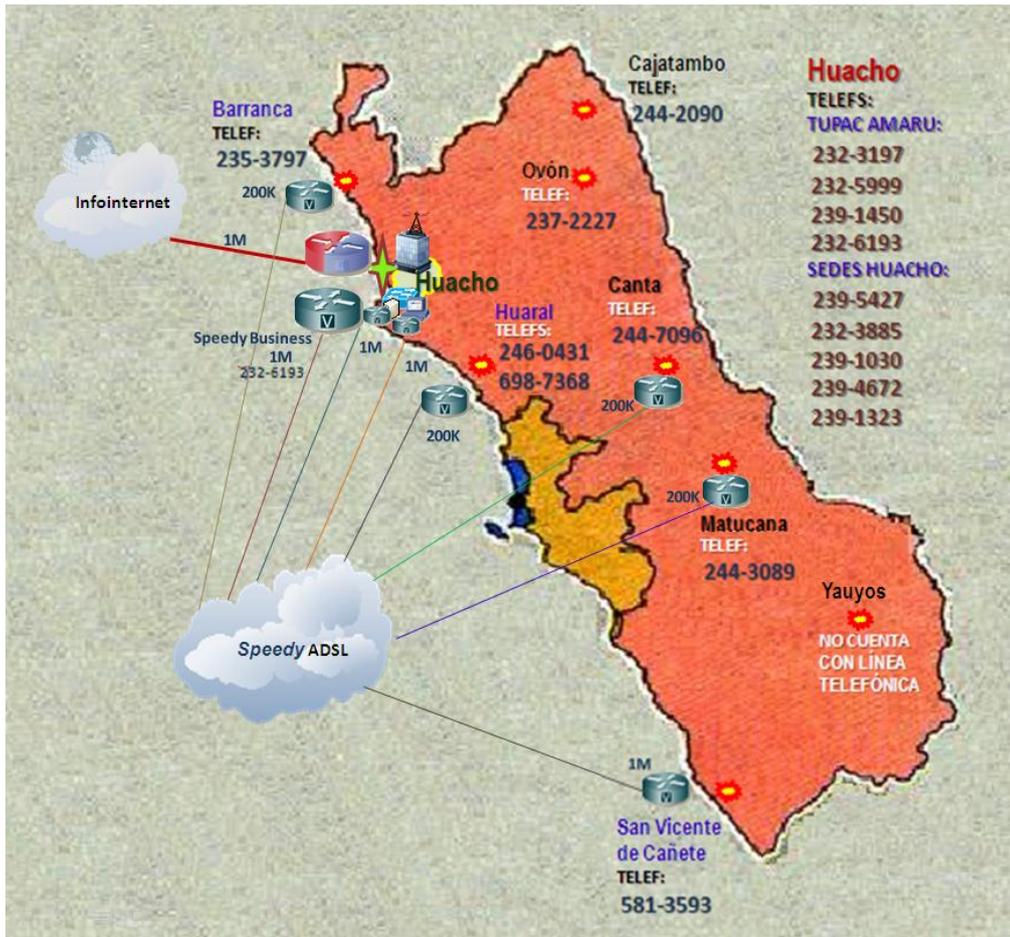
Para la Sede Central Túpac Amaru se tienen 3 números telefónicos directos, uno de los cuales es el número de recepción de llamadas externas (232-3197). Además cuenta con una línea telefónica asociada a un Speedy Business de 1Mbps, la cual es usada en la oficina de Sistemas de la institución.

### **3.2.5 Topología de la Red de Voz y Datos a Octubre de 2009 (Huacho y Oficinas Zonales)**

En el (Gráfico N° 17) se muestra la red general de comunicaciones del Gobierno Regional de Lima que incluyen los sistemas comunicaciones de datos y de voz. Según se puede apreciar no existe una unificación de red (anillo, bus, estrella) ni convergencia entre las redes de voz y datos. De acuerdo a como se ha instalado, ciertas oficinas zonales se encuentran fuera de red y/o no tienen comunicación vía Internet, en algunos casos como el de la oficina zonal de Yauyos, al no contar con una línea telefónica, se encuentra totalmente aislada.

La suma de estos factores no permiten que las comunicaciones fluyan de manera óptima dentro de la institución; esto tiene como consecuencia la demora en los procesos, pérdida de horas-hombre, gasto económico excesivo en el caso de la gran cantidad de líneas telefónicas, lentitud ó nula atención al público vía telefónica ó mediante correos electrónicos, quejas de la población, descontento dentro del ambiente laboral, cierta ineficiencia a la hora de manejar asuntos importantes tales como emergencias, reuniones, decisiones de última hora, cambios dentro de la organización, supervisión de personal, etc.

Invertir en la generación de un entorno de red optimizaría la gestión de los procesos dentro del Gobierno Regional de Lima y se convertiría en un ahorro a mediano plazo en términos económicos.



Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.6 Aspectos Importantes y Levantamiento de Información - Octubre de 2009

#### 3.2.6.1 Enlaces De Datos en la Sede Principal Túpac Amaru

##### a. Infointernet – Circuito Digital (CD) 42841

**BW:** 1Mbps

La institución tiene este servicio aproximadamente hace 4 años. Es un servicio proporcionado por Telefónica del Perú S.A.A. que permite la conexión a Internet mediante una línea dedicada a través de la Red MPLS lo cual permite una total gestión del enlace. El término CD se refiere al circuito digital con el cual se identifica el enlace dentro de la Red MPLS y el Nodo Local (WASRI3) perteneciente a Telefónica del Perú.

**Equipamiento del enlace:** Para la comunicación de este enlace se cuenta:

**Módem:** Marca Teldat, Modelo Ebano: De fabricación española El cual se conecta a la red de Planta Externa a través de una caja terminal ó también llamado armario concentrador de líneas).

Es un módem xDSL/TDM que permite transmisiones de usuario a alta velocidad N x 64 Kbps (hasta 2Mbps, bidireccional) a través de cables de cobre tradicionales.<sup>11</sup>

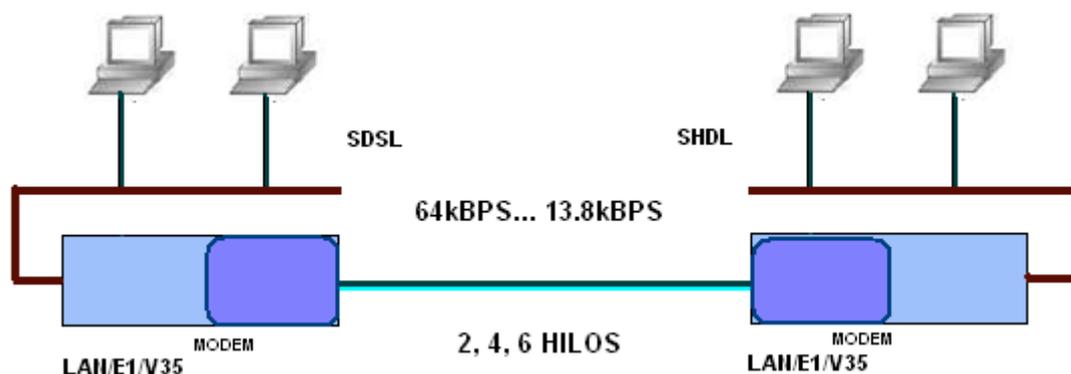
Su tecnología (CAP) permite alcances mucho mayores que modulaciones antiguas (2B1Q), así como interferencias mucho menores entre líneas de datos.

Supervisión total del enlace: medición de tasa de error, generación de bucles (loops), etc.

Posee 2 puertos para interfaces V.35 y V.24, 2 puertos RDSI y un puerto auxiliar.

Funciona con un voltaje de 90 – 240 V, 47/63Hz y una potencia máxima de 40W.

En el (Gráfico N° 18) se muestra la interconexión de un módem Teldat Ebano.



Fuente: Elaboración Propia

**Router:** Marca Cisco, Modelo 2610XM. Es llamado router de acceso multiservicio que múltiples opciones de seguridad, así como de permitir la transmisión de voz y datos.

Su costo aproximado en el mercado es de \$750.

<sup>11</sup> <http://es.ocieties.com/evanuaman/ADSL/TRABAJO2-adsl.doc>

El router actual está conformado por:

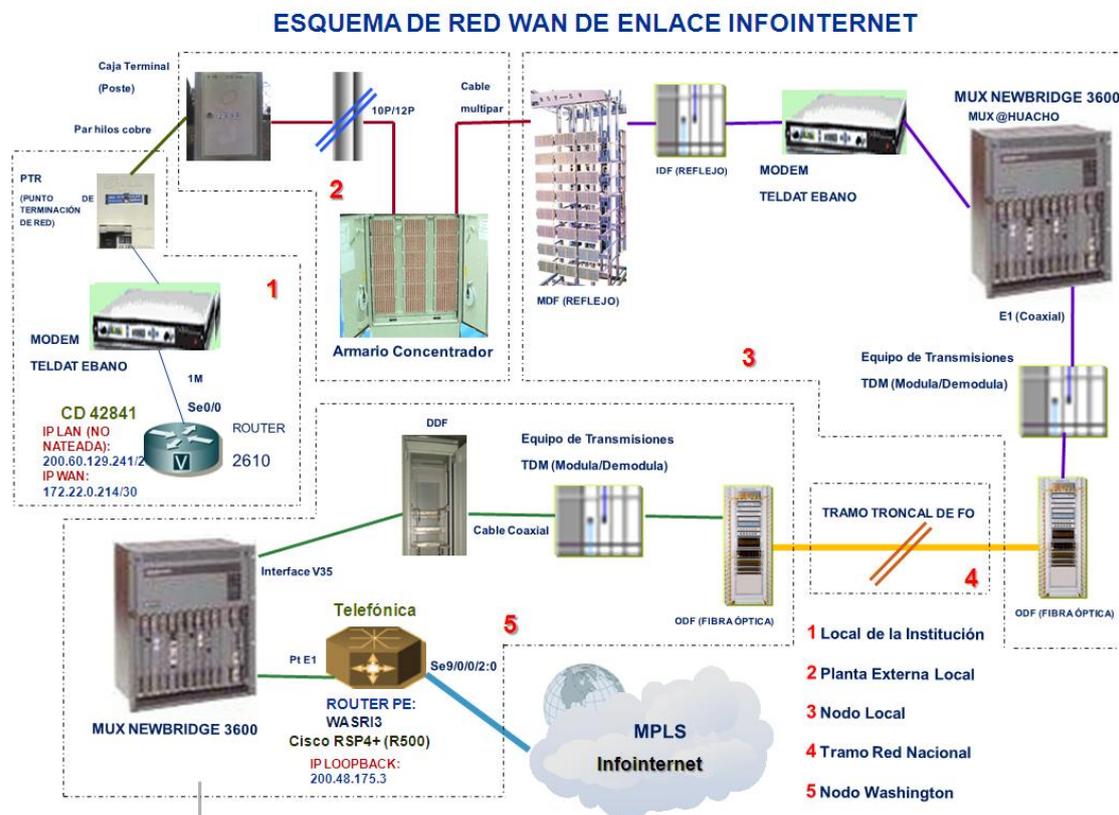
1 Interface FastEthernet (FastEthernet0/0)

1 Interface Serial (Serial0/0)

32Kb de memoria NVRAM

32Kb de memoria Flash (Read/Write)

En el (Gráfico N° 19) se muestra el esquema de Red WAN para el enlace de Infointernet (CD 42841).



Fuente: Elaboración Propia

b. Speedy Business – N° 232-6193

BW: 1Mbps

Servicio ADSL (ATM) actualmente usado para balanceo de carga VPN. Fue adquirido recientemente. Es posible estar conectado permanentemente con redes

de oficinas remotas. En enlaces ADSL, la empresa proveedora garantiza un servicio mínimo entre el 10% y 20% del ancho de banda contratado.

Se conecta a tarjeta concentradora DSLAM HUACHO-4 localizada en el Nodo IP de Huacho. La marca de dicha tarjeta es ALCATEL-ETH.

Se encuentra parametrizado con una identificación VPI/VCI para el lado Red y otra para el lado Cliente.

Speedy Business de 1Mbps que Usa un Router Cisco 2610.

La dirección de Red asignada: 190.41.68.24/29.

La dirección de Módem asignada: 190.41.68.25/29.

### **3.2.6.2 Enlaces De Datos en las Sedes de Huacho**

a. Presidencia:

Se conecta con la Sede Principal de Túpac Amaru de manera inalámbrica mediante accesos wireless.

b. Colón:

Se conecta con la Sede Principal de Túpac Amaru mediante un enlace VPN. Cuentan con una línea Speedy ADSL de 1Mbps, la cual forma la red VPN con el enlace de Infointernet de 1Mbps localizado en la Sede Túpac Amaru. Además se cuenta con un servidor VPN (PC) la cual maneja la gestión de red. Generalmente la marca de Router Modem ADSL es TP-LINK.

c. Álamos:

Dentro del local posee una línea Speedy ADSL de 1Mbps y se conecta con la Sede de Túpac Amaru mediante antenas Yagi de 12dmi punto a punto.

d. Terrazas:

Solamente se comunica con la Sede de Túpac Amaru mediante antenas Yagi de 12dmi punto a punto.

e. Concejo Regional:

Posee una línea Speedy ADSL de 1Mbps. Se encuentra aislado del resto de locales.

### **3.2.6.3 Enlaces De Datos de las Oficinas Zonales**

a. Barranca:

Cuenta con una línea Speedy ADSL de 200 Kbps.

b. Cajatambo:

No cuenta con un enlace de datos.

c. Canta:

Cuenta con una línea Speedy ADSL de 200 Kbps

d. Cañete:

Cuenta con una línea Speedy ADSL de 200 Kbps

e. Huaral:

Cuenta con una línea Speedy ADSL de 200 Kbps.

f. Huarochirí:

Cuenta con una línea Speedy ADSL de 200 Kbps.

g. Oyón:

No cuenta con un enlace de datos.

h. Yauyos:

No cuenta con un enlace de datos.

### 3.2.6.4 Sistema de Telefonía en la Sede Principal Túpac Amaru y en las Oficinas Zonales

#### a. Descripción

Existen tres líneas troncales telefónicas que mantienen la comunicación telefónica de este local hacia la Red PSTN. La línea 232-3197 se conecta a una central telefónica analógica **DK-80 (Magnum FCI)** de **Digital Telecom Systems**, la cual se encuentra en producción desde el año 2004. Para la comunicación telefónica se cuenta con un Mini MDF (recibe los pares telefónicos que vienen de las líneas primarias) que realiza la conexión con la central telefónica.

A su vez se cuenta con un equipo terminal telefónico de la central en mención que tiene las funciones de IVR (Interactive Voice Response); este terminal telefónico se encuentra ubicado en la oficina de recepción de la sede y es usado por la recepcionista. Entre otras funciones de la central telefónica y del terminal telefónico asignado a la recepcionista se encuentran la de activación del IVR al ingreso de una llamada externa, transferencia de llamadas, activación de Voice Mail, rellamada, llamada en espera, conferencia y llamada en espera.

#### b. IVR (Contestadora Automática)

La central telefónica tiene registrado un script de IVR básico que se ha configurado previamente y que se activa al marcar el número telefónico 232-3197.

#### c. Central Telefónica **DK-80 (Digital Telecom Systems)**

Es una central telefónica (ó llamada también centralita) orientada a empresas de mediano alcance.

Entre las características más importantes de servicio incluyen: identificación de llamadas, llamada de retorno y correo de voz programable.

La central posee opciones de transferencia de llamadas, activación de IVR, llamada en espera, conferencia y llamada en espera. Posee además un sistema de restricción de llamadas básico como por ejemplo las de larga distancia.

d. Características de las Líneas Telefónicas

A excepción de la oficina de Yauyos, todas las oficinas zonales y la sede central cuentan con al menos una línea analógica de voz (troncal de 64KHz), las cuales son líneas del tipo LP83 CTRL 4 (código comercial) y se encuentran dentro de un plan "Control" de llamadas con Memobox, bloqueo de larga distancia y límite de consumo.

### **3.2.6.4 Equipamiento LAN de la Institución**

a. Ubicación de Sala de Cómputo (Data Center)

Se ubica en el segundo piso de la Sede de Túpac Amaru y su área aproximada es de 16m<sup>2</sup>. Se encuentra aproximadamente a ocho metros de la ventana que da a la Avenida Túpac Amaru.

Alberga un gabinete de comunicaciones.

La última modernización de la sala se realizó en el año 2009.

b. Sistemas de Alimentación

Funciona con la energía comercial de 220V.

Posee transformador de aislamiento.

Cuenta con medición de pozo a tierra menor a 5 ohmios (valores normales).

Posee un sistema de contingencia eléctrica UPS (GES N-Series 6KVA), que funciona actualmente solo para la sala de cómputo y fue adquirido en el año 2008 y posee un armario de llaves térmicas.

c. Sistemas de Ventilación

Aire acondicionado calibrado normalmente a 18°C (Cold Point).

d. Gabinete (Rack) de Comunicaciones

Se tiene un gabinete de comunicaciones en el cual se encuentran los equipos de comunicaciones de la institución tales como router y módem de enlace Infointernet, 2 switches de distribución, conexiones eléctricas, servidores diversos, etc.

e. Cableado Estructurado

Implementado para soportar voz y datos.

Cuenta con 172 puntos.

No Cuenta con Cableado Estructurado en las oficinas zonales.

f. Switches, Servidores y Teléfonos

2 Switches D-link DGS-3100-24 24-port, 10/100/1000Mbps (L2 Managed Gigabit Switch).

Un servidor BC/BD, de aplicaciones y un servidor VPN (LAN).

Servidor Web/Proxy/Correo/Firewall conectado Infointernet.

Las oficinas zonales cuentan con una red local.

110 teléfonos análogos de diversas marcas.

g. Direccionamiento IP LAN

La IP LAN del router de Infointernet es 200.60.129.241/28. Sin embargo cuenta IP LAN nateada con una máscara de subred de tipo B (255.255.0.0).

Segmento IP LAN (Datos): 10.1.0.X/16 al 10.1.3.X/16.

Al no contar con Telefonía IP, no cuenta con alguna VLAN ó algún segmento IP para tales fines.

Uso de direcciones 192.168.1.X para aplicaciones con Speedy Business; sin embargo no forman parte de los usuarios de la Red LAN de la institución.

h. Uso de las líneas de voz

Solamente para llamadas telefónicas, no existen líneas de alarma.

### **3.2.6.5 Aspectos Complementarios al Levantamiento de Información**

a. Empresa Proveedora de Servicios de Comunicaciones (ISP)

Telefónica del Perú S.A.A.

b. Enlaces Dedicados con otras Instituciones

No cuenta.

c. Personal que labora en la institución

Actualmente se cuenta con 233 usuarios de PC.

Por el momento no existe la posibilidad de aumento de personal.

Se labora ocho horas diarias, por 5 días a la semana.

El acceso a los servicios de comunicaciones varía de acuerdo al rango que ocupa dentro de la institución.

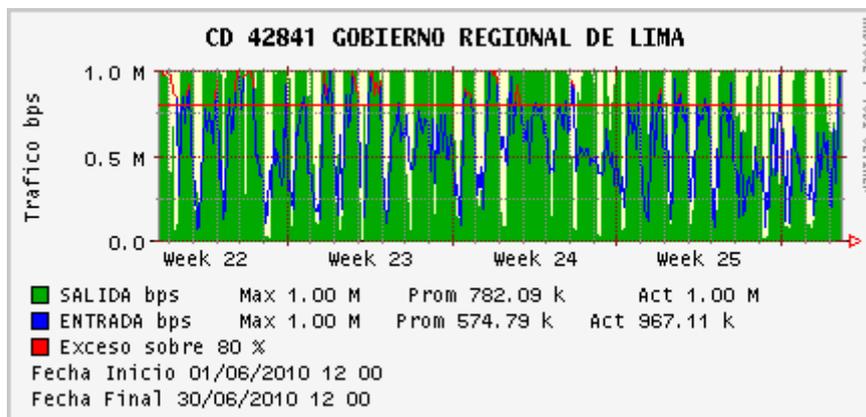
d. Averías y Gestión de Red

La gestión de la Red LAN de datos la realiza personal del Área de Informática de la institución. La gestión del enlace de InfoInternet CD 42841 a nivel WAN, la realiza Telefónica del Perú.

Las averías por servicio generalmente se dan para los enlaces de Speedy, mientras que para el enlace de InfoInternet de 1Mbps se tienen como máximo dos averías al año.

Se percibe lentitud en el enlace de InfoInternet, probablemente relacionada con el elevado consumo por tráfico de entrada y salida. Ver (Gráfico N° 20) donde se muestra el consumo de ancho de banda durante el mes de Junio de 2010 para el

CD 42841 del enlace de Infointernet del Gobierno Regional de Lima durante el Mes de Junio de 2010.



Fuente: Herramienta de Monitoreo Sigmars, Telefónica del Perú - <http://cgrc.telefonica.com.pe>

### 3.2.7 Deficiencias y Carencias Encontradas

#### 3.2.7.1 Datos

No cuenta con una red de comunicaciones que integre todas las oficinas zonales.

El ancho de banda asignado para el enlace de Infointernet presenta saturación, lo cual genera lentitud en las comunicaciones.

No permite la instalación de servidores de diferentes aplicaciones para que funcionen conjuntamente a nivel de todas las oficinas zonales por no contar con un entorno de red.

Al tener enlaces Speedy ADSL, no se garantiza un ancho de banda constante y es propenso a sufrir caídas de enlace ó excesivo retardo por este servicio masivo.

No existe un monitoreo de enlaces por parte del cliente, por lo tanto no tienen conocimiento de las averías que pudieran existir por cortes intermitentes ó por caída total de enlace. Al no tener estos sistemas de monitoreo es difícil saber el nivel de cumplimiento de los SLAs por parte del proveedor de red.

No existen estadísticas por uso de la red a nivel de usuario.

El intercambio de archivos se da vía email.

### **3.2.7.2 Voz**

No existe una central telefónica que una a la sede central de Huacho con las demás oficinas zonales.

Es muy difícil comunicarse con el número telefónico de la sede central de Huacho debido a que no es un número primario de 30 canales de voz (E1) sino que el número 232-3197 es una línea telefónica estándar (básica) de 64 Kbps, por eso en la mayoría de veces se pierden las llamadas entrantes y no es posible comunicarse con el anexo requerido.

Al no poder comunicarse con el número 232-3197, no es posible acceder a las opciones del IVR.

Las oficinas zonales no pueden comunicarse directamente a los anexos de la institución, para poder tener ese acceso primero deben de comunicarse con la operadora realizando una llamada externa, lo cual involucra un costo.

La institución maneja muchas líneas telefónicas básicas, lo cual aumenta los procedimientos en cuanto a su administración.

No existen servicios adicionales en cuanto a la telefonía como por ejemplo un Hunting de operadoras para la recepción de llamadas.

# CAPÍTULO IV

## DISEÑO Y ESTRUCTURA DE LA RED

### 4.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

#### 4.1.1 Facilidades Técnicas para Enlaces de Datos

En la actualidad la red de Planta Externa de datos de los dos proveedores principales de comunicaciones del país como son Telefónica del Perú y Telmex no se encuentra extendida por todo el territorio nacional; en cuanto a la Región Lima, su cobertura no abarca la totalidad de las provincias. Para enlaces del tipo físico (cobre, fibra óptica) abarca en general para las localidades costeras, sin embargo pueden extenderse por la región andina en casos específicos. Lo accidentado del territorio de la Región Lima y lo costoso de la inversión en infraestructura de comunicaciones en ciertas localidades dificulta el avance de las telecomunicaciones y la instalación de nodos que se encarguen del despliegue de las comunicaciones. Además, dentro de un análisis de facilidades técnicas, también se tiene en cuenta los recursos de red existentes; es decir el espacio reservado en todos los elementos que conforman la red MPLS es suficiente para la instalación de un enlace con un ancho de banda determinado.

El análisis de las facilidades técnicas incluyen las diferentes alternativas de ancho de banda por enlace que puede ofrecer el proveedor de servicios de red a sus clientes teniendo en cuenta el tipo de enlace y características de los equipos de red involucrados en el servicio. El cliente finalmente elige el ancho de banda adecuado a sus necesidades y al tráfico de voz y de datos que se estaría cursando en condiciones normales.

En el caso de la elección del proveedor de servicios de red, se tendrá en cuenta la capacidad de red desplegada a lo largo de la región, se elige a Telefónica del Perú por tener cobertura de enlaces de datos en casi todas las localidades de la región que incluyen las oficinas zonales. Además se tiene en cuenta que en la estructura actual de la red de la Región Lima, se incluye un enlace de Infointernet de 1 Mbps, proporcionado por Telefónica del Perú, sobre el cual se estaría haciendo el diseño de la topología de

red a fin de implementar la solución de la integración de voz y datos. Asimismo cabe resaltar que los servicios de líneas telefónicas y enlaces de Speedy ADSL también son proporcionados por Telefónica del Perú.

Dentro de las facilidades técnicas de red mediante enlaces físicos se encuentran los del tipo IP VPN estándar (del tipo TDM) y los llamados IP VPN vía ADSL (Red ATM). Ambos poseen diferentes características de funcionamiento, y los enlaces IP VPN ofrecen el escenario más idóneo para la aplicación de voz sobre IP para una red MPLS en general. Para la elección del tipo de enlace en alguna localidad se toma como primera opción a un enlace tipo TDM; en caso no existan facilidades técnicas para este caso, como siguiente opción, se utilizarían enlaces mediante ATM, al ser una tecnología que brinda calidad de servicio, es posible la transmisión de voz sobre IP.

Para las localidades que no cuenten con las facilidades técnicas por medio de enlaces físicos, se toma como única alternativa la instalación de un sistema por VSAT, el cual se encargaría de la transmisión de datos desde la oficina zonal donde esté instalado hacia la red MPLS. Como se explicó en la parte teórica, este sistema tiene como desventaja la latencia elevada para transmisión y recepción; sin embargo, está capacitado para las comunicaciones de voz sobre IP siempre y cuando exista un ancho de banda suficiente para el libre paso de la voz y las configuraciones que se realicen en los equipos de red sean las adecuadas.

Las facilidades técnicas de red actuales por localidad teniendo a Telefónica del Perú como único proveedor son:

**Huacho:** IP VPN estándar: con anchos de banda disponibles de 128 Kbps, 256 Kbps, 384 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps y 2 Mbps

IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps, 1200/256 Kbps

**Barranca:** IP VPN estándar: con anchos de banda disponibles de 128 Kbps, 256 Kbps, 384 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps y 2 Mbps

IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps, 1200/256 Kbps

**Cajatambo:** No existen facilidades técnicas.

Se toma enlace VSAT como única alternativa.

**Canta:** IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps, 1200/256 Kbps

**Cañete:** IP VPN estándar: con anchos de banda disponibles de 128 Kbps, 256 Kbps, 384 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps y 2 Mbps

IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps, 1200/256 Kbps

**Huaral:** IP VPN estándar: con anchos de banda disponibles de 128 Kbps, 256 Kbps, 384 Kbps, 512 Kbps, 1 Mbps y 2 Mbps

IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps, 1200/256 Kbps

**Matucana:** IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps, 1200/256 Kbps

**Oyón:** IP VPN vía ADSL: con anchos de banda disponibles de 600/256 Kbps, 900/256 Kbps

**Yauyos:** No existen facilidades técnicas.

Se toma enlace VSAT como única alternativa.

#### **4.1.2 Parámetros en la Elección de Ancho de Banda**

Como se vio en los tipos de enlaces y los anchos de banda disponibles para cada localidad, para la elección de ancho de banda para cada oficina zonal se tienen que tener en cuenta además de ese factor; las necesidades de la red (volumen de tráfico, aplicaciones del cliente, importancia y rango de la Sede Central u oficina zonal) y el factor humano (cantidad de personas que usarán la red en el local). Esto quiere decir que la Sede Central, debido a su importancia y a la cantidad de empleados que maneja va a tener un enlace de datos con un ancho de banda mayor que el de las oficinas zonales. El

servicio que actualmente poseen es el de Infointernet, el cual es usado únicamente como acceso a Internet en dicho local y se mantendrá de esa manera para el diseño de la red. El objetivo final es unificar la red a partir de un único nombre ó VRF que identifique al Gobierno Regional de Lima, por eso se obviarán los enlaces del tipo Speedy ADSL, ya que no son capaces de realizar una integración a una red de datos con el fin de realizar tráfico de voz.

Los tipos de enlaces que se usarán para lograr la integración de la red de voz y datos serán del tipo IP VPN, IP VPN vía ADSL e IP VPN VSAT. Lo ideal para una red de datos y lograr la eficiencia máxima en todos sus procesos es contar únicamente con enlaces del tipo IP VPN (TDM) estándar, ya sea por cobre ó fibra óptica; como se mencionó en el capítulo anterior, son líneas dedicadas en las que se garantiza el 100% del ancho de banda contratado, el ancho de banda no es oscilante, funciona de manera exclusiva para el cliente y el funcionamiento de la voz sobre IP está garantizado de manera permanente, de acuerdo a lo configurado en el router PE y en el router CE. Los enlaces IP VPN vía ADSL, funcionan bajo el protocolo ATM, también pueden permitir la integración de una sola red de voz y datos, sin embargo, al garantizar el 10% del ancho de banda contratado no garantiza la calidad de servicio para voz, ya que la calidad de ésta puede variar según la saturación del enlace en el local del cliente, saturación de enlace troncal en concentrador DSLAM ó simplemente el enlace se encuentre funcionando en el porcentaje mínimo garantizado del ancho de banda contratado. A pesar de tener estos factores en contra, realizando una buena configuración en todos los ámbitos del enlace y teniendo en cuenta un óptimo estado de la red del proveedor; es posible lograr la transmisión de voz sobre IP en un enlace IP VPN vía ADSL de manera exitosa. En cuanto a los enlaces del tipo IP VPN VSAT, el proveedor garantiza un mínimo del 30% del ancho de banda contratado, en este tipo de enlaces también es posible realizar comunicaciones de voz sobre IP, sin embargo se encuentran mayores desventajas respecto al enlace mencionado anteriormente como es la ausencia de calidad de servicio, lo que significa que tanto las comunicaciones de voz como de datos pasan por un mismo caudal sin que exista diferenciación en ninguno de los ámbitos de las comunicaciones VSAT, al no haber discriminación por tipo de datos, tiene que usarse el mismo ancho de banda para que de cierta manera “la voz compita con los datos” para lograr la comunicación. Al establecer una comunicación de voz, ésta se mantiene y no se cortará al tener el ancho de banda ocupado por una transmisión de

datos. En el caso de tener el ancho de banda totalmente lleno, no habrá lugar para una comunicación de voz sobre IP. A estas desventajas le añadimos que se trata de un enlace satelital del tipo VSAT, el cual tiene una latencia media de 500 ms, el tiempo promedio que toma la comunicación de datos entre el transmisor y receptor. Es posible realizar la integración de voz y de datos en este tipo de enlaces, siempre y cuando se tenga una óptima configuración del enlace, en todos sus ámbitos, desde el proveedor hasta el mismo router del cliente en donde se tiene que establecer las configuraciones del protocolo de enrutamiento capaz de interactuar de manera rápida con la red, los detalles serán mostrados posteriormente.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado y las facilidades técnicas para enlaces de datos que brinda el proveedor de acuerdo a la localidad se tomará en cuenta la elección de ancho de banda teniendo como prioridad la elección de enlaces tipo IP VPN estándar en todos las sedes y oficinas que cuenten con las facilidades técnicas; en caso en alguna localidad no existan las facilidades técnicas, se tendrá como segunda opción los enlaces del tipo IP VPN vía ADSL y en caso ya no se tengan facilidades técnicas para enlaces físicos se verá la alternativa satelital con los enlaces VSAT que pueden abarcar cualquier punto dentro de la geografía de la Región Lima; claro, como último recurso.

### **4.1.3 Elección de los Anchos de Banda**

Para la elección de ancho de banda se está dando prioridad a los enlaces físicos (cobre) de acuerdo a las facilidades técnicas existentes. La Región Lima tiene un circuito digital de un enlace Infointernet de 1 Mbps de ancho de banda en la Sede Central de Túpac Amaru, el cual solamente es usado como acceso a Internet; según la gráfica de consumo de ancho de banda mostrada en el capítulo 3, el enlace se encuentra saturado debido al consumo que se realiza en horas de oficina, es necesario incrementar el ancho de banda de este enlace para poder un desempeño y velocidades óptimas de Internet, se cree conveniente un incremento a 2 Mbps, lo cual brindaría un servicio que no presente mucha saturación sobre todo en horas punta.

Además de esto es necesario crear un enlace de datos en el cual deben de converger todos los elementos de la red del cliente y será la salida principal del Gobierno Regional de Lima hacia la Red MPLS; debido a que todas las oficinas localizadas en Huacho van

a ubicarse finalmente dentro de un solo local principal, se implementará un enlace del tipo IP VPN de 2 Mbps que pueda garantizar un óptimo funcionamiento de la voz así como la implementación de la Central Telefónica CUCM 7.0. Este circuito digital será llamado como cabecera o Core del cliente. En total se tendrán dos enlaces de datos de 2 Mbps en la ciudad de Huacho que cumplirán diferentes funciones pero estarán integrados dentro de una sola red debido a la existencia de un identificador en la Red MPLS llamado VRF (*Virtual Routing and Forwarding*); *lo mismo se aplicará para los demás enlaces para las oficinas zonales*. Actualmente la VRF asignada por el proveedor para el Gobierno Regional de Lima es GOBREGLIM, sin embargo no se está usando debido a que la institución no tiene una red integrada de datos.

Para la elección de estos anchos de banda se tiene en cuenta el tipo de tráfico que se consumirá como es correo corporativo, aplicaciones, base de datos, etc.

Para los enlaces de las oficinas zonales, se sabe que en condiciones normales, el número de personal que labora no suele ser mayor de 10, en algunos locales no existe labor de manera permanente, de todas maneras es necesario integrar las oficinas zonales a la red ya que debe de contar con servicios de voz y datos con disponibilidad al 100%. Teniendo en cuenta el posible bajo consumo por oficina zonal se cree conveniente brindar un ancho de banda estándar de 384 Kbps que pueda garantizar la transmisión de voz sobre IP, en caso se contrate un menor ancho de banda, la comunicación de voz se vería seriamente amenazada; ya que no se realizaría una correcta marcación de paquetes en los routers CE, es que faltaría ancho de banda para diferenciar la voz sobre los datos. En cualquier caso también se asignaría la VRF GOBREGLIM para la integración de todas las oficinas zonales de la institución.

A continuación se indican los servicios que se necesita contratar para poder lograr la integración de la red de comunicaciones para la institución. Son diez enlaces de datos que se deberán implementar en esta solución; se indica su tipo y el ancho de banda asignado por servicio.

**Huacho:** IP VPN estándar: 2 Mbps.

Infointernet: 2 Mbps.

**Barranca:** IP VPN estándar: 384 Kbps.

**Cajatambo:** IP VPN VSAT: 384 Kbps.

**Canta:** IP VPN vía ADSL: 900/256 Kbps.

**Cañete:** IP VPN estándar: 384 Kbps.

**Huaral:** IP VPN estándar: 384 Kbps.

**Matucana:** IP VPN vía ADSL: 900/256 Kbps.

**Oyón:** IP VPN vía ADSL: 900/256 Kbps.

**Yauyos:** IP VPN VSAT: 384 Kbps.

#### **4.1.4 Elección de Nodo y de Clases de Servicio Oro y Plata**

Para la elección del nodo de comunicaciones, la empresa proveedora de los servicios de datos busca un nodo cercano y que presente facilidades para albergar el enlace de acuerdo al ancho de banda solicitado. Generalmente para el área geográfica de la Región Lima se eligen nodos cercanos como los localizados en San Isidro y Cercado de Lima; en el caso de Telefónica del Perú. En dichos nodos existen las facilidades técnicas para la configuración e instalación de los enlaces de comunicaciones, en donde los routers PE se configuran los diferentes tipos de circuitos digitales que darán cara a la Red MPLS. En el caso del lado remoto (nodo remoto) se tiene en cuenta la disponibilidad de red y transporte de datos a través de un medio determinado y condicionado por el medio geográfico relacionado. Por ejemplo, para la transmisión de datos troncales de un área inaccesible por medios físicos hacia el nodo principal localizado en la ciudad de Lima se pueden efectuar mediante enlaces vía microondas usando repetidoras ó enlaces satelitales en casos más extremos; alguna falla en la transmisión de datos de dichos enlaces troncales afectarán a todos los circuitos digitales del área al que sirve, lo cual se denomina avería masiva. Mientras que en la mayoría de los casos, la red de telefonía y de datos ya se encuentra cubierta por enlaces troncales físicos (cobre ó fibra óptica), resulta más fácil el transporte de datos, si es que presentara fallas, también se producirían averías masivas; por lo que son casos tan urgentes se necesita realizar las reparaciones con celeridad; una avería masiva no solamente puede darse en tramos troncales defectuosos, sino también en malas

configuraciones de protocolos de enrutamiento entre nodos, mal estado de algún componente de la planta interna ó externa del proveedor y en manipulación indebida en cuanto a las configuraciones ó manejo de equipos.

Dentro de la elección del nodo y la red de acceso existente, de acuerdo con el proveedor se tienen en cuenta la red de acceso en Newbridge ó Adtran, estándares de equipos de comunicaciones como los módems. Los cuales en cada uno de los extremos tienen que estar configurados de manera simétrica los parámetros de ancho de banda, potencia de transmisión y recepción y el reloj. Las maneras de establecer un enlace de datos desde los nodos se pueden dar también por enlaces de última milla ó por tributario (conexiones desde y hacia un nodo de menor capacidad manejando tramos); como se mencionó anteriormente todas estas variaciones dependen de las facilidades técnicas por tipo enlace y de la disponibilidad de recursos de red.

Dentro del router PE se asignan sub interfaces para las configuraciones de los circuitos digitales, cada uno de estos posee una descripción y una configuración para que sean factibles la comunicación de datos y la gestión del enlace; que se dan a través de los protocolos de enrutamiento de red, por ejemplo BGP.

La clase de servicio (CoS) es un parámetro configurable en el router PE, que maneja tráfico de información desde la Red MPLS hacia el router de la oficina remota utilizando el control de tráfico llamado rate limiting, que se usa para controlar la tasa de tráfico enviado ó recibido en una interface de red; el tráfico que es menor ó igual al de la tasa especificada es enviado mientras que el tráfico que excede la tasa es encolado ó eliminado. La técnica de rate limiting es gestionada mediante políticas, encolamiento ó control de congestión; los dos primeros aplicados en cualquier protocolo de red.

Telefónica del Perú maneja tráfico por servicios diferenciados tanto como para voz y datos. Existe además una especificación para “larga distancia”, pero en el caso de la red del Gobierno Regional de Lima estaría descartada la comunicación por larga distancia nacional (LDN). El tráfico en la Red MPLS para voz y datos se denominan “Oro” y “Plata” respectivamente, son estándares que ejercen priorización para el tráfico en tiempo real, en este caso la voz, haciendo posible la transmisión de paquetes de telefonía IP en la Red MPLS. Del total del ancho de banda del enlace, en la Red MPLS se configura un ancho de banda para Oro y otro para Plata, de tal manera que la suma de ambos sea el ancho de banda contratado para el servicio. La manera en que se prioriza

el ancho de banda se resume en que el caudal Oro tendrá un ancho de banda que será invadido por el caudal Plata siempre y cuando en canal Oro no presente tráfico y el canal Plata se encuentre saturado; mientras tanto el canal Oro tendrá tráfico de voz limitado al ancho de banda contratado para dicho caudal. Por ejemplo, si un circuito digital IP VPN es contratado a 512 Kbps y se pide separar 128 Kbps para el tráfico de tipo Oro y 384 Kbps para el tráfico de tipo Plata; se podrán efectuar cuatro llamadas telefónicas en protocolo G.711 (32 Kbps por llamada aproximadamente) en condiciones normales y con la calidad de servicio garantizada; pero si se desea establecer una quinta llamada el ancho de banda total consumido por todas las llamadas no superaría los 128 Kbps asignados sino que se limitaría, entonces al establecer una quinta llamada, la calidad de las otras cuatro llamadas disminuiría presentando problemas de ruido, eco ó voz robotizada. Cuando exista poco y ningún tráfico por el caudal de Oro, el caudal Plata puede invadirlo; en el ejemplo anterior, si el tráfico de datos es mayor a los 384 Kbps contratados entonces fácilmente puede usar todo ó parte de los 128 Kbps contratados para la voz. En cambio si el tráfico por el caudal Plata es mayor a los 384 Kbps y el caudal Oro se encuentra en los 128 Kbps que es su límite; la transmisión únicamente de datos a través de la Red MPLS sufriría de pérdida de paquetes y se percibiría lentitud en enlace debido a saturación (suele considerarse como saturación de enlace al tráfico cursado por encima del 80%).<sup>12</sup> En este caso la telefonía IP con las cuatro llamadas en condiciones normales no sufriría de retardo ni mala calidad de audio debido a que en condiciones de saturación general del enlace, dicho ancho de banda contratado de 128 Kbps para Oro, se mantendría inalterable.

Otro dato importante en la configuración en el router de PE es la encapsulación que asignarán a los enlaces de acuerdo al ancho de banda, la encapsulamiento es un parámetro dependiente del ancho de banda y del tipo de enlace; para enlaces de 64 Kbps hasta 512 Kbps se asigna encapsulamiento Frame-Relay IETF (identificando puertos a través de la nube MPLS), mientras que para enlaces de 1 Mbps a más se asigna encapsulamiento PPP (Point to Point Protocol).

Para los enlaces IP VPN vía ADSL, también se realizan las conexiones hacia un router PE como medio de salida a la Red MPLS, el nodo asignado suele ser uno cercano a la Región Lima, como son por ejemplo San Isidro, Cercado de Lima ó Monterrico. Se

---

<sup>12</sup> [http:// www.tecnocosas.es/saturacion-de-internet/](http://www.tecnocosas.es/saturacion-de-internet/)

puede asignar clase de servicio como en un enlace IP VPN, así que existirá discriminación de datos para el tráfico de voz y datos; depende del pedido del cliente. En el router PE correspondiente se asignarán identificadores PVC (VPI/VCI), los cuales tienen que coincidir con la gestión realizada en las tarjetas concentradoras para ADSL llamadas DSLAM.

Para el servicio IP VPN con acceso satelital (VSAT), el caudal IP de transmisión está configurado con un ancho de banda mínimo garantizado al 30% de la velocidad contratada. Suele elegirse como router PE a los localizados en el nodo de la Estación Terrena de Lurín; no se configura clase de servicio Oro ó Plata.

Para la configuración de un enlace de Infointernet en el router PE, se asigna un router PE disponible para tal servicio localizado dentro de algún nodo como por ejemplo Cercado de Lima o San Isidro, suele configurarse un encapsulamiento similar a los enlaces IP VPN, al ser solamente enlaces de acceso a Internet, el único punto a tomar en cuenta es el ancho de banda asignado; ya que no existirá diferenciación de clase de servicio; y como parámetro a tomar en cuenta es la dirección IP asignada en el router PE para un enlace Infointernet es generalmente del tipo privadas en el rango de uso común 172.X.X.X; dicha IP es la misma que se configura en el acceso local desde el router CE; ya que cualquier usuario accederá a Internet a partir del acceso WAN.

#### **4.1.5 Parámetros Estándar de Enlaces VSAT (Telefónica del Perú)**

Se muestran los parámetros estándar de configuración VSAT que Telefónica del Perú brinda a los clientes que adquieran el servicio. Generalmente usa el satélite Hispasat 1-D para la transmisión de datos IP. Todas las conexiones VSAT remotas se interconectan con la estación Terrena Satelital localizada en Lurín, la cual contiene un nodo de datos que le brinda la salida al enlace VSAT remoto hacia la Red MPLS de Telefónica.

En la estación Terrena de Lurín, el segmento asignado para la transmisión y recepción de datos se le llama Lurín-14, es un tipo de estación Terrena de Transmisión y Recepción. Los parámetros específicos que maneja son:

Figura de Mérito G/T (db/K): 33

PIRE (dbW): 52.7

En el (Cuadro N° 1) se puede apreciar las coordenadas correspondientes a las oficinas zonales de Cajatambo<sup>13</sup> y Yauyos<sup>14</sup> que serían objeto de una instalación VSAT.

Información de las Sedes Remotas (Oficinas Zonales):

Nombre de la Sede	Tipo de Enlace	Coordenadas	Notación de Coordenadas
Cajatambo	IP VPN VSAT	Sur 10°20'8"	(-10,334445°;
	384 Kbps	Oeste 76°50'3"	-76,834167°)
Yauyos	IP VPN VSAT	Sur 12°16'24"	(-12,27345°;
	384 Kbps	Oeste 75°32'33"	-75,54252°)

#### 4.1.6 Parámetros para los enlaces IP VPN vía ADSL

La arquitectura del servicio está compuesta por instalaciones de Planta Interna y de Planta Externa. La línea asignada al enlace ADSL cuenta con un número telefónico, conectado a una tarjeta concentradora llamada DSLAM donde se encuentran las líneas de la zona ó localidad, existe visualización y análisis de estado y tráfico para esa tarjeta. El conjunto de esas tarjetas ubicadas por zona geográfica se encuentran en PoPs (puntos de interconexión) en los nodos de Telefónica del Perú. La interconexión de los PoPs con la Red ATM es a través de enlaces STM-1. Cada uno de los PoPs recibe la capilaridad ADSL en identificadores PVCs ATM que son agregados en los routers PE (enlaces de datos) conectados con STM-1 a la red ATM. Por cada PVC ATM se deberá configurar una subinterface ATM en el router PE, la cual deberá ser asociada a una VPN de cliente (asignación de VRF). Los protocolos de enrutamiento BGP y RIP son usados en el router del PE, mientras que en el router CE se aplica RIP teniendo en cuenta las necesidades de proporcionar voz sobre IP y además se define QoS en el router local.

<sup>13</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Cajatambo](http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Cajatambo)

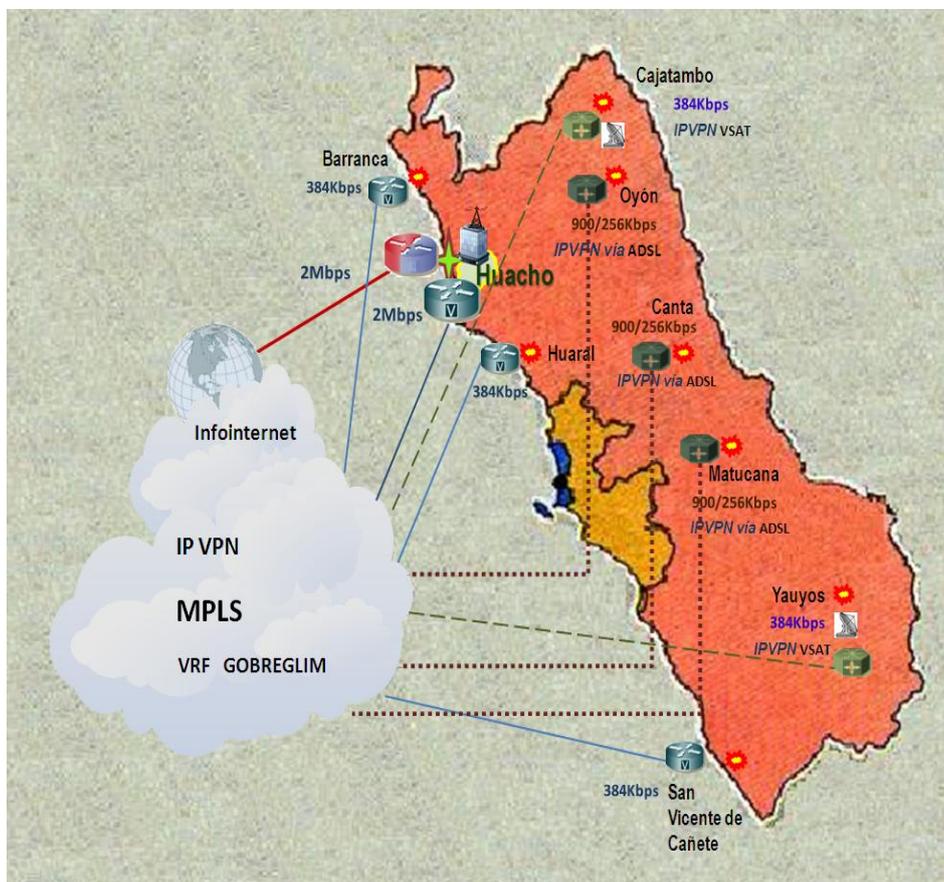
<sup>14</sup> [http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD\\_Agua/pdf/spa/doc7238/doc7238-4b.pdf](http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD_Agua/pdf/spa/doc7238/doc7238-4b.pdf)

Para efectos de este documento no se incluirán los parámetros de instalación y configuración de los enlaces ADSL, ya que son de carácter privado y de propiedad intelectual de la empresa Telefónica del Perú S.A.A.

## 4.2 DISEÑO DE RED

### 4.2.1 Esquema de Red de Datos (Huacho y Oficinas Zonales)

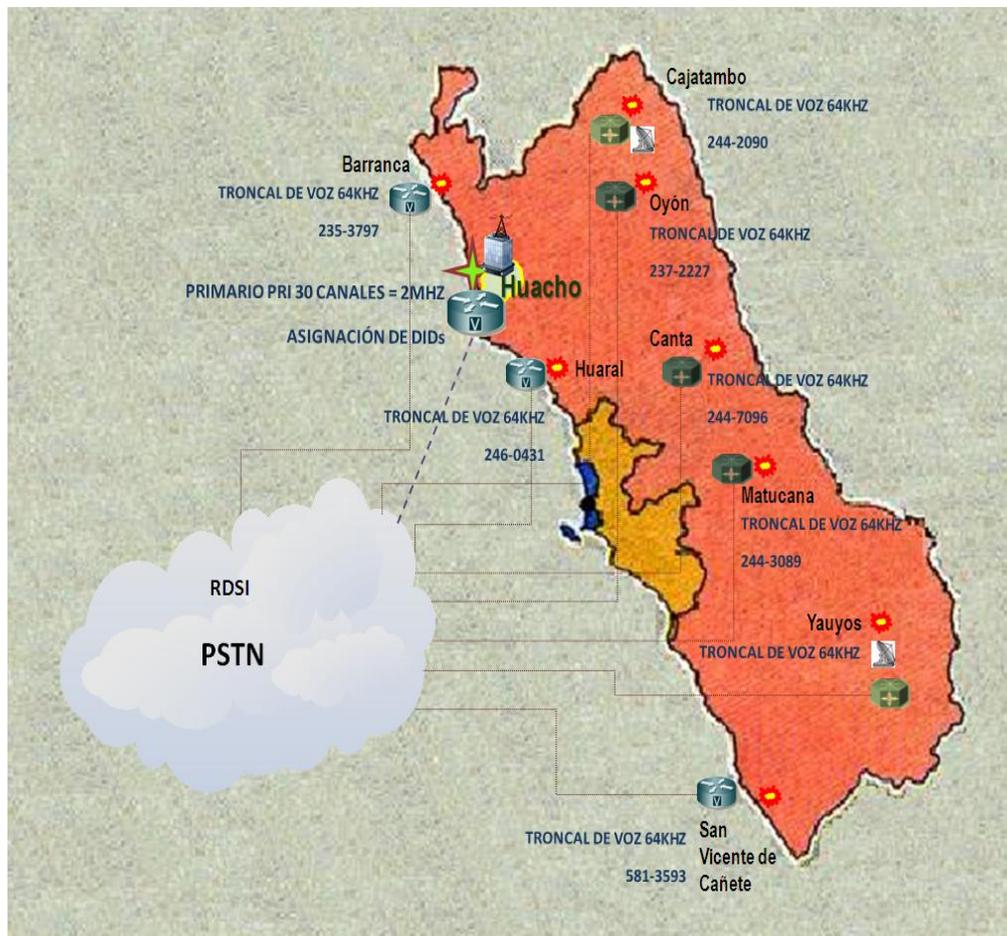
Ver (Gráfico N° 21).



Fuente: Elaboración Propia

## 4.2.2 Esquema de Red de Voz (Huacho y Oficinas Zonales)

Ver (Gráfico N° 22).



Fuente: Elaboración Propia

## 4.2.3 Direccionamiento IP

### Huacho:

Segmento de IP Públicas (WAN Proveedor Telefónica): 10.X.X.X/30

**Segmento de IP Privadas (LAN):** 172.16.0.0/16, correspondiente a los terminales de datos, servidores y computadores.

**Segmento de IP de Voz (VLAN de Voz):** 172.20.0.0/22, correspondiente a los equipos telefónicos, gateways y todo lo relacionado con la plataforma de telefonía.

**Oficinas Zonales:**

**Segmento de IP Públicas (WAN Proveedor Telefónica):** 10.X.X.X/30

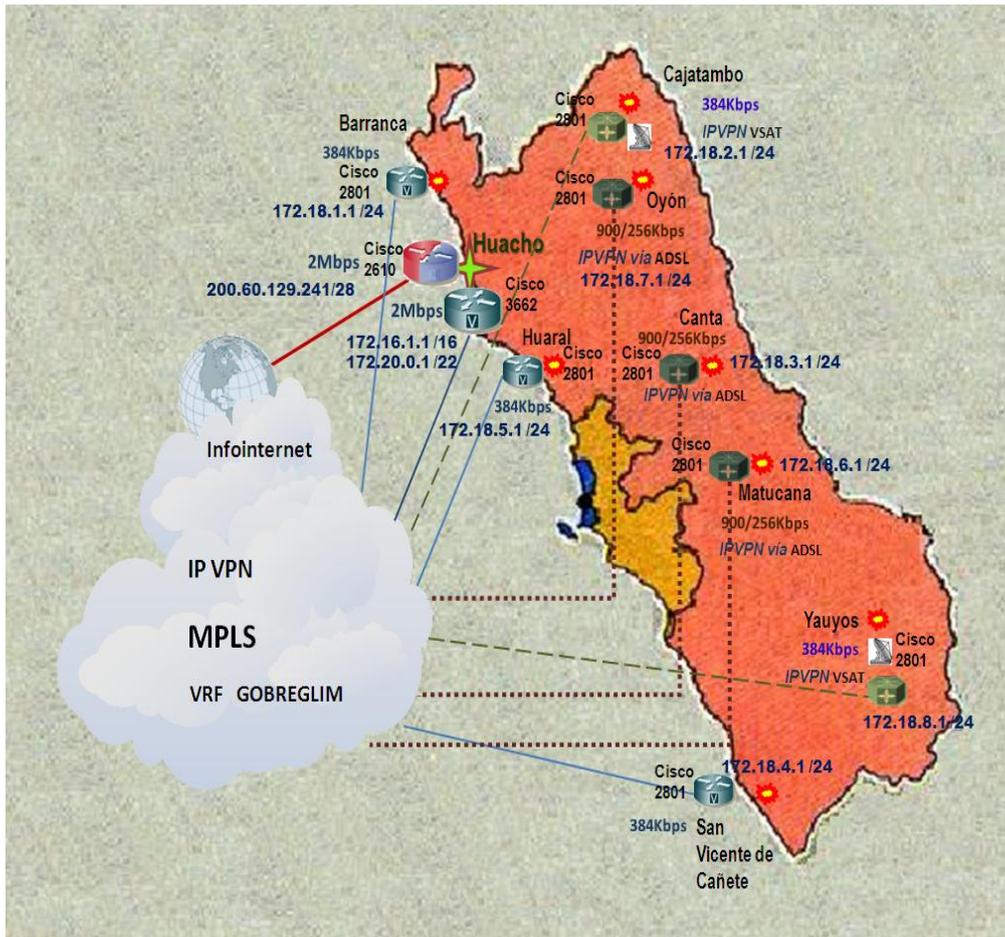
**Segmento de IP Privadas (LAN):** 172.18.0.0/16, correspondiente a los equipos de datos, computadores, firewall y terminales telefónicos.

**Segmento de IP Loopback de Voz:** 192.168.100.X/255, correspondiente a los gateways de voz que se aplicarán en las configuraciones de la central de voz.

En el (Configuración N° 1) se muestra el Modelo de Configuraciones del router para la oficina de Barranca”, ver Apéndice N° 2.

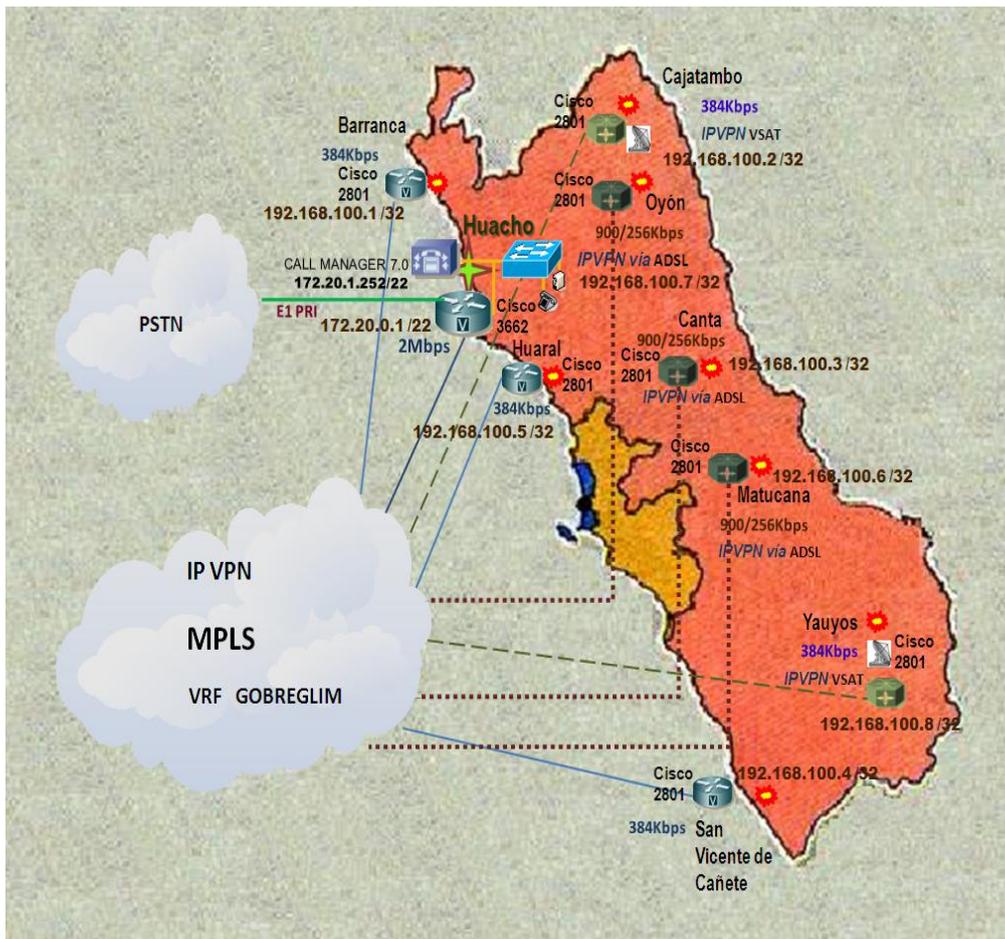
En el (Gráfico N° 23) se muestra el esquema de red final indicando la dirección IP LAN de cada uno de los routers que conforman la red de la institución.

No se indican las direcciones IPs Loopback de voz.



Fuente: Elaboración Propia

En el (Gráfico N° 24) se muestra el esquema de red final indicando las direcciones IP Loopback de voz, así como la dirección del servidor Cisco Unified Communications Manager 7.0.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4 Características Técnicas de los Routers de la Red de Datos

**Huacho:** IP VPN estándar: 2 Mbps.

Modelo del Equipo: Cisco 3662

IOS: flash:c3662-jsx-mz.122-7b.bin ó compatible

Interface Serial: 1 Serial(sync/async) network interface

Interface FastEthernet: 2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface

Controller E1: 1 Channelized E1/PRI port

**Huacho:** Infointernet: 2 Mbps.

Modelo del Equipo: Cisco 2610

M860 processor: part number 5, mask 2

IOS: flash:c3662-jsx-mz.122-7b.bin ó compatible

Interface Serial: 1 Serial interface

Interface FastEthernet: 1 FastEthernet interface

**Oficinas Zonales:** IP VPN: 384 Kbps.

Modelo de Equipos: Cisco 2801

IOS: c2801-spservicesk9-mz.123-14.t7.bin ó compatible

Interface Serial: 1 Serial(sync/async) interface

Interface FastEthernet: 1 FastEthernet interface

Puertos de Voz: 2 Voice FXO interfaces

#### **4.2.5 Características de las Líneas Telefónicas Básicas y del Primario**

Líneas Telefónicas Básicas: Para las oficinas zonales.

Es una línea analógica convencional, llamada “línea troncal de voz”; la cual irá conectada al puerto de voz 2FXO en cada uno de los routers de las oficinas zonales; y su operatividad va a depender de la configuración que se realice en el router que contenga esta línea troncal.

Líneas de Teléfono PRI: Para la Sede Central de Huacho.

Es una línea RDSI (ISDN) Primaria (PRI) convencional, llamada “primario E1” de 2Mbps; la cual irá conectada al controlador E1 del router Cisco 3662 que será el router principal de acceso a la Red MPLS de la oficina principal de Huacho, a través de esa línea PRI de 30 canales a utilizar, entrarán y saldrán al exterior (PSTN) todas las llamadas que tendrá la oficina principal. La operatividad de este primario depende, además de la configuración que se aplique en el router.

Una línea PRI se conforma de un solo acceso que equivale a 30 líneas telefónicas ó comunicaciones simultáneas; acceso Primario Completo (30B+D) con un número principal de cabecera, el cual es asignado por el proveedor, generalmente sus dos ó tres últimas cifras son ceros (Ej. 525-5500).

Para una línea convencional PRI se encuentra bajo la tecnología AXE (llamada así por el tipo de hardware primario que brinda el proveedor, en este caso Telefónica del Perú trabaja con Ericsson AXE 810, otros ejemplos de Centrales Telefónicas zonales pueden ser las tecnologías de Lucent ó ZXC 10).

La operatividad de un enlace primario es gestionable a través de los comandos que se apliquen en el router para visualizar los puertos ocupados así como los números externos en uso.

Estas líneas PRI cuentan con compatibilidad total hacia una central telefónica.

Para la línea PRI que vamos a utilizar se deberá contar con cero restricciones administrativas y con acceso total a las llamadas locales y de acceso a larga distancia nacional e internacional.

Existe además la opción de asignar dígitos DID adicionales a la oferta del primario y relacionados a éste, llamado Dial Inward Dialing, en este servicio, la compañía proveedora, brinda una ó más líneas para la conexión de ciertos anexos del cliente directamente a la central PBX a fin de lograr comunicación asignando un número personalizado que está totalmente ligado con el número primario, es decir un número virtual que es reconocido en la PSTN pero su mecanismo de funcionamiento no es independiente. Generalmente son dígitos

asignados dentro del número primario principal (Ej. 525-5501, 525-5502, 525-5503, etc.).

La gestión y mantenimiento de estos números DID personalizados se hacen únicamente a través del número primario PRI.

La configuración de estos números se realiza en el Gateway Principal ó de Voz dependiendo de la topología de la red y en concordancia con la lista de números que haya ofrecido la empresa proveedora. El comando que se aplica en equipos Cisco es “num-exp 5255501 8101”, donde 5255501 es el primer número DID brindado por el proveedor y 8101 es el anexo dentro de la red local al cual va a ser direccionado; de esta manera se gestionaría un DID en la red en estudio; claro toda la configuración de los anexos debe ser ejecutada en la central Cisco Call Manager 7.0.

# CAPÍTULO V

## GESTIÓN DE TELEFONÍA IP APLICANDO PLATAFORMA CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0

### **5.1 CONSIDERACIONES PREVIAS A LA INSTALACIÓN**

#### **5.1.2 Facilidades Técnicas Necesarias para la Instalación**

##### **5.1.2.1 Infraestructura**

Es necesario proporcionar un espacio mínimo de 3U (3 unidades de rack ó 5.55 pulgadas ó 13.35 centímetros) en el gabinete donde se instalara el equipo, adicionalmente se requiere que el equipo se encuentre en las mismas instalaciones donde la solución de Call Manager está instalada. Los equipos deberán estar ubicados en un ambiente con buena ventilación y aislados del polvo y la exposición directa a la luz solar.

##### **5.1.2.2 Sistema de Aire Acondicionado**

Se debe contar con un rango de tolerancia de temperatura: 0 °C a 23 °C y un rango de tolerancia de Humedad Relativa: 5 a 95% no condensado. Es necesario preservar estos valores y verificar estado de equipos frecuentemente.

##### **5.1.2.3 Energía de la Sala**

La energía comercial deberá llegar a un tablero de distribución equipado con una llave para proporcionar alimentación estabilizada y exclusiva a los equipos de comunicaciones y computo. Esta alimentación será independiente de los otros sistemas de alimentación para luminarias, ventiladores, equipos de limpieza, etc.

Se deberá contar con una Frecuencia de la red eléctrica de 60Hz y un Rango de Variación en Corriente Alterna Estabilizada: -5%, +10%, para voltajes de 100 a 240 voltios.

Las características de las llaves dependerán de la carga para cada sistema. Se recomienda para cada área de instalación un circuito monofásico de diez (10) Amperios (AC), conectados a diferentes fases en el tablero de distribución de energía regulada (UPS).

Se deberá contar con sistemas de protección de sobre tensión, y disparadores para prevenir cualquier sobrecarga, o en lo posible instalar un transformador de aislamiento, el que podrá recibir cualquier tipo de configuración (delta o estrella).

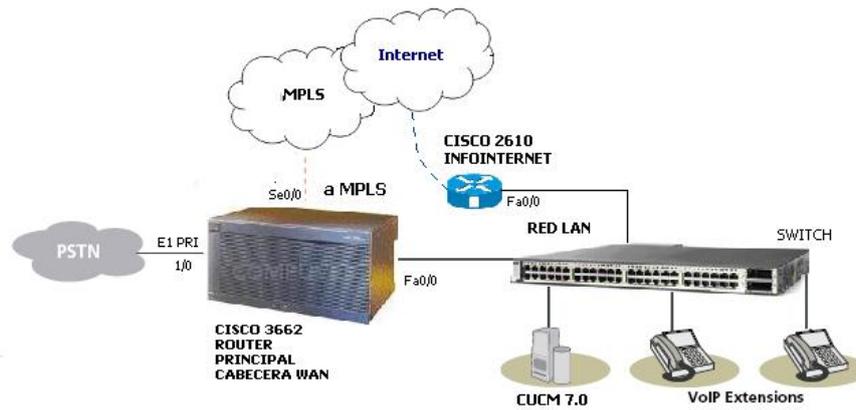
#### **5.1.2.4 Sistema de Tierra**

Se deberá contar con un pozo para puesta a tierra con una calidad recomendable menor ó igual a 5 ohmios y que en ningún caso supere los 10 ohmios, desde el cual se tomara la referencia para la tierra de la red de alimentación.

#### **5.1.2.5 Sistema de Respaldo Eléctrico**

Se recomienda el uso de un sistema de UPS en línea, para garantizar que el suministro eléctrico sea estable.

En el (Gráfico N° 25) se observa la implementación del servidor de Cisco Unified Communications Manager 7.0 en la red.



Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 INSTALACIÓN DE CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0

La versión 7.0 es la última versión disponible de manera oficial, pero existen versiones anteriores que son similares en cuanto a su instalación (sobre todo la 5.X y la 6.X), los procedimientos y los menús son similares a estas versiones.

Se instala el software que viene en DVD en el equipo servidor asignado para este caso. La instalación es muy sencilla ya que el driver que se insertó realiza el procedimiento de manera automática, al usuario solamente le corresponde aceptar seguir con la instalación donde corresponda, al instalar por primera vez el software, no es necesario salvar configuraciones anteriores ya que no existen.

Es primordial que exista comunicación entre todos los miembros de la red (topología) con el servidor de CUCM 7.0 mediante pruebas de ping ó tracers al tratarse de una Red MPLS.

Es necesario indicar que se usará un solo equipo y no una serie de equipos en clúster; a partir de esto se iniciará la instalación teniendo en cuenta un servidor. Luego de dicha especificación se prosigue con la instalación; de todos los parámetros mostrados líneas más abajo y las contraseñas de acceso. Es bueno recordar que si existe algún reinicio accidental de equipo, al reiniciar van a volver a cargar las opciones para proseguir con la configuración donde se dejó.

Se debe de activar la licencia de uso de Cisco Unified Communications Manager 7.0 (licencia para 5000 teléfonos IP) que viene junto con el paquete de drivers Cisco.

## 5.3 CONFIGURACIÓN BÁSICA DE CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0

### 5.3.1 Configuración de Parámetros de Administración

Una vez instalado, se accede vía web al Cisco Unified Communications Manager, a través de esta URL:

`https://dirección_IP_de_servidor_CUCM/ccmadmin`

La dirección IP es elegida por el usuario previamente. Se presentará una pantalla de bienvenida. Ver (Gráfico N° 26).



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

En esta pantalla es donde se va a introducir el usuario y contraseña y se presenta un menú desplegable en la parte superior derecha de la pantalla. Este menú nos permite seleccionar a que modulo de administración queremos acceder.

Los módulos disponibles son los siguientes:

**Cisco Unified CM Administration:** Contiene los menús necesarios para realizara la configuración de la central propiamente dicha, es decir, dispositivos y funcionalidades.

**Cisco Unified Serviceability:** A través de este módulo se gestionan, principalmente, el estado de los servicios de cada uno de los nodos. También nos permite acceder a herramientas de depuración de errores, gestión de los registros de llamadas (CDR) y gestión SNMP.

**Cisco OS Administration:** Desde este módulo podremos gestionar las versiones y actualizaciones de nuestro sistema, así como parámetros básicos de configuración (dirección IP, servidor NTP, etc.) además de poder obtener información del funcionamiento del equipo.

**Disaster Recovery System:** Se encarga de gestionar la planificación de las copias de seguridad de la información del sistema, así como el proceso de restauración de la misma. Indicar que para realizar estas copias de seguridad es necesario un servidor SFTP (FTP seguro) externo.

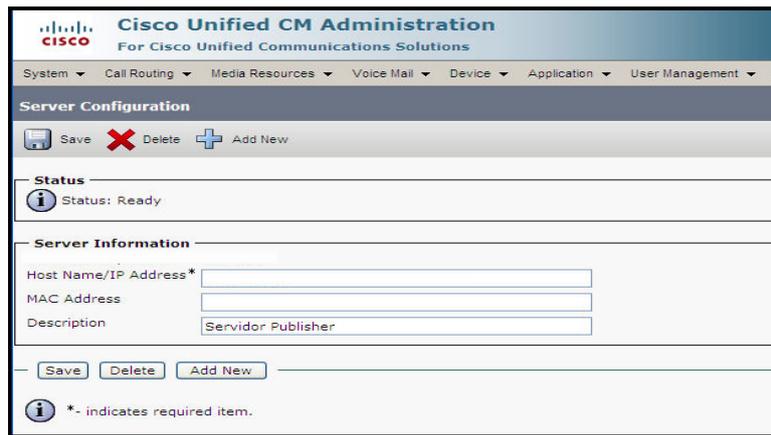
**Cisco Unified Reporting:** Permite obtener informes de la configuración del sistema.

En los dos primeros módulos es donde se realizarán las labores más habituales de gestión y administración, sobre todo en el primero.

Para realizar la configuración básica del sistema se accederá al menú System, pues es aquí donde se encuentran la mayoría de parámetros básicos a configurar.

### **Menú Server**

El primer parámetro que configuraremos es el Server. En este menú se registrarán todos los equipos que forman parte del clúster del sistema de telefonía (servidor). Elegir la opción Add New para añadir la dirección IP del servidor de CUCM 7.0 al que llamaremos Publisher. Según la asignación de direcciones IP, para el servidor corresponde: 172.20.1.252. Ver (Gráfico N° 27).



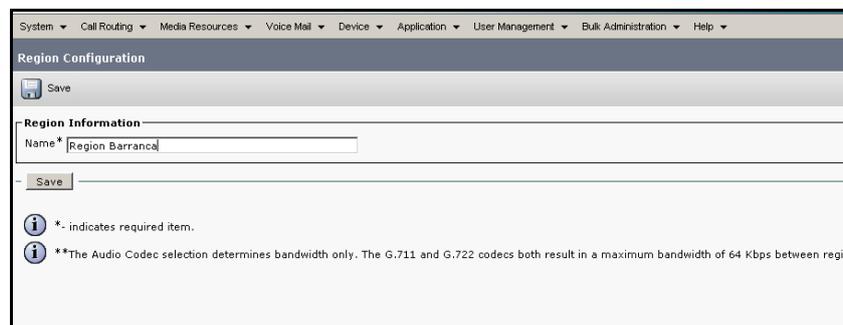
Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

### 5.3.2 Configuración de Parámetros de Red

Para crear los parámetros de Red (WAN) de alguna oficina zonal ó de la Sede Central de Huacho es necesario seguir los siguientes pasos, de los cuales su procedimiento se repite para cada sede.

#### Menú Region

Las regiones son una especie de hubs, cada dispositivo (gateway o teléfono) será asignado a una de ellas, estableciendo el tipo de códec que se empleará cuando se establezcan la llamada entre integrantes de dos regiones diferentes, y entre los integrantes de una misma región. Ver (Gráfico N° 28).

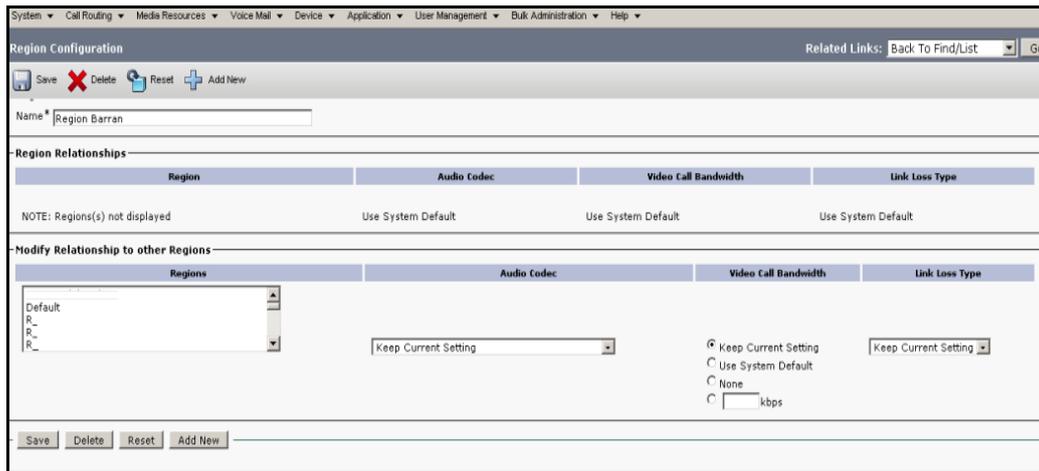


Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

Por defecto se crea una región, default, sobre la que podremos realizar modificaciones ó copiar; la cual indica los equipos conectados en la Red LAN donde se encuentra ubicado el servidor de CUCM 7.0, donde el enlace MPLS es de 2 Mbps.

Siguiendo la línea del proyecto asignamos nuestra primera región remota, se trata del enlace de Barranca de 384 Kbps La configuración a realizar depende del ancho de banda con que se cuente y de los códecs que se emplean como son G.711 y G.729, recordar que el códec G.711 es un códec estándar no comprimido de 32 Kbps, se va a usar únicamente entre las comunicaciones telefónicas dentro de la oficina de Barranca ya que al ser dentro de la Red LAN supuestamente el ancho de banda es mayor a 100 Mbps de acuerdo con la tecnología del switch; mientras que el códec G.729 al ser un códec comprimido de 8 Kbps pasa por la Red MPLS (WAN) se usa para accesos telefónicos fuera de la oficina de Barranca, por ejemplo una llamada que algún anexo de Barranca realice a alguno de Cañete; todo irá registrado de acuerdo a la relación de la oficina zonal con los demás miembros de la red. El ancho de banda para video llamadas (aunque no se use el servicio) es de 384 Kbps de acuerdo a la velocidad del enlace WAN.

Se presentan tres áreas de configuración diferenciadas, por un lado la información relacionada a la región que estamos configurando, a través del nombre (Region Information). En el área Region Relationship aparecerán los códecs a emplear con otras regiones y consigo misma una vez se grabe la configuración. En la parte final tenemos el área dedicada a la configuración propiamente dicha. Así, seleccionaremos la región con la que se va a establecer la relación del cuadro de regiones (puede ser ella misma), en Audio Codec, seleccionamos el códec a emplear cuando se establezca una llamada entre dispositivos de estas regiones. Adicionalmente podemos limitar el ancho de banda destinado a video para una video llamada, en el parámetro Video Call Bandwidth. Ver (Gráfico N° 29).



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

## Menú Device Pool

El Device Pool es una especie de contenedor de parámetros, facilita la asignación de éstos los terminales telefónicos ó gateways. Normalmente los terminales comparten una serie de valores de los diferentes parámetros que nos permiten agrupar los terminales en grupos. De esta forma se define un Device Pool por cada grupo de terminales que comparta estos valores de los parámetros, para que, en la posterior configuración de los mismos, baste con asignar el terminal a este Device Pool para quede definido todo este grupo de parámetros, en lugar de tener que ir configurándolos uno a uno en cada terminal. Lo importante es definir y delimitar los grupos de terminales que se crearan (Device Pool) a partir de valores comunes, como puede ser el servidor de CUCM al que se registran, la región y por tanto los códecs que se emplearan. Ver (Gráfico N° 30).

<b>Status</b>	
Status: Ready	
<b>Device Pool Information</b>	
Device Pool: Pool Barranca ( 0 members**)	
<b>Device Pool Settings</b>	
Device Pool Name*	Pool Barranca
Cisco Unified Communications Manager Group*	clstr1
Calling Search Space for Auto-registration	CSS-Nivel Empleados
Reverted Call Focus Priority	Predeterminado
Local Route Group	< None >
<b>Roaming Sensitive Settings</b>	
Date/Time Group*	CMLocal
Region*	Region Barranca
Media Resource Group List	MGR_L_Test
Location	< None >
Network Locale	< None >
SRST Reference*	Disable
Connection Monitor Duration***	

Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

## Menú Location

El concepto de localización es similar al de región, pero mientras que la región establece el códec a emplear entre los distintos miembros de cada una de ellas, la localización establece el máximo de ancho de banda permitido para realizar llamadas entre los miembros de cada una de ellas. De esta forma podemos implementar medidas de control de acceso y admisión (CAC), que nos permite restringir el número de llamadas posibles, para evitar que se degrade el servicio. La definición de estos “hubs” es muy similar a la de las regiones.

Ver (Gráfico N° 31).

System ▾ Call Routing ▾ Media Resources ▾ Voice Mail ▾ Device ▾ Application ▾ User Management ▾ Bulk Administration ▾ Help ▾	
<b>Location Configuration</b>	
Save Delete Copy Add New Resync Bandwidth	
<b>Status</b>	
Status: Ready	
<b>Location Information</b>	
Name*	Location Barranca
<b>Audio Calls Information</b>	
Audio Bandwidth*	Unlimited <input checked="" type="radio"/> 128 kbps
If the audio quality is poor or choppy, lower the bandwidth setting. For ISDN, use multiples of 56 kbps or 64 kbps.	
<b>Video Calls Information</b>	
Video Bandwidth*	None <input type="radio"/> Unlimited <input checked="" type="radio"/> 384 kbps

Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

A la hora de definir la limitación tráfico, es necesario establecer una relación directa con el número de llamadas máximas que se pueden cursar en nuestra red. Este es el dato del que se partirá, el número de llamadas, pero necesitamos hacer la conversión apropiada a ancho de banda. Por ejemplo en el caso de Barranca, donde se ha separado 128 Kbps de ancho de banda para el caudal Oro (Voz) se le asigna este valor en Location con lo cual se podrán realizar 4 llamadas de 32 Kbps.

## **5.4 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS EN CUCM 7.0**

### **5.4.1 Asignación del Pool Anexos**

Para esta labor asignaremos la distribución del Pool de Anexos para todos los miembros de la red que cuenten con un terminal telefónico. Para la Sede Central de Huacho se propone asignar un rango entre los anexos 8000 y 8500, el cual será distribuido según convenga el Gobierno Regional teniendo en cuenta el número de personal que laborará en el nuevo local del Gobierno Regional de Lima y el organigrama que se ha dispuesto.

Se propone la asignación del Pool de Anexos para los principales funcionarios de la institución de esta manera:

#### **Organización:**

**Presidente Regional:** Anexo 8080

#### **Gerencias Regionales:**

**Gerente General Regional:** Anexo 8082

**Gerente Regional de Planeamiento:** Anexo 8083

**Gerente Regional de Recursos Naturales:** Anexo 8084

**Gerente Regional de Desarrollo Social:** Anexo 8085

**Gerente Regional de Desarrollo Económico:** Anexo 8086

**Gerente Regional de Infraestructura:** Anexo 8087

**Direcciones Regionales:**

**Gerencia Regional de Desarrollo Económico:**

**Dirección Regional de Agricultura: Anexo 8182**

**Dirección Regional de Comercio Exterior: Anexo 8183**

**Dirección General de Producción: Anexo 8184**

**Dirección General de Energía y Minas: Anexo 8185**

**Gerencia Regional de Desarrollo Social:**

**Dirección General de Educación: Anexo 8186**

**Dirección General de Salud: Anexo 8187**

**Dirección General de Trabajo: Anexo 8188**

**Dirección General de Vivienda: Anexo 8189**

**Gerencia Regional de Infraestructura:**

**Dirección General de Transportes y Comunicaciones: Anexo 8190**

Los funcionarios y trabajadores más importantes tendrán acceso a un número DID, para que dicho empleado cuente con un número directo hacia la Red PSTN para que se puedan establecer llamadas sin necesidad de comunicarse inicialmente con el primario asignado por la empresa proveedora ni tener que escuchar y seguir las instrucciones de la grabación del IVR, lo cual aceleraría las comunicaciones con dichas autoridades. El comando que se aplica en equipos Cisco es “num-exp DID Anexo”, donde el número DID es brindado por el proveedor y el anexo dentro de la red local al cual va a ser direccionado, en este caso pondríamos como ejemplo al de la Dirección General de Producción que es el 8184. Estas configuraciones se realizan en el router principal que contiene el PRI de voz.

Dentro del local principal de Huacho se encontrarán otros anexos los cuales se asignarán al Hunting de Operadoras y a otros servicios que se explicarán más adelante.

En cuanto a la distribución de los anexos en las oficinas zonales, se ha previsto que se tendrán 5 anexos por oficina zonal, ya que apenas laboran aproximadamente 5 personas en cada local y se pretende lograr la comunicación con todos los usuarios.

Pool de anexos para las oficinas zonales:

**Barranca:** El prefijo del local es 01.

Los anexos que se asignarán son 0101, 0102, 0103, 0104 y 0105; siendo 0103 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 2353797, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Cajatambo:** El prefijo del local es 02.

Los anexos que se asignarán son 0201, 0202, 0203, 0204 y 0205; siendo 0203 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 2442090, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Canta:** El prefijo del local es 03.

Los anexos que se asignarán son 0301, 0302, 0303, 0304 y 0305; siendo 0303 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 2447096, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Cañete:** El prefijo del local es 04.

Los anexos que se asignarán son 0401, 0402, 0403, 0404 y 0405; siendo 0403 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 5813593, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Huaral:** El prefijo del local es 05.

Los anexos que se asignarán son 0501, 0502, 0503, 0504 y 0505; siendo 0503 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 2460431, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Matucana:** El prefijo del local es 06.

Los anexos que se asignarán son 0601, 0602, 0603, 0604 y 0605; siendo 0603 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 2443089, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Oyón:** El prefijo del local es 07.

Los anexos que se asignarán son 0701, 0702, 0703, 0704 y 0705; siendo 0703 el anexo relacionado con la línea troncal asignada 2372227, este anexo va a recibir las llamadas externas.

**Yauyos:** El prefijo del local es 08.

Los anexos que se asignarán son 0801, 0802, 0803, 0804 y 0805; siendo 0803 el anexo relacionado con la línea troncal que se asigne, este anexo va a recibir las llamadas externas.

#### **5.4.2 Configuración de Teléfonos IP**

Los teléfonos IP que se sugiere usar son los Cisco 7912 ó Cisco 7906; ambos tienen diversas funciones y su configuración es muy sencilla. Para configurar los teléfonos IP tenemos que tener en cuenta que el tratamiento de cada terminal es similar al de cualquier equipo de red, ya que este posee dirección IP, dirección MAC, memoria, interfaces y debe tener conectividad con todos los equipos de red.

En vez de teléfonos IP existe la opción de adquirir softphones, que viene a ser la simulación de un teléfono convencional por computadora. Es decir, permite usar la computadora para hacer llamadas mediante un software proporcionado por Cisco y la transmisión y recepción de la voz se realiza a través de un micrófono y auriculares respectivamente.

### **Creación y Modificación de los Device Pool**

Los Device Pool manejan la administración de los dispositivos como terminales telefónicos y gateways que conforman una red.

Se asignará un Device Pool por cada una de las sedes físicas donde se realice el despliegue de telefonía IP.

En las últimas versiones de CUCM, los Device Pool contienen 18 campos ó parámetros, 7 de ellos tienen de ser configurados necesariamente, mientras que los otros son opcionales. La configuración básica de los parámetros de Device Pool ya fue explicada anteriormente.

### **User Hold MOH Audio Source**

Esta opción de música en espera es configurable para oír una melodía en espera predeterminada de CUCM 7.0 ó en su defecto se puede subir un tono personalizado por el cliente. Esta opción también es hallada en los Device Pool y es gestionable a nivel de grupo de terminales telefónicos.

Para el caso de la música personalizada por el cliente se recomienda una melodía no mayor a 30 segundos de duración y bajo estas dos opciones de formato de codificación en Windows; ya que debemos de tener en cuenta que en la música en espera también se realiza transferencia de datos y se requiere facilidades de ancho de banda con lo cual el archivo musical debe ser pequeño.

#### **5.4.2.1 Características de los Teléfonos IP**

Cisco 7912

Altavoz: Sí

Conferencia: Sí

Identificación de llamadas: Sí

Correo de Voz: Sí

Llamada en Espera: Sí

Retención de llamada: Sí

Control de volumen: Sí

Protocolos VoIP: SCCP, SIP

Códecs de voz: G.729, G.711

Líneas soportadas: 1

Protocolos de Red: TFTP, CDP

Puertos: 2 Ethernet

Peso: 0.9 Kg

Dimensiones: (20.3 de altura x 17.67 de ancho x 15.2 cm de profundidad)

Alimentación: 110V y 220V

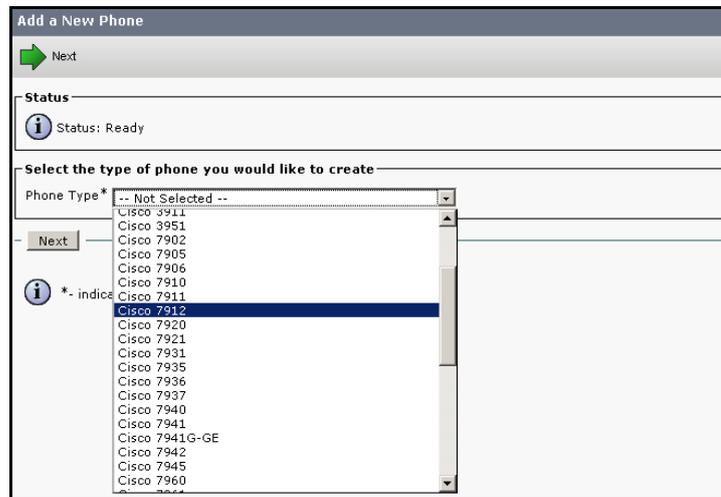
Se debe contar con una licencia de Cisco proporcionada por los proveedores del servicio para poder hacer uso de los teléfonos IP, la licencia es entregada por el proveedor en forma de archivo con extensión \*.lic.

#### **5.4.2.2 Configuración de los Terminales Telefónicos**

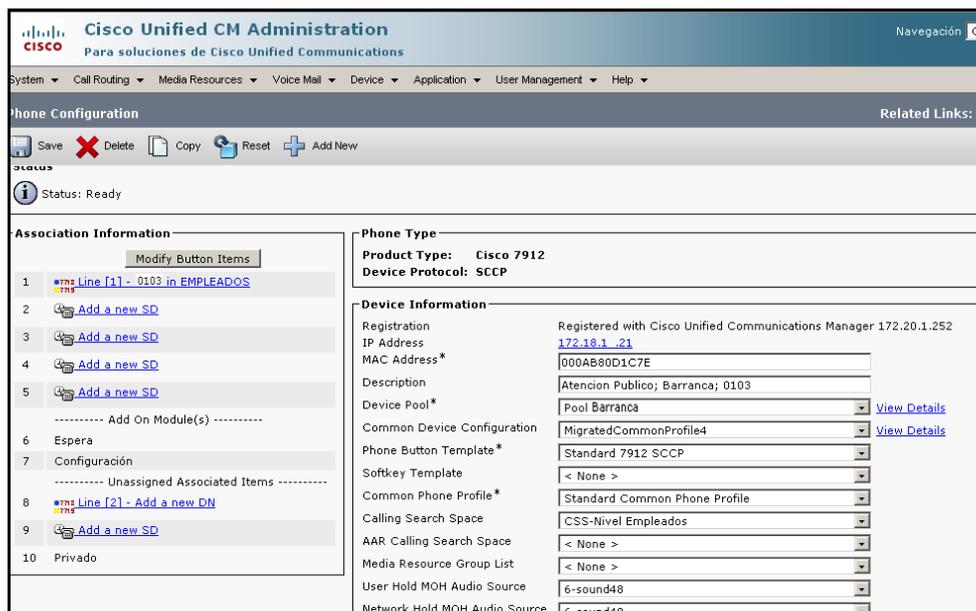
Para este paso es necesario haber realizado la configuración de los Device Pool a los cuales se asociarán los teléfonos.

Es necesario ingresar al menú Device en la opción Phone. Para añadir un nuevo anexo se hace click en la opción Add New y se procede a llenar el formulario; en dicho formulario se especifica primero la información acerca del dispositivo telefónico y se completa los datos de acuerdo al Device Pool configurado, es decir, indicar a que oficina zonal corresponde el equipo a configurar. Luego de configurar esos parámetros, es necesario especificar la música en espera que corresponda.

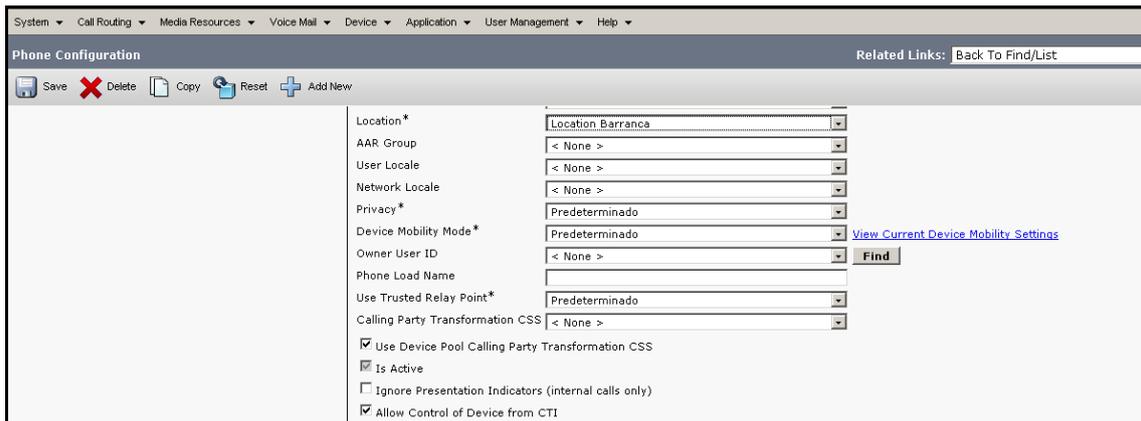
Primero se escoge el tipo de teléfono en la opción Device > Phone > Add New Phone. Ver (Gráfico N° 32), (Gráfico N° 33) y (Gráfico N° 34).



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

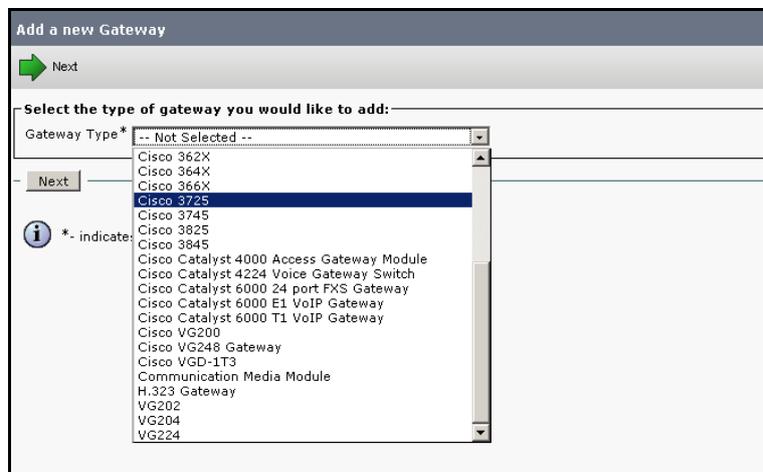


Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

### 5.4.2.3 Configuración del Gateway Primario

Los gateways en Cisco Call Manager permiten a la central telefónica comunicarse con dispositivos que no trabajan bajo el protocolo IP. Serán usados para la gestión (entrada y salida) de las llamadas externas a través de los puertos FXO de los routers de las oficinas zonales y de la interface E1 del router principal que gobierna las comunicaciones a través de la Red MPLS de la institución. Para configurar el gateway PSTN relacionado con el router Cisco 3662 (MPLS) se completaría un formulario de la siguiente manera, recordar que es necesario especificar la dirección IP, Location y el nombre asignado.

Para comenzar a configurar seleccionamos Gateway H.323. Ver (Gráfico N° 35) y (Gráfico N° 36).



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

Device Information	
Product	H.323 Gateway
Device Protocol	H.225
Registration	Unknown
IP Address	172.20.0.1
Device Name*	172.20.0.1
Description	Gateway PSTN
Device Pool*	Pool Sede Central
Common Device Configuration	MigratedCommonProfile4
Call Classification*	OffNet
Media Resource Group List	MGRL_Test
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	60
Location*	Location Sede Central
AAR Group	< None >
Tunneled Protocol*	None
Use Trusted Relay Point*	Predeterminado
Signaling Port*	1720

Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

#### 5.4.2.4 Configuración del Gateway de las Oficinas Zonales

Serán usados para la gestión (entrada y salida) de las llamadas externas a través de los puertos FXO de los routers de las oficinas zonales bajo el protocolo H.323. Se configuran de la siguiente manera: Es necesario especificar el Device Pool asignado para dicha oficina (Barranca en el ejemplo), Location y la dirección IP Loopback que ya fue creada en los routers de cada una de las oficinas zonales y enrutada a través de los protocolos MPLS en la red, quiere decir que se podrá tener conectividad con dichas IP Loopback desde cualquier punto de la red interna; lo demás dejarlo tal como se muestra en el (Gráfico N° 37).

Gateway Configuration	
Product	H.323 Gateway
Device Protocol	H.225
Registration	Unknown
IP Address	192.168.100.1
Device Name*	192.168.100.1
Description	Gateway Barranca
Device Pool*	Pool Barranca
Common Device Configuration	< None >
Call Classification*	Use System Default
Media Resource Group List	MGRL_Test
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	0
Location*	Location Barranca
AAR Group	< None >
Tunneled Protocol*	None
Use Trusted Relay Point*	Predeterminado
Signaling Port*	1720

Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

#### **5.4.2.5 Configuración de Route Patterns**

Se define como Route Pattern a la cadena de dígitos (una dirección) asignados a un gateway o un route list. Proporcionan flexibilidad en el diseño de una red; trabajan en conjunto con las rutas de llamadas directas hacia dispositivos específicos que no siempre manejan los protocolos de voz que usa el CUCM 7.0. La asignación de Route Patterns está directamente ligada al Gateway, que ya se ha creado anteriormente y es la dirección IP de la Loopback de voz que se ha creado en los routers y cuya conectividad con la red ya ha sido comprobada. Se crearán cuatro Route Patterns los cuales corresponden a los diferentes tipos de llamadas que se van a realizar: Celulares de Lima, Teléfonos Fijos a Nivel Nacional, Celulares a Nivel Nacional y Teléfonos Fijos de Lima.

Dígitos que cada oficina zonal deberá marcar para obtener tono de llamada, no se deben asignar anexos con estos Directory Numbers:

**Barranca:** Los dígitos son 0199.

**Cajatambo:** Los dígitos son 0299.

**Canta:** Los dígitos son 0399.

**Cañete:** Los dígitos son 0499.

**Huaral:** Los dígitos son 0599.

**Matucana:** Los dígitos son 0699.

**Oyón:** Los dígitos son 0799.

**Yauyos:** Los dígitos son 0899.

#### **Regla de asignación de Route Patterns:**

Por ejemplo para la oficina de Barranca, los cuatro primeros dígitos 0199 corresponden a lo que los usuarios de dicha oficina zonal deberán de marcar para obtener el “tono” de llamada, notar que luego de esos cuatro dígitos se halla un “punto”; significa que lo que venga luego del punto será la línea telefónica de destino.

El símbolo “X” corresponde a cualquier dígito entre 0 y 9, por ejemplo 8XXX son los Directory Numbers entre 8000 y 8999.

El símbolo “!” corresponde un número ilimitado de dígitos entre 0 y 9.

La expresión “[2-9]” corresponde a cualquier dígito entre 2 y 9; incluyéndolos.

### **Creación de Route Patterns para realizar llamadas desde la Sede Central de Huacho:**

La configuración de los parámetros para estos Route Patterns son similares a los de los Route Patterns para las oficinas zonales; la asignación de estas cadenas de dígitos son solo aplicables para los usuarios de la Sede Central de Huacho y guardan relación de lo que se haya configurado en el router principal, ya que las llamadas relacionadas con estos Route Patterns se efectuarán a través del router principal y del primario de voz “PRI” a éste. Los usuarios de Lima digitarán la tecla “9” para obtener tono de llamada y digitarán “#” para truncar la numeración.

A Celulares de Lima (Región Lima y Lima Metropolitana)

9.9[2-9]XXXXXXXX

A Llamadas Locales (Región Lima y Lima Metropolitana)

9.9[2-8]XXXXXX

A Líneas Gratuitas 0800 y 0801

9.0800XXXXX ó 9.0800!

9.0801XXXXX ó 9.0801!

A Larga Distancia Nacional (Fijos y Celulares)

9.0[1-9][1-9]!

A Larga Distancia Internacional

9.00!

### **5.4.3 Configuración de Gateways VG**

Los Gateways VG permiten que una central telefónica IP continúe usando dispositivos análogos tradicionales mientras se aprovecha de una infraestructura basada en IP. Llamados también Gateways Análogos de Voz (VG).

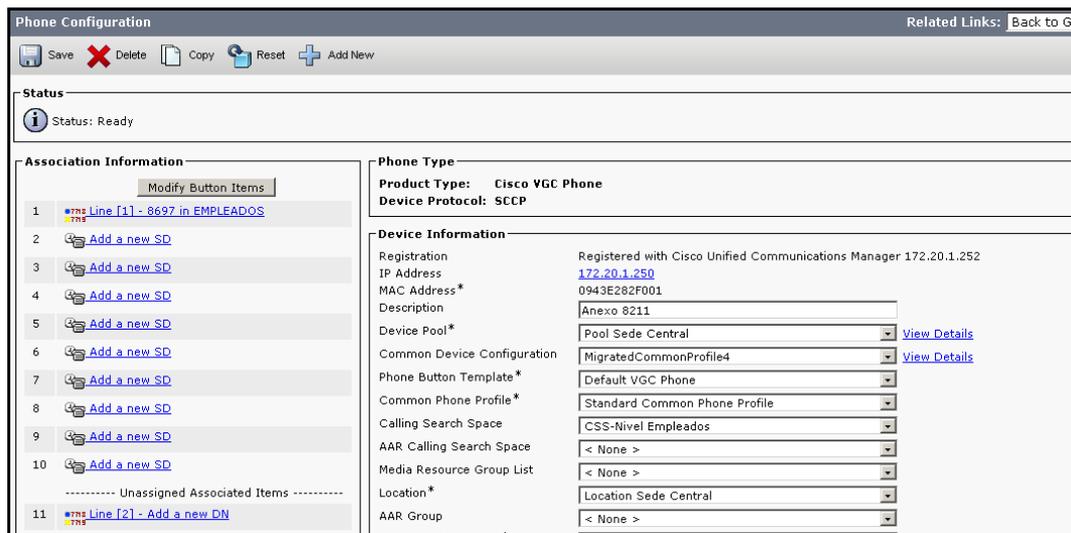
Se propone el uso de un gateway VG Cisco VG224 con 24 puertos cada uno, que estarán conectados a teléfonos analógicos (24 por Gateway VG); con el fin de ir dejando atrás poco a poco a los teléfonos analógicos y migrar a una tecnología únicamente basada en IP.

Les asignaremos la dirección IP: 172.20.1.249 con máscara que corresponde a la VLAN de voz que tiene que ser configurada en el switch: 255.255.252.0 ó /22.

Para configurar el Gateway VG en Cisco Unified Communications Manager 7.0:

Se selecciona un Gateway VG224 y el protocolo SCCP. Configuramos cada línea conectada al Gateway VG.

Ver (Gráfico N° 38).



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

#### 5.4.4 Configuración de Terminales ATA

Un terminal ATA (Analog Telephone Adapter) es un pequeño dispositivo que permite conectar un teléfono analógico (RDSI) a una red de voz sobre IP.<sup>15</sup> Disponen de un sistema de administración y gestión similar a los teléfonos IP por lo que disponen también de una dirección IP y las mismas ventajas que cualquier terminal IP. Los terminales ATA tienen dos puertos de voz los cuales cada uno está conectado a un teléfono análogo. Para este proyecto se sugiere la adquisición de 100 terminales ATA, los cuales albergarán a 200 teléfonos analógicos en total.

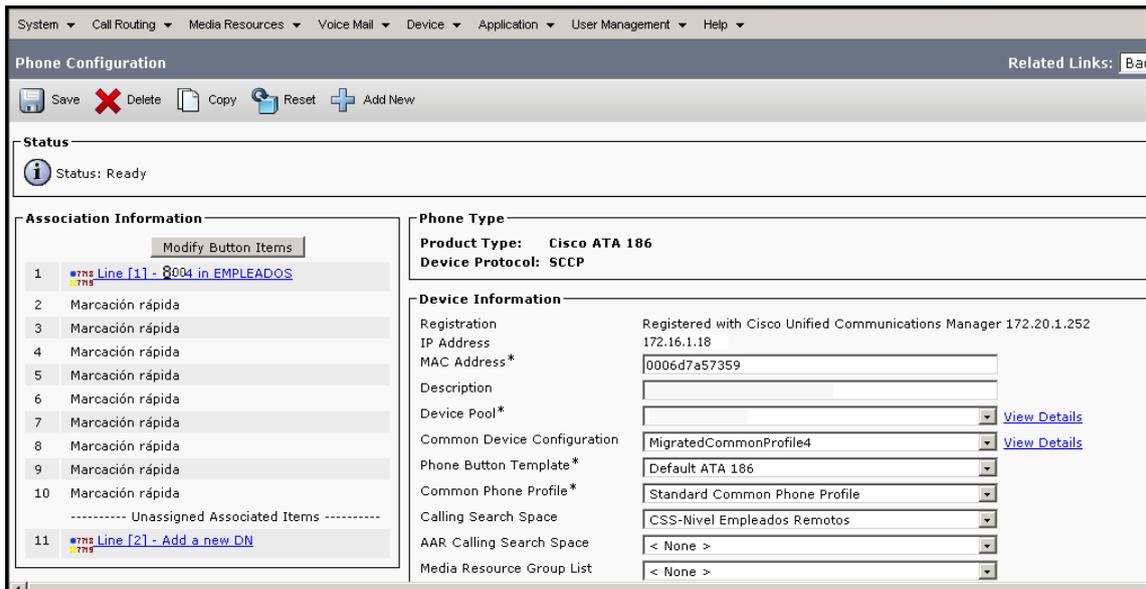
Su configuración en CUCM se realiza de la siguiente manera:

Escogemos primero el tipo de teléfono, en este caso ATA 186 y posteriormente activamos la opción de protocolo SCCP y finalmente se actualizan los dos puertos que deben de estar conectados a dos teléfonos análogos.

Se realiza la configuración del equipo telefónico tal como se hace con equipos que funcionan bajo IP.

En el ejemplo se configura la línea para el anexo 8004, que es un teléfono conectado a un terminal ATA. Ver (Gráfico N° 39).

<sup>15</sup> [http://www.naser.cl/sitio/Down\\_Papers/Introduccion%20a%20la%20telefonía.pdf](http://www.naser.cl/sitio/Down_Papers/Introduccion%20a%20la%20telefonía.pdf)



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

Aunque la opción de colocar terminales ATA es viable, es mejor trabajar con Gateways GV debido a que abarcan un mayor número mayor de teléfonos análogos.

## 5.5 IMPLEMENTACIÓN DE HUNTING DE OPERADORAS

Se trata de implementar un número de directorio virtual el cual nunca está ocupado, llamado Pilot Point; es decir se crea un grupo de anexos cuyos usuarios pueden ó no realizar la misma función, las llamadas ingresantes a este grupo siempre encontrarán algún anexo disponible, ya que si el primer anexo predeterminado para responder la llamada entrante se encuentra ocupado ó fuera de la oficina, entonces la llamada será atendida por el siguiente anexo disponible dentro de la secuencia del Hunting. Esta función se encuentra disponible para un máximo de 15 anexos.

Se creará el número Pilot 8030. Es decir, los que se comuniquen con el anexo 8030, directamente serán derivados al Hunting y serán atendidos por el número disponible en ese momento. La relación de anexos para el Hunting es: 8031, 8032, 8033, 8034, 8035 y 8036; siendo el anexo 8031 el anexo de cabecera y el 8036 el anexo final el cual retornará las llamadas al 8031 en caso de ser un Hunting horizontal. El número de

anexos involucrados puede ser mayor ó menor dependiendo de las necesidades de la institución. Ver (Gráfico N° 40).

Association Information	
1	Line [1] - 8030 in EMPLEADOS

Pilot Point Information	
Registration	Registered with Cisco Unified Communications Manager 172.20.1.252
IP Address	172.20.1.252
Pilot Name*	OPERADORAS 6 ANEXOS
Description	
Device Pool*	Pool Sede Central
Route Calls to*	First Available
Location*	Location Sede Central
Media Resource Group	< None >
Network Hold MOH Audio Source	1-SampleAudioSource
User Hold MOH Audio Source	1-SampleAudioSource
<input type="checkbox"/> Queuing Enable	
Queue Size*	32
Queue Hold Time (seconds)*	0

Hunt Group Member Information	
Available Members	Call directory number 8031 in EMPLEADOS
	Call directory number 8032 in EMPLEADOS
	Call directory number 8033 in EMPLEADOS
	Call directory number 8034 in EMPLEADOS
	Call directory number 8035 in EMPLEADOS
	Call directory number 8036 in EMPLEADOS

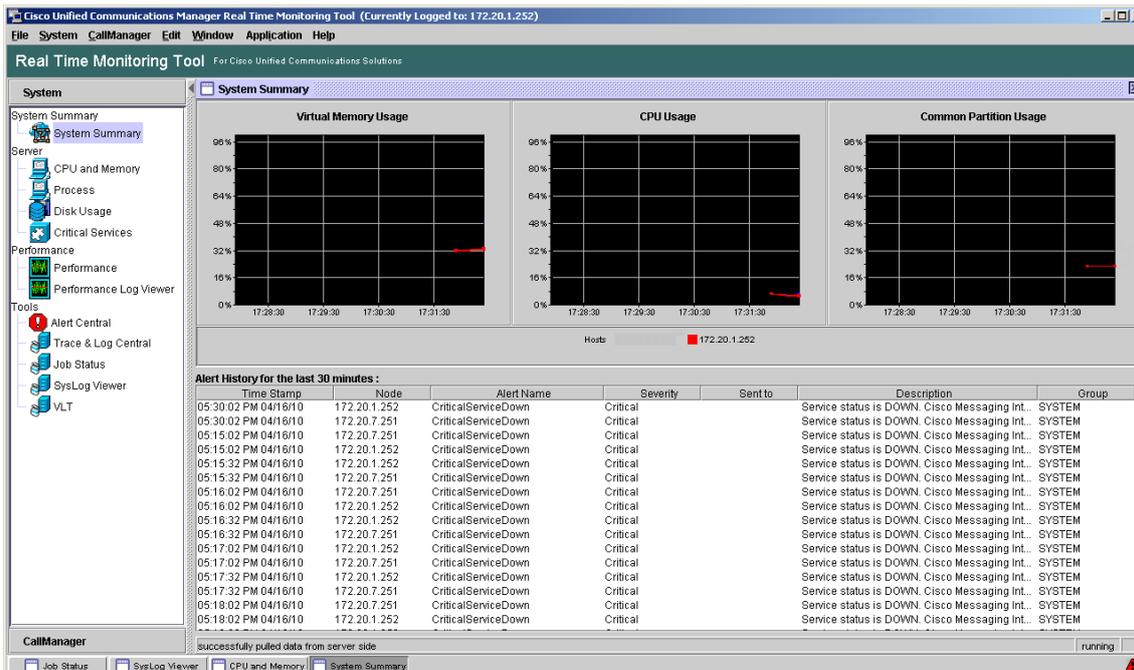
Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

## 5.6 REPORTES Y ESTADÍSTICAS DE OPERATIVIDAD DEL SERVICIO (CISCO UNIFIED OPERATING SYSTEM ADMINISTRATION)

Esta herramienta dentro del CUCM 7.0 se encarga de administrar y gestionar los aspectos de red del servidor; así como las pruebas de conectividad con equipos de la red por medio de una interfaz gráfica y de un terminal de comandos.

### Real Time Monitoring Tool

Esta herramienta provee de información del estado de los procesos que realiza el servidor de CUCM 7.0 como lo son las comunicaciones a nivel red, el porcentaje de uso de hardware, la memoria disponible, el espacio en el disco duro, entre otras. En el (Gráfico N° 41) se muestra el estado de los parámetros y el historial de alarmas que presentó el servidor.



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

## Cisco Unified Serviceability

Es una herramienta basada en un entorno web que se encarga del reporte y monitoreo de las actividades, funcionamiento y del comportamiento que muestra el CUCM 7.0.

Nos vamos a centrar en la herramienta que muestra los reportes de llamadas que procesa la central telefónica, tener en cuenta que se registran solamente las llamadas exitosas entre el número origen y el anexo destino; y viceversa.

## CDR (Call Details Record) Analysis and Reporting

Esta opción se encuentra incluida en la herramienta de Cisco Unified Serviceability que nos indica el registro de los detalles de todas las llamadas que procesa de manera exitosa la central telefónica Cisco Unified Communications Manager.

Se presentará una pantalla como en el (Gráfico N° 42) donde se podrá visualizar en formato PDF el detalle del procesamiento de las llamadas.

Date	Orig. Time	Term. Time	Duration (sec)	Orig.	Dest.	Orig. Codec	Dest. Codec	Orig Device	Dest Device	Orig. QoS	Dest. QoS
172.20.0.1											
Apr 16, 2010	12:13:31 AM	12:15:26 AM	96	8248	2750891	4	4	SEP001C25D45F99	172.20.0.2	Good	NA
Apr 16, 2010	12:21:46 AM	12:22:03 AM	17	4591139	7064	4	4	172.20.0.2	IVR_7064	NA	NA
Apr 16, 2010	12:21:46 AM	12:24:37 AM	153	4591139	1998	4	2	172.20.0.2	ASTERISKUCUM	NA	NA
Apr 16, 2010	12:21:47 AM	12:21:53 AM	5	4463057	7063	4	4	172.20.0.2	IVR_7063	NA	NA

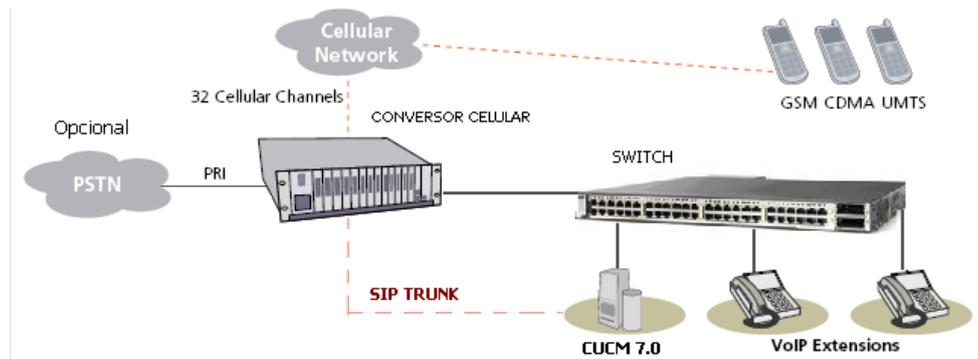
Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

## 5.7 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA COMPLEMENTARIA CON CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0

### 5.7.1 Implementación de Liceas Móviles

Consiste en la instalación de un gateway convertidor celular (Liceas) que convierte las llamadas de que originan en una central telefónica en llamadas celulares. Ahorrando costos en la comunicación, aprovechando la diferencia tarifaria que existe en las llamadas fijos a móvil y entre móviles. El costo de una llamada de fijos a móviles es mayor que el que se realiza entre dos terminales celulares y este tipo de convertidores proporcionan entre un ahorro de 50% a 80% en facturación telefónica. El convertidor de llamadas es compatible con centrales telefónicas IP y se requiere que el equipo se encuentre conectado en la red LAN. Para su implementación se requiere la asignación de una línea PRI adicional (primario de 30 canales) para derivar por dicha línea todas las llamadas que tengan como destino una línea de teléfono celular; como resultado se tendrán dos líneas PRI, ambas tienen ir direccionadas al mismo número PSTN. Para poder especificar qué tipo de llamadas que se efectuarán por cada primario, es necesario asignar los prefijos necesarios en cada una las interfaces E1 del router principal a la cual irán conectadas las líneas PRI, un primario únicamente con llamadas a teléfonos fijos y el otro para llamadas a teléfonos celulares. Entre los gateways convertidores móviles de 32 canales de voz (puertos FXO) se encuentran los CGW-PX (fabricado ITS Telecom)

que son proporcionados por empresas particulares;<sup>16</sup> a cada uno de estos equipos se le conectan tarjetas SIM (chips) ya sea de Movistar ó Claro. Estos equipos soportan redes GSM, CDMA y UMTS. La implementación del servicio sobre la red se muestra en el (Gráfico N° 43).



Fuente: <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/voicesw/ps556/index.html>

Usaremos el protocolo SIP, protocolo incluido en esta versión de Call Manager que permitirá establecer un canal virtual de gran ancho de banda (LAN) entre el servidor de Call Manager 7.0 y el equipo de conversión celular. Ver (Gráfico N° 44).

Trunk Configuration	
Save Delete Reset Add New	
<b>Status</b> Status: Ready	
<b>Device Information</b>	
Product:	SIP Trunk
Device Protocol:	SIP
Device Name*	LiceaSIP
Description	Licea Celular VoIP
Device Pool*	DP_Licea
Common Device Configuration	< None >
Call Classification*	Use System Default
Media Resource Group List	MGR_L_Test
Location*	L_Licea
AAR Group	< None >
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	2

Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

<sup>16</sup> [http://www.abptech.com/products/ITS/GSM\\_VoIPgateway.html](http://www.abptech.com/products/ITS/GSM_VoIPgateway.html)

## 5.7.2 Integración con Asterisk

Asterisk es una herramienta basada en software libre proporciona funcionalidades de una central telefónica. Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de telefonía IP ó bien a una línea RDSI tanto básica como primaria.<sup>17</sup>

Asterisk, al reconocer muchos protocolos de voz sobre IP como pueden ser SIP (de interconexión), H.323 y MGCP; posibilitan la integración con una central telefónica IP como CUCM 7.0 mediante el protocolo SIP; que establece una conexión virtual a través de un canal de datos entre Asterisk y CUCM 7.0 con un ancho de banda de características LAN. Uno de los usos que se le podría dar a la central Asterisk sería el de un pequeño Call Center adicional al Hunting que ya se propuso. Para realizar dicha integración entre ambas centrales se realiza lo siguiente:

Se configura un Route Pattern indicando el número con el que se accederá a la central Asterisk, la cual ya debería encontrarse configurada para realizar la recepción de llamadas desde los anexos correspondientes a la central Cisco Unified Communications Manager 7.0 de la institución. Se debe crear un gateway adicional para el uso de este servicio.

A continuación se crean los parámetros de las llamadas entrantes y salientes según el modelo y el SIP Trunk. Ver (Gráfico N° 45).

---

<sup>17</sup> <http://www.scribd.com/doc/7930204/Voz-y-Video-Sobre-Ip-Saul-Cuzcano-Quintin>

**Route Pattern Configuration**

Save Delete Copy Add New

**Status**

Status: Ready

**Pattern Definition**

Route Pattern\* 8055

Route Partition EMPLEADOS

Description Sip Trunk hacia el Asterisk

Numbering Plan -- Not Selected --

Route Filter < None >

MLPP Precedence\* Predeterminado

Resource Priority Namespace Network Domain < None >

Gateway/Route List\* ASTERISKCUCM (Edit)

Route Option

Route this pattern

Block this pattern Sin errores

Call Classification\* OffNet

Allow Device Override  Provide Outside Dial Tone  Allow Overlap Sending  Urgent Priority

Require Forced Authorization Code

Authorization Level\* 0

Require Client Matter Code

Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

## CAPITULO VI

# ANÁLISIS Y ESTRUCTURA DE COSTOS

### 6.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

La integración de comunicaciones de voz y datos usando Cisco Unified Communications Manager 7.0, representa un conjunto de costos para su implementación, pues la Región Lima comprende 9 provincias que deben integrarse a nivel comunicacional para el desarrollo de las actividades cotidianas de manera eficiente; comunicación necesaria para que el aparato administrativo del sector público obtenga los resultados que espera en las decisiones políticas.

La dimensión de la problemática planteada por la investigación implica un costo que el Estado debe asumir de ser necesario ó en su defecto ser propuesta por el Consejo Directivo del Gobierno Regional de Lima a modo de partida presupuestal para que los procedimientos administrativos tengan mayor fluidez y por problemas de comunicación no se demoren las iniciativas y programas de desarrollo e implementación de diversos campos sectoriales que debe velar la jurisprudencia de su accionar como responsabilidad social.

Por tanto, se elaborará a continuación el sustento técnico a nivel de costos para el proyecto, incluyendo equipamientos, enlaces de voz y datos necesarios para la comunicación, detalles de la central telefónica Cisco Unified Communications Manager 7.0, requerimientos de mano de obra y la logística adicional que se requiere para poder hacer efectiva la aplicación del proyecto.

Se indican en la relación de costos de enlaces de acuerdo a las publicaciones y relación de costos que pueden ser encontrados en la página web del proveedor de servicios de telecomunicaciones Telefónica del Perú (<http://www.telefonica.com.pe>), costos de la central telefónica y costos en el mercado de la logística a implementar

## 6.2 COSTOS PARA LOS ENLACES DE DATOS

En el (Cuadro N° 2) se puede apreciar la tabla de costos para los enlaces de datos.<sup>18</sup>

Item	Precio Unitario Dólares	Precio Unitario Soles	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
<b>1 Enlace IPVPN 2 Mbps</b>	871.08	2925.09	871.08	2925.09
1 Mbps Caudal Oro	329.63	1106.90	329.63	1106.90
1 Mbps Caudal Plata	157.08	527.47	157.08	527.47
Instalación	119.00	399.60	119.00	399.60
Total 1er Mes	1476.79	4959.06	<b>1476.79</b>	<b>4959.06</b>
Total para los 23 Meses Restantes	31229.17	104867.58	<b>31229.17</b>	<b>104867.58</b>
Total para 2 Años Forzosos de Contrato	32705.96	109826.64	<b>32705.96</b>	<b>109826.64</b>

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.841 por US dólar, vigente al 15.04.2010. Incluye IGV 19%.

<b>3 Enlaces IPVPN 384 Kbps</b>	248.71	835.17	746.13	2505.51
128 Kbps Caudal Oro	107.10	359.64	321.30	1078.92
256 Kbps Caudal Plata	61.88	207.79	185.64	623.37
Instalación	119.00	399.60	357.00	1198.80
Total 1er Mes	536.69	1802.20	<b>1610.07</b>	<b>5406.60</b>
Total para los 23 Meses Restantes	9606.87	32259.80	<b>28820.61</b>	<b>96779.40</b>
Total para 2 Años Forzosos de Contrato	10143.56	34062.00	<b>30430.68</b>	<b>102186.00</b>

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.841 por US dólar, vigente al 15.04.2010. Incluye IGV 19%.

<b>3 Enlaces IPVPN vía ADSL 900/256 Kbps (BW Garantizado 10%)</b>	130.90	439.56	392.70	1318.68
Instalación	119.00	399.60	357.00	1198.80
Total 1er Mes	249.90	839.16	<b>749.70</b>	<b>2517.48</b>
Total para los 23 Meses Restantes	3010.70	10109.88	<b>9032.10</b>	<b>30329.64</b>
Total para 2 Años Forzosos de Contrato	3260.60	10949.04	<b>9781.80</b>	<b>32847.12</b>

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.841 por US dólar, vigente al 15.04.2010. Incluye IGV 19%.

<b>2 Enlaces IPVPN con Acceso VSAT (BW Garantizado 30%)</b>	1610.00	5110.14	3220.00	10220.28
Instalación	1666.00	5287.88	3332.00	10575.76
Total 1er Mes	3276.00	10398.02	<b>6552.00</b>	<b>20796.04</b>
Total para los 23 Meses Restantes	37030.00	117533.22	<b>74060.00</b>	<b>235066.44</b>
Total para 2 Años Forzosos de Contrato	40306.00	127931.24	<b>80612.00</b>	<b>255862.48</b>

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.841 por US dólar, vigente al 15.04.2010. Incluye IGV 19%.

<b>1 Enlace Infointernet 2 Mbps*</b>	693.77	2329.68	693.77	2329.68
<b>Cambio de Velocidad (Usando mismo módem)</b>	59.50	199.8	59.50	199.80
Total 1er Mes	753.27	2529.48	<b>753.27</b>	<b>2529.48</b>
Total para los 23 Meses Restantes	15956.71	53582.64	<b>15956.71</b>	<b>53582.64</b>
Total para 2 Años Forzosos de Contrato	16709.98	56112.12	<b>16709.98</b>	<b>56112.12</b>

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/3.358 por US dólar, vigente al 31.03.2006. Incluye IGV 19%

Cotización para todos los enlaces de datos	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
Total 1er Mes	11141.83	36208.66
Total para los 23 Meses Restantes	159098.59	520625.7
Total para 2 Años Forzosos de Contrato	170240.42	556834.36

## 6.3 COSTOS PARA LOS ENLACES DE VOZ

En el (Cuadro N° 3) se puede apreciar la tabla de costos para los enlaces de voz.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> <http://www.telefonica.com.pe/tarifas/pdf/oficiales/10%20IP%20VPN%20adv.pdf>

<sup>19</sup> <http://www.telefonica.com.pe/empresas/voz/>

Item	Precio Unitario Dólares	Precio Unitario Soles	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
<b>1 Línea PRI (30 canales) + 1800 minutos (Incluye 70 DID's)</b>	264.20	750.00	264.20	750.00
Instalación	30.90	119.00	30.90	119.00
Renta para el 1er Mes	295.10	869.00	295.10	869.00
*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.84 por US dólar, vigente al 15.04.2010. Incluye IGV 19%.				
<b>8 Líneas Troncales Básicas de 64 KHz (Renta Básica)</b>	23.17	89.00	185.36	712.00
Instalación sólo en Yauyos	30.90	119.00	30.90	119.00
Renta para el 1er Mes	54.07	208.00	216.26	831.00
*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.84 por US dólar, vigente al 31.11.2008. Incluye IGV 19%.				
<b>Cotización para todos los enlaces de voz</b>			<b>Precio Total Dólares</b>	<b>Precio Total Soles</b>
Total 1er Mes			511.36	1700.00
Total mensual (a partir del 2do Mes)			449.56	1462.00

## 6.4 COSTOS PARA CENTRAL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER 7.0

En el (Cuadro N° 4) se puede apreciar la tabla de costos la Central Telefónica Cisco Unified Communications Manager 7.0.

Item	Código	Descripción	Cantidad	Costo Total en Dólares	Costo Total en Soles
<b>Equipamiento</b>				<b>22594.91</b>	<b>64169.54</b>
<b>1 Cisco Unified Communications Manager 7.0 Principal ( Capacidad de 5000 Usuarios )</b>					
	UNIFIED-CM-7.0	CUCM 7.0 top level part number	1	-	-
	MCS7845H2-K9-CMC1	HW/SW MCS 7845-H2 Unified CM 7.0 Appliance	1	13708.00	38930.72
	CAB-AC	Power Cord. 110V	2	-	-
	CCX-70-CM-BUNDLE	CCX 7.0 UCM 5 Seat ENH Bundle - ONLY with NEW UCM	1	-	-
	CUCMS-EVAL-K9	CUCMS Monitoring Bundle Evaluation	1	-	-
	LIC-CM7.0-7845=	License CM 7.0 7845 Appliance, 5,000 seat	1	8598.91	24420.90
	KEY-CCM-ADMIN-K9=	Hardware Security Key for CCM Admin, Release 4.0 or Greater	2	288.00	817.92
<b>Servicios</b>				<b>3000.00</b>	<b>8520.00</b>
<b>Instalación y Posventa</b>					
		Instalación y Configuración	1	2000.00	5680.00
		Soporte y Mantenimiento Anual	1	1000.00	2840.00
<b>Cisco Unity Connection 2.1</b>				<b>1420.00</b>	<b>4032.80</b>
<b>Incluye Licencia para 25 Usuarios</b>					
	UNITYCONNECTION-2.1	Módulo en CUCM 7.0	1	1420.00	4032.80
<b>Cotización para la Central Telefónica</b>				<b>Costo Total en Dólares</b>	<b>Costo Total en Soles</b>
Total (1 Sólo Pago)				27014.91	76722.34

## 6.5 COSTOS DEL EQUIPAMIENTO TELEFÓNICO

En el (Cuadro N° 5) se puede apreciar la tabla de costos el Equipamiento Telefónico, es decir los terminales telefónicos Cisco IP, los Gateways VG y los Terminales Cisco ATA 186.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario Dólares	Precio Unitario Soles	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
Teléfonos IP Cisco 7912	50	75.00	213.08	3750.00	10653.75
Gateway VG Cisco VG224	1	3500.00	9943.50	3500.00	9943.50
Terminales ATA Cisco 186	100	52.00	147.73	5200.00	14773.20

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.841 por US dólar, vigente al 15.04.2010. Incluye IGV 19%.

Cotización para todo el Equipamiento Telefónico	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
Total (1 Sólo Pago)	12450.00	35370.45

## 6.6 COSTOS DE LA SOLUCIÓN DE VOZ Y DATOS COMPLETA (PRECIOS FINALES)

En el (Cuadro N° 6) se puede apreciar la tabla de costos finales para la Solución de Voz y Datos propuesta en el proyecto.

Propuesta Económica para el Primer Mes	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
Primer Pago por los servicios de Datos, Voz, Compra de Equipos de Telefonía y Central Telefónica	51118.10	150001.45

Propuesta Económica a partir del Segundo Mes	Precio Total Dólares	Precio Total Soles
Renta Mensual por servicios de Datos	6917.33	22635.90
Renta Mensual por servicios de Voz	449.56	1462.00
<b>Total</b>	<b>7366.89</b>	<b>24097.90</b>

## 6.7 COMPARACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA ACTUAL CON LOS DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR

En el (Cuadro N° 7) se puede apreciar la tabla de costos para los enlaces de voz de la Red Actual.<sup>20</sup>

4 Líneas Troncales Básicas de 64 KHz (Renta Básica para la Sede Central)	23.17	89.00	92.68	356.00
5 Líneas Troncales Básicas de 64 KHz (Renta Básica para las oficinas de Huacho)	23.17	89.00	115.85	445.00
8 Líneas Troncales Básicas de 64 KHz (Renta Básica para las oficinas zonales)	23.17	89.00	185.36	712.00
Total Mensual	23.17	89.00	393.89	1513.00

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.84 por US dólar, vigente al 31.11.2008. Incluye IGV 19%.

En el (Cuadro N° 8) se puede apreciar la tabla de costos para los enlaces de datos de la Red Actual.<sup>21</sup>

8 Enlaces Speedy ADSL 1 Mbps (BW Garantizado 10%)	48.88	138.90	391.04	1111.20
1 Enlace Infointernet 1 Mbps (Plan Libre - BW Garantizado 10%)	555.73	1866.14	555.73	1866.14
Total mensual	604.61	2005.04	946.77	2977.34

\*Montos calculados de acuerdo al tipo de cambio venta de S/2.84 por US dólar, vigente al 31.11.2008. Incluye IGV 19%.

<sup>20</sup> <http://www.telefonica.com.pe/tarifas/pdf/oficiales/10%20IP%20VPN%20adv.pdf>

<sup>21</sup> <http://www.telefonica.com.pe/empresas/voz/>

Realizando la comparación entre los costos totales de los enlaces de voz y datos existentes en la Red Actual con los que se va a proponer, se ve que existirá un ahorro en líneas de voz, ya que se está proponiendo reducir el número de dichas líneas, enviándose todo el tráfico de voz a los enlaces de datos que mediante los puertos 2FXO realizarán la transmisión en Telefonía IP con las oficinas remotas; de esa manera se ahorraría en facturas por recibos telefónicos. Sin embargo el costo mensual que se registraría en enlaces de datos con la nueva propuesta es mucho mayor al que se registra actualmente con los enlaces Speedy y el Infointernet; esto se debe a que se requerirán mayor número de líneas dedicadas de datos ya sean IP VPN, IP ADSL ó IP VPN por VSAT, estas líneas de datos tienen un costo mayor que las líneas genéricas ADSL porque ofrecen calidad de servicio y su disponibilidad de servicio está garantizada al 100% mediante acuerdos SLA. Con lo que la adquisición de enlaces de datos no representaría un ahorro, sino una mejora en las comunicaciones que derivarían en mayor productividad en las actividades de la institución.

Las compras de los equipos de comunicaciones ya sean switches, gateways telefónicos del tipo VG y la central telefónica CUCM 7.0 representan una modernización de las comunicaciones en general con el estándar Cisco garantizando la calidad y la innovación en transmisiones del tipo multimedia para una institución estatal, teniendo en cuenta el rápido avance de la tecnología en las telecomunicaciones. El sólo hecho de tener elementos que hagan posible la transmisión de comunicaciones por un solo canal genera mejora en los procesos y evita el letargo administrativo con la gestión de tantos servicios diferentes que no se encuentran unificados pero que al final brindan la misma función.

# CAPITULO VII

## PROPUESTA DE MEJORAS

### 7.1 IMPLEMENTACIÓN DE VIDEO LLAMADAS

Teniendo en cuenta el rápido avance tecnológico, si se desea implementar un sistema de video llamada aplicada sobre las llamadas telefónicas que se realicen dentro de la red de la institución, son necesarias las siguientes consideraciones:

Presentar un ancho de banda aceptable para la realización de una video llamada (ancho de banda para audio + ancho de banda para video); este ancho de banda debe ser mayor ó igual a 384 Kbps configurable en Cisco Unified Communications Manager 7.0. Según la red propuesta en este proyecto, el ancho de banda que se está asignando no resulta suficiente para soportar este tipo de comunicación unificada; por lo que necesariamente se tiene que realizar un Upgrade de ancho de banda para todas las sedes del Gobierno Regional de Lima si es que se quiere integrar por completo a una comunicación por video llamadas.

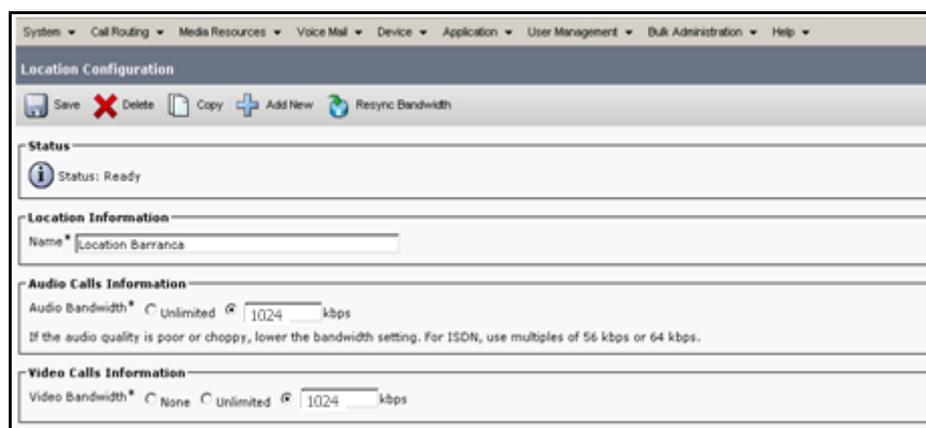
Al cambiar el ancho de banda del enlace principal de la institución de 2 Mbps a más, es necesario implementar un medio de transmisión por fibra óptica (para enlaces mayores a 2 Mbps); lo cual cambiaría completamente el esquema de red ya que contaríamos además con un Multiplexor Óptico que interactuaría con la señal proveniente de la red MPLS; y se encontraría conectado en el local principal de la institución. Un ejemplo de estos equipos ópticos se encuentran los Huawei Metro 1000, usado generalmente para estos entornos de red. El ancho de banda aplicado en la sede central sería de 10 Mbps. Para la instalación de enlaces MPLS se utiliza fibra óptica monomodo (color amarillo) y para la conexión a nivel LAN se utiliza fibra óptica multimodo (anaranjado) para velocidades del tipo Fast Ethernet. El Upgrade de ancho de banda para las oficinas zonales se debe dar a un promedio de 2 Mbps, lo cual no cambiaría su esquema de red. Estos cambios se realizan de acuerdo a las facilidades técnicas de red y planta externa con que se cuentan.

Al realizar el Upgrade de ancho de banda para todas las oficinas que correspondan, se debe de especificar el ancho de banda aplicado en cada clase de servicio (Oro y Plata) y la calidad de servicio que corresponda en los routers.

Teniendo en cuenta un ancho de banda de 2 Mbps, distribuimos para el siguiente ejemplo los anchos de banda para la Clase de Servicio Oro y Plata. Para video llamadas se toma en cuenta la clase Oro en los routers PE.

Para realizar las configuraciones de la calidad de servicio en los routers se tiene en cuenta el ancho de banda configurado en el router PE, ya que únicamente las configuraciones para video llamada trabajarían dentro del límite de 1 Mbps.

En Cisco Unified Communications Manager 7.0 se realiza la configuración del parámetro Region donde se especifica el ancho de banda aplicado para comunicaciones por video llamada entre dos oficinas locales, ambas trabajarán bajo el protocolo G.729. Se está configurando 1 Mbps para la clase Oro. Ver (Gráfico N° 46).



Fuente: Cisco Unified Communications Manager 7.0 – Cisco Systems Inc.

Luego de realizar el cambio en el parámetro Region se identifica el ancho de banda en el menú Location, asignando también el parámetro de ancho de banda para video llamadas que es 1024 Kbps de acuerdo a la disponibilidad de red y a lo que se ha configurado como Region. La localización establece el máximo de ancho de banda para video llamada permitido para realizar comunicación entre los miembros de cada una de ellas. De esta forma se implementan medidas de control de acceso y admisión (CAC), sin degradar el servicio, solamente se llevan a cabo con una video llamada.

Adicionalmente a estos cambios realizados en la central telefónica se tiene que adquirir una herramienta de comunicaciones que incluye video llamada Cisco Unified Video Advantage 2.1; la cual realiza la gestión de video llamadas en un entorno de red. Dicha herramienta de gestión necesita de la activación de licencias para su funcionamiento.

Cisco Unified Video Advantage 2.1 es una herramienta que unifica voz, datos y video con el fin de realizar una gestión corporativa competitiva usando los recursos de red. Las video llamadas realizan el mismo procedimiento que una llamada telefónica regular, posee características como transferencia, videoconferencia, llamada en espera a través del llamado “video phone” que sería la integración del software Cisco Unified Video Advantage<sup>22</sup> y de una cámara de video telefonía llamada web Cisco VT Camera II.

Se pueden realizar y recibir llamadas desde el teléfono IP ó un PC Softphone y la captación de la imagen será a través de la cámara.

Esta herramienta de video llamadas es perfectamente compatible con la estructura y distribución de la central telefónica Cisco Unified Communications Manager 7.0; los usuarios se encontrarán dentro del Pool de anexos que se asignó previamente.

El códec de la video llamada y la selección del ancho de banda son completamente gestionables por Cisco Unified Communications Manager 7.0 como ya se explicó anteriormente.

No se necesita gran experiencia en manejo con sistemas de red que transmiten video.

## **7.2 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA GESTIÓN DE LLAMADAS:**

Uso de teléfono IP o de IP Communicator (Softphone).

Pre visualización de video.

Manejo de volumen de audio de transmisión y recepción.

---

<sup>22</sup> <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/voicesw/ps5662/>

### **7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL DE VIDEO:**

Funciona con los códecs de video H.263 y H.264 con anchos de banda de 50 Kbps a 1.5 Mbps.

Los formatos de video son: 352 x 288, 320 x 240, 176 x 144, and 160 x 120.

Opera junto con el protocolo de comunicaciones multimedia H.323.

### **7.4 COMPONENTES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LAS LLAMADAS:**

- Cisco Unified Communications Manager a partir de la versión 5.1.
- Teléfonos IP: 7940, 7960, 7970
- Cisco IP Communicator 2.0 ó 2.1 (si es que no se van a usar teléfonos IP)
- Cisco VT Camera II
- Interface USB 2.0

# CAPITULO VIII

## RESPONSABILIDADES

### **8.1 RESPONSABILIDADES DEL REALIZADOR DEL PROYECTO**

Entregar la información completa y detallada del Proyecto.

Realizar una comparación de calidad de servicio entre la situación existente en la institución y la solución de voz y datos planteada en el Proyecto; indicando las actualizaciones, cambios y mejoras que presenta el Proyecto.

Implementar una propuesta económica que incluya las tarifas actuales y costo de los servicios.

### **8.2 RESPONSABILIDADES DE LA EMPRESA PROVEEDORA**

Establecer los requerimientos y recursos para cada actividad del proyecto.

Ejecutar los trabajos de implantación que le corresponden de manera planificada y oportuna.

Traslado de equipos y personal para la implementación de plataforma de datos y telefonía.

Elaborar los informes y documentos de acuerdo al Plan del Proyecto.

Honrar la garantía del fabricante ante cualquier defecto de fabricación de los equipos.

Asesoramiento al personal de redes de la institución sobre el manejo y gestión de los equipos.

Cumplimiento de los SLA acordados con el cliente donde se Garantiza la calidad de los servicios y equipos.

### **8.3 RESPONSABILIDADES DE LA INSTITUCIÓN (CLIENTE)**

Tener lista las condiciones ambientales, cableado, energía, etc.; antes del inicio de montaje y configuración de equipos.

Brindar todas las facilidades respecto al LAN Switching (puertos) así como las funcionalidades de red (LAN/ WAN) necesarias para la implementación de los componentes propuestos.

Mantener la confidencialidad de toda la información suministrada por la empresa proveedora.

Cualquier consecuencia derivada de cualquier cambio en la configuración o en los parámetros del sistema, realizado sin previa notificación y/o autorización a los responsables del servicio.

Realizar monitoreo constante de los sistemas de red mediante aplicativos de gestión y control que puedan evitar incidencias de saturación de enlace identificando los equipos ó usuarios que realizan mayor consumo de tráfico de entrada y salida.

En cuanto a las caídas de enlace, es necesario reportar las averías a la empresa proveedora, la cual asignará un personal técnico que se encargará de la solución del problema.

Exigir el cumplimiento de los acuerdos SLA como parte de la completa disponibilidad de las comunicaciones de voz y datos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó un diseño de un entorno de red de comunicaciones para el Gobierno Regional de Lima que consiste en sistemas de transmisión de voz y datos integrados mediante la implementación de una central telefónica IP Cisco Unified Communications Manager 7.0 que interactúa con los elementos que conforman la red y se complementa de las funcionalidades que éstos proporcionan para poder brindar las facilidades, la mejora y la disponibilidad en las comunicaciones del Gobierno Regional de Lima.
- La red propuesta enlaza la sede principal del Gobierno Regional de Lima, localizada en Huacho y sus oficinas zonales repartidas por toda la región formando una red de tipo estrella, siendo Huacho el núcleo de esta red; para realizar el diseño de la red fue necesario efectuar un estudio del estado de los sistemas de comunicaciones existentes, con la finalidad de identificar los principales componentes que se podrían actualizar teniendo en cuenta las necesidades y deficiencias que dichos sistemas presentan.
- Se planteó la actualización de todos los sistemas de comunicaciones de la institución que incluyen enlaces de datos a nivel de líneas dedicadas con un ancho de banda mayores a 384 Kbps y enlaces de voz como son una línea PRI y la reducción del número de líneas troncales de voz de 64 KHz. Además de los enlaces, también se propuso una actualización de equipos de comunicaciones que forman parte de la red como routers, gateways VG, teléfonos IP y terminales ATA; todos bajo el estándar Cisco.
- Para la asignación del ancho de banda que pueda hacer posible la convergencia de voz y datos, se realizaron estudios de tráfico de llamadas de acuerdo a la realidad de la institución y al ancho de banda requerido por cada llamada telefónica bajo voz sobre IP (Códec G.729 a 32 Kbps), con este parámetro se estableció la calidad de servicio mediante el modelo DiffServ, aplicada dentro de una red privada virtual bajo el estándar MPLS, configurándose en el router local y en la central telefónica; con lo que se asegura una transmisión óptima del tráfico de voz y datos bajo un mismo canal de comunicaciones.

- En este proyecto se planteó la implementación de servicios adicionales como son las liceas móviles, la integración de una central telefónica Asterisk bajo el protocolo SIP y la gestión de video llamadas; las cuales son herramientas de valor agregado completamente convergentes con el núcleo del proyecto, que representarán una evolución y mejorarán la efectividad de las comunicaciones de la institución a nivel de costos y disponibilidad.
- Se recomienda realizar la administración de red LAN de forma adecuada que contemple la gestión de los recursos de red y del ancho de banda de manera eficiente con el fin de evitar perturbaciones en el servicio y la afectación tanto en la transmisión de datos como de voz.
- Para el switch principal de la sede central, se recomienda el uso de VLAN con el fin de separar el tráfico de voz en una VLAN de voz y el tráfico de datos en una VLAN de datos (default). El switch deberá tener los estándares 802.1p de priorización y 802.1Q de aplicación de VLAN.
- Al adoptar el sistema de voz sobre IP, la institución deberá de estar preparada para hacer frente a la falta de seguridad que actualmente trae la implementación de estos sistemas; por eso es necesario la implementación de un firewall, proxy y equipos de red que puedan actuar de manera eficiente ante ataques de denegación de servicio, espionaje ó fraude. Es recomendable revisar periódicamente los reportes de llamadas de la central telefónica (CDR) con el fin de verificar el consumo que se presente y compararlo con la facturación mensual.
- Se recomienda mantener una comunicación constante con los proveedores de los servicios con el fin de poder solucionar los problemas que se presenten ó informarse de las mejoras e innovaciones en cuanto a servicios de comunicaciones.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## a. Direcciones Electrónicas

- Telefónica S.A. (Abril, 2010), “Portal de Grandes Empresas”, Disponible en:  
*<http://www.telefonica.com.pe/empresas>*
- Cisco Systems, Inc. (Abril, 2010), “Cisco Unified Communications Manager (Call Manager)”, Disponible en:  
*<http://www.cisco.com/en/US/products/sw/voicesw/ps556/index.html>*
- Cisco Systems, Inc. (Abril, 2010), “Innovaciones de Routing en Routers Cisco”, Disponible en: *<http://www.cisco.com/web/LA/productos/routers.html>*
- Hispasat. (Octubre, 2009), “Flota de Satélites – Hispasat 1D”, Disponible en:  
*<http://www.hispasat.com/Detail.aspx?SectionsId=161&lang=es>*
- Cisco Systems, Inc. (Abril, 2010), “Cisco Unified IP Interactive Voice Response”, Disponible en:  
*<http://www.cisco.com/en/US/products/sw/custcosw/ps3651/>*
- Telefónica S.A. (Marzo, 2010), “Tarifas servicio de arrendamiento de líneas y circuitos”, Disponible en:  
*[http://www.telefonica.com.pe/tar\\_empresa/f\\_arrendamiento.shtml](http://www.telefonica.com.pe/tar_empresa/f_arrendamiento.shtml)*
- Telefónica S.A. (Abril, 2010), “Tarifas servicio transmisión de datos mediante datagramas IP a nivel local y nacional”, Disponible en:  
*[http://www.telefonica.com.pe/tar\\_empresa/f\\_infovia.shtml](http://www.telefonica.com.pe/tar_empresa/f_infovia.shtml)*
- Tecnocosas (Junio, 2010), “Saturación de Internet”, Disponible en:  
*<http://www.tecnocosas.es/saturacion-de-internet/>*
- Naser Ingeniería (2008), “Introducción a la Telefonía”, Disponible en:  
*[http://www.naser.cl/sitio/Down\\_Papers/](http://www.naser.cl/sitio/Down_Papers/)*
- Biblioteca de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, Disponible en: *<http://bieec.epn.edu.ec>*

b. Libros

- Vegesna, S. (2001). Deploying IP Quality of Service QoS. Cisco Press, Indianapolis, IN.
- Tanenbaum, A.S. (1998). Redes de Computadoras (3ra. Edición). Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Davidson, J. (2001). Fundamentos de Voz sobre IP. Cisco Systems, San José, CA.
- Hartmann, D. (2008). Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1. Cisco Systems, San José, CA.
- Alexander, J.; Pearce C.; Smith, A.; Whetten, D. (2005). Cisco Call Manager Fundamentals (Second Edition). Cisco Systems, San José, CA.
- Training, D. (1994). Operación de Newbridge MainStreet 3600. Newbridge Networks Inc., Ottawa, ON.
- Davidson, J. (2002). Deploying Cisco Voice over IP Solutions. Cisco Press, Indianapolis, IN.
- Bingham, J.A. (2000). ADSL, VDSL and Multicarrier Modulation. Wiley, Jhon & Sons Inc., Hoboken, NJ.
- Lewis, C. (1998). Cisco TCP/IP Routing Professional Reference. McGraw-Hill Inc., New York, NY.
- Alabau, A. (1982). Teleinformática y Redes de Computadoras (1ra. Edición). Marcombo – Boixareu Editores, Barcelona, España.
- McQuerry, S. (2001). Interconexión de Dispositivos de Red Cisco. Cisco Systems, San José, CA.

# RESUMEN

Con el avance de las telecomunicaciones hoy en día, se está planteando la mejora de los servicios de comunicaciones para el Gobierno Regional de Lima, basada en una plataforma de integración de voz y datos que incluye la central telefónica IP de Cisco, llamada Cisco Unified Communications Manager, que en una red de comunicaciones de voz y datos bajo el estándar MPLS, forma parte esencial de la gestión de las llamadas telefónicas internas así como externas.

Específicamente, se elige a la Región Lima como ente de estudio sobre el sistema que viene utilizando en materia de comunicaciones de voz y datos que debe enlazarse con todas sus áreas regionales en la interconexión y así optimizar la gestión para sus fines y objetivos institucionales; lo cual generará productividad y éxito en la gestión global de la institución.

La tesis se divide en capítulos que determinan el contexto de la investigación desde el diseño metodológico a seguir, señalización de la problemática hasta la solución planteada en el ámbito del Gobierno Regional de Lima, incluyendo costos del equipamiento en general y servicios de comunicaciones de voz y datos. Se incluyen también responsabilidades y recomendaciones que se deben de tomar en cuenta para lograr el éxito en la gestión de esta plataforma unificada de comunicaciones.

## APÉNDICES

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 1.- **2FXO:** Nombre de una tarjeta interface de voz de dos puertos FXO cuyo fabricante es Cisco.
  
- 2.- **CAC:** (Call Admission Control) ó Control de Admisión de Llamadas. Es una característica que se configura para limitar el número de llamadas concurrentes de acuerdo a los parámetros de ancho de banda pre definidos. CAC complementa la configuración de la calidad de servicio (QoS).
  
- 3.- **CDRs:** (Call Detail Records) ó Registros de Detalles de Llamadas. Son los registros de la actividad y llamadas telefónicas de la Central Telefónica Cisco Unified Communications Manager 7.0.
  
- 4.- **DID:** (Direct Inward Dialing) ó Discado Entrante Directo. DID conecta a quien hace la llamada directamente al usuario de la central telefónica mientras que los números de acceso requieren que éste introduzca el número de extensión del anexo de la central IP.
  
- 5.- **DSLAM:** (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) ó Multiplexor de acceso a la línea digital de abonado. Es un multiplexor localizado en la central telefónica que proporciona a los abonados acceso a los servicios DSL sobre cable de par trenzado de cobre. El dispositivo separa la voz y los datos de las líneas de abonado.

- 6.- **DTMF:** (Dual Tone Multifrequency) ó Multifrecuencia de Doble Tono en español. Son los tonos que se utilizan en telefonía para marcar un número telefónico.
- 7.- **H.263:** Es una técnica de compresión de video basado en la Transformada de coseno discreta (DCT) perteneciente al estándar ISO/IEC.
- 8.- **H.264:** Códec de video de alta compresión desarrollado por la ITU-T con la intención de proporcionar una buena calidad de imagen con tasas binarias inferiores al estándar H.263.
- 9.- **H.323:** Es una recomendación del ITU-T, que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. H.323 es utilizado comúnmente para voz sobre IP.
- 10.- **Hunting:** (Call Hunting) Es un concepto en telefonía que se refiere a la metodología de distribución de llamadas desde un simple número telefónico a un grupo de varias líneas telefónicas. Específicamente se refiere al proceso, secuencia ó algoritmo usado para seleccionar cual de las líneas recibirá la llamada.
- 11.- **Main Region:** Región Principal en español. Es un parámetro fundamental en la configuración de CUCM 7.0 de estrecha relación con las configuraciones posteriores para asignación de terminales telefónicos como son Device Pool y Location.
- 12.- **MCS:** (Cisco Media Convergence Services). Plataforma de equipos de convergencia de redes dentro de los cuales se encuentra estandarizado Cisco Unified Communications Manager 7.0.

- 13.- **MGCP:** (Media Gateway Control Protocol). Es un protocolo interno de voz sobre IP cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos VoIP por ser del tipo cliente – servidor.
  
- 14.- **PLAR:** (Private Line Automatic Ringdown) Es un tipo de señalización análoga usada en sistemas directos de comunicación.
  
- 15.- **Rate-Limit:** Se usa para controlar la relación de tráfico enviado o recibido en una interface de red.
  
- 16.- **Recomendación G.114:** Recomendación de la ITU-T que recomienda que un retardo de punta a punta en la transmisión de voz debe ser menor a 150 ms.
  
- 17.- **SCCP:** (Skinny Call Control Protocol ó Skinny Protocol. Es un protocolo propietario de control de terminal desarrollado originariamente Selsius Corporation. Actualmente es propiedad de Cisco Systems, Inc. y se define como un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y el CallManager. Ejemplos conocidos de clientes ligeros son los de la serie Cisco 7900 de teléfonos IP como el Cisco 7960, Cisco 7940 y el Cisco 7920 802.11b wireless .

## CONFIGURACIONES

Configuración N° 1: “Modelo de Aplicación de Configuraciones de router Cisco Systems para la oficina de Barranca”

Barranca: IP VPN estándar: 384 Kbps.

Modelo del Equipo: Cisco 2801

Configuración de CPE:

```
GOBREGLIM_BARRANCA #sh run

Building configuration...

Current configuration : 10315 bytes

!
version 12.3

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec localtime show-timezone

!
hostname GOBREGLIM_BARRANCA

!
logging buffered 16000 debugging

enable password cisco

!
clock timezone GMT 5

mmi polling-interval 60

!
voice call send-alert

voice rtp send-recv

!
voice class codec 1
```

```
codec preference 1 g711ulaw

codec preference 2 g729r8

!

voice class h323 1

h225 timeout tcp establish 3

!

class-map match-all DATA "PLATA"

match access-group 101

class-map match-all VOZ "ORO"

match access-group 100

!

policy-map IPVPN

class VOZ "ORO"

priority 128

set ip precedence 5

class DATA "PLATA"

bandwidth 256

class class-default

fair-queue

!

interface Loopback0

ip address 192.168.100.1 255.255.255.255

h323-gateway voip interface

h323-gateway voip bind srcaddr 192.168.100.1

!

interface FastEthernet0/0

description LAN | GOBREGLIM BARRANCA | CD=XXXXX

ip address 172.18.1.1 255.255.255.0

ip accounting output-packets

ip route-cache policy

ip policy route-map DATA
```

```
speed 100

full-duplex

no cdp enable

bridge-group 1

!

interface Serial0/0

description WAN | GOBREGLIM BARRANCA | CD=XXXXX

bandwidth 384

ip address 10.X.X.X 255.255.255.252

no ip redirects

encapsulation frame-relay IETF

ip route-cache flow

load-interval 30

frame-relay traffic-shaping

frame-relay interface-dlci 16

class VOIP384K

frame-relay lmi-type ansi

!

router bgp XXXXX "CONFIGURACIÓN DE ENRUTAMIENTO"

no synchronization

bgp log-neighbor-changes

network 172.18.1.0 mask 255.255.255.0

network 192.168.100.1 mask 255.255.255.255

timers bgp 10 30

neighbor 10.X.X.(X-1) remote-as 6147

neighbor 10.X.X.(X-1) update-source Serial0/0

neighbor 10.X.X.(X-1) version 4

neighbor 10.X.X.(X-1) next-hop-self

neighbor 10.X.X.(X-1) send-community both

neighbor 10.X.X.(X-1) soft-reconfiguration inbound

no auto-summary
```

```
!  
  
ip classless  
  
no ip http server  
  
!  
  
map-class frame-relay VOIP384K  
  
frame-relay cir 384000  
  
frame-relay bc 4000  
  
frame-relay be 0  
  
frame-relay mincir 384000  
  
service-policy output IPVPN  
  
frame-relay fragment 480  
  
access-list 100 permit udp any any range 16384 32767  
  
access-list 100 permit udp any range 16384 32767 any  
  
access-list 100 permit tcp any any eq 1720  
  
access-list 100 permit tcp any eq 1720 any  
  
access-list 101 permit ip any any  
  
no cdp run  
  
!  
  
route-map DATA permit 10  
  
match ip address 100  
  
set ip precedence critical  
  
!  
  
route-map DATA permit 20  
  
match ip address 101  
  
set ip precedence routine  
  
!  
  
voice-port 0/0  
  
supervisory disconnect dualtone mid-call  
  
cptone PE  
  
connection plar 0103  
  
description PUERTO DE VOZ FXO 2353797
```

```
station-id name BARRANCA

!

dial-peer cor custom

!

dial-peer voice 20 voip

  preference 1

  destination-pattern 0103

  voice-class h323 1

  session target ipv4:172.20.1.252

  dtmf-relay h245-alphanumeric

  ip qos dscp cs5 media

  no vad

!

dial-peer voice 1 pots

  destination-pattern 9.....

  no digit-strip

  direct-inward-dial

  port 0/0

  forward-digits all

!

dial-peer voice 5 pots

  destination-pattern [1-8].....

  no digit-strip

  direct-inward-dial

  port 0/0

  forward-digits all

!

dial-peer voice 9 pots

  destination-pattern 0[1-8].....

  no digit-strip

  direct-inward-dial
```

```
port 0/0
```

```
forward-digits all
```

```
!
```

```
banner motd ^CC
```

```
-----
```

```
GOBIERNO REGIONAL DE LIMA
```

```
BARRANCA
```

```
-----
```

```
^C
```

```
line con 0
```

```
line aux 0
```

```
line vty 0 4
```

```
password cisco
```