



# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**

Programa de Especialización Tecnológica en Electricidad,  
Electrónica y Telecomunicaciones

**Seminario de Graduación**  
Proyectos con Voz sobre IP

“Diseño de una arquitectura IP distribuida para la Corporación  
Nacional de Electricidad Regional Guayas Los Ríos CNEL”

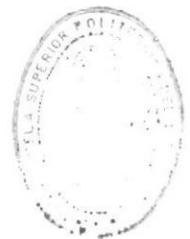
**Tesina de Seminario**

**Previa a la obtención del Título de**  
Tecnólogo en Electrónica  
Tecnólogo en Sistemas de Telecomunicaciones

**Presentado por**

Mario Andrés León Velesaca  
Johanna Katherine Proaño Velásquez

Guayaquil – Ecuador  
2011



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

# AGRADECIMIENTO

M.T. IVÁN RUIZ PEÑA.

Profesor del seminario. Por  
su dedicación, ayuda y  
enseñanza.

# DEDICATORIA

A DIOS,

A NUESTROS PADRES,

Y A NUESTROS EJEMPLARES

PROFESORES

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

M.T. Iván Ruiz Peña  
DIRECTOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN



---

Msc. Washington Enríquez  
PROFESOR DELEGADO DEL INTEC

# DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Mario Andrés León Velesaca



Johanna Katherine Proaño Velásquez

# RESUMEN

Con este diseño se pretende sustituir las centrales telefónicas de CNEL por un sistema de control distribuido de llamadas, es decir que varios Servidores de Comunicaciones van a estar interconectados para formar una central virtual, permitiendo crear una red formada por varias sedes con un alto servicio de integración, transparencia y control centralizado de llamadas.

La red pública y todos los demás equipos se conectarán directamente a los puertos digitales o analógicos de cada sistema.

Se podrá reutilizar el cableado existente y no será necesario actualizar la red LAN, puesto que la voz y los datos permanecerán en redes independientes.

Aunque se trata de una solución 100% IP, se pueden conectar terminales analógicos, como máquinas de fax o terminales inalámbricos. Los teléfonos IP y teléfonos para video llamadas SIP se conectarán directamente a la red de datos.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	1
ABREVIATURAS	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE GRAFICOS	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	6
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Situación Actual</b>	
1.1 Situación actual	7
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Antecedentes</b>	
2.1 Planteamiento de Soluciones	12
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Soluciones</b>	
3.1 Planteamiento de Soluciones	14
3.2 Codecs, protocolos y estándares de comunicación por defecto	16
3.3 Protocolo de calidad de servicio	16
3.4 Protocolo de telecomunicaciones	17
3.5 Diagrama, solución de proyecto, arquitectura distribuida CNEL	18
3.6 Cotización de proyecto	19
<b>CONCLUSIONES</b>	20
<b>RECOMENDACIONES</b>	21
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	22



## ABREVIATURAS

CPU	Unidad Central de Procesamiento
IP	Protocolo de Internet
PBX	Sucursal Privada de Intercambio
PC	Computadora personal
PSTN	Red telefónica pública conmutada
QoS	Calidad de Servicio
RTCP	Protocolo de Control de Tiempo Real
RTP	Protocolo de Transporte de Tiempo Real
SIP	Protocolo de Inicio de Sesión
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
VLAN	Red de Área Local Virtual
VoIP	Voz Sobre IP
WAN	Red de Área Extensa

# ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Cotización del Proyecto	19



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

# ÍNDICE DE GRAFICOS

		Pág.
Gráfico 1	Oficina administración del sistema Duran	7
Gráfico 2	Oficina de recaudación del sistema Duran	8
Gráfico 3	Oficina administrativa del sistema Daule	8
Gráfico 4	Oficina Subestación Daule	9
Gráfico 5	Agencia El Empalme	9
Gráfico 6	Oficina Administración Quevedo	10
Gráfico 7	Oficina Quevedo Sur	10
Gráfico 8	Situación actual CNEL	11
Gráfico 9	Solución del Proyecto	18

## INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales orientadas hacia el gobierno electrónico y el impulso que se está dando a la modernización del sector público, plantean la exigencia de CNEL, una de las más importantes instituciones del Ecuador, esté dentro de este proceso.

La visión de una institución moderna y ágil en la atención de sus usuarios, implica orientar su gestión hacia el mejoramiento continuo de procesos, eliminación de papeles, y controles más eficaces, entre otros temas.

Para lograr los objetivos de gestión electrónica que requiere nuestra sociedad actual, es necesario incurrir en inversiones en tecnología y procesos basados en ella, que sean asequibles por la mayor parte de los miembros de la institución.

Un aspecto crítico de toda organización, es el de la comunicación, ya que incide directamente en el servicio a sus usuarios así como en la eficiencia y retroalimentación de los procesos; razón por la cual, una decisión importante en toda organización es la adquisición de sus sistemas de comunicación telefónica.

Es importante resaltar la connotación del uso de la frase "sistemas de comunicación telefónica", en lugar de la tradicional "centrales telefónicas", debido a que la tendencia de las actuales soluciones de comunicación va mucho más allá de cumplir como simples conmutadores de líneas de voz. Actualmente se requiere de sistemas (hardware y software) que coexistan con las redes de datos institucionales y las aprovechen, explotando la convergencia de comunicaciones de voz sobre IP y telefonía TDM.

Por lo anteriormente expuesto, es indispensable que CNEL modernice en sus localidades los sistemas de comunicación telefónica, para lo cual debe incurrir en el respectivo proceso de implementación.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLOGICAS

## OBJETIVOS

- Fortalecer la imagen institucional de CNEL, incorporando al portafolio de servicios, nuevos servicios digitales, los cuales sean accedidos a través de un solo punto de contacto.
- Integrar la red de datos con la de voz, aprovechando las ventajas de la convergencia y la interacción con aplicaciones de datos.
- Mejorar el servicio al usuario externo logrando mayor eficiencia del personal interno.
- Lograr una administración de los sistemas de comunicación que sea flexible, intuitiva e integral.

## CAPÍTULO 1

### 1.1 SITUACIÓN ACTUAL

La Corporación Nacional de Electricidad Regional Guayas Los Ríos actualmente tienen un alto costo por consumo de llamadas telefónicas entre las oficinas de la corporación, por lo que las comunicaciones entre los diferentes oficinas de Quevedo, Duran, Guayaquil y Daule son nulas, teniendo que acudir a líneas externas causando un gasto mucho mayor.

Para el levantamiento de esta información se realizó una inspección en sitio de todas las localidades, el mismo que se detalla a continuación:

#### Oficinas Administrativas en Duran:

Poseen una central telefónica marca Panasonic modelo 824, que está fuera de servicio, se encuentra ubicada en la planta baja:

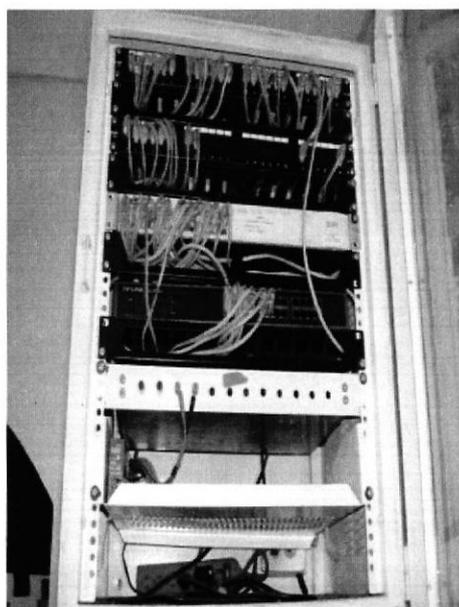


Gráfico 1. Oficinas administrativas del Sistema Duran



**Oficinas Recaudación en Duran:**

No poseen central telefónica, el rack de datos se encuentra ubicado en la planta alta:



**Gráfico 2. Oficinas de Recaudación del Sistema Duran**

**Oficinas Administrativas en Daule:**

Poseen una central telefónica marca Panasonic modelo 616, se encuentra ubicada en la planta baja:



**Gráfico 3. Oficinas Administrativas del Sistema Daule**

**Oficinas Subestación Daule:**

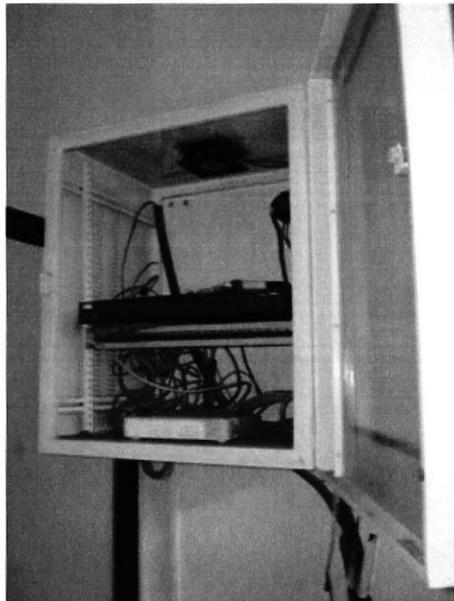
No tienen central telefónica, el rack de datos es el que se muestra a continuación:



**Gráfico 4. Oficinas Sub estación Daule**

**Agencia El Empalme:**

No tienen central telefónica, el rack de datos es el que se muestra a continuación:

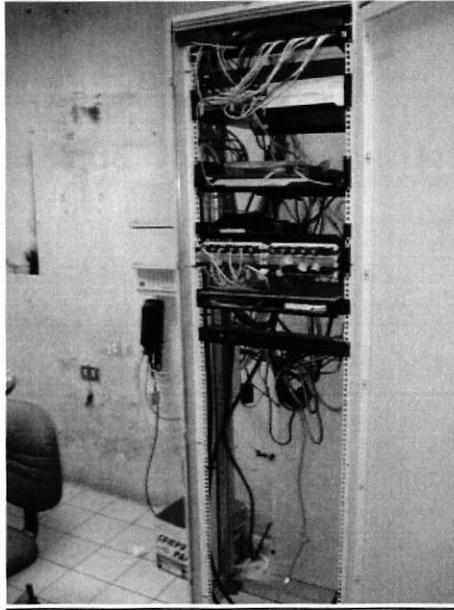


**Gráfico 5. Agencia El Empalme**



**Oficinas Administración de Quevedo:**

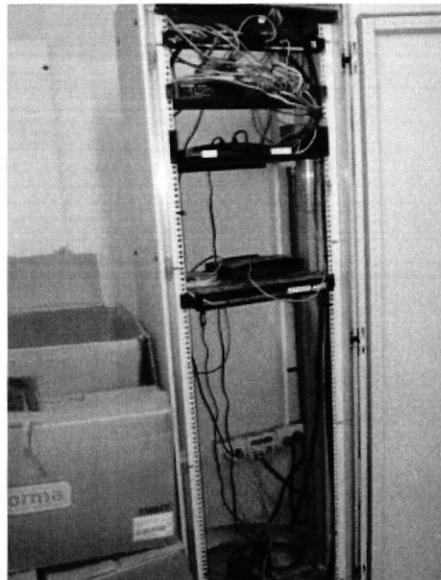
Poseen una central telefónica marca Panasonic modelo 308, que está fuera de servicio, se encuentra ubicada en la planta baja:



**Gráfico 6. Oficinas Administración de Quevedo**

**Oficinas Quevedo sur:**

No tienen central telefónica, el rack de datos es el que se muestra a continuación:



**Gráfico 7. Oficinas Quevedo sur**

### 1.2 GRÁFICO SITUACIÓN ACTUAL

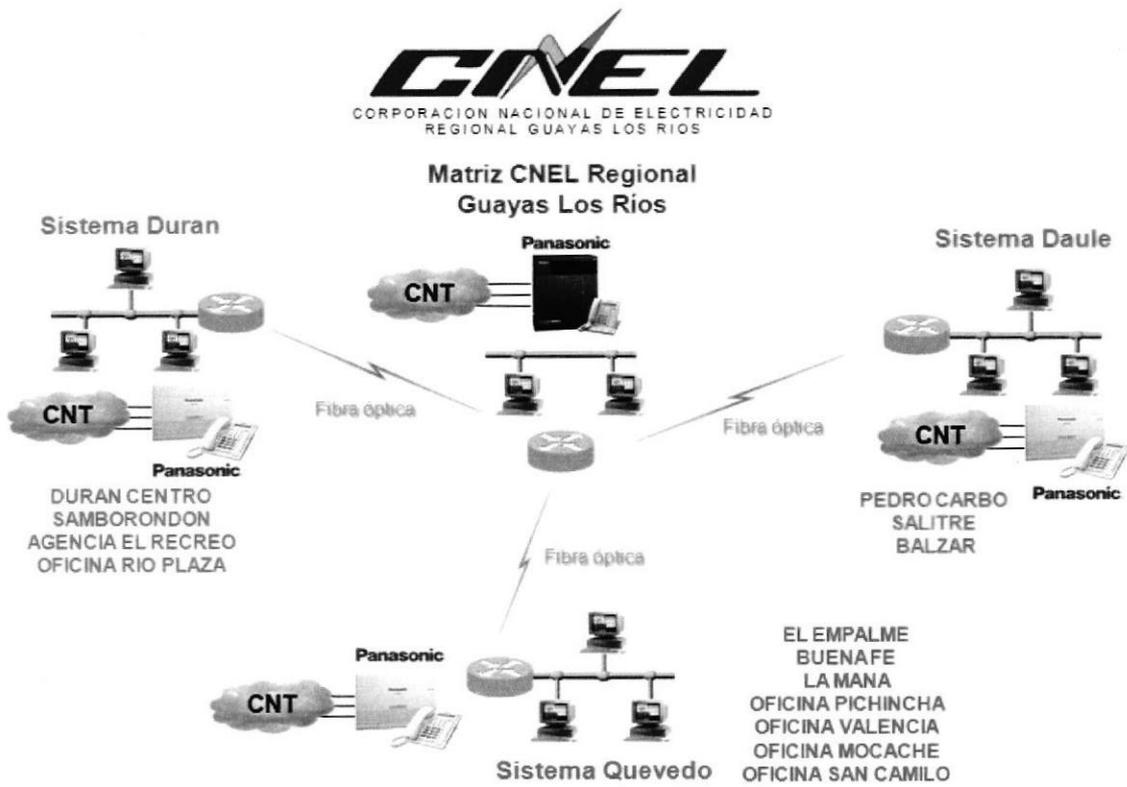


Gráfico 8. Situación actual CNEL



## **CAPÍTULO 2**

### **2.1 ANTECEDENTES**

La implementación de sistemas de comunicación telefónica es un factor de éxito y componente crítico del proceso de modernización de CNEL, debido a que es fundamental que la plataforma de comunicación se integre con la totalidad del parque tecnológico de la Institución. Para lograr esto, el Proyecto de Modernización de CNEL, se lo ha diseñado utilizando el modelo de integración de estos servicios, los que en corto plazo significarán un gran ahorro económico para la institución, al dejar de usar la red pública de comunicaciones, y usar su infraestructura propia.

Los requerimientos, especificaciones y condiciones que se incluyen en este documento, se orientan a la atención de las necesidades de comunicación y servicio de los usuarios internos y externos que debe cumplir una institución moderna, y se centra en la funcionalidad que debe tener un sistema de comunicación telefónica en su conjunto, aspecto que debe sobrepasar el simple cumplimiento de características y estándares técnicos.

En este proceso, se decidirá lo más conveniente para los intereses de CNEL, considerando los informes acerca del grado de cumplimiento de los requerimientos / condiciones / especificaciones en los aspectos legales, técnicos y económicos.

El diseño a proveer a CNEL es un sistema de telefonía IP con soporte TDM distribuido, que permite controlar a cada componente desde una sola plataforma de comunicaciones basada en la arquitectura "Next Generation Networks (NGN)".

El hardware y software de la solución propuesta es la más reciente tecnología disponible en el mercado.

El sistema cuenta con un punto de control, señalización y conmutación, que permite mantener una red compleja de comunicaciones con accesos distribuidos mediante dispositivos terminales inteligentes IP, SIP y dispositivos tradicionales TDM. Esta plataforma es de última generación, escalable, preparada para el crecimiento de CNEL, y que permite conectar equipos que soporten estándares abiertos.

Este sistema de telefonía IP está en capacidad de soportar aplicaciones de telefonía tales como mensajería unificada, discriminación y asignación de rutas por costo, Contact Center, música en espera, conferencias, terminales celulares privados Wi-Fi y DECT, todas basadas en IP. Además de permitir en un futuro contar con nodos remotos interconectados a través de redes WAN de tal forma que puedan reducirse los costos por concepto de comunicaciones.

Finalmente, en este diseño se ha incluido los sistemas de respaldo eléctrico para todos los equipos, el software de gestión y de control de llamadas, y el entrenamiento de personal con un plan de capacitación.

## CAPÍTULO 3

### 3.1 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

El objetivo de esta solución en cuanto a la arquitectura es unificar las infraestructuras de comunicaciones de voz y datos de todo CNEL, para crear una plataforma de comunicaciones basada en estándares que interconecte los diferentes elementos de un sistema distribuido. Elementos como: procesador, módulos remotos, teléfonos IP, SIP, H.323, teléfonos con aplicaciones IP y servidores que funcionen conjuntamente como un solo sistema sobre la misma infraestructura de transporte común. De esta forma CNEL podrá afrontar mejor y reaccionar ante los movimientos y cambios dinámicos actuales tanto geográficos, como organizativos.

Además, el sistema permitirá una evolución o migración gradual de su arquitectura desde un tipo PBX centralizado a una arquitectura completamente distribuida en IP, al mismo tiempo que aprovechará el cableado existente, los terminales, y todo ello sin interrumpir el servicio.

En una arquitectura IP distribuida, se configuraran "Servidores de Comunicación IP" con recursos adecuados (es decir, códecs VoIP) para admitir el tráfico esperado procedente de los puntos finales no IP del sistema, inclusive los de: terminales digitales, terminales analógicas, servicios inalámbricos, troncales de red pública analógica, trunking de red pública tipo E1, etc.

El sistema propuesto está basado en una arquitectura de software "abierta" y estandarizada que impulsa la integración funcional con los sistemas de información.

El control por software de las comunicaciones en tiempo real está basado en el sistema operativo LINUX. Este software de gestión de las comunicaciones se ajusta a la plataforma de "aplicación/servidor" estándar en una tarjeta de Procesamiento llamada CPU.

Nuestra solución cuenta, además de los dispositivos de almacenamiento de la información (disco duro), también esté duplicado (redundante) el software de conmutación en tiempo real. La arquitectura basada en redes inteligentes permite la reubicación geográfica de los servidores de comunicación a través de una red IP estándar.



El sistema ofrece la máxima disponibilidad; el cambio de una CPU a otra, en caso de que surja algún problema, ajusta al modelo utilizado para sistemas informáticos: la duplicación completa de la información, como datos fijos o variables.

Además de los datos de configuración y los datos dinámicos (estado de llamada, registro de detalles de llamada, recogida de tráfico, etc.) el conjunto completo de programas y módulos de software se duplica en tiempo real. En caso de haber algún problema con el sistema principal (hardware o software), el sistema de reserva (duplicado de emergencia) asume el control de las comunicaciones instantáneamente.

El sistema también estará equipado con un dispositivo que permite la copia de seguridad automática (programable) de los datos y los programas que deben estar en buen estado de funcionamiento en un tercer sistema, y éstos se almacenarán automáticamente en el sistema de reserva informático de CNEL.

Las áreas técnicas especializadas están bloqueadas, ya que controlan el acceso al sistema y a los armarios del sistema de cableado. El sistema ofrece protección estándar para funciones de control de contraseñas, así como acceso al sistema mediante contraseña / archivo de contraseñas ocultas / contraseñas obsoletas. Además de esta norma básica, el sistema incorpora estos otros aspectos avanzados de seguridad.

Una de las consideraciones de seguridad más importantes es proteger el acceso a la gestión del sistema. El sistema controla la identidad de los terminales administrativos y de los usuarios que acceden a dichos terminales. Durante una conexión (local o remota), el sistema comprueba la coherencia entre el nombre de la plataforma de gestión, la contraseña de la plataforma de gestión y el nombre de usuario antes de autorizar la conexión.

El sistema ofrece diversos accesos seguros de gestión y mantenimiento a través de la central de conmutación pública.

El acceso remoto propuesto, proporciona un nivel de seguridad alto para los terminales remotos de gestión / mantenimiento en una ubicación predeterminada, así como el nombre de usuario y el control de contraseña habituales.

Para el acceso remoto a través de Internet o Intranet, existe un firewall que es el único mecanismo que puede proteger adecuadamente los recursos informáticos y de comunicación mediante un acceso a través de Internet o Intranet. Pero para proteger y controlar el acceso remoto a través de redes IP, el sistema propuesto admite un motor de filtrado que controla los dispositivos IP y los servicios que tienen acceso al sistema, un mecanismo de protección incrustado ligero y económico, como un host de confianza.

### 3.2 CODECS, PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN POR DEFECTO

CODECS: Este diseño soportará al 100% los siguientes CODECS:

- G.711: conversaciones telefónicas sobre IP sin compresión de voz, a 64 kbps. Debe soportarse tanto G.711 a-law (estándar europeo), como G.711 μ-law (estándar norteamericano).
- G.729: compresión con factor de 8 kbps para ocupar menor ancho de banda pero con buena calidad de voz.
- G.723.1: compresión máxima para la conectividad de terminales VoIP pero afectando algo a la calidad de voz. Puede operar tanto a 5.3kbps como a 6.3kbps.
- T.38 para soporte de envío de fax en tiempo real sobre IP, usando los CODEC G.711 y G.729

Soportará el servicio de supresión de silencio, VAD (voice activation detection), en al menos uno de estos CODECS. VAD es una aplicación de software que permite detectar la ausencia de audio y conservar el ancho de banda mediante la no transmisión en la red IP de paquetes "silenciosos".

### 3.3 PROTOCOLOS DE CALIDAD DE SERVICIO:

Para garantizar la calidad del servicio telefónico, el sistema permitirá el etiquetado de los paquetes de voz con soporte a los siguientes estándares:

- IEEE 802.1p: se utiliza para asignación de prioridad de tráfico en el nivel 2 de Modelo de Referencia de OSI, proveyendo así de un mecanismo para implementar calidad de servicio (QoS).
- IEEE 802.1q: para nivel 2 del modelo OSI. Mecanismo que permite a múltiples redes, mediante la creación de bridges virtuales, compartir transparentemente el mismo medio físico sin problemas de interferencia.
- TOS/DSCP: para nivel 3 del modelo OSI, usado para clasificar los paquetes IP de tal forma que los ruteadores puedan tomar decisiones sobre la ruta a escoger para los paquetes, aumentando así la calidad de servicio (QoS).

Todos los equipos que se conecten a la red de datos, soportarán el estándar Ethernet 10/100Base-T y de ser posible 1000Base-T. También son compatibles con el conjunto de protocolos IPV4:

- TCP: Transport Control Protocol
- UDP: User Datagram Protocol
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol
- HTTPS: HyperText Transfer Protocol Secure
- SSH: Secure Shell
- TFTP: Trivial File Transfer Protocol
- SNMP: Simple Network Management Protocol
- RTP: Real-Time Transport Protocol
- SRTP: Secure Real-Time Transport Protocol
- SSL: Secure Socket Layer
- SFT: SSH File Transfer Protocol
- DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

La asignación de las direcciones IP, de los equipos que se conecten a la red, podrá ser manual o de forma automática a través del protocolo DHCP. Los equipos también deberán ser compatibles con el protocolo NTP para la sincronización del reloj del sistema con los demás componentes de la red de datos.

### **3.4 PROTOCOLOS DE TELECOMUNICACIONES**

El sistema admitirá las tecnologías H.323 y SIP y podrá permitir de manera general las siguientes funciones:

- Gestión de comunicaciones entre terminales H.323 y SIP.
- Interoperabilidad entre terminales H.323 o SIP y dispositivos de telefonía tradicionales.
- Soporte de teléfonos y dispositivos IP de terceros, que sean 100% compatibles con los estándares SIP y H.323.

El sistema propuesto permite la integración de terminales SIP con otros terminales y líneas externas privadas o públicas utilizadas por CNEL.

El software SIP se ajusta a la arquitectura normalizada y está integrado en la gestión de comunicaciones en tiempo real para beneficiarse de los servicios duplicados. Los módulos SIP son: SIP Proxy, SIP Registrar y SIP Gateway.

Para nuestro diseño se ha considerado instalar tanto en la gerencia de la matriz como en las gerencias de cada agencia un teléfono SIP para videoconferencia.

La voz de este videoteléfono podrá viajar a través de los servidores de comunicaciones y la parte del video viajará a través de la red de datos.

### 3.5 DIAGRAMA SOLUCIÓN PROYECTO ARQUITECTURA IP DISTRIBUIDA CNEL

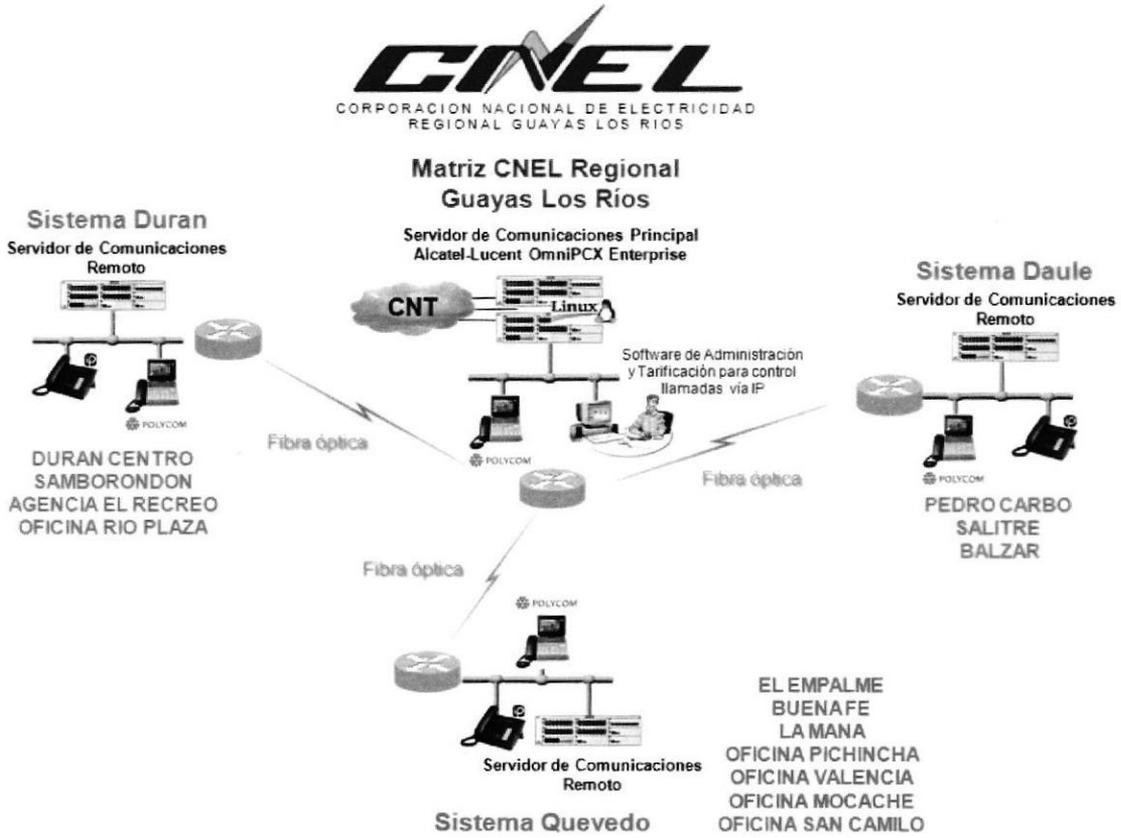


Gráfico 9. Solución del Proyecto

### 3.6 COTIZACIÓN DEL PROYECTO

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	VALORES
1	01	Servidor de Comunicaciones Principal Guayaquil DUPLICADO (REDUNDANTE)	\$ 9.500,00
2	03	Servidor de Comunicaciones remoto IP: Duran, Daule y Quevedo.	\$ 3.500,00
3	05	Teléfonos SIP Polycom para los gerentes: Matriz, Duran, Daule y Quevedo.	\$ 1.500,00
4	45	Teléfonos IP para las agencias	\$ 4.500,00
5	01	Plan de Capacitación	\$ 500,00
6	01	Mano de obra	\$ 1.500,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 21.000,00</b>

**Tabla 1 - Cotización del Proyecto IP**



LOJA, 10 de Agosto del 2014  
 E. ESCOBAR, T. 0043001400

## CONCLUSIONES

- El presente diseño se ajusta a la instalación existente como cualquier otra aplicación empresarial ya que permite reutilizar el mismo cableado y terminales telefónicos. Esto quiere decir que permite migrar gradualmente desde una centralita (PBX) tradicional, pasando por una fase híbrida IP/TDM intermedia, hasta una solución central IP total, sin riesgos e interactuando adecuadamente con los sistemas existentes.
- Con respecto al tráfico de voz sobre IP, en la actualidad es posible que las empresas combinen la voz y los datos en la misma red, lo que permite ahorrar las llamadas telefónicas entre distintos sitios. Esto se puede hacer enviando la voz sobre IP por la "red WAN gestionada de datos". Estas soluciones resultan especialmente interesantes en este caso para CNEL que realizan con frecuencia llamadas interprovinciales o internacionales.
- También se beneficiará de significativos ahorros en transporte. El acceso a los operadores públicos centralizado supone un ahorro en las numerosas mensualidades de consumo de las líneas telefónicas (para las sucursales).
- Y con enrutamiento inteligente de llamadas a través de la red convergente, podrá ahorrar en todos los costes de telefonía, incluyendo las llamadas internacionales y a móviles.
- El servidor de comunicaciones admitirá dispositivos de comunicaciones IP (terminales IP, Mobile IP, PC multimedia, teléfonos SIP o dispositivos de terminal H.323), dispositivos de comunicación TDM existentes, incorpora los sistemas de administración de redes locales o remotas y permite la conectividad con paquetes de aplicaciones Alcatel-Lucent o de otros fabricantes. Permitiendo introducir las comunicaciones multimedia emergentes basadas en Web cuando esté listo para ello.

## RECOMENDACIONES

- Se deben incluir un plan de capacitación de usuarios del CNEL a todos los niveles que considere indispensable para el correcto uso y mantenimiento del sistema a instalarse. En CNEL se desea alcanzar la mayor independencia posible en cuanto a tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. Para lograrlo, se aspira a tener personal capacitado al mayor nivel posible, y poder contar con un conjunto básico de repuestos.
- Al menos el plan incluye capacitación para: operadoras, personal técnico de soporte, ingenieros administradores del sistema. Además, la capacitación técnica y de administración es realizada mediante instructores o técnicos certificados por la fábrica de los equipos y software a instalarse en CNEL.
- Se entregará toda bibliografía considerada necesaria para utilizar los elementos – equipos y/o programas – propuestos. La bibliografía entregada es actualizada a la última versión. La documentación contiene al menos los manuales de instalación, operación, mantenimiento básico, licencias de software, usuario y operadora. Los manuales estarán escritos en idioma español y en formato impreso y en CD-ROM.

## BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.telefoniavozip.com/voip/ventajas-de-la-telefonía-ip.htm>  
14 de Enero del 2011
  - <http://www.telefoniavozip.com/voip/desventajas-de-la-telefonía-ip.htm>  
14 de Enero del 2011
- Monografías.com:  
<http://www.monografias.com/trabajos26/voz-sobre-ip/voz-sobre-ip.shtml>  
24 de enero de 2011
- Carballar José Antonio. VoIP. La telefonía de Internet, Paraninfo, Madrid-España, Octubre del 2007. Pág. 35-40.
  - Gomez López Julio. VoIP y Asterisk: Redescubriendo la telefonía, Rama, Málaga-España, Abril del 2009. Pág. 12-22
  - Huidobro Moya José. Tecnología VoIP y Telefonía IP, Alfa Omega. México D.F.-México, 2006.