

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Electrónica

Banco Crédito Agrícola de Cartago

BCAC

**Mejoramiento de la Red de Voz del
Banco Crédito Agrícola de Cartago**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el Grado de Bachiller en
Ingeniería en Electrónica**

Geovanni Monterrosa Flores

Cartago, Noviembre de 2002

Resumen

El proyecto de “Mejoramiento de la Red de Voz del Banco Crédito Agrícola de Cartago”, está dirigido a crear una red de voz interna que cumpla con aspectos como simplificación y consolidación.

Para alcanzar esto, se ha programado un esquema de varias etapas el cual pretende aprovechar la red de voz interna existente, que cubre las oficinas de Visa, San José, Cartago y Los Ángeles y utilizarla como base para extenderla inicialmente a las oficinas de Heredia, Alajuela y Tres Ríos, las cuales se instalarán con mayor capacidad de comunicación dentro de la red de voz respecto a las oficinas que se conectarán en este proyecto.

Debido a que las oficinas de Limón, San Carlos, Puntarenas, Turrialba, Pérez Zeledón y CATIE son de menor densidad de población se implementan como los puntos de menor capacidad dentro de la nueva red de voz.

Estos sitios se han unido a la red interna mediante el uso de los enlaces para datos existentes y considerados aptos para soportar el impacto adicional de enviar voz a través de estos, actualizando la red telefónica para incluir la transmisión de voz sobre una red de datos IP (VoIP).

Debido a que se aprovecharán los enlaces de datos existentes así como los equipos disponibles en cada oficina, se realiza un inventariado y análisis de estos, de forma que, se tenga la certeza que los puntos postulados cumplan con las especificaciones de calidad de servicio (QoS) requeridas para la utilización de voz sobre IP en la red de datos de la institución.

Palabras Clave: Red de voz interna; Simplificación; Consolidación; Densidad de Población; Enlaces de datos; Centrales Telefónicas; Voz sobre IP; Redes; Redes de computadores; Módulos de Voz; VoIP; LAN; WAN; PBX; VIC; WIC; VWIC; HDV; FXS.

Abstract

The “Banco Credito Agricola de Cartago's Voice Network Improvement” project is focused in create an internal voice network that fulfills aspects such as simplification and consolidation.

To achieve this, a several stages scheme has been developed in which the objective is to take advantage of the existing internal voice network, which covers the Visa, San Jose, Cartago and Los Angeles offices and to use it as a base to extend the network initially to the Heredia, Alajuela and Tres Ríos offices, which are going to be modified to manage the higher capacity of communication within the voice network in respect to the offices that will be connected to this project.

Due to the fact that the Limon, San Carlos, Puntarenas, Turrialba, Perez Zeledon and CATIE offices have fewer population density they will be implemented as the lower capacity points within the new voice network.

This sites have been connected to the internal network by the use of existing data links which are considered able to support the additional impact of sending voice through this links, improving the network by including the voice transmission using an IP data network (VoIP).

Due to the fact that the existing data links as well as every equipment of each office will be used, an inventory as well as an analysis of each of the items will be performed, so that there will be a certainly that the points postulated follow the service quality specifications required to use the voice over IP within the data network in this institution (QoS).

Key words: Internal voice network, simplification, consolidation, population density, data links, Communication System; Voice over IP; Network; Computer's Network; Voice Module; VoIP; LAN; WAN; PBX; VIC; WIC; VWIC; HDV; FXS.

Dedicatoria

Con agradecimiento a todos los que me rodean, con inmenso cariño a mis Hermanos y a mi Padre, pero con indescriptible gratitud y amor a mi Madre.

Agradecimiento

Al Banco Crédito Agrícola de Cartago que me aceptó como practicante y permitió el desarrollo del proyecto sin mayores obstáculos.

A todos los compañeros del departamento de Redes y Comunicaciones del BCAC que me permitieron compartir con ellos una experiencia laboral llena de amistad, lo mejor para ellos.

A la Ing. Nidia Ivankovich, que confió en mi persona para realizar este proyecto y apoyó las decisiones que se tomaron durante el desarrollo del mismo.

A los Ingenieros Oscar Molina y William Marín, que me guiaron y aconsejaron de forma efectiva para la culminación de este proyecto, mi eterna gratitud y amistad.

Finalmente, a todos mis amigos que siempre estuvieron en disposición de apoyarme en lo que pudieran y que me acompañaron en esta travesía personal que acaba con una etapa de mi vida tan importante.

INDICE GENERAL

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Descripción de la empresa	1
1.2 Definición del problema y su importancia	2
1.3 Objetivo General	4
1.4 Objetivos Específicos	5
Capítulo 2: Antecedentes	6
2.1 Estudio del problema a resolver	6
2.2 Requerimientos de la Institución	8
2.3 Solución Propuesta	9
Capítulo 3: Procedimiento Metodológico	11
3.1 Metodología	11
3.1.1 Estudio de los enlaces (Principal y de Respaldo)	11
3.1.2 Estudio del equipo de la WAN	12
3.1.3 Estudio de las Centrales Telefónicas	12
3.1.4 Estudio de los puntos de destino del enlace de voz	13
3.1.5 Implementación y programación de los equipos y enlaces	13
Capítulo 4: Descripción del Hardware Utilizado	15
4.1 Módulos de Voz	15
4.1.1 High Density Voice Network Modules (NM-HDV)	15
4.1.2 Foreign Exchange Station (FXS)	17
4.2 Enrutadores	18
4.2.1 Plataforma de acceso modular de la serie Cisco 2600	18
4.2.2 Plataforma de acceso modular de la serie Cisco 3600	19
4.3 Sistema de comunicaciones de voz	20
4.3.1 Nitsuko Alkatel	20
4.3.2 Merlin Legend	21

4.3.3	Lucent Definity	23
Capítulo 5: Descripción del Software del Sistema		25
5.1	VitalNet	25
5.2	Definity Site Administration	25
Capítulo 6: Análisis y Resultados		27
6.1	Explicación del diseño	27
6.1.1	Enlaces de la WAN	28
6.2	Alcances y limitaciones	48
Apéndices y Anexos		52
Apéndice A.1	Pruebas de Laboratorio Merlin – HDV	53
Apéndice A.2	Pruebas de Laboratorio Definity – HDV	62
Apéndice A.3	Enrutadores involucrados en el proyecto de Mejoramiento de la Red de Voz del BCAC	71
Apéndice A.4	Inventario del equipo de comunicación de voz del BCAC	75
Apéndice A.5	Glosario y abreviaturas	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1	Vista frontal del módulo NM-HDV	15
Figura 4.2	Vista superior del módulo NM-HDV	16
Figura 4.3	Vista frontal de la interfaz de voz FXS	17
Figura 4.4	Vista frontal de un módulo NM-2V	18
Figura 4.5	Panel de conexión de una plataforma de acceso modular de la serie Cisco 2600	19
Figura 4.6	Panel trasero de un enrutador Cisco modelo 3640	20
Figura 4.7	Central telefónica Merlin Legend	21
Figura 4.8	Teléfono digital MLX-20L utilizado como consola de programación	22
Figura 4.9	Central telefónica Lucent Definity	23
Figura 6.1	Conexión de la oficina de Heredia al C.N. de San José	30
Figura 6.2	Utilización del enlace que une el CN de Heredia con la oficina de San José	33
Figura 6.3	Conexión del Centro de Negocios de Alajuela a la oficina de San José	34
Figura 6.4	Conexión de la sede de Pérez Zeledón a la Oficina de Los Angeles	36
Figura 6.5	Utilización del enlace RDSI de la oficina de Pérez Zeledón	37
Figura 6.6	Diagrama de la conexión de la oficina de Turrialba	38
Figura 6.7	Gráfico de utilización del enlace de 2Mbps de la oficina de Turrialba	39

Figura 6.8	Diagrama de conexión de la oficina de San Carlos	40
Figura 6.9	Diagrama de conexión de la oficina de Puntarenas	41
Figura 6.10	Gráfico de porcentaje de utilización del enlace de 2Mbps de la oficina de Puntarenas	42
Figura 6.11	Diagrama de conexión de la oficina de Limón y de la oficina adscrita de la Aduana	43
Figura 6.12	Porcentaje de utilización del enlace principal de 2Mbps de la oficina de Limón	44
Figura 6.13	Diagrama de la conexión de la oficina de Tres Ríos a la oficina de San José	46
Figura 6.14	Gráfica de utilización del enlace de 2Mbps del centro de negocios de Tres Ríos	46
Figura A.2.1	Configuración utilizada en el laboratorio del módulo DS1 para conexión con DHV	63
Figura A.2.2	Configuración de la señalización en el módulo DS1 utilizada en el laboratorio	64
Figura A.2.3	Configuración del grupo de troncales, página 1, según pruebas de laboratorio	65
Figura A.2.4	Configuración del grupo de troncales, página 2, según pruebas de laboratorio	66
Figura A.2.5	Configuración del grupo de troncales, página 3, según pruebas de laboratorio	66

Figura A.2.6 Configuración del grupo de troncales, página 4,
según pruebas de laboratorio

67

INDICE DE TABLAS

Tabla 6.1	Tipos de enlaces de la WAN del BCAC, según diagrama de red de datos de las oficinas del BCAC al 30 de mayo de 2002	29
Tabla 6.2	Directorio telefónico de la oficina de Heredia	31
Tabla 6.3	Directorio telefónico de la oficina de Heredia (continuación)	32
Tabla 6.4	Plan de Numeración Nacional del Banco Crédito Agrícola de Cartago	50
Tabla A.1.1	Inventario de los enrutadores empleados para el laboratorio de HDV – Merlin	54
Tabla A.1.2	Inventario de los enrutadores empleados para el laboratorio de HDV – Merlin (continuación)	55
Tabla A.1.3	Módulos de la central telefónica Merlin Legend	56
Tabla A.2.1	Características principales del enrutador utilizado para el laboratorio y el enrutador de la oficina de Tres Ríos	68
Tabla A.2.2	Características principales del enrutador utilizado para el laboratorio y el enrutador de la oficina de Tres Ríos	69
Tabla A.3.1	Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto	71
Tabla A.3.4	Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto	74
Tabla A.4.1	Sistemas de comunicación en las diferentes oficinas del BCAC involucradas en este proyecto	75

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa

El Banco Crédito Agrícola Cartago es una institución que nació como una casa bancaria de carácter regional que fue fundada para promover el desarrollo de la provincia de Cartago mediante el impulso de la agricultura, que era la actividad económica del momento.

De esta manera, debido a sucesos de la época, y al apoyo de ciudadanos de la región decididos a mejorar la situación de la misma, nace el primero de junio de 1918 el Banco Crédito Agrícola de Cartago, el cual abre sus puertas el 16 de setiembre del mismo año.

En 1948, la Junta de Gobierno nacionalizó la Banca particular en Costa Rica. Esto significó para el Banco Crédito Agrícola de Cartago, el paso a una nueva época en el tanto su ámbito de acción dejó de ser la provincia de Cartago y abarca ahora el resto del país, con toda la gama de servicios de la banca moderna.

Hoy el Banco Crédito Agrícola de Cartago es una institución financiera en franco crecimiento, que cuenta con más de novecientos empleados y cuyo actual Gerente General, MAE. Max Alvarado Ramírez se esfuerza por mantener los niveles de eficiencia de la banca moderna y conservar, al mismo tiempo, el trato personal que sus clientes tanto han apreciado a lo largo de ochenta y cuatro años.

Parte de este esfuerzo está a cargo del departamento de Redes y Comunicaciones a cargo de la Ing. Nidia Ivankovich, el cual cuenta con un total de once empleados entre personal técnico y administrativo que realizan labores de instalación, mantenimiento, operación y administración correspondientes al área de comunicaciones.

1.2 Definición del problema y su importancia

El crecimiento que la institución ha experimentado es también de tipo geográfico, con esta expansión nacen nuevas necesidades en el BCAC, los cuales atacan la logística en su capacidad para compartir información y la comunicación entre las diferentes oficinas a lo largo de todo el país. La respuesta a esta situación ha sido la creación y fortalecimiento de una WAN que enlaza sus oficinas en todo el país y que se encuentra en constante evolución para cubrir los servicios que le corresponden de manera eficiente.

Por otra parte, cada oficina cuenta con centrales telefónicas que les permite contar con comunicación interna de forma local, y estar a disponible con los clientes que deseen o necesiten comunicarse a esta oficina en particular. Sin embargo, estas redes de voz se instalan de forma puntual lo que obliga a utilizar la red de telefonía nacional para completar la red de voz interna del BCAC y esto acarrea varios inconvenientes.

El primero de estos es el hecho de que la institución compita con el resto de los usuarios de la red pública telefónica, lo cual en condiciones de alto tráfico de llamadas causa atrasos que disminuyen la efectividad en el tiempo de respuesta dentro de la misma institución. Otra situación que surge, es el aumento en los costos debido a lo que debería catalogarse como “comunicaciones internas”. Por último, pero no menos importante, el crecimiento de la institución ha ido agotando los recursos con que la misma cuenta, de esta forma, se ha llevado a sus límites algunos de los equipos de comunicaciones (hablando propiamente de las centrales telefónicas), obligando al departamento de redes y comunicaciones a pensar en soluciones inmediatas y contundentes para darle pronta solución a este problema.

El BCAC, no cuenta actualmente con facilidades que permitan cumplir con objetivos como simplificación y consolidación del sistema de voz. La simplificación permitiría que el mejoramiento de los servicios y del sistema en general sea de manera

dinámica y transparente, mientras que la consolidación permite la eliminación de puntos de fallo de manera sencilla.

La necesidad de solucionar esta serie de situaciones se ve reflejado en el Plan Maestro de Modernización de la Institución, el cual plantea la actualización tecnológica de la misma para modernizar los servicios brindados por el banco y aumentar su eficiencia. Por esta razón el departamento de Redes y Comunicaciones del BCAC, ha proyectado un plan para solucionar en su primera etapa las necesidades actuales y futuras de la mayor concentración de la población del BCAC, la cual es responsable del mayor volumen de llamadas y en etapas posteriores integrar la solución a la totalidad.

Cabe aclarar que la población de la institución está compuesta por los empleados con que esta cuenta y que su cantidad se ve afectada directamente por la cantidad de clientes que debe atender normalmente. Cuando la cantidad de clientes aumenta, la carga en los servicios que brinda la institución aumenta. De esta forma, se explica el volumen en la comunicación en las oficinas principales y como estos son los puntos prioritarios en la solución del problema.

Finalmente, se requiere que la solución cumpla con las tendencias tecnológicas actuales, las cuales apuntan a la convergencia de voz y datos, lo que permite la utilización de los enlaces existentes. Esta solución además, debe incorporarse a la red de voz de manera natural, brindando al menos las mismas facilidades que se tienen con el sistema actual e incorporando los puntos que se encuentran fuera del área de cobertura de la red de voz interna (debido a su situación geográfica o de otras índoles) para aumentar la fluidez en las comunicaciones entre las oficinas de la institución con los nuevos puntos.

1.3 Objetivo General

Integrar a la red de voz los centros de negocio de Heredia, Alajuela, Tres Ríos, Limón, San Carlos, Puntarenas, Turrialba, Pérez Zeledón y CATIE mediante el empleo de módulos de voz que utilicen los enlaces de la red de datos ya existentes.

1.4 Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio sobre el tipo de enlaces (principal y de respaldo) empleados entre las oficinas de que se desean enlazar y las oficinas adscritas.
2. Realizar un estudio sobre la redundancia en los enlaces empleados entre las oficinas que se desean enlazar y las oficinas adscritas.
3. Realizar un inventariado del equipo de la WAN empleado para unir las oficinas que se desean enlazar.
4. Realizar un estudio sobre el equipo empleado para la integración de la red voz sobre la red de datos.
5. Realizar un estudio de las Centrales Telefónicas empleadas en las oficinas de Alajuela, Heredia y Tres Ríos.
6. Dimensionar los equipos utilizados para la transmisión de voz sobre la red de datos
7. Programar los módulos para la integración de la red de voz a la red de datos de las oficinas que se desean enlazar a las oficinas adscritas.
8. Enlazar las oficinas de Alajuela, Heredia y Tres Ríos a la red de voz interna del BCAC.
9. Enlazar las oficinas de Limón, San Carlos, Puntarenas, Turrialba, Pérez Zeledón y CATIE a la red de voz interna del BCAC.

CAPITULO 2: ANTECEDENTES

2.1 Estudio del problema a resolver

La base de la red de voz del Banco Crédito Agrícola de Cartago es una red de centrales telefónicas del tipo Lucent Definity, interconectadas de forma convencional, utilizando enlaces del tipo E1 y que permite a todos los puntos dentro de esta red comunicarse unos con otros de forma natural realizando marcado directo de las extensiones sin importar el punto en que se origine el marcado ni al punto al que se encuentre dirigido.

Adicionalmente, el BCAC cuenta con cierta variedad en su equipo de comunicación de voz, en la tabla A.4.1 se observan las diferentes oficinas de la institución y el equipo correspondiente. Las oficinas de Paraíso de Cartago y Pérez Zeledón cuentan con un equipo de comunicación básico (ver tabla A.4.1), el equipo empleado en estas oficinas es un Nitsuko, el cual es un “Key system”, un sistema que ofrece un servicio del tipo Loop-Start de forma analógica, basado en una conexión multilínea.

Este equipo en particular no tiene capacidad de manejo para enlaces del tipo E1. Las demás oficinas cuentan con equipo de comunicación capaz de manejar los enlaces E1, utilizados para unir la red de voz interna, sin embargo, la densidad de tránsito de llamadas de muchos de las oficinas no amerita el empleo de 30 canales o troncales para comunicarlas con la red interna.

El costo de alquiler de los enlaces necesarios para unir las diferentes oficinas de la institución a la red de voz interna es muy elevado, junto a esto, se enfrenta el hecho de emplear enlaces que sobrepasan por mucho las necesidades de algunas de las oficinas de la institución, adicionalmente, el aumento en el número de enlaces de la institución incrementa la complejidad de la estructura de comunicaciones, sin que signifique una mejora en la logística de la misma.

El aumento en la complejidad del sistema va en detrimento de la simplificación, necesaria para cumplir los objetivos de mejoramiento de los servicios de forma dinámica y transparente. Por otro lado, se impone mayor dificultad ante la consolidación del sistema pues se incrementa el número de posibles puntos de fallo dentro del mismo.

Se desea que la evolución que se experimente en la ampliación de la red interna de voz, cumpla con las corrientes tecnológicas actuales y se adapten a las tendencias futuras de la forma más transparente posible y con el menor impacto económico.

Se espera que como resultado, la institución experimente una mayor fluidez en la realización de funciones en general, garantizando una conexión directa entre todos los centros de soporte técnico y operativo. Como beneficio adicional, se espera que se experimente una reducción en los costos de las llamadas al disminuirse el empleo de la red de telefonía pública.

2.2 Requerimientos de la Institución

El Banco Crédito Agrícola de Cartago es una institución que se encuentra en pleno crecimiento y ajuste tecnológico, dentro de sus planes institucionales se encuentra el “Plan Maestro de Modernización”, que se ha gestado para garantizar la calidad de los servicios brindados por la institución de una forma más dinámica y aprovechando al máximo los recursos con que cuenta la institución.

La institución requiere de una solución que le permita introducir factores como consolidación y simplificación que son la base para el buen funcionamiento de su sistema de comunicación. Junto a estas expectativas se debe colocar el mejoramiento en la logística de comunicaciones internas que son la base de la fluidez en las labores institucionales.

La solución final debe cumplir con las tendencias tecnológicas actuales, las cuales apuntan a la convergencia de voz y datos a través de un mismo medio, esto permitirá reducir los costos de mantenimiento y administrativos generados por el pago de alquileres de nuevas líneas.

Finalmente, el departamento de Redes y Comunicaciones desea que toda la experiencia adquirida durante la planeación, experimentación e implementación del proyecto sea documentada para contar con referencias para el futuro desarrollo y su mantenimiento respectivo de la red de voz que se desea implementar.

2.3 Solución Propuesta

La integración del sistema de Voz sobre la red de datos, es una solución planteada por varias compañías en la actualidad. Sin embargo, la evaluación de las diferentes opciones favorece a la propuesta de CISCO Systems, debido a que este no limita a la institución al empleo de un sistema propietario en su totalidad, lo que podría reducir los costos de inversión en el equipo terminal.

Además, esta solución permite la utilización de una red de datos que puede ser del tipo Frame Relay, ATM ó IP, las cuales destacan por ser redes de alta velocidad capaces de soportar la carga adicional que representa el envío de paquetes de voz mediante la red de datos.

El departamento de Redes y Comunicaciones del BCAC plantea la utilización de la solución de Voz sobre IP (VoIP, por sus iniciales en inglés), para satisfacer las inquietudes de la problemática planteada en la sección anterior. La solución se ha pensado en varias etapas, en la primera, se pretende satisfacer las necesidades de los puntos de mayor densidad de población del banco. Las Principales oficinas (Cartago, Los Angeles y San José), son los puntos de mayor atención a los clientes y por lo tanto donde mayor personal se encuentra concentrado, la logística en cuanto las comunicaciones en estos puntos es de mayor densidad comparado con el resto de las oficinas de la institución, debido a que se ven afectadas tanto por las comunicaciones internas (coordinación entre departamentos, entre empleados y soporte técnico entre otros) como por la atención al cliente, así como por los servicios que brinda la institución.

La razón por la que se toma en cuenta estos puntos en la primera etapa es, aumentar la capacidad de comunicación en las zonas donde se genera un alto volumen de tráfico de voz y a la vez disminuir el impacto económico que esto significaría si se empleara un sistema público para cumplir este cometido.

El proyecto global incluye un plan de transferencia para el sistema de numeración telefónica que permitirá que la comunicación entre las diferentes oficinas se realice de una manera más natural (sin necesidad de utilizar el servicio público telefónico) y que se establezca un sistema de fácil localización de las fuentes y destinos de las llamadas.

El desarrollo de este proyecto implica un posible impacto sobre la calidad de servicio (QoS, por sus iniciales en inglés) de los enlaces actuales, por lo que estos deben cumplir con ciertos estándares que permitan garantizar el adecuado funcionamiento de todos los servicios de la red de datos y voz. CISCO Systems, en un documento titulado “Planning the IP Telephony Network” (Planeando la Red de Telefonía IP), plantea la necesidad de realizar estudios respecto a la redundancia y ancho de banda de los enlaces utilizados, así como de los promedios y picos máximos de utilización y disponibilidad de los mismos. Otros análisis propuestos en este documento son la elaboración de inventarios del equipo utilizado en la red de voz y datos, así como de los documentos técnicos de los mismos.

El sistema a implementar es capaz de utilizar los enlaces de datos existentes para el transporte de la carga adicional de voz, lo que permitiría la ampliación de la red de voz a la mayor parte de los puntos alejados y que cuentan con enlaces de datos de gran capacidad y mantener la compatibilidad con los servicios públicos tradicionales (PSTN), de manera que puede mantenerse un sistema mixto en donde cada parte pueda interactuar con el sistema coexistente.

CAPITULO 3: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

Para satisfacer las necesidades que se han detectado, cumpliendo con lo requerimientos que la institución ha planteado en este proyecto, es necesario invertir una parte del tiempo en el estudio de la topología de comunicación, tanto de la red de datos como de la red de voz. Este estudio incluye el análisis de los enlaces con que se cuenta, el equipo y los módulos utilizado en los mismos; anchos de banda de la WAN, redundancia en la utilización de la misma y un análisis de disponibilidad para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad de servicio exigidos para un funcionamiento normal, entre otros estudios necesarios antes de la implementación final. El detalle de la metodología a seguir se muestra a continuación.

3.1.1 Estudio de los enlaces (Principal y de Respaldo)

El estudio de los enlaces existentes permitirá conocer la ubicación de estos en la WAN. Un análisis más detallado revelará el porcentaje de utilización de estos enlaces y crear una estadística de utilización de la misma así como determinar los momentos en que se crean picos de utilización debido a actualizaciones de los sistemas del banco, se dedica atención también a los enlaces de respaldo debido a que estos determinan el índice de redundancia y la capacidad del sistema para funcionar en el supuesto de un daño en el enlace principal.

Es necesario realizar un análisis de la topología de la WAN, para esto se debe contar con los diagramas actualizados de esta, la ubicación de los servidores, tipos de enlaces utilizados y anchos de banda de los mismos, así como la variedad de enlaces utilizados para conectar cada oficina.

3.1.2 Estudio del equipo de la WAN

El estudio de los equipos empleados en la WAN está dirigido a identificar la variedad de enrutadores, sus modelos y sus capacidades. La capacidad de estos equipos determinará la necesidad de actualización que se requerirá, dependiendo de los requerimientos sobre equipo que especifique el fabricante de los módulos de voz. Para contar con toda la información necesaria se debe inventariar todos los enrutadores en la WAN, junto con información sobre sus principales características y los módulos que utilizan. Otros aspectos de gran importancia son la versión de los Sistemas Operativos de Internetworking (IOS) que utilizan, la descripción técnica de su capacidad de conexión a centrales telefónicas y configuración para su utilización con módulos de voz.

3.1.3 Estudio de las Centrales Telefónicas

Con el estudio de las centrales se pretende obtener las capacidades y alcances del sistema de voz actual, debido a que se debe utilizar parte de la infraestructura para la implementación del nuevo sistema y no es parte del proyecto desechar el sistema existente.

La maximización del alcance de la red de voz actual permitirá la coexistencia de este con el que se está proyectando incorporar tratando de proveer los mismos servicios en ambos sistemas.

El estudio detallado de este equipo incluye:

- a.** Modelo
- b.** Tipos de tarjetas
- c.** Configuración de enlaces tipo PRI y E1
- d.** Conexiones externas

Junto con este análisis del equipo es necesario tomar en cuenta algunos factores como el plan de transferencia del sistema numérico, el cual permitirá mayor naturalidad, fluidez y claridad en las llamadas internas a cualquier oficina en el país.

El análisis del equipo de la red actual de voz permitirá aprender los pasos de programación necesarios para cumplir con los requerimientos de integración del nuevo sistema.

3.1.4 Estudio de los puntos de destino del enlace de voz

Estos puntos representan aquellos que se incorporarán a la red de voz de la institución mediante el servicio de Voz sobre IP, y abarca las trayectorias sobre la red de datos que deberá seguirse para cada conexión. Este será un análisis dirigido a las oficinas involucradas, se examinan la capacidad, utilización y disponibilidad de estos enlaces. De esta manera se determinará qué equipo deberá ser actualizado para ajustarse a los requerimientos.

3.1.5 Implementación y programación de los equipos y enlaces

Esta es la meta final del proyecto. La realización de este punto depende de que todos los anteriores sean cumplidos en su totalidad y requieren del conocimiento adecuado sobre el funcionamiento y programación de los módulos de voz y de las centrales telefónicas envueltas en esta labor. Existen tres pasos destinados a la ejecución de la implementación del proyecto propuesto y un paso final destinado a la evaluación del mismo.

La implementación y programación cuenta con una fase de prueba, posteriormente, se plantea un paso en donde se enlacen las oficinas de Alajuela, Heredia y Tres Ríos como modelo de prueba a nivel funcional. Por último, se enlazarán las demás oficinas para extender la operación a los demás centros de negocio propuestos para esta etapa.

En la fase de prueba se cuenta con la posibilidad de montar un laboratorio donde se programen los módulos y se pruebe su funcionamiento sin necesidad de interrumpir las comunicaciones en la red de la institución y de llevarlo a la práctica con el mínimo de impacto posible.

La implementación de un modelo funcional, permitirá evaluar el impacto de la integración de la red de voz a la red de datos, bajo carga normal de trabajo. Con la finalización de esta etapa será posible utilizar este modelo en la ampliación de la implementación de las demás oficinas.

La fase de evaluación es la etapa que juzgará el impacto que la implementación del proyecto ha causado y si se ha cumplido con las expectativas planteadas inicialmente. Esta fase estará expuesta a la necesidad de cambios en el sistema para obtener el funcionamiento deseado en cuanto a las facilidades y a la calidad de servicio.

CAPITULO 4: DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO

4.1 Módulos de Voz

Para implementar la solución de voz sobre IP es necesario utilizar dispositivos que funcionen como interfaz entre los equipos convencionales de telefonía y los equipos utilizados en la red de datos.

4.1.1 High Density Voice Network Modules (NM-HDV)

El módulo de alta densidad de voz y para red es capaz de alojar una interfaz VWIC (Voice-WAN Interface Card, por sus iniciales en inglés). El NM-HDV puede manejar hasta 60 algoritmos de voz comprimida de mediana complejidad de forma simultánea, y provee una interfaz física que permite enlazar el módulo de voz con un sistema de comunicación (tal como una central telefónica) por medio de uno o dos puertos troncales Multi-Flex del tipo T1 ó E1. Es posible ver el detalle del módulo NM-HDV en las figuras 4.1 y 4.2. En la vista frontal (figura 4.1), se observan las luces de estado del módulo (BANK 4, BANK 3, BANK 2, BANK 1, BANK 0 y EN a la extrema derecha), además se puede apreciar el puerto para la interfaz VWIC etiquetado como V0.

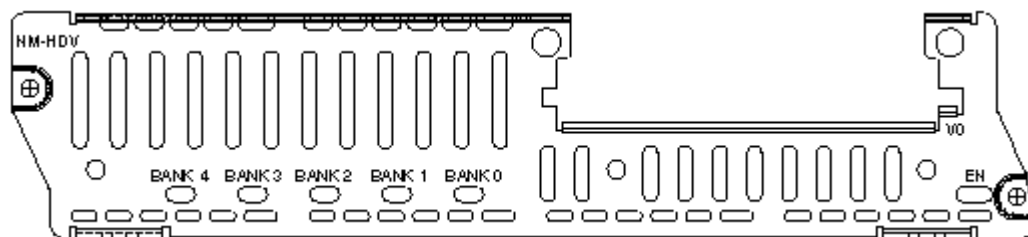


Figura 4.1 Vista frontal del módulo NM-HDV.

El manejo de las señales de voz se realiza por medio de Procesadores de Señales Digitales (DSP, por sus iniciales en inglés), estos módulos, utilizados para el procesamiento de las señales de voz que serán transmitidas por la red de datos,

se encuentran empacados en un SIMM (el Módulo DSP para Paquete de Voz, o PVDM por sus siglas en inglés), conteniendo tres DSP TI 549 con capacidad de manejar hasta doce llamadas de voz utilizando codificación de baja complejidad (G.711, G.729a/b, G.726, fax) ó hasta seis llamadas de voz si se utiliza codificación de alta complejidad (G.729, G.728, G.723.1). Un módulo NM-HDV tiene cinco ranuras PVDM que permiten manejar un máximo de 60 llamadas de voz simultáneamente utilizando codificación a baja complejidad. En la figura 4.2 se indica la posición de la ranura para la interfaz VWIC y el orden de los bancos en las ranuras para los SIMM PVDM.

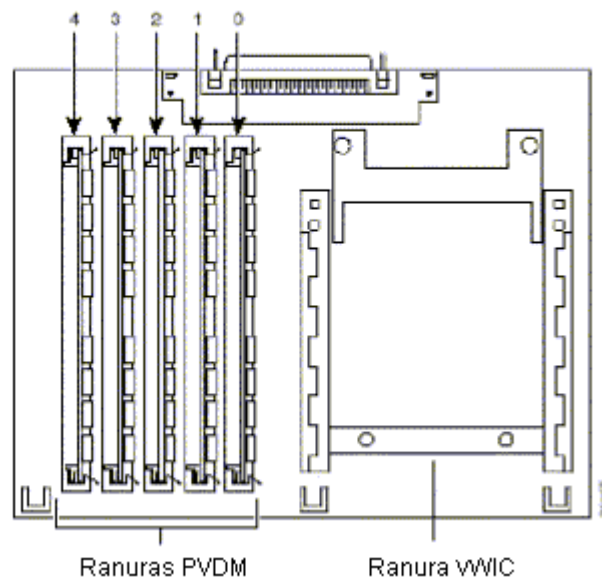


Figura 4.2 Vista superior del módulo NM-HDV

Para efectos del proyecto de “Mejoramiento de la Red de Voz del Banco Crédito Agrícola de Cartago”, el NM-HDV se utilizó para proveer conexión a la red interna a las Centrales telefónicas de las oficinas de Heredia, Alajuela y Tres Ríos. En todos los casos, la interfaz empleada provee de un enlace troncal Multi-Flex E1, empleando un solo módulo PVDM configurado a baja complejidad, lo que permite que cada una de las oficinas cuente con doce troncales tipo “TIE Lines” para unir las a la red de voz interna del BCAC.

4.1.2 Foreign Exchange Station (FXS)

Una interfaz FXS permite la conexión directa a sistemas terminales de telefonía básica. Provee de timbrado (ring), voltaje y tono de marcado a los equipos terminales que se conecten a sus puertos RJ-11 (Equipo de telefonía básica y Centrales Telefónicas principalmente). En la figura 4.3 se muestra la vista frontal del módulo FXS, este cuenta con dos conectores RJ-11, con sus respectivas luces indicadoras que permite conocer cuando alguno de los puertos está siendo utilizado.

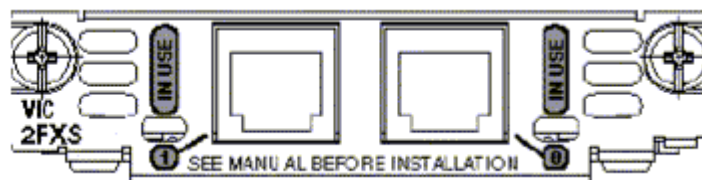


Figura 4.3 Vista frontal de la interfaz de voz FXS

En algunas oficinas de la institución la interfaz FXS se utilizó de forma experimental, conectando equipo telefónico a sus puertos, sin embargo, el uso dado en este proyecto es de extender el alcance de las centrales telefónicas a la red interna de la institución, utilizando esta interfaz es posible conectar dos troncales a una red IP y mantener las características y servicios de la PBX. Esta interfaz de voz debe ser conectada a un módulo NM-1V/2V, el cual es un módulo con capacidad para una ó dos interfaces de voz respectivamente, lo que capacita a su plataforma con cuatro canales para llamadas de voz utilizando los conectores RJ-11 de la interfaz VIC-FXS. En la figura 4.4 se observa la vista frontal de un módulo de red NM-2V, estos módulos de red están capacitados para funcionar bajo ciertas plataformas de acceso modular y con especificaciones en cuanto a la versión del sistema operativo con que debe contar dependiendo del modelo de la plataforma.

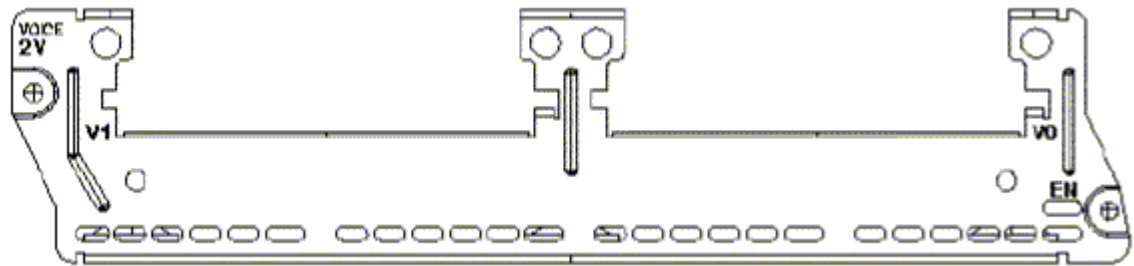


Figura 4.4 Vista frontal de un módulo NM-2V

4.2 Enrutadores

Los módulos descritos anteriormente requieren de una plataforma de servicio que les sirva como anfitrión, estas plataformas de servicio son conocidas comúnmente como enrutadores. Un enrutador es un computador de propósito especial, cuyo propósito principal es enrutar comunicaciones a través de una red WAN, adicionalmente se emplea para segmentar redes locales (LAN) y al igual que un computador necesita de sistema operativo para poder ejecutar programas de aplicación. En resumen, un enrutador es un computador que selecciona la mejor ruta y administra la conmutación de paquetes entre dos redes distintas.

Para el desarrollo de este proyecto se han utilizado distintas plataformas para la instalación de las interfaces de voz, en esta variedad se encuentran principalmente las plataformas de acceso modular de la serie Cisco 2600 y 3600. Se utilizan estas plataformas debido a que son las más ampliamente utilizadas en la red WAN de la institución, específicamente los modelos 2620 y 3640

4.2.1 Plataforma de acceso modular de la serie Cisco 2600

La familia 2600 de Cisco es una plataforma multiservicio que cuenta con un puerto Fast Ethernet integrados, además del puerto para la consola cuenta con un puerto auxiliar que le permite otro medio de acceso para monitoreo remoto. Adicionalmente cuenta con facilidades de expansión que le permiten acondicionarlo al crecimiento que pueda sufrir una red, ó a los cambios

tecnológicos que suceden al introducir nuevos servicios y aplicaciones. En la figura 4.5 se observa el panel de conexión de esta plataforma, en la que se puede observar la ranura para interfaz WIC y otra ranura de expansión para módulos de red.

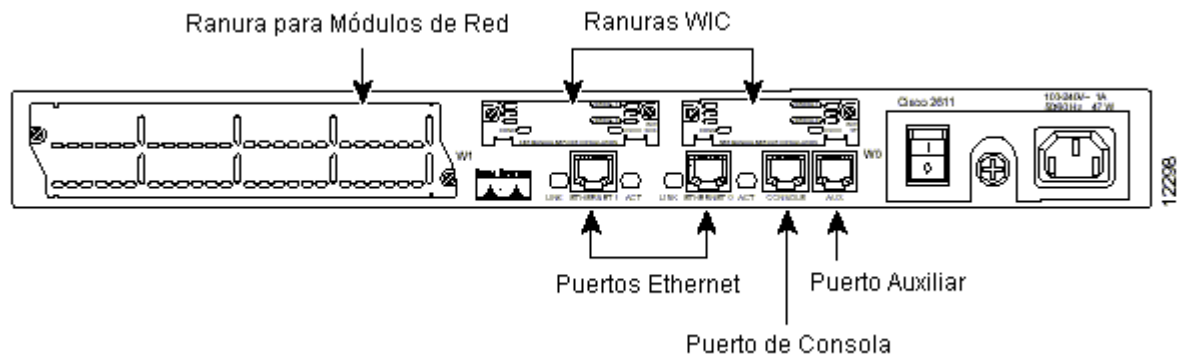


Figura 4.5 Panel de conexión de una plataforma de acceso modular de la serie Cisco 2600

La ranura de expansión para módulos de red de esta plataforma es capaz de soportar entre otros módulos, los de voz, utilizados en este proyecto.

- NM-2V: Módulo de red de voz/fax de dos ranuras (hasta 4 canales de voz)¹
- NM-HDV: Módulo de alta densidad de voz (sin la interfaz T1 ó E1)¹

4.2.2 Plataforma de acceso modular de la serie Cisco 3600²

El modelo 3640 de Cisco, es el primer enrutador de la industria catalogado como una verdadera plataforma multifuncional, este enrutador está equipado con cuatro ranuras para módulos de red, los cuales soportan una gran variedad de interfaces,

¹ La lista de los módulos de red soportados por la serie 2600 se puede consultar en las hojas de datos tituladas "Plataforma de acceso modular de la serie Cisco 2600-DC", el cual se encuentra disponible en . <http://www.cisco.com>

² Para mayor detalle es posible consultar las hojas de datos de esta plataforma llamada "Cisco 3640-DC Multiservice Access Platform for Service Provider" el cual se encuentra disponible en <http://www.cisco.com>

entre estas, las interfaces para voz y WAN (VIC y VWIC). En la figura 4.6 se presenta el panel trasero del 3640 donde se pueden observar las interfaces físicas del mismo, así como las ranuras para los módulos de red.

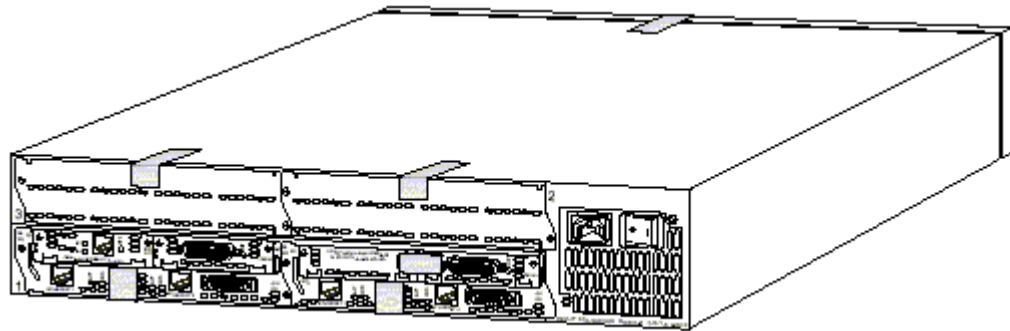


Figura 4.6 Panel trasero de un enrutador Cisco modelo 3640

Debido al rendimiento de este modelo se tomó la decisión de colocar los módulos NM-HDV en puntos de la red de la institución que contara con este tipo de plataformas y que ameriten la utilización debido a las necesidades que presente la oficina.

4.3 Sistema de comunicaciones de voz

Los equipos para comunicación de voz están limitados a tres diferentes sistemas, dos de estos son Centrales telefónicas con diferencias claras en sus capacidades particulares, el tercer sistema se trata de un “Key-System”. La discusión sobre estos sistemas de comunicación comenzará con el sistema de menor capacidad y terminará en el de mayor, de esta forma se podrá observar la diferencia en cuanto a versatilidad que cada uno de estos muestra.

4.3.1 Nitsuko Alkatel

Se trata de un Key-System, un sistema muy básico de comunicación con capacidad muy reducida, se trata de un sistema propietario, el cual permite únicamente el empleo de los teléfonos propios del sistema. Adicionalmente, por su

simpleza, este sistema no permite la utilización de enlaces del tipo **T1** ó **E1**, empleados normalmente para enlazar centrales y crear redes de comunicación de voz. Para lograr este propósito es necesario utilizar un grupo reducido de troncales de este sistema, limitando las conexiones al red pública para capacitar la conexión a una red interna. Por su naturaleza, este sistema es idóneo para oficinas pequeñas cuya población no amerite un sistema de comunicación más complejo.

4.3.2 Merlin Legend

La central telefónica “Merlin Legend” es un sistema de comunicación diseñado para pequeñas a medianas empresas, este sistema muestra una capacidad moderada en cuanto a crecimiento y brinda una gama de facilidades que se ajustan a las necesidades de la institución, en la figura 4.7 se puede observar a la central telefónica Merlin Legend, este es un sistema modular el cual puede crecer en forma dinámica colocando módulos o tarjetas en sus ranuras de expansión para satisfacer alguna necesidad que nazcan a través del tiempo.

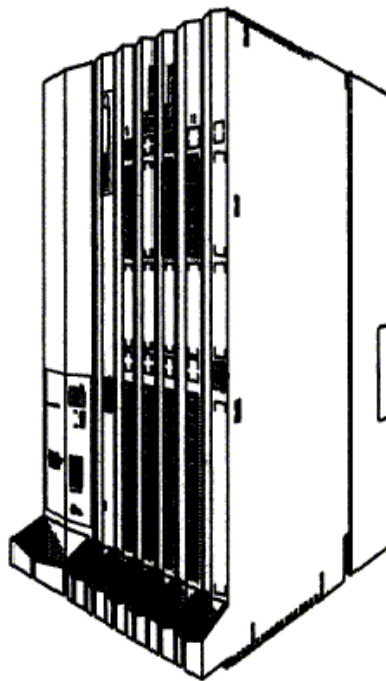


Figura 4.7 Central telefónica Merlin Legend

La versatilidad de esta central telefónica es notable para un sistema de estas dimensiones al momento de su salida al mercado, sin embargo, se trata de un sistema que se ha dado por obsoleto ya que existe en el mercado modelos más recientes y versátiles de este sistema (la central telefónica Merlin Magix por ejemplo).

Esta central telefónica está capacitada para manejar hasta 80 troncales y 200 extensiones a su capacidad máxima, además puede manejar enlaces digitales T1 o E1 si se le capacita con módulos adecuados para esta labor (módulo 100D para el manejo de enlaces T1 ó módulos 100E para el manejo de enlaces E1).

Con respecto a la programación del equipo, existe una dificultad y es debido a que no se cuenta con el software de administración necesario para lograrlo, por lo que es necesario utilizar la consola de programación. En la figura 4.8 se observa la consola de programación, se trata de un teléfono digital MLX-20L que permite la programación de la central telefónica Merlin Legend utilizando una serie de menús que se despliegan en su pantalla y en donde se puede elegir las opciones utilizando una serie de botones alineados junto a la misma pantalla.

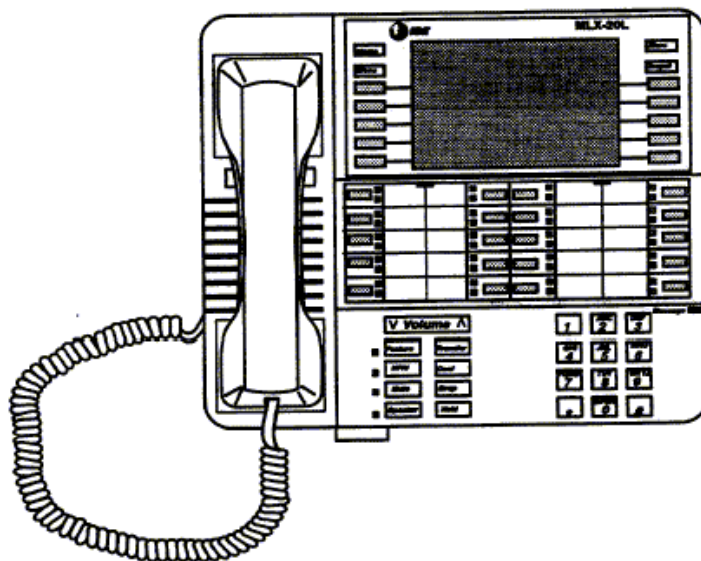


Figura 4.8 Teléfono digital MLX-20L utilizado como consola de programación

Finalmente, la principal dificultad que se enfrenta con esta central telefónica es la poca información con que se cuenta de ella y que limita su aprovechamiento.

4.3.3 Lucent Definity

La central telefónica “Lucent Definity” es un sistema más versatilidad que los sistemas de comunicación descritos anteriormente, esta central telefónica puede manejar hasta 4000 troncales y 25000 extensiones en su máxima capacidad. Sin embargo, el sistema básico es mucho menor pues se cuenta solamente con 10 ranuras de expansión para los módulos. En la figura 4.9 se muestra la central telefónica de la oficina de Los Angeles, se muestra con el panel delantero y trasero abierto para mostrar tanto los módulos o tarjetas como los puertos de entrada/salida de la central.



Figura 4.9 Central telefónica Lucent Definity

Los puertos de la central telefónica son transportados por medio de conectores tipo *anphenol*, esto facilita el transporte de mayor cantidad de puertos empleando líneas de 25 pares por cada *anphenol*. Este tipo de centrales en el utilizado en las oficinas del banco con mayor densidad de población debido su capacidad, facilidad

de manejo y versatilidad; este es el único sistema de comunicación que se administra de forma remota en el BCAC y la institución cuenta con dos programas para este propósito: Terranova y Definity Site Administration.

CAPITULO 5: DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

5.1 VitalNet

VitalNet es un software de administración de rendimiento para redes, es una herramienta completamente automatizada utilizada para la optimización de las operaciones de red por medio de monitoreo, análisis, administración y prediciendo el rendimiento de toda la red de forma centralizada. Este software utiliza los elementos de la red, tal como los enrutadores, para tomar los datos de utilización y disponibilidad de los enlaces y devuelve gráficos que permiten evaluar el rendimiento de la red de un vistazo.

Este software fue empleado en primer lugar para medir parámetros como utilización y disponibilidad de los enlaces de las oficinas donde se requería la implementación del sistema de voz sobre IP para verificar si los puntos escogidos cumplirán con los parámetros deseados de un 5% de utilización promedio con picos máximos del 30%. Sin embargo, un uso más revelador es el análisis de estos mismos puntos luego de su puesta en marcha para evaluar el impacto que este servicio tiene en la red de datos.

5.2 Definity Site Administration

Es el software de administración utilizado con las centrales telefónicas Lucent Definity, este programa combina las facilidades que brinda las utilidades basadas en interfaces gráficas con la efectividad de los emuladores de terminales tales como el telnet. De esta forma es posible interactuar con una central telefónica de forma local, utilizando un cable serial ó de forma remota, mediante un módem ó por una conexión de red.

El departamento de Redes y comunicaciones utiliza este último medio para realizar monitoreo, mantenimientos ó cambios que sean necesarios en las oficinas que

cuentan con centrales telefónicas Lucent Definity, sin embargo la calidad de la conexión es muy baja, lo que provoca la introducción de ruido y por consiguiente el aumento en la dificultad de la operación por este medio. Una alternativa a este problema es utilizar una línea externa dedicada para la administración de las centrales telefónicas, lo cual introduciría un pequeño costo por alquiler de la línea y el que se desprende por su utilización. Otra alternativa es realizar una conexión a las centrales por medio de la red aprovechando el puerto auxiliar de los enrutadores que se encuentran en las oficinas, esta conexión fue probada con éxito, sin embargo, el factor de seguridad ha provocado que se posponga su utilización mientras se evalúa la posibilidad de su utilización.

CAPITULO 6: ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 Explicación del diseño

El concepto de utilizar la solución de voz sobre IP es aprovechar los enlaces existentes en la institución y su disponibilidad, la cual es considerable en la WAN del BCAC. Considerando además, el hecho de que las oficinas del BCAC cuentan con diferencias en cuanto a densidad de población, se cuenta con una variedad de módulos que pueden adecuarse a las necesidades de cada sitio.

En primer lugar, se utilizarán los módulos NM-HDV-1E1-12 para las oficinas de Heredia, Alajuela y Tres Ríos, los 12 canales para telefonía que incluye este módulo bajo esta configuración son adecuados para oficinas con este nivel de población. La capacidad de crecimiento de este módulo puede aumentar hasta contar con treinta canales para la transmisión de voz y puede ajustarse según aumenten las necesidades de estos centros de negocio agregando SIMMs PVDM-12 que manejan hasta 12 canales de voz. Este nivel de carga en las oficinas mencionadas es manejable debido a los enlaces E1 y a su baja tasa de utilización con que cuentan estos centros de negocio.

Existen múltiples factores que obligan a reducir la cantidad de canales de voz que se utilizarán en determinados sitios, como son: la capacidad de los enlaces de la oficina, la densidad de población de la misma ó la capacidad del equipo de comunicación de voz con que se cuente en ese determinado punto. La decisión de emplear la interfaz VIC-FXS en estos puntos se debe a una combinación de aspectos, tal como es el acondicionamiento de las necesidades reales de la oficina, cuanta carga adicional es capaz de manejar el enlace y el aspecto económico.

En el caso concreto de las oficinas de Liberia y Puntarenas se decidió utilizar este tipo de interfaz debido a que se cuenta con enlaces de poca capacidad. Las oficinas de CATIE, San Carlos y Guápiles se une el hecho de ser oficinas con poco personal;

para el caso especial de las oficinas de Paraíso y Pérez Zeledón se tiene el inconveniente de la poca versatilidad del equipo de comunicación de voz ya que estas cuentan con Nitsuko (vea la tabla A.4.1 en el apéndice A.4) y este equipo no tiene capacidad de manejo de enlaces T1 ó E1.

A pesar de que las oficinas de Turrialba y Limón cuentan con enlaces de 2Mbps, se tomó la decisión de que estas utilizaran VIC-FXS en lugar de los NM-HDV-1E1-12 debido a que los módulos existentes se emplearon en oficinas con una mayor densidad de población como lo son los centros de negocio de Heredia, Alajuela y Tres Ríos.

En etapas de prueba previas al proyecto se conectó un FSIP E1-G.703/G.704 Port Adapter, un adaptador “Fast Serial Interface Processor” que utiliza una interfaz E1 de 2Mbps utilizando estándar G.703 ó G.704 en su modo de operación. Esta interfaz se conectó a la central telefónica de la oficina de Los Angeles brindando un punto de unión entre la red de PBX, base de la red de telefonía de la institución y la red de voz sobre IP que se implementará en este proyecto. La institución cuenta con otro adaptador de estos, el cual será colocado en la oficina de San José, esto agilizará el enrutamiento de las llamadas originadas en uno de los sistemas (IP ó PBX) y se destine al otro, brindando un segundo punto de enrutamiento para las llamadas que deban utilizar ambos sistemas de telefonía y desahogando tanto enlaces de la red de datos como enlaces de la red de PBX.

6.1.1 Enlaces de la WAN

La WAN del Banco Crédito Agrícola de Cartago cuenta con un total de 54 centros de negocio entre oficinas y cajeros a lo largo de todo el país, las cuales se encuentran conectadas a los tres principales centros de negocio: Cartago, Los Angeles y San José utilizando un total de 120 enlaces que aseguran la continua comunicación en el 93% de la red de datos de la institución. La variedad de enlaces con los que se cuenta es amplia, sin embargo, los enlaces de 128kbps representan casi el 36% del total, seguido por los enlaces RDSI que son el 31.67%

del total. En la tabla 6.1 se puede observar el detalle de esta estadística de la variedad de enlaces con que cuenta la institución.

Tabla 6.1 Tipos de enlaces de la WAN del BCAC, según diagrama de red de datos de las oficinas del BCAC al 30 de mayo de 2002.

Tipo de Enlace	Cantidad	% del total	En proceso de Instalacion
28.8kbps	1	0,83	-
33kbps	3	2,50	-
64kbps	7	5,83	-
128kbps	43	35,83	6
256kbps	4	3,33	-
512kbps	1	0,83	-
768kbps	1	0,83	-
1Mbps	1	0,83	-
2Mbps	10	8,33	1
10Mbps	1	0,83	-
34Mbps	1	0,83	-
ISDN-BRI	38	30,83	2
Radio Enlaces			
128kbps	8	6,67	-
2Mbps	1	0,83	-

Se resaltan los enlaces que representan el mayor porcentaje de conexiones.

Los enlaces ISDN PRI del tipo E1 son el tercer enlace más utilizado en la WAN del BCAC, a pesar de que en general la disponibilidad de la red de datos de la institución cuenta con una disponibilidad bastante alta se espera que la tendencia de disponer de mayor cantidad de enlaces de este tipo (2Mbps) aumente para cubrir de forma más eficiente las necesidades de la institución a futuro.

Análisis de la conexión de Heredia

La oficina de Heredia cuenta con más de 20 empleados, lo que hace que se considere como una oficina con una mediana densidad de población. Esto quiere decir que de esta se desprende una cantidad considerable de llamadas tanto a clientes como a las otras oficinas de la institución. Este se considera un punto necesario de integrar a la red de voz interna del BCAC, para integrar este centro de negocios se utiliza un módulo NM-HDV-1E1-12, el cual incorpora 12 canales de voz a la red interna de la institución a través de un enlace E1 entre la PBX y el enrutador.

Se cuenta con un enrutador Cisco 3640 (cuya configuración puede observarse en el Apéndice A.3, tabla A.3.2 “Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto”) que une el Centro de Negocios de Heredia con la oficina de San José por medio de un enlace principal de 2Mbps y desde este punto al resto de las oficinas de la institución, adicionalmente utiliza 2 enlaces de respaldos adicionales, uno de 256kbps y un ISDN con dos canales de 64kbps. El esquema general de esta conexión se observa en la figura 6.1.

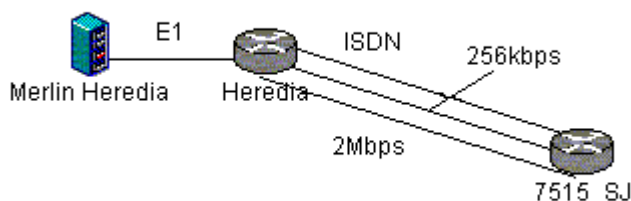


Figura 6.1 Conexión de la oficina de Heredia al C.N. de San José

La oficina de San José es el punto de distribución de las llamadas internas originadas en el centro de negocios de Heredia, desde este punto se enruta ya sea mediante la red IP de la institución o a través de la red de PBX de la misma. Esto es posible debido a la puesta en funcionamiento de un Port Adapter en la oficina de San

José (etapa posterior a este proyecto) que habilita esta oficina como un segundo punto de unión de la red de PBX con la red de telefonía IP. Al contar con la oficina de San José para el enrutamiento de las llamadas dirigidas tanto a la red de telefonía IP como para las dirigidas a la red de PBX se optimiza el trayecto que estas deben recorrer, evitando el aumento del tráfico de información de voz por líneas innecesarias.

La puesta en funcionamiento del C.N. de Heredia con los servicios de VoIP incluye el cambio al nuevo “Plan de Numeración Nacional del BCAC”, este plan ubica la numeración de cada oficina de la institución en un rango de extensiones, que permite tratar a cada punto de la red de voz como un segmento dentro de la red interna dando mayor naturalidad y transparencia al manipularse los servicios telefónicos como un todo y no aisladamente como se ha hecho hasta el momento. Esta oficina se incluye a la red interna del BCAC con su nuevo plan de numeración telefónica como se muestra en las tablas 6.2 y 6.3.

Tabla 6.2 Directorio telefónico de la oficina de Heredia

DEPARTAMENTO	EXTENSIÓN
Contabilidad	3606
Contabilidad	3605
Secretaria	3639
Analista de Crédito	3607
Crédito	3608
Crédito y Cobro	3609
VISA	3610
Gerencia	3600
Sala Sesiones	3611
Cómputo	3612
Cajitas	3615

Tabla 6.3 Directorio telefónico de la oficina de Heredia (continuación)

DEPARTAMENTO	EXTENSIÓN
Seguridad e INS	3616
Digitación	3618
Canje	3617
Tesorería	3619
Extranjera	3620
Captación de Recursos	3621
Servicio al Cliente	3631
Cuentas Corrientes	3623
Caja 01	3624
Caja 02	3625
Caja 03	3626
Caja 04	3627
Caja 05	3628
Caja 06	3629
Caja 07	3630

Para incorporar al C.N. de Heredia a la red interna fue necesario basar la programación tanto del enrutador como de la PBX en un laboratorio realizado a inicios del proyecto orientado a documentar la metodología para la instalación de un módulo NM-HDV-1E1-12, bajo condiciones similares a las halladas en los Centros de Negocio de Heredia y Alajuela. Este documento se incluye en el apéndice A.1 para mayor facilidad de acceso, en este se describen las condiciones bajo las que se realizó el laboratorio así como los resultados del mismo.

El impacto de la utilización del enlace para datos en esta oficina no fue significativo como lo muestra la gráfica de la figura 6.2, en esta gráfica se observa el porcentaje de utilización promedio y pico del enlace de 2Mbps que une el Centro de Negocios de Heredia con la oficina de San José.

Heredia
Detail, WAN MIB II Statistics
 11/24/2002 00:00-12/01/2002 00:00

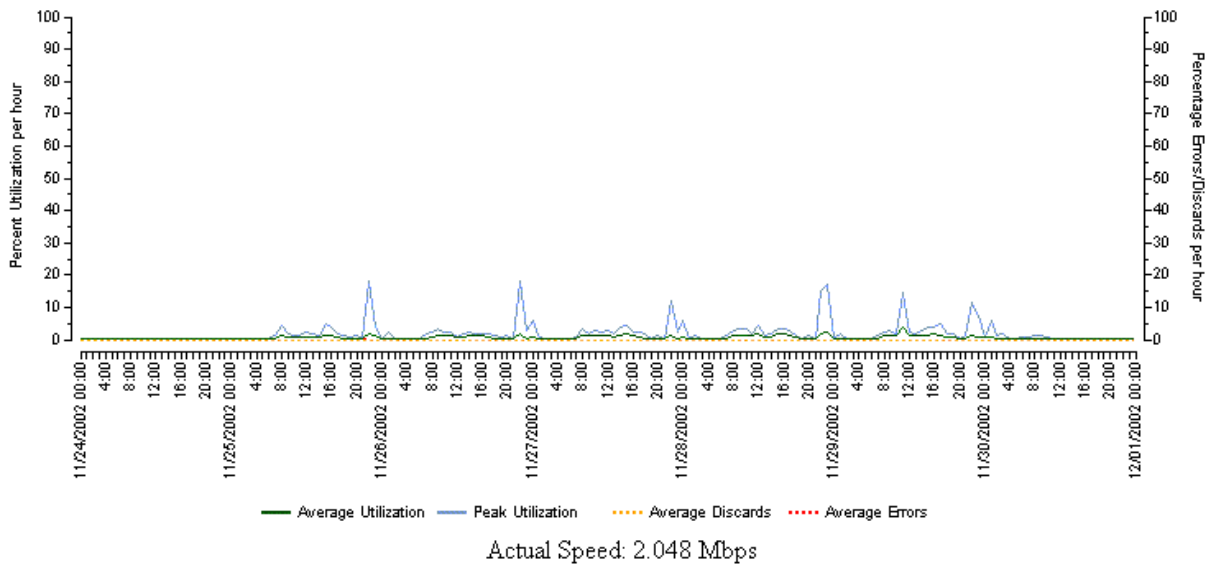


Figura 6.2 Utilización del enlace que une el CN de Heredia con la oficina de San José

La gráfica de utilización de este enlace revela que en el periodo del 24 de Noviembre al primero de Diciembre de 2002, periodo en el cual el servicio de VoIP es de uso común en esta oficina el porcentaje promedio de utilización del enlace es menor al 5%, mientras que se presentan algunos picos de utilización del enlace que apenas alcanzan el 20%. Una observación más detenida permite aclarar inclusive que los picos de utilización se presentan fuera del horario normal de oficinas (a excepción del día 29 de Noviembre de 2002, en donde se tiene un pico de utilización importante al medio día), estos picos periódicos son actualizaciones de los estados que realizan todas las oficinas de la institución y que se realizan fuera de las horas de oficina para no entorpecer el funcionamiento normal de la atención al cliente.

Análisis de la conexión de Alajuela

La oficina de Alajuela cuenta con condiciones similares a las descritas para la oficina de Heredia, en cuanto a densidad de población, equipo para la WAN, tipo y modelo de central telefónica y velocidad del enlace que une este Centro de Negocios con la oficina de San José. En esta oficina se decidió colocar un segundo módulo NM-HDV-1E1-12, habilitando a este Centro de Negocios con doce canales para la comunicación con la red interna de voz de la institución.

La configuración del enrutador de esta oficina, un Cisco 3640, se encuentra en el apéndice A.3, en la tabla A.3.2, y como se describió anteriormente esta oficina cuenta con una central telefónica Merlin Legend con un módulo 100E para capacitarla con una interfaz física para enlaces E1.

Esta fue la segunda oficina en entrar en funcionamiento en la nueva red de VoIP y las condiciones son similares a las planteadas en el laboratorio y en la oficina de Heredia, así que se aprovechó la experiencia previa para conectar y configurar los equipos. La oficina de Alajuela tiene un enlace principal de 2Mbps que une este Centro de Negocios con la oficina de San José y cuenta con un ISDN y otro de 128kbps de respaldo para garantizar su funcionamiento en caso de fallo del enlace principal. El esquema de conexión de esta oficina es muy similar al del CN de Heredia y se muestra en el diagrama de la figura 6.3.

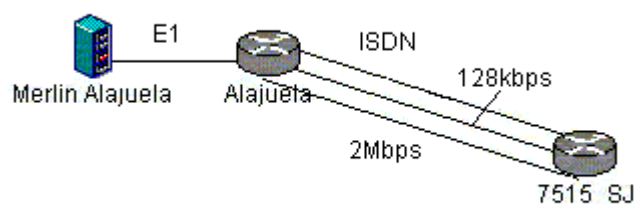


Figura 6.3 Conexión del Centro de Negocios de Alajuela a la oficina de San José

A diferencia del CN de Heredia, esta oficina sólo cuenta con dos enlaces de respaldo de 128kbps y utiliza el mismo nodo (la oficina de San José) para distribución de los servicios de VoIP. EL enlace principal es capaz de sostener tanto el volumen del tráfico de datos como de voz, a pesar de no existir monitoreo en este punto, la fluidez en las comunicaciones no se ha visto afectada ni en la transmisión de datos ni en el servicio de VoIP.

Análisis de la conexión de Pérez Zeledón

La oficina de Pérez Zeledón se encontraba a la espera de varios cambios en la estructura de comunicaciones, el mayor de estos cambios es parte del proyecto de VoIP, sin embargo, otro proyecto que se ejecuta de forma paralela es el de “Ajuste del equipo de comunicación”, el cual pretende rescatar equipo que se encuentra subutilizado, principalmente en las oficinas pequeñas de la institución.

Todos estos cambios debieron realizarse en una sola visita por lo que la estrategia utilizada fue el mantener algunas líneas importantes activas mientras se realizaba el cambio de equipo y se configuran los equipos para poner en funcionamiento los canales para la comunicación interna a la red de voz del BCAC.

Si bien este cambio de los equipos no se realizó de forma completamente transparente, se logró mantener la oficina operativa con una línea para atención al cliente, la línea privada del gerente de la oficina, y la línea del fax. El ajuste incluyó la reducción de la cantidad de troncales que esta oficina utilizaba, en primer lugar, porque el equipo utilizado soportaba un total de 5 troncales donde dos de estas se utilizarían para la comunicación interna, y en segundo lugar debido a que la cantidad de empleados con que se cuenta es muy reducida y la utilización de 8 troncales para esta oficina significaría la utilización de poco más de una troncal por empleado.

Las comunicaciones de la oficina se reconfiguraron de forma que al final se contaba con 2 troncales para atención al público, una troncal que funciona como línea privada del gerente de esta oficina y dos líneas para la comunicación a la red de VoIP.

La oficina de Pérez Zeledón es una oficina pequeña que cuenta con poco más de 10 empleados en total y que no se observa expectativas de crecimiento a mediano plazo, por esta razón cuenta con un key system, debido al bajo volumen de utilización del servicio de comunicación de voz. Para capacitar esta oficina con dos canales para la red interna se utiliza una interfaz VIC-FXS, descrita anteriormente en el apartado 4.1.2, esta interfaz se encuentra conectada a un enrutador Cisco 2620 con la configuración mostrada en la tabla A.3.4 en el apéndice A.3 de este mismo documento. Esta oficina se encuentra conectada a la de los Angeles por medio de un enlace principal dedicado del tipo ISDN y respaldada por otra de igual capacidad (128kbps), el diagrama de conexión de la oficina de Pérez Zeledón puede ser observado en la figura 6.4.

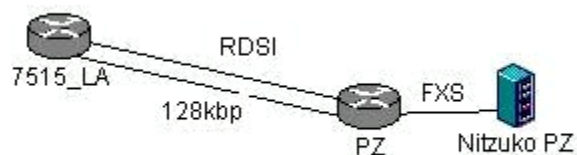


Figura 6.4 Conexión de la sede de Pérez Zeledón a la Oficina de Los Angeles

La actividad en la transmisión de información en la oficina de Pérez Zeledón es considerable, de forma que la gráfica de utilización mostrada en la figura 6.5 muestra gran actividad en este punto. Sin embargo, es necesario un análisis más exhaustivo para concluir si se trata de transmisión de datos entrante o saliente, además, es necesario identificar la naturaleza de la información transmitida con el fin de determinar la prioridad de la misma.

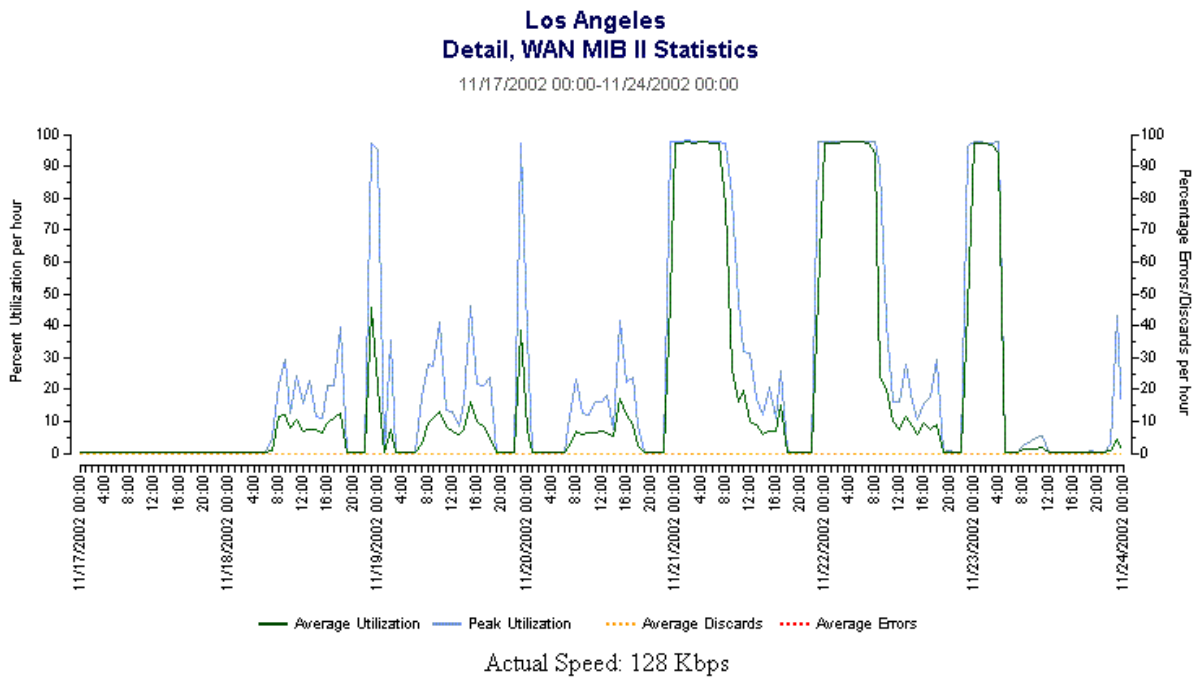


Figura 6.5 Utilización del enlace RDSI de la oficina de Pérez Zeledón

El gráfico de utilización que se observa en la figura 6.5 muestra varios picos de saturación, esta situación perjudica la comunicación de voz al emplear estos enlaces, sin embargo, un análisis más detallado de la situación muestra que los picos de saturación del enlace se crean en horas fuera de oficina, esto se debe a que estas son las horas utilizadas para las actualizaciones del sistema.

Durante el horario de oficina, el promedio de utilización del enlace está alrededor del 10% y con picos ligeramente mayores al 30%. En algunas ocasiones se observa que la utilización del enlace es muy alto aún en horas de oficina, pero esta situación es extraordinaria y no puede generalizarse tal y como sucede en los días 21 y 22 de Noviembre de 2002 según se observa en la figura 6.5.

Análisis de la conexión de Turrialba

A pesar de tratarse de una oficina relativamente grande, comparable con las oficinas de Heredia y Alajuela se ha decidido colocar en esta una interfaz VIC-FXS. Esta oficina cuenta con una central telefónica del tipo Merlin Legend, como se indica en la tabla A.4.1, que se encuentra en el apéndice A.4. Adicionalmente, esta oficina cuenta con un enrutador Cisco 3640 con una interfaz VIC-FXS para comunicarse por medio de la red interna al resto de la institución, adicionalmente la oficina adscrita de CATIE cuenta con un módulo similar para comunicarse a la red interna de voz de la institución.

La topología de la conexión de la oficina de Turrialba es muy similar a la utilizada en la oficina de Pérez Zeledón, diferenciándose por la conexión con la oficina adscrita, el tipo de enlace utilizado en esta y el equipo utilizado, el diagrama de dicha conexión se muestra en la figura 6.6.

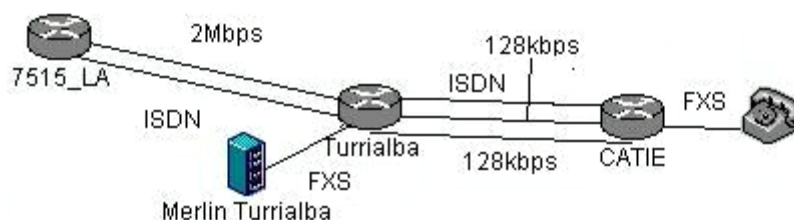


Figura 6.6 Diagrama de la conexión de la oficina de Turrialba

La oficina de Turrialba utiliza un enlace principal de 2Mbps para unirse a la red de datos de la institución, y cuenta con un enlace de respaldo ISDN de 144kbps. Al igual que la oficina de Pérez Zeledón, el CN de Turrialba cuenta con una oficina adscrita que se conecta a la red voz interna mediante una interfaz de voz VIC-FXS y que aumenta el tráfico del enlace de la oficina de Turrialba. Las experiencias anteriores muestran que un enlace de 2Mbps es capaz de manejar el tráfico de datos en una

oficina con estas características (caso de las oficinas de Heredia y Alajuela) y soportar el tráfico adicional de voz que se generará, la gráfica de utilización mostrada en la figura 6.7, muestra la disponibilidad del enlace luego de la conexión de esta oficina a la red de telefonía IP de la institución.

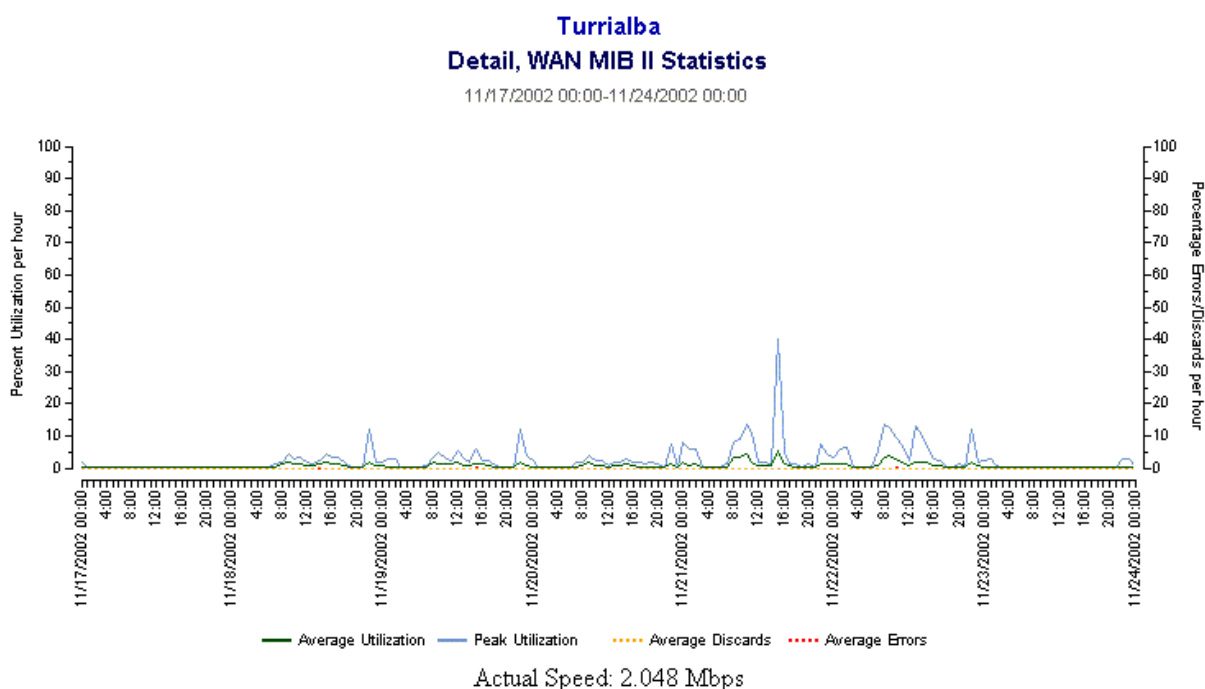


Figura 6.7 Gráfico de utilización del enlace de 2Mbps de la oficina de Turrialba

El promedio de utilización del enlace en esta oficina es ligeramente menor al 5%, con picos de alrededor del 10%, en el periodo tomado en la gráfica, el día 21 de Noviembre de 2002 se muestra un pico máximo de utilización de un 40%, el cual no afecta de ninguna manera el funcionamiento normal de esta oficina ni la calidad en la comunicación de voz de la misma. Claramente se observa que el tráfico adicional debido a la agencia de CATIE no reduce la eficiencia en la transmisión de la información de datos y voz.

Análisis de la conexión de San Carlos

La oficina de San Carlos forma parte de los centros de negocio dependientes de la oficina de San José, nuevamente se resalta la importancia de la entrada en funcionamiento de esta oficina como un punto de enrutamiento entre la red de PBX y la red de telefonía IP.

El diagrama de conexión de la oficina de San Carlos se muestra en la figura 6.8, en esta se observa que se tiene un enlace principal ISDN de 144kbps respaldado por uno de 128kbps.

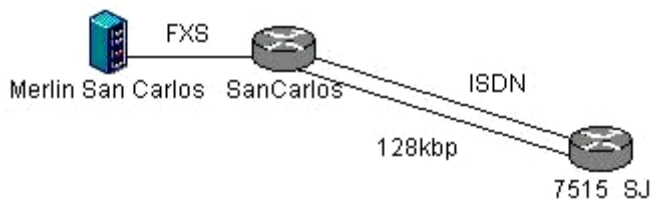


Figura 6.8 Diagrama de conexión de la oficina de San Carlos

Debido a que se trata de una oficina con baja densidad de población se ha colocado una interfaz VIC-FXS en un enrutador Cisco 2620, empleado para dirigir dos troncales de la central telefónica Merlin Legend de la oficina de San Carlos hacia la red interna de la institución.

Las labores a realizar en la oficina de San Carlos fueron muy similares a las realizadas en la oficina de Turrialba, debido a esto se aprovechó para realizar una labor de mantenimiento, y recuperación de equipo, es el caso de la un módulo 100E (Interfaz E1) que se encontraba instalado en la central telefónica de esta oficina y que no existían planes para su empleo debido a la naturaleza de la conexión realizada en este sitio.

Análisis de la conexión de Puntarenas

El siguiente punto en ingresar a la red voz de la institución fue la oficina de Puntarenas, al igual que las anteriores, esta oficina ingresaría a la red de voz utilizando una interfaz VIC-FXS para utilizar dos troncales de la central telefónica. Las condiciones en esta oficina difiere de las instaladas anteriormente debido a que el equipo utilizado añade el empleo de una central telefónica Lucent Definity en lugar de una Merlin Legend. Adicionalmente, La oficina de Puntarenas cuenta con dos oficinas adscritas (las agencias de Artesanía y Calderas) las cuales se desea unir a la red de voz, el diagrama de la conexión de esta oficina se muestra en la figura 6.9, en esta figura se observa la particularidad de su enlace principal y de sus respaldos.

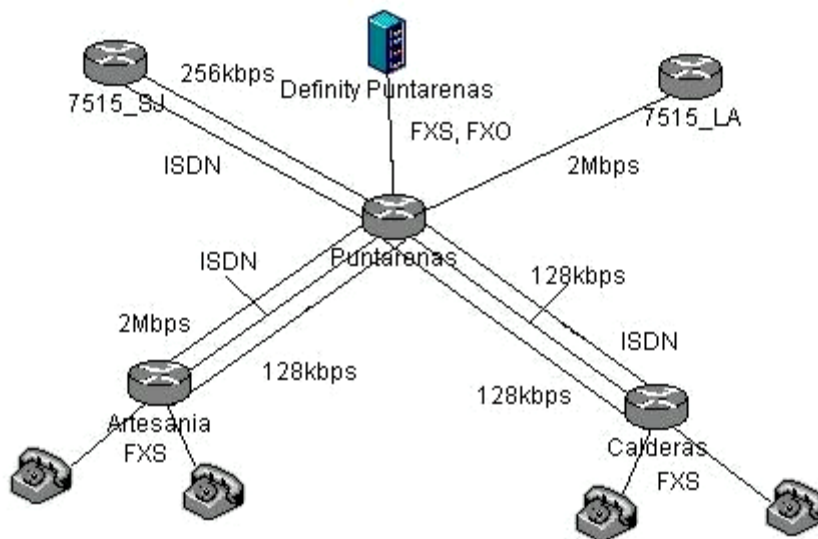


Figura 6.9 Diagrama de conexión de la oficina de Puntarenas

La particularidad de esta conexión es que la oficina de Puntarenas cuenta con un enlace principal de 2Mbps conectado a la oficina de Los Angeles el cual se encuentra respaldado en caso de fallo por un enlace ISDN de 144kbps y otro de 256kbps conectados a la oficina de San José, a pesar de que no se muestra en la el diagrama de la figura 6.9, las oficinas de San José y Los Angeles se encuentran unidas por un

enlace de 34Mbps. Las oficinas adscritas, contribuyen con el aumento del tráfico de información en el enlace principal de la oficina de Puntarenas, sin embargo, la disponibilidad de este enlace es muy alto, según se muestra en la gráfica de la figura 6.10.

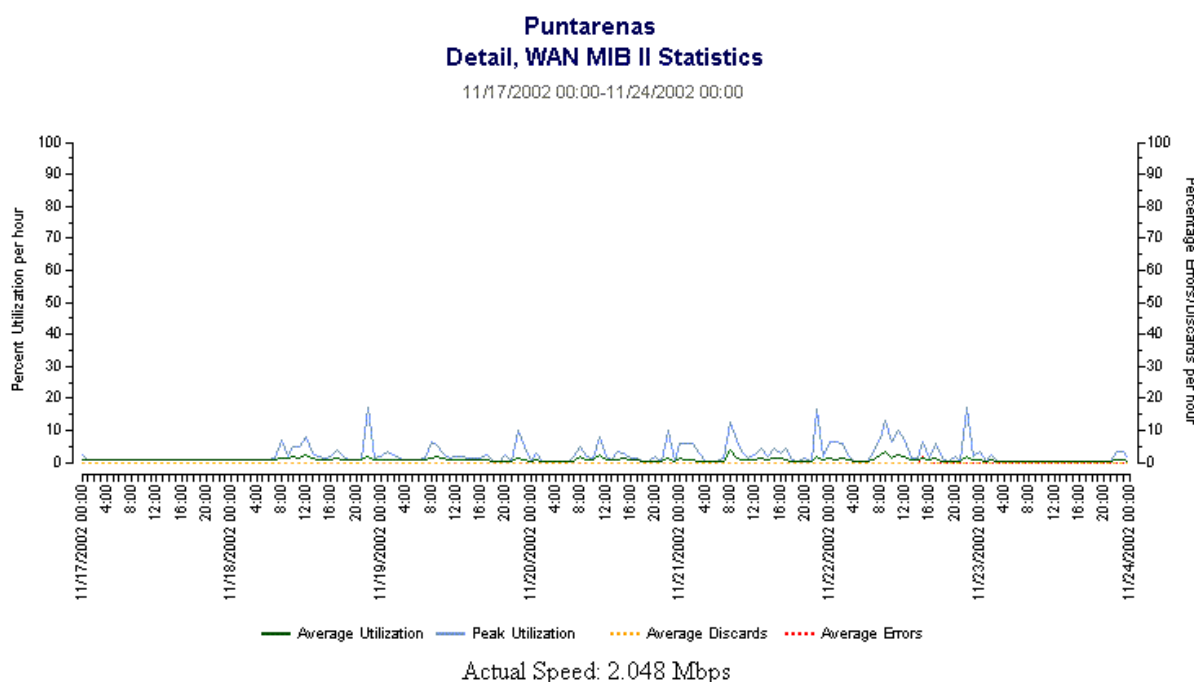


Figura 6.10 Gráfico de porcentaje de utilización del enlace de 2Mbps de la oficina de Puntarenas

La utilización promedio del enlace se encuentra abajo del 5% en todo momento, y se tienen picos de utilización que no superan el 20% de la capacidad del enlace. Bajo estas condiciones no se espera que se presente problemas en la calidad de voz en estos sitios. Al contar con la posibilidad de conectarse tanto a la oficina de Los Angeles o a la de San José se da mayor énfasis a la redundancia de los enlaces debido a que existe la posibilidad de utilizar una ruta alterna e independiente del punto de conexión para transmitir información al resto de la red, una ventaja adicional se logra al contar con San José como un segundo punto de conexión y que este cuente con la posibilidad de conexión a la red de PBX de la institución.

Análisis de la conexión de Limón

La oficina de Limón cuenta también con una oficina adscrita, al igual que la oficina de Pérez Zeledón, Turrialba y Puntarenas, en este caso en particular se cuenta con un enlace principal de 2Mbps para conectar la oficina de Limón a la oficina de San José y de un enlace de respaldo ISDN de 144kbps que se habilita en caso de fallar el principal. El diagrama del enlace se muestra en la figura 6.11 e incluye la oficina adscrita de la aduana de Limón.

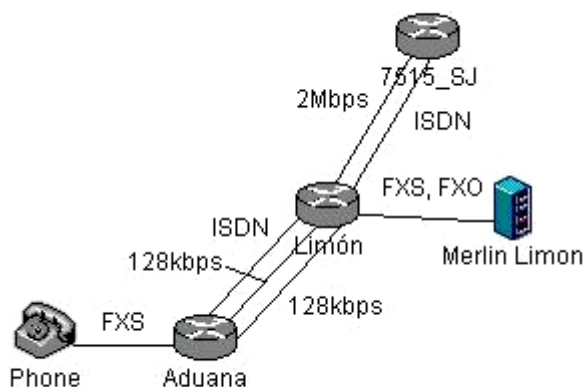


Figura 6.11 Diagrama de conexión de la oficina de Limón y de la oficina adscrita de la Aduana

La oficina adscrita de la Aduana cuenta con un enlace principal del tipo ISDN de 144kbps y dos de respaldo de 128kbps, en esta se encuentra instalado una interfaz VIC-FXS para conectarla a la red interna de la institución. La oficina de Limón cuenta con dos interfaces de voz, un VIC-FXS y un VIC-FXO, con estas interfaces es posible conectar a la oficina de Limón a la red de voz interna de la institución y adicionalmente utilizar una extensión de la misma para conectar a la agencia de la Aduana mediante marcado directo.

Al igual que en los casos anteriores que cuentan con oficinas adscritas conectadas a la red de voz interna, estas aumentan el tráfico en primer lugar a través de los enlaces que unen la oficina adscrita con la oficina principal (centro de negocios de

Limón) y por en menor grado al enlace que une a la oficina de Limón con la de San José. En el gráfico que se encuentra en la figura 6.12 se muestra la utilización del enlace principal de la oficina de Limón.

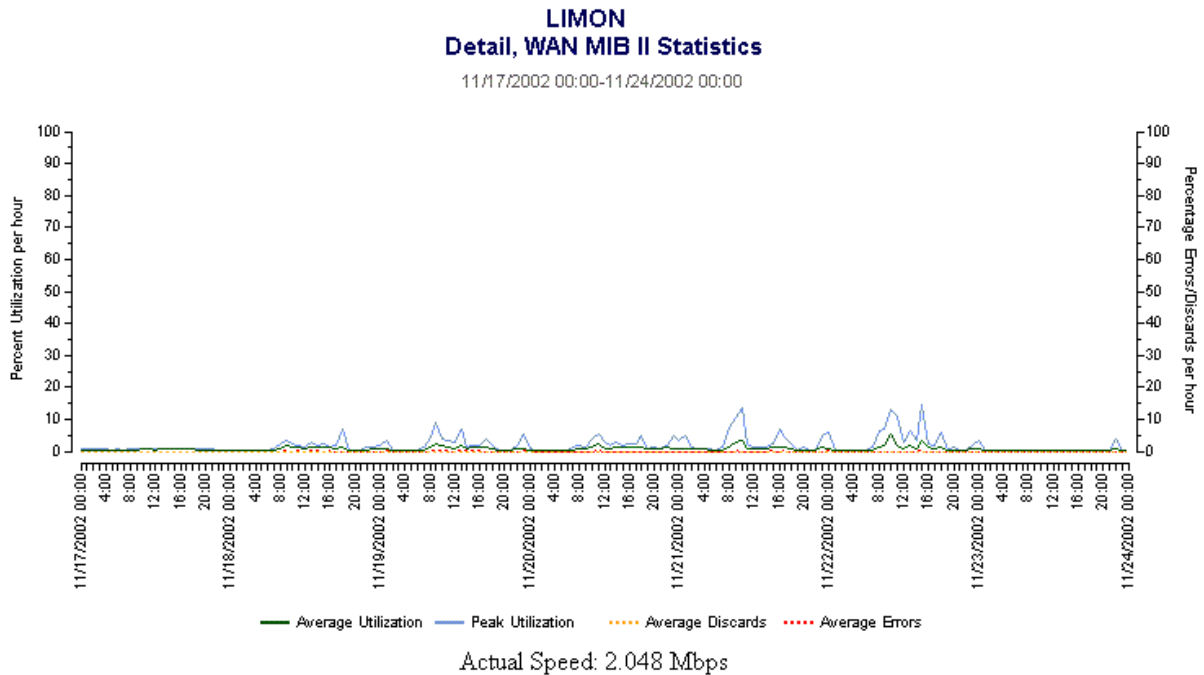


Figura 6.12 Porcentaje de utilización del enlace principal de 2Mbps de la oficina de Limón

Como en la mayor parte de los enlace de este tipo se observa que el promedio de utilización del enlace es menor al 5% y que se encuentran picos de utilización del 10%, con esta disponibilidad de los enlaces se garantiza que la calidad de voz no se verá afectada a menos que suceda un evento extraordinario.

Las condiciones de la oficina de Limón es de una densidad de población mediana, lo que justifica la utilización de solamente dos canales de comunicación con la red de voz interna a pesar de la disponibilidad mostrada en el gráfico de la figura 6.12.

El equipo de WAN con que esta oficina cuenta puede ser observado en la tabla A.3.3 que se encuentra en el apéndice A.3 de este documento, se trata de un enrutador Cisco 3640 con una interfaz VIC-FXS y otra VIC-FXO para realizar la

conexión a la red de voz interna de la institución. La central telefónica se trata de una Merlin Legend de la cual se emplean un par de troncales para conectarla a la red de voz interna y dos extensiones para conectar la oficina adscrita de la Aduana a esta central.

Análisis de la conexión de Tres Ríos

La última oficina en entrar en funcionamiento fue el centro de negocios de Tres Ríos, esta oficina pertenecía al plan de implementación inicial (una de las tres primeras oficinas que se deseaba implementar), sin embargo, el plan de recuperación de equipo no había podido rescatar ninguna central telefónica Lucent Definity sino hasta avanzado el proyecto, por lo que se decidió postergar la integración de esta oficina hasta el final.

De esta forma, entre las planificaciones y la puesta en marcha de las diferentes oficinas se realizó un laboratorio simulando las mismas condiciones que se presentan en la oficina de Tres Ríos. Los resultados de dicho laboratorios se encuentran plasmados en el documento que se adjunta en el apéndice A.2: “Pruebas de laboratorio Definity – HDV”. En esta se indica el procedimiento para la conexión, configuración y programación tanto de la central telefónica Lucent Definity como de un enrutador Cisco 3640 para enlazarlos mediante una interfaz E1. Al igual que en las oficinas de Heredia y Alajuela, el módulo de voz utilizado es el NM-HDV-1E1-12, el cual habilita a esta oficina con doce canales de comunicación con la red de voz interna de la institución.

En la tabla A.3.3 que se encuentra en el apéndice A.3, se muestra la configuración del enrutador de la oficina de Tres Ríos. El diagrama de esta oficina se muestra en la figura 6.13 y es posible observar que se cuenta con un enlace de 2Mbps, necesario para manejar los 12 canales que habilita el módulo NM-HDV-1E1-12.

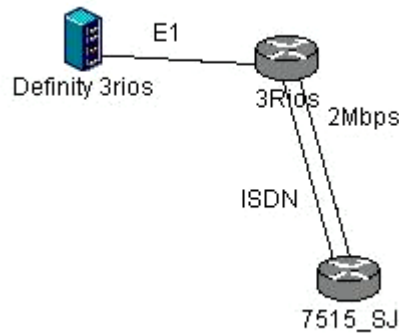


Figura 6.13 Diagrama de la conexión de la oficina de Tres Ríos a la oficina de San José

Además es posible observar que esta oficina cuenta con un enlace de respaldo ISDN de 144kbps, el enlace entre el módulo ds1 de la central telefónica y el módulo NM-HDV-1E1-12 del enrutador se representa por el enlace E1 que se observa en el diagrama de la figura 6.13. A diferencia del enlace de Heredia se observa que el enlace del centro de negocios de Tres Ríos es más activo, esto puede ser observado en la figura 6.14.

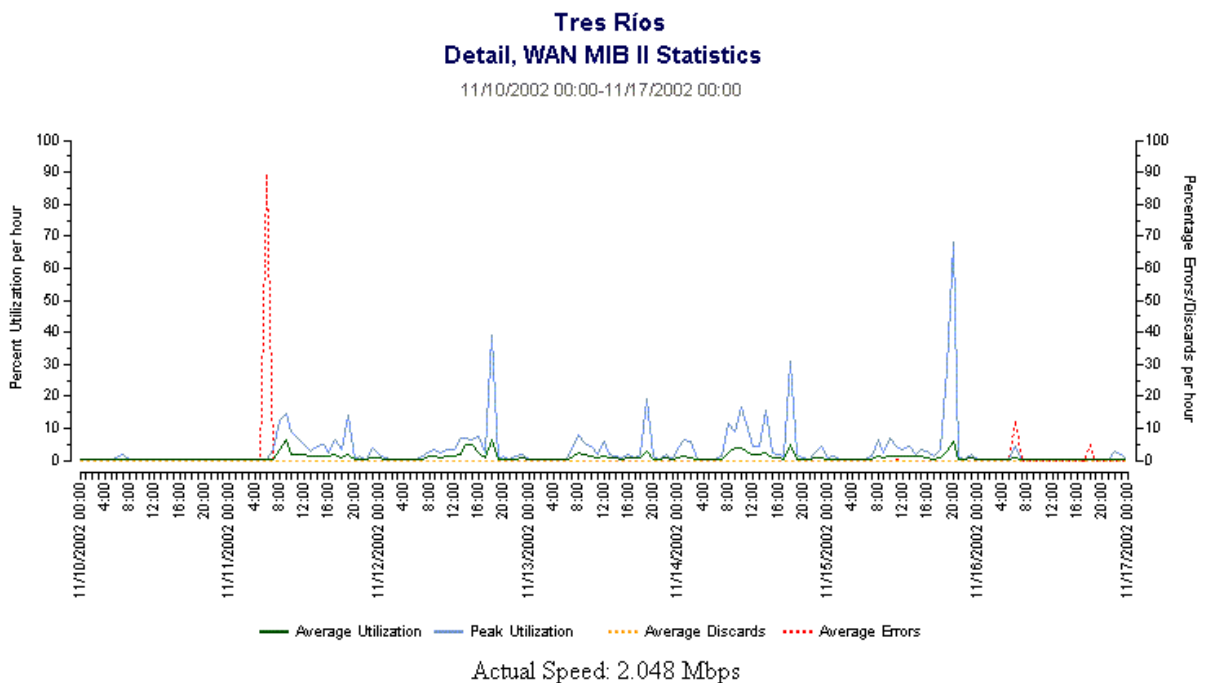


Figura 6.14 Gráfica de utilización del enlace de 2Mbps del centro de negocios de Tres Ríos

A pesar de que el promedio de utilización ronda el 5% como sucede con la mayor parte de las conexiones analizadas, se encuentran algunos picos de utilización mayores al 30%, sin embargo, estos picos extraordinarios de utilización para un enlace de esta capacidad se da fuera de horario de ordinario, como se ha explicado anteriormente estos son los horarios escogidos para realizar actualizaciones, Para los horarios ordinarios se observan picos de utilización ligeramente mayores al 10%, lo que garantiza un funcionamiento normal en la transmisión de datos y buena calidad en la transmisión de información de voz.

6.2 Alcances y limitaciones

En la figura A.5.1 del apéndice A.5 se encuentra el diagrama completo de la red de voz del BCAC, en este se representa tanto el segmento de red de voz perteneciente a la red de PBX unidas por enlaces E1 (enlaces en verde), así como el segmento correspondiente a la red de telefonía IP (enlaces en rojo).

Como se esperaba en un inicio, el Banco Crédito Agrícola de Cartago cuenta con una red de voz híbrida, en donde coexiste tanto la red original de PBX y la nueva etapa utilizando voz sobre IP. Cada uno de los puntos que se incorporaron a la red de voz cuenta con pleno acceso a cualquiera de las otras oficinas dentro de la red de voz, agilizando la logística de comunicación dentro de la institución.

Al concluir este proyecto se puede garantizar el alcance del objetivo de simplificación, sin embargo, la consolidación del sistema solo se podrá alcanzar con el tiempo, en el momento que este servicio llegue a ser de uso común en las oficinas con esta facilidad.

Además, la versatilidad del sistema ha permitido el ingreso a la red de voz a oficinas como la de Pérez Zeledón, cuyo equipo de comunicación no tiene capacidad de manejo de enlaces E1. Se aprovechan dos de los puertos para troncales de este equipo y se conectan a una interfaz VIC-FXS para conectar esta oficina a la red de VoIP, esta modalidad se ajusta a la capacidad de esta oficina debido a que cuenta con una baja densidad de población, su equipo de comunicación no permite enlaces mayores que las de las troncales y el enlace con que cuenta es ISDN de 144kbps.

Otras oficinas que presentan condiciones parecidas a la de Pérez Zeledón han ingresado a la red de voz con gran éxito, pero al igual que en Pérez Zeledón, esto significa un impacto importante en el enlace de datos debido a su poca capacidad.

Las facilidades básicas empleadas en un sistema de comunicación, como son: las llamadas locales, llamadas internas, llamadas externas, desvíos y transferencia de

llamadas son posibles en este nuevo segmento de la red. Cada una de estas facilidades fueron probadas con satisfacción en los sitios en donde se activó el servicio de VoIP. El formato de las pruebas a realizar en cada uno de los sitios nuevos con VoIP se encuentra al final del apéndice A1 bajo el título de “Guía de Verificación”.

Por otro lado, la transparencia en el uso de este servicio no es completa debido a que es necesario utilizar un prefijo para escoger la llamada interna por medio de VoIP en donde este servicio esté disponible. A diferencia de la primera etapa de la red de voz, en donde se marca la extensión deseada sin importar el punto físico-geográfico en donde esta se encuentre.

La ejecución de proyectos de forma paralela a este, permite contar con ciertas facilidades como es la recuperación de equipo que posteriormente se utilizará para realizar los laboratorios necesarios para documentar acciones o configuraciones que posteriormente se utilizarán durante el montaje o puesta en marcha de los diferentes puntos de la red de telefonía IP.

Al finalizar el proyecto, los sitios incorporados a la red de voz también cumplen con el nuevo plan de numeración nacional del BCAC el cual se muestra en la tabla 6.4, de esta forma se cumple con este objetivo y se comienza a estructurar de forma ordenada la red de telefonía de la institución. La política de este nuevo plan de numeración ubica a la jefatura de la institución en el primer número del rango especificado para cada oficina, de esta forma se da preferencia a los jefes de oficina en el momento de asignar un número de extensión.

En la tabla 6.4 se observa el orden de asignación que se planteo en un principio y que se mantuvo hasta el final de este proyecto, sin embargo, la especificación para los rangos se obviaron debido a que las mismas oficinas integradas perteneces a la red de telefonía IP de la institución.

Tabla 6.4 Plan de Numeración Nacional del Banco Crédito Agrícola de Cartago

Oficina	PBX	IP
Cartago	1000 a 1799	1800 a 1999
Paraíso	4100 a 4199	4150 a 4199
Los Angeles	4200 a 4399	4400 a 4499
La Lima	4500 a 4599	4600 a 4699
Turrialba	3900 a 3949	3950 a 3999
Tres Ríos	3500 a 3549	3550 a 3599
Pérez Zeledón	3400 a 3499	3450 a 3499
San José	2000 a 2699	2700 a 2999
VISA	3100 a 3299	3300 a 3399
La Corte	4000 a 4049	4050 a 4099
Heredia	3600 a 3649	3650 a 3699
Alajuela	3700 a 3749	3750 a 3799
Puntarenas	3800 a 3849	3850 a 3899
San Carlos	4700 a 4749	4750 a 4799
Guanacaste	4800 a 4849	4850 a 4899
Limón	4900 a 4949	4950 a 4999
Weeden/Reservado	3000 a 3099	

Otro aspecto muy importante es la puesta en marcha del Port Adapter de la oficina de San José, debido a su entrada en funcionamiento se varió de forma positiva la política de enrutamiento dentro de la red de voz, antes de su entrada en funcionamiento era necesario dirigir a la oficina de Los Angeles todas las llamadas que fueran dirigidas desde la red de telefonía IP hacia los puntos ubicados en la red de PBX, de igual manera, todas las llamadas originadas en la red de PBX que se dirigían a la red de telefonía IP debían ser enviadas a la oficina de Los Angeles. Esto provocaba que se aumentara el tráfico a través de enlaces tanto de voz como de

datos que unen a las sedes de San José y Cartago con la oficina de Los Angeles, a pesar de que se cuenta con una disponibilidad de estos enlaces, la concentración del tráfico de información en un solo punto va en detrimento de la consolidación del sistema y limita el crecimiento del sistema debido a la facilidad con que estos podrían verse saturados.

Existe un aspecto importante a discutir aún y es la decisión por la cual tres de los sitios no se implementaron. Las razones son prácticas, debido a que el enlace con la oficina de Liberia presenta un serio problema de saturación se decidió posponer su implementación hasta contar con un enlace de mayor capacidad, suceso que no se dio al finalizar el periodo proyectado para este proyecto. Por otro lado la oficina de Paraíso sufrió una degradación en el equipo de comunicación de voz, junto con esto, esta oficina contaba con anterioridad con una extensión cedida por la oficina de Cartago que une a la oficina de Paraíso a la red de voz interna mediante cobre. Finalmente, la oficina de Guápiles se decidió retirar del plan inicial para utilizar el módulo restante en otro sitio de mayor interés para la institución.

Apéndices y Anexos

Apéndice A.1 Pruebas de Laboratorio Merlin – HDV

El equipo utilizado para realizar las pruebas de laboratorio fue dispuesto de manera que simule las condiciones reales en las que se encuentran los puntos que cuentan con centrales telefónicas Merlin Legend de Lucent Technologies.

Las pruebas no necesariamente reflejan las condiciones exactas de cada punto, sin embargo, esta orientado para estandarizar los pasos principales a seguir para la instalación y configuración del módulo de red para voz HDV en un enrutador y del módulo 100E utilizado en la central Merlin Legend.

El laboratorio está compuesto de dos etapas principales que pretende, en primer lugar, conectar al módulo HDV con la central telefónica Merlin Legend y en segundo, ampliar la comunicación a la etapa de prueba de los módulos FXS y FXO.

En la primera etapa, se debe realizar la conexión y configuración del módulo HDV con la central telefónica Merlin Legend utilizando un enlace del tipo E1 del cual se utilizará 12 canales cuya disposición se detallará y explicará más adelante. Se desea documentar los resultados obtenidos en la experiencia de unir estos módulos y detallar los modos y tipos de conexión entre estos equipos y la efectividad de las mismas.

La segunda etapa debe ampliar la conectividad alcanzada para incluir la red interna de la sede de Los Angeles del BCAC y evaluar el alcance y transparencia que puedan obtenerse en una situación real.

Condiciones de Laboratorio

A continuación se presentará el inventario del equipo utilizados en este laboratorio.

Enrutador

El módulo HDV se encuentra en un enrutador marca Cisco Systems, modelo 3640 que se nombró “merlin”. Utiliza una versión de sistema operativo c3640-do3s-mz.122-7a, cuenta con un procesador que trabaja a una frecuencia de 100MHz y cuenta con un total de 80Mbytes de memoria RAM, 125kbytes de RAM no volátil y 32Mbytes de memoria flash de lectura/escritura.

En la segunda etapa se contará con otros dos enrutadores y un Call Manager que se utilizarán para enlazar la primera etapa a la red interna de las oficinas de LA para simular la conexión de la central telefónica a la WAN y observar la interacción de los equipos en la globalidad del nuevo sistema. En la tabla A.1 y A.2 se agrupan las características de los enrutadores empleados en el laboratorio.

Tabla A.1.1 Inventario de los enrutadores empleados para el laboratorio de HDV – Merlin

Nombre	Versión de IOS	Componentes	Modelo	Memoria RAM	Flash
Merlin	c3640-do3s-mz.122-7a	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 1 Channelized E1/PRI port(s) 2 Voice FXO interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	3640	72M/8M	32M

Tabla A.1.2 Inventario de los enrutadores empleados para el laboratorio de HDV – Merlin
(continuación)

Nombre	Versión de IOS	Componentes	Modelo	Memoria RAM	Flash
LAFXS	c2600-is-mz_120-7_T	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s) 4 Voice FXS interface(s)	2620	26M/6M	8M
LAFXO	c2600-is-mz.120-7.XK3.bin	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXO interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	2620	36M/4M	16M

En el caso específico del enrutador “Merlin”, se encuentran habilitados solamente los módulos HDV que cuenta con un puerto E1, El módulo FXS con dos puertos RJ-11 con las extensiones 5111 y 5222 y la interfaz FastEthernet que se utiliza para conectar la primera etapa a la red interna del BCAC.

Central Merlin Legend

La central telefónica empleada para la prueba es una Merlin Legend de Lucent Technologies. Esta central tiene la posibilidad de programarse mediante una PC utilizando un programa de administración llamado SPM (System Programming and Maintenance) o por medio de una consola MLX-20L. La descripción de los diferentes módulos con que cuenta esta central se brinda en la tabla A.3.

Tabla A.1.3 Módulos de la central telefónica Merlin Legend

Módulo	Descripción
Procesador:	Release 2.0
008 MLX:	Módulo MLX, contiene 8 puertos para teléfonos digitales. Para la programación de la central es posible utilizar una consola del tipo 10D, 20L en una de los primeros 5 puertos de este módulo
016 TRR:	Módulo para teléfonos básicos de 16 puertos y cuenta con un generador de timbrado
800 LS/DTD:	Módulo para troncales Loop-Start. Brinda posibilidad de conexión hasta con un total de 8 troncales del tipo Loop-Start para compatibilidad con la telefonía pública conmutada (PSTN)
100E:	Módulo para conexión de troncales mediante un enlace E1 que tiene una capacidad total de 30 canales utilizados como troncales.

La distribución de los módulos es importante, las primeras ranuras están reservadas para la fuente y para el procesador. Además, en este sistema de comunicaciones el “Pool” principal se guarda para los troncales de tipo Loop-Start, esto obliga a que el módulo troncal 800 LS/DTD sea colocado antes de cualquier otro módulo para troncales (es el caso específico del módulo 100E).

Para efectos de simular una troncal de entrada y salida en el módulo 800 LS/DTD se utilizó la extensión 4297 de la central de la oficina de Los Angeles como la única troncal de entrada y salida “externa”.

Especificaciones sobre la configuración

Central Telefónica

La central telefónica cuenta con un módulo de troncales para comunicación al sistema público telefónico conmutado (PSTN) y con módulos para teléfonos básicos. Adicionalmente, debe contar con un módulo MLX para teléfonos digitales que permita la conexión de una consola para la programación de la central.

La central debe contar con el módulo 100E para utilizar un enlace E1, si la central cuenta con este módulo es necesario configurar este módulo de troncales como se

especificará mas adelante. Si la central no cuenta con dicho módulo instalado será necesario apagar el sistema para colocar el nuevo módulo³, luego de iniciarse el sistema se debe proceder a su configuración.

Si la central cuenta con módulos de troncales del tipo Loop-Start y/o Ground-Start, estas deben asignarse al pool principal definido de fabrica como el código para marcado de salida 70⁴. El módulo 100E debe colocarse preferiblemente en cualquier ranura posterior a la del módulo de troncales Loop-Start/Ground-Start para evitar problemas con la asignación de los números para las troncales y de la utilización del pool principal.

Configuración del módulo 100E

En primer lugar debe tenerse en cuenta cuales serán los canales a utilizar del enlace, para este módulo, la numeración de los canales va de 1 a 32 y utiliza los canales 1 y 17 para señalización por lo que no es posible su asignarlos como troncales. Para la prueba, se utilizaron 12 canales que se numeraron del 2 al 13, respetando el canal 1 que se encuentra reservado para señalización.

Luego de esto, es necesario definir como que tipo de línea funcionará cada canal, para este punto es necesario saber con exactitud que número de troncal está asociado a cada canal, todos los troncales de este módulo se configurarán como de tipo TIE-PBX.

Para la sincronía del reloj se utilizará prioridad primaria. Dependiendo de la configuración del equipo remoto, es posible utilizar la central como la fuente local o remota, para efectos de laboratorio el equipo encargado de generar la sincronía de reloj fue la central Merlin Legend. Por último, se activa la sincronía del reloj.

³ En la distribución de los módulos no se admiten ranuras vacias, todos los módulos deben colocarse en forma continua “Merlin Legend® Communication System Release 2.0 System Programming” página 3-22.

⁴ Esto se especifica en “Merlin Legend® Communication System Release 2.0 System Programming” en la página 3-87.

La configuración de las nuevas troncales se debe continuar en la opción de Líneas y Troncales (Lines Trunks), propiamente en la opción de TIE Lines. Todas las nuevas troncales se pueden configurar como de doble vía (Two Way), pero el sistema deberá dividirse en troncales exclusivamente de salida y troncales exclusivamente de entrada. Para las troncales de entrada (Intype), se debe configurar como wink start (**Wink** en el menú de la consola) y cada una de las troncales asignadas como salientes se debe colocar como **R2/CaS Auto**. La señalización E&M como 1C. Por último, Se debe especificar cuales van a ser las troncales que funcionarán como entrantes y cuales como salientes, esto se realiza en las opciones de Inmode y Outmode y debe especificarse cuales serán las troncales que funcionarán de este modo.

Los pasos a seguir para realizar una llamada telefónica depende del destino de la misma, existen tres divisiones o puntos de destino que deben diferenciarse claramente.

Las llamadas locales se realizan con el marcado directo de la extensión a la que va dirigida, no es necesario el marcado de códigos de salida para realizar este tipo de comunicación. En el segundo caso, se puede realizar una llamada interna a otras oficinas de la institución localizadas en otros puntos geográficos presionando un prefijo seguido del número de la extensión que se desea llamar. Este prefijo en realidad es el pool de troncales⁵ de salida del E1, en el caso de la prueba realizada se utilizó el pool 892 que posteriormente se renumeró con el 5. El último caso es el de las llamadas externas, debe tomarse en cuenta que el módulo Loop-Start toma por defecto las primeras troncales y el pool principal, así que, solamente es necesario marcar el pool principal o el número asignado para el enrutamiento automático de las llamadas salientes (ARS Dial out).

⁵ El procedimiento para asignar un grupo de troncales a un pool está especificado en el documento "Merlin Legend[®] Communication System Release 2.0 System Programming", en las páginas 3-87 a 3-90.

Configuración del HDV

El HDV (High Density Voice Network Module) es el módulo de red utilizado para conectar dos puntos para la transmisión de voz por medio de un enlace E1 que permite hasta 30 canales para el envío de voz, es el punto de unión de la telefonía IP con los medios convencionales de telefonía. En el caso específico del laboratorio, este módulo se enlaza con una central telefónica Merlin Legend.

El módulo se encuentra configurado a mediana complejidad, lo cual permite contar con 12 canales de voz, esta limitante se debe a que solamente se cuenta con un SIMM PVDM-12 (12-Channel Packet Voice DSP Module). Adicionalmente se cuenta con una interfaz física VWIC E1 para realizar el enlace físico con la central.

Experimentalmente se ha comprobado que para tener una comunicación efectiva en ambos sentidos es necesario configurar dos grupos que funcionen como diferentes tipos de troncales. Un grupo es configurado como una emulación de e&m del tipo "wink start", y el otro grupo debe configurarse como "r2 digital", como se muestra a continuación.

```
controller E1 1/0
  framing NO-CRC4
  ds0-group 1 timeslots 1-6 type e&m-wink-start dtmf dnis
  ds0-group 2 timeslots 7-12 type r2-digital dtmf dnis
  ds0 busyout 16
```

Observaciones

Esta configuración permite que el módulo HDV y la central Merlin Legend se comuniquen de forma eficaz realizando marcado directo de las extensiones donde se desea comunicar en ambos sentidos con un único compromiso por parte de la central, el cual es el marcado de un prefijo para realizar la comunicación desde la central hacia el resto de la red interna. Este detalle limita la transparencia en lo que refiere a la naturalidad de comunicación interna deseada.

El sistema se encuentra a prueba, el protocolo de verificación de las facilidades se presenta a continuación.

Protocolo de verificación de los servicios

Este protocolo de verificación contempla los pasos necesarios para garantizar que los servicios básicos de una central Merlin Legend funcionan de forma adecuada y de paso comenzar la estandarización en cuanto a la forma en que se acceda a estos. La homologación en cuanto a los servicios se ve limitado por la heterogeneidad en cuanto al equipo utilizado. Las particularidades que de este documento se desprenden son exclusivamente para la verificación de equipo que envuelva centrales Merlin Legend con un módulo 100E para enlace E1. Por último, este protocolo está diseñado solamente para una revisión posterior a la programación del equipo o en un mantenimiento de equipo que ya se encuentre enlazado y configurado.

Verificación Visual

El módulo 100E tiene tres luces las cuales en condiciones normales deben estar apagadas, en caso contrario hay que constatar cual o cuales son las luces que se encuentran encendidas. La luz **roja** indica que el enlace E1 se encuentra caído, esto puede ser debido a que los equipos se encuentran mal configurados o en el caso de que la central se encuentre realizando un mantenimiento y se declare como “busy” (ocupado). La luz **amarilla** indica que el módulo está siendo utilizado, esto sucede cuando uno o más canales del enlace están siendo utilizados. En ocasiones puede suceder que luego de la programación del módulo algunas de las troncales declaren estar siendo ocupadas y se presente esta situación, en ocasiones es necesario reiniciar el módulo y restaurarlo para que llegue a su estado normal. La luz **verde** se enciende durante las pruebas de loop-back para indicar que la prueba sobre cada canal es correcta.

Guía de Verificación

Luces del módulo

Roja

Verde

Amarilla

Ninguna

Llamadas

Locales (utilizar una extensión de la oficina)

Observaciones

Externas (llamada con código de salida; #80+cod. salida+#+9+número externo).

Observaciones

Internas (Otras oficinas del BCAC; 5+número de extensión)

Observaciones

Facilidades

Captura de grupo (#88)

Observaciones

Desvío (#33+ext destino; desde ext. Propia ó #34+ext. a desviar; desde ext. destino)

Observaciones

Transferencia (flash+destino)

Interna (ext. local ó ext. interna en otra oficina)

Externa (al sistema público utilizando código de salida)

Observaciones

Apéndice A.2 Pruebas de Laboratorio Definity – HDV

La disposición de los dispositivos para esta prueba no se pudo apegar por completo a la situación real debido a que no se contaba con un enrutador del mismo tipo con que se cuenta en la oficina de Tres Ríos, sin embargo, se tiene la certeza que una vez actualizada la versión de IOS del enrutador de Tres Ríos este quedará habilitado de manera satisfactoria para su funcionamiento con el HDV.

A pesar de las condiciones bajo las que se realizó este laboratorio se espera que los pasos que de este documento se desprendan puedan servir como referencia en la instalación y puesta en funcionamiento del equipo necesario para enlazar la sede de Tres Ríos y como referencia de futuras instalaciones que cumplan con condiciones similares.

Configuración del Módulo DS1

El un módulo DS1 es una tarjeta que brinda una interfaz capaz de manejar enlaces ya sea T1 ó E1 en la PBX. La central telefónica **Lucent Definity**, es una PBX con capacidad “Hot Swaping”, que permite remover o agregar módulos sin necesidad de apagar la central, esto permite el continuo funcionamiento de la misma aún durante ciertas reparaciones, cambios en su configuración o mantenimiento. Una vez instalado el módulo es necesario agregarlo, para efectos del laboratorio este módulo se ubicaba en la ranura número 10, por lo que el módulo se designa como **01A10**, esto quiere decir que el módulo se encuentra en el gabinete **1**, portador **A**, ranura **10**. Esta es la posición física en que se encuentra el módulo, ahora, la configuración de este inicia agregando el módulo a la configuración, esto se realiza utilizando la siguiente línea de comando

```
add ds1 1A10
```

A continuación es necesario configurar algunos parámetros del módulo **DS1** como se muestra en la figura 1.

```
display ds1 1a10
```

```
DS1 CIRCUIT PACK
```

```
Location: 01A10                      Name: Lab de HDU
Bit Rate: 2.048                      Line Coding: hdb3

Signaling Mode: isdn-pri
Connect: host

Country Protocol: etsi
Protocol Version: a
CRC? n

Interface Companding: alaw
Idle Code: 11111111
DCP/Analog Bearer Capability: 3.1kHz

Slip Detection? n                    Near-end CSU Type: other
```

Figura A.2.1 Configuración utilizada en el laboratorio del módulo DS1 para conexión con DHV

Observe en la figura A.2.1, que en la opción de “Bit Rate” se indica una velocidad de 2.048, es en este punto donde se le indica al módulo que el tipo de enlace que utilizará es del tipo **E1**, observe también que la codificación es del tipo **hdb3** y que la central será la encargada de generar el reloj del enlace. Una vez agregado el módulo, se indica como se hará la señalización, para esto es necesario crear un grupo de señalización donde se indique cual será el canal encargado de transportar la misma.

```
add signaling-group 1
```

Con este comando se crea el grupo de señalización 1 y a continuación se debe configurar. Para efectos de laboratorio la configuración del grupo de señalización quedó como se muestra en la figura A.2.2.

```
SIGNALING GROUP
```

```
Group Number: 1
Associated Signaling? y           Max number of NCA TSC: 0
Primary D-Channel: 01A1016       Max number of CA TSC: 0
Trunk Group for Channel Selection: 4  Trunk Group for NCA TSC:
Supplementary Service Protocol: a
```

Figura A.2.2 Configuración de la señalización en el módulo DS1 utilizada en el laboratorio.

Se puede observar que en la opción de “Primary D-Channel” (figura 2), se le asigna el canal 16 como el responsable de transportar la señalización (01A10**16**). Hay que recordar que el resto del código indica la posición que ocupa la tarjeta en la PBX.

Por último, es necesario crear el grupo de troncales que se utilizarán para la conexión con el módulo HDV, en el caso del laboratorio, se asignaron 12 troncales bidireccionales debido a limitaciones propias del módulo HDV. En el laboratorio se creó el grupo de troncales 4

```
add trunk-group 4
```

Seguido a este comando debe configurarse el grupo de troncales para conectar la PBX al enrutador como se muestra en las figuras 3, 4, 5 y 6.

TRUNK GROUP

```
Group Number: 4                Group Type: isdn                CDR Reports: y
Group Name: Llamada interna      COR: 95                TN: 1                TAC: 5
Direction: two-way              Outgoing Display? y
Dial Access? y                  Busy Threshold: 99      Night Service:
Queue Length: 0
Service Type: public-ntwrk      Auth Code? n            TestCall ITC: unre
                               Far End Test Line No:

TestCall BCC: 4
TRUNK PARAMETERS
  Codeset to Send Display: 6      Codeset to Send TCM,Lookahead: 6
  Max Message Size to Send: 260  Charge Advice: none
  Supplementary Service Protocol: b  Digit Handling (in/out): enbloc/enbloc

  Trunk Hunt: cyclical
  Connected to Toll? n          STT Loss: normal        DTT to DCO Loss: normal
Calling Number - Delete:        Insert:                  Numbering Format:
  Bit Rate: 9600                Synchronization: sync   Duplex: full
Disconnect Supervision - In? y  Out? n
Answer Supervision Timeout: 0
```

Figura A.2.3 Configuración del grupo de troncales, página 1, según pruebas de laboratorio.

En la figura 3, se muestra la primera página de configuración del grupo de troncales. En esta página se configuran aspectos como el tipo de grupo (ISDN, Red Digital para Servicios Integrados), el nivel de COR (CLASS OF RESTRICTION, por sus siglas en inglés) que utilizará. También se indica cual será el número que se utilizará para escoger el grupo (TAC), el nombre del grupo, el tipo de servicio, etc.

```

display trunk-group 4                                     Page 2 of 10
TRUNK FEATURES
  ACA Assignment? y           Measured: none       Wideband Support? n
Long Holding Time(hours): 1           Maintenance Tests? y
Short Holding Time(sec): 10      Data Restriction? n   NCA-TSC Trunk Member: 1
Short Holding Threshold: 15       Send Name: y         Send Calling Number: y
  Used for DCS? n               Hop Dgt? n         Send Connected Number: y
  Suppress # Outpulsing? y       Numbering Format: public
Outgoing Channel ID Encoding: preferred   UUI IE Treatment: service-provider

          Send UCID? n
Send Codeset 6/7 LAI IE? y

```

Figura A.2.4 Configuración del grupo de troncales, página 2, según pruebas de laboratorio

En la segunda página se encuentran algunas características pertenecientes a un grupo de troncales.

```

display trunk-group 4                                     Page 3 of 10
INCOMING CALL HANDLING TREATMENT
Service/   Called   Called   Del   Insert   Per Call   Night
Feature    Len    Number  Del   Insert   CPN/BN    Serv

```

Figura A.2.5 Configuración del grupo de troncales, página 3, según pruebas de laboratorio

La página 3 que se muestra en la figura 5, se emplea para configurar alguna acción especial de las llamadas que utilicen este grupo de troncales. Finalmente, de la página 4 (figura 6) en adelante se colocan las troncales que se desean emplear.

```

display trunk-group 4 Page 4 of 10
                                TRUNK GROUP
                                Administered Members (min/max): 1/12
GROUP MEMBER ASSIGNMENTS                                Total Administered Members: 12

    Port   Code Sfx Name           Night           Sig Grp
  1: 01A1001 TN2464                1
  2: 01A1002 TN2464                1
  3: 01A1003 TN2464                1
  4: 01A1004 TN2464                1
  5: 01A1005 TN2464                1
  6: 01A1006 TN2464                1
  7: 01A1007 TN2464                1
  8: 01A1008 TN2464                1
  9: 01A1009 TN2464                1
 10: 01A1010 TN2464                1
 11: 01A1011 TN2464                1
 12: 01A1012 TN2464                1
 13:
 14:
 15:

```

Figura A.2.6 Configuración del grupo de troncales, página 4, según pruebas de laboratorio

En la figura 6, se observa las troncales que se utilizarán en este grupo, hay que notar también que se indica el grupo de señalización que se desea utilizar. En la indicación del puerto se observa que se está utilizando el módulo que se encuentra en la ranura 10, adicionalmente se indica el número del canal que funcionará como troncal.

Esta configuración funciona satisfactoriamente con la excepción de tener que utilizar un prefijo para la toma del grupo de troncales, sin embargo, esta configuración continúa con la política de empleo del número 5 para realizar una llamada interna utilizando los recursos de VoIP. Si en el sitio de instalación no es posible utilizar el número 5 se puede deber a que alguna extensión, grupo de troncales, facilidades u otro, tenga la forma 5XX.

Enrutador

Debido a que no se contaba con un enrutador que cumpliera con las mismas características que el utilizado en la oficina de Tres Ríos, se decidió utilizar un Cisco 3660, que se encontraba a disposición del proyecto de mejoramiento de la red de voz. Este enrutador está funcionando como un “Call Manager” para LAN.

Tabla A.2.1 Características principales del enrutador utilizado para el laboratorio y el enrutador de la oficina de Tres Ríos.

Nombre	Versión de IOS	Componentes	Modelo	Memoria RAM	Flash
Manager	c3660-is-mz.122-8.T4.bin	3660 Chassis type: ENTERPRISE 3 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 21 Serial network interface(s) 4 Channelized E1/PRI port(s)	3660	87M/9M	32M
3Rios	c3640-i-mz.121-2.T.bin	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s)	3640	48M/16M	32M
Alajuela	c3640-do3s-mz.122-7a	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 1 Serial network interface(s) 6 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Channelized E1/PRI port(s)	3640	57M/7M	32M

Tabla A.2.2 Características principales del enrutador utilizado para el laboratorio y el enrutador de la oficina de Tres Ríos.

Nombre	Versión de IOS	Componentes	Modelo	Memoria RAM	Flash
Heredia	c3640-do3s-mz.122-7a	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 1 Serial network interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Channelized E1/PRI port(s)	3640	58M/6M	32M

En la tabla 1, se presentan las características principales tanto del enrutador utilizado para el laboratorio como del enrutador de la oficina de Tres Ríos. En esta tabla se encuentran algunas diferencias que podrían cambiar los resultados de la instalación, tal es la distribución de la memoria, adicionalmente se brinda la información de las oficinas que utilizan módulos NM-HDV, y en estos se cuenta con mayor capacidad de memoria, por lo que se recomienda ampliar la del enrutador de la oficina de Tres Ríos. Adicionalmente, el enrutador en cuestión cuenta con una versión de IOS capaz de reconocer el módulo NM-HDV, sin embargo se ha decidido actualizar la versión de IOS para contar con los comandos recientes para este módulo de voz.

Configuración del Módulo NM-HDV.

Este es el módulo para manejo de gran cantidad de canales de voz, varía su capacidad dependiendo del tipo de interfaz que se utilice, en el presente caso se utilizan un VWIC (Voice and WAN Interface Card por sus iniciales en inglés) con una interfaz del tipo **E1** para proveer la interfaz externa del dispositivo. Otro aspecto importante es que estos módulos solamente cuentan con un SIMM PVDM-12, el cual capacita al NM-HDV para manejo de un máximo de 12 canales en baja complejidad ó

6 canales en alta complejidad. Se decidió utilizar el módulo en baja complejidad por lo que se ha configurado para el manejo de 12 canales como se observa en la programación a continuación.

```
controller E1 2/0
framing NO-CRC4
pri-group timeslots 1-12,16
description "Enlace E1 Central de Perez"
```

Esta es la descripción de la programación utilizada en el laboratorio, en el mismo se observa la posición que ocupa el controlador **E1**, el tipo de trama empleada y la forma en que trabajarán los canales. En este caso se ha configurado las troncales para aprovechar las facilidades que esta puede brindar, por lo que se categorizó como un **PRI**. Se utilizaron los canales del 1 al 12 como troncales y se especifica además que el canal 16 se utilizará para señalización.

Otro aspecto que se debe de tomar en cuenta, es que si se utiliza la opción de “pri-group” es necesario configurar antes el tipo de “switch” ISDN que emulará, en el caso del laboratorio se configuró de la siguiente manera.

```
isdn switch-type primary-net5
```

En general, el laboratorio generó los resultados deseados de establecer una situación similar a la que se presenta en el punto de conexión con las excepciones antes citadas anteriormente sobre los enrutadores. Se espera que esta discrepancia no afecte en lo mínimo el desempeño normal en el punto de conexión, debido a que se cuenta con dos puntos que cuentan con situaciones similares con excepción de la capacidad de memoria (ver tabla 1).

Apéndice A.3 Enrutadores involucrados en el proyecto de Mejoramiento de la Red de Voz del BCAC

Tabla A.3.1 Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto

<i>Lugar</i>	<i>Versión de IOS</i>	<i>Componentes</i>	<i>Modelo</i>	<i>Memoria RAM</i>	<i>FLASH</i>
Paraíso	c2600-is-mz_120-7_T	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	2620	26624K/6144K	32K bytes of non-volatile configuration memory. 8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Turrialba	c3640-ds-mz.120-7.T	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 8 Serial network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s)	3640	49152K/16384K	125K bytes of non-volatile configuration memory. 32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Catie	c2600-is-mz_120-7_T	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	2620	26624K/6144K	32K bytes of non-volatile configuration memory. 8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Tabla A.3.2 Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto

Lugar	Versión de IOS	Componentes	Modelo	Memoria RAM	FLASH
Liberia	c3640-ds-mz.121-5.T8.bin	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXO interface(s)	3640	60416K/5120K	125K bytes of non-volatile configuration memory. 32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Guapiles	c2600-is-mz_120-7_T	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s)	2620	29696K/3072K	32K bytes of non-volatile configuration memory. 8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Alajuela	c3640-do3s-mz.122-7a	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 1 Serial network interface(s) 6 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Channelized E1/PRI port(s)	3640	58368K/7168K	125K bytes of non-volatile configuration memory. 32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Heredia	c3640-do3s-mz.122-7a	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 1 Serial network interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Channelized E1/PRI port(s)	3640	59392K/6144K	32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Tabla A.3.3 Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto

Lugar	Versión de IOS	Componentes	Modelo	Memoria RAM	FLASH
Limon	c3640-ds-mz.121-5.T9.bin	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXO interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	3640	56320K/9216K	125K bytes of non-volatile configuration memory. 32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Puntarenas	c3640-ds-mz.121-5.T8.bin	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 8 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXO interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	3640	46080K/19456K	125K bytes of non-volatile configuration memory. 32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Tres Rios	c3640-i-mz.121-2.T.bin	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 4 Serial(sync/async) network interface(s) 4 ISDN Basic Rate interface(s)	3640	49152K/16384K	125K bytes of non-volatile configuration memory. 32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)
San Carlos	c2600-is-mz.120-5.T1	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s) 2 Voice FXO interface(s) 2 Voice FXS interface(s)	2620	26624K/6144K	32K bytes of non-volatile configuration memory. 8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Tabla A.3.4 Datos de los enrutadores de las oficinas del BCAC involucradas en el proyecto

<i>Lugar</i>	<i>Versión de IOS</i>	<i>Componentes</i>	<i>Modelo</i>	<i>Memoria RAM</i>	<i>FLASH</i>
Perez Zeledón	c2600-is-mz_120-7_T	1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Serial(sync/async) network interface(s) 1 ISDN Basic Rate interface(s)	2620	26624K/6144K	32K bytes of non-volatile configuration memory. 8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Apéndice A.4 Inventario del equipo de comunicación de voz del BCAC

Tabla A.4.1 Sistemas de comunicación en las diferentes oficinas del BCAC involucradas en este proyecto

Oficina del BCAC	Central telefónica
Los Ángeles	Lucent Definity
Paraíso	Nitsuko
Turrialba	Merlin Legend
Tres Ríos	Lucent Definity
Heredia	Merlin Legend
Alajuela	Merlin Legend
San Carlos	Merlin Legend
Liberia	Merlin Legend
Puntarenas	Lucent Definity
Limón	Merlin Legend
Guápiles	Lucent Definity
Pérez Zeledón	Nitsuko

Apéndice A.5 Glosario y abreviaturas

BCAC:	Iniciales de Banco Crédito Agrícola de Cartago
Central Telefónica:	Es el equipo que se encarga de realizar el direccionamiento o enrutamiento de llamadas bajo un área específica.
Dimensionar:	Ajustar la configuración de cierto dispositivo para que cumpla con las condiciones deseadas.
Disponibilidad:	Capacidad de un enlace para soportar el impacto de mayor flujo de datos, en el caso del presente proyecto, es la medida de la calidad de la transmisión de datos.
DSP:	Digital Signal Procesor por sus iniciales en inglés. Se trata de un procesador dedicado, diseñado para el manejo de señales digitales, principalmente el procesamiento digital de las señales de voz
E1:	Enlace digital del tipo ISDN capaz de manejar hasta 30 canales de información de 64kbps, más dos canales adicionales para la señalización.
Enlace:	Es la forma como se llama comúnmente a un medio de transmisión.
IOS:	Internetworking Operating System por sus iniciales en inglés. Se trata del sistema operativo que emplean los dispositivos de red.
MLX-20L:	Consola de recepción de una central telefónica Merlin

Legend utilizada también para su programación.

- NM-1V/2V: Bahía para módulos de voz para red de datos, según su denominación puede soportar un módulo (1V) ó dos (2V).
- Oficina Adscrita: Es la forma como se denomina a las agencias del banco que dependen de un centro de negocios.
- PBX: Private Branch Exchange por sus iniciales en inglés. Es el sistema telefónico utilizado en una empresa que permite el intercambio de llamadas entre los empleados y el acceso al servicio público bajo ciertas circunstancias.
- Porcentaje de Utilización: Es la medida de utilización de un enlace, mediante este dato es posible considerar que tan saturado se encuentra dicho enlace.
- PRI: Primary Rate Interface por sus iniciales en inglés. Es un sistema ISDN para grandes usuarios. Existen dos tipos de ISDN-PRI, el T1, utilizado principalmente en los Estados Unidos y Japón y el E1 utilizado mayormente en Europa.
- PSTN: Public Switched Telephone Network por sus iniciales en inglés. Es la forma como se llama a la telefonía pública.
- PVDM: Packet Voice DSP Module por sus iniciales en inglés. Se trata de un pequeña tarjeta similar a los SIMM de memoria RAM el cual contiene módulos DSP para el

manejo de señales de voz.

- QoS:** Quality of Service por sus iniciales en inglés. Es la medida de la calidad en el traslado de información en un enlace, depende principalmente de la disponibilidad de los enlaces
- T1:** Tipo de enlace ISDN utilizado mayormente en los Estados Unidos y Japón, esta conformado por un total de 23 canales para la transmisión de datos y uno para la señalización
- Troncal:** Línea utilizada para unir centrales telefónicas
- VIC:** Voice Interface Card por sus iniciales en inglés. Módulo interfaz de voz, empleado en enrutadores para capacitar con facilidades de voz sobre IP a una red de datos.
- VoIP:** Voice Over IP por sus iniciales en inglés. Es el servicio de trasladar señales de voz utilizando una red de datos, en este caso una red IP.
- VWIC:** Voice-WAN Interface Card, por sus iniciales en inglés. Módulo empleado para enviar señales de voz a través de una red de área amplia.
- WIC:** WAN Interface Card, por sus iniciales en inglés. Es un módulo utilizado para capacitar un equipo de red (enrutador) para el envío de información a través de una red de área amplia.

Nombre de archivo: Informe Final (ITCR)
Directorio: C:\Documents and Settings\Monte\Escritorio\Informe\CD
Plantilla: C:\Documents and Settings\Monte\Datos de
programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: Instituto Tecnológico de Costa Rica
Asunto:
Autor: gmonterrosa
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 17/02/2003 08:59
Cambio número: 21
Guardado el: 18/02/2003 12:34
Guardado por: Shadow
Tiempo de edición: 169 minutos
Impreso el: 18/02/2003 12:35
Última impresión completa
Número de páginas: 89
Número de palabras: 16.511 (aprox.)
Número de caracteres:94.114 (aprox.)