

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED WAN DE ALTA  
DISPONIBILIDAD UTILIZANDO EL PROTOCOLO EIGRP SOBRE  
REDES MPLS DE 2 PROVEEDORES DE SERVICIO DE  
TELECOMUNICACIONES PARA UNA ENTIDAD FINANCIERA”**

### **EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)**

Previa a la obtención del grado de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**JOSÉ ANTONIO PERALTA RAMÍREZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2015**

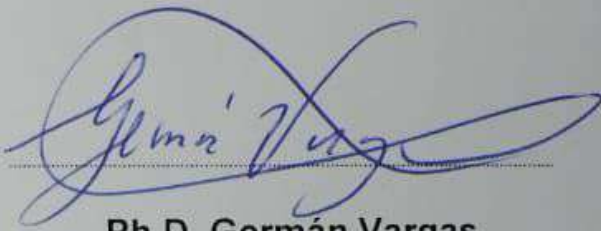
## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, y me permitir culminar esta importante etapa de mi vida. A mi familia por todo su amor y apoyo incondicional que me han brindado siempre.

## DEDICATORIA

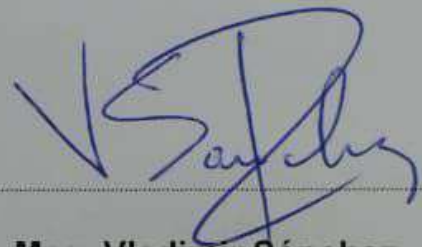
A mi MADRE por su constante ayuda y cooperación. A la memoria de mi PADRE por todo lo que me enseñó durante su vida. A mi ESPOSA por su amor incondicional, apoyo y comprensión.

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Germán Vargas', written over a horizontal dotted line.

**Ph.D. Germán Vargas**

EVALUADOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Vladimir Sánchez', written over a horizontal dotted line.

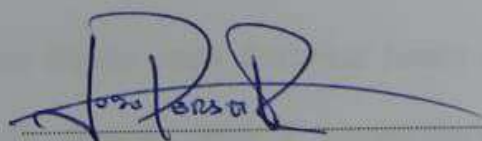
**Mag. Vladimir Sánchez**

EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



José Antonio Peralta Ramírez

## RESUMEN

El presente proyecto fue desarrollado para brindar un sistema de alta disponibilidad a las oficinas principales a nivel nacional de una entidad financiera para garantizar la continuidad del negocio en todas sus sucursales.

Los objetivos que se buscan alcanzar son:

- Minimizar los tiempos de perdida de servicio por problemas que tengan que ver con los enlaces de telecomunicación.
- Tener redundancia en los enlaces de datos desde cada Sucursal hasta el Centro de Cómputo Principal contratando enlaces con 2 proveedores diferentes.
- Poder utilizar los 2 enlaces que se instalaran en cada sucursal simultáneamente balanceando el tráfico de una manera simétrica, esto quiere decir que ambos enlaces se utilicen al mismo tiempo y en igual demanda.
- Al soportar MPLS en las redes de los proveedores se busca la posibilidad que desde todas las Sucursales a Nivel Nacional se tengan conexiones no solo al Centro de Cómputo Principal que se encuentra en la ciudad de Quito, sino también al Centro de Comunicaciones Alterno que funciona en la ciudad de Guayaquil.

El desarrollo de este proyecto permitió tener una guía de referencia útil para ambos proveedores de los enlaces de comunicación para requerimientos similares de nuevos clientes.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO 1.....	1
1. PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO PARA UNA RED DE ALTA DISPONIBILIDAD. ....	1
1.1 MPLS – Multi Protocol Label Switching. ....	2
1.1.1 Fundamentos de MPLS.....	4
1.1.2 Arquitectura MPLSVPN.....	7
1.1.3 Criterios MPLS VPN de enrutamiento. ....	9
1.2 EIGR – Enhanced Interior Gateway Protocol.....	11
1.2.1 Componentes de EIGRP.....	12
1.2.2 Tablas EIGRP. ....	14
1.2.3 Métrica EIGRP. ....	15
1.3 HSRP – Hot Standby Routing Protocol.....	15
CAPÍTULO 2.....	18
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	18
2.1 Definición de Requerimientos del Cliente. ....	18
2.2 Configuración de Equipos de la Entidad Financiera. ....	22
2.3 Configuración de Equipos de Ruteo en la red del Proveedor Principal. ...	25
2.4 Instalación del Ruteador y Pruebas de Configuración en Sucursal Piloto. ....	28



2.5	Configuración de Equipos en Centro de Comunicaciones Alterno.....	42
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	ANEXOS .....	46
	ANEXO A .....	46
	ANEXO B .....	58
	ANEXO C .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1: Topologías de Red Tradicional y MPLS .....	3
Figura 1.2: Uso de MPLS en una Red IP .....	5
Figura 1.3: Arquitectura de Ruteador PE .....	8
Figura 1.4: Flujo de Enrutamiento de Información de Extremo a Extremo .....	10
Figura 2.1: Esquema de Conexión requerido en Centro de Computo Principal.....	20
Figura 2.2: Esquema de Conexión propuesto en Centro de Computo Principal.....	22
Figura 2.3: Esquema de Conexión en Instalación de Sucursal Piloto.....	30
Figura 2.4: Tráfico de Interfaces Sucursal Piloto.....	37
Figura 2.5: Diagrama de Conexión Sucursales Entidad Financiera .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Equipos Adquiridos por la Entidad Financiera .....	22
Tabla 2: Características de Equipos Adquiridos por la Entidad Financiera .....	23
Tabla 3: Direccionamiento IP Ruteadores de Sucursales .....	24
Tabla 4: Direccionamiento IP Ruteadores Centro de Comunicaciones Principal.....	24

## INTRODUCCIÓN

El cliente es una entidad financiera con sucursales en varias ciudades del país, razón por la cual depende totalmente de los enlaces de telecomunicaciones que conectan las sucursales con su centro de comunicaciones principal ubicado en la ciudad de Quito, y con el presente proyecto se busca reducir al mínimo las pérdidas de conexión desde la Sucursales Principales con el Centro de comunicaciones para garantizar la prestación de servicios de las Sucursales.

Debido a las regulaciones de la superintendencia de Bancos y Seguros comprendidas en el libro I “Normas Generales para la Aplicación de la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero”, Título X “De la Gestión Integral y Control de Riesgos”, Capítulo V “De la Gestión del Riesgo Operativo”, es necesario un esquema de conexión de alta disponibilidad.

La solución propuesta es brindar conexión a todas las sucursales principales por medio de 2 enlaces con distintos proveedores de telecomunicación en redes que soporten Multi Protocol Label Switching (MPLS), y con el uso del Protocolo de Gateway Interior Mejorado (EIGRP) en las redes de los 2 proveedores se pueda brindar una red WAN de alta disponibilidad.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO PARA UNA RED DE ALTA DISPONIBILIDAD.**

En este capítulo se detallan las características de los protocolos de enrutamiento utilizados en el proyecto y su finalidad:

- MPLS - Multi Protocol Label Switching, protocolo de enrutamiento utilizado para el manejo del tráfico en la red de transporte de los proveedores;
- EIGRP - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, protocolo utilizado para el enrutamiento dinámico de las redes del cliente y para balancear el tráfico de cada sucursal del cliente entre los enlaces de los dos proveedores; y,

- HSRP - Hot Standby Routing Protocol, protocolo utilizado para configurar la redundancia tanto de enlaces como de equipo en el centro de cómputo principal.

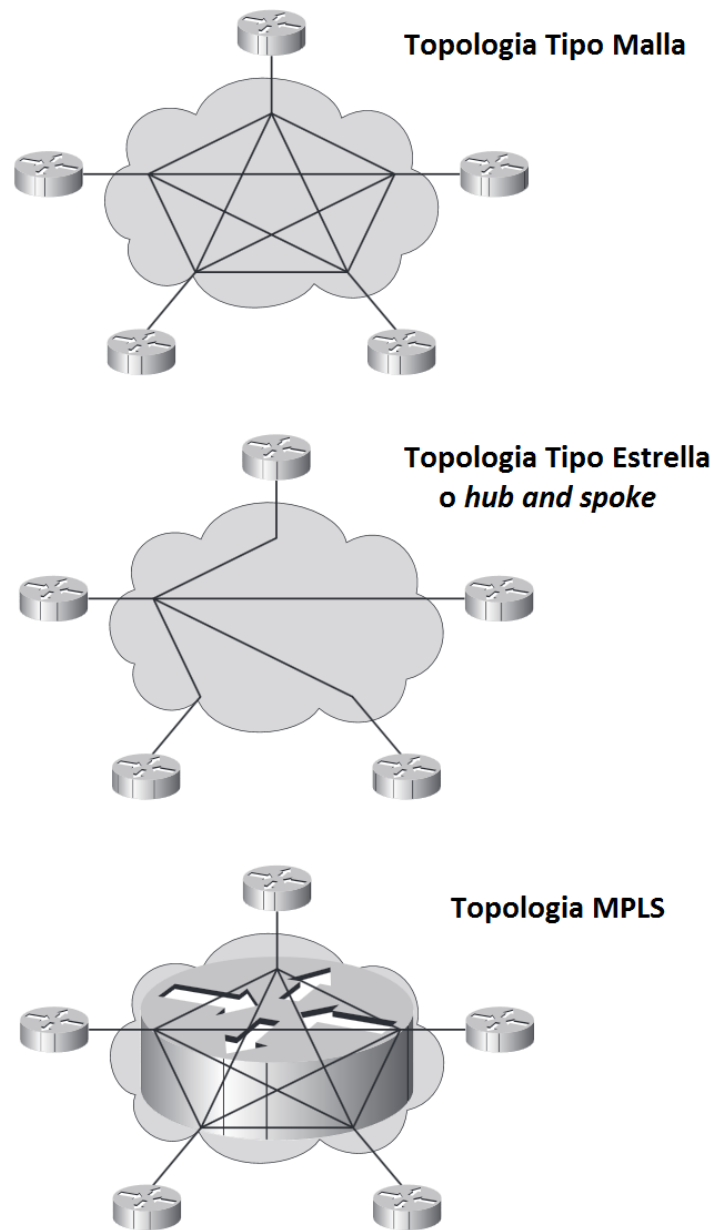
### **1.1 MPLS – Multi Protocol Label Switching.**

Multiprotocol Label Switching (MPLS) se definió en el RFC 3031 (Request for Comments) del Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet conocido como IETF por sus siglas en inglés (Internet Engineering Task Force), y fue desarrollado como estándar para redes de transporte de Capa 2 y Capa 3 del Modelo de Interconexión de Sistema Abiertos, conocido como modelo OSI.

MPLS permite a los proveedores de servicios de telecomunicaciones poder ofrecer muchos servicios que no son posibles de brindar en una red de enrutamiento IP tradicional.

Como ejemplo; si un cliente solicita a un proveedor de servicios de telecomunicaciones, poder conectar todas sus oficinas y que estas se comuniquen entre sí; y este proveedor cuenta con una red IP tradicional, el proveedor tiene 2 opciones:

- Configurar enlaces virtuales entre cada una de las oficinas, formando una topología de red tipo Malla.
- Configurar enlaces virtuales desde cada oficina a un punto concentrador, formando una topología de red tipo estrella.



. **Figura 1. 1: Topologías de Red Tradicional y MPLS [2].**

Cada una de estas opciones tiene sus ventajas y desventajas, además de que implican determinadas características de procesamiento en los routers instalados del lado del cliente para poder configurar los enlaces virtuales.

La tecnología MPLS permite poder conectar las oficinas de este cliente directamente a la red del proveedor sin necesidad de levantar conexiones virtuales entre los equipos instalados en cada oficina debido a que todo el enrutamiento se realiza en la red del proveedor.

Estas Topologías de conexión se muestran en la figura 1.1.

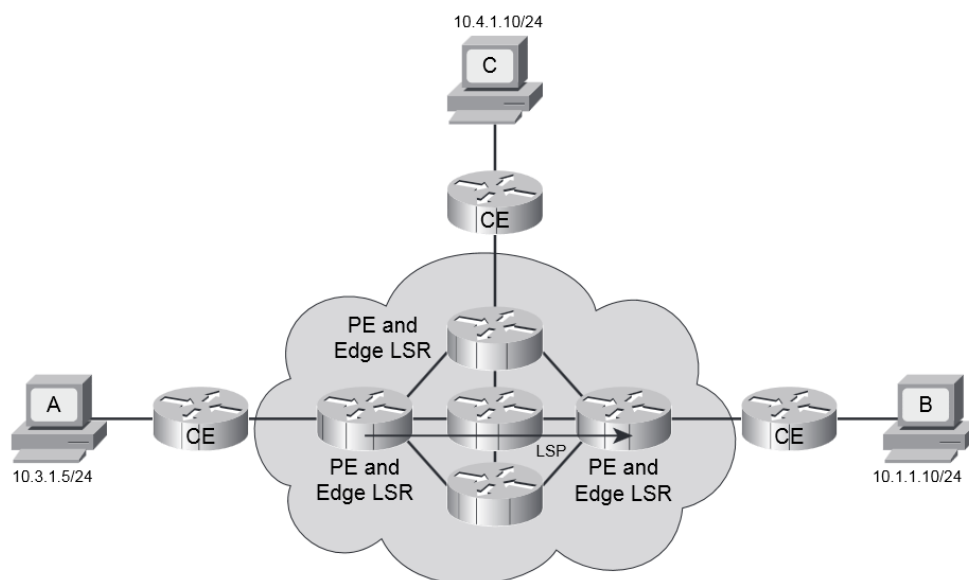
### **1.1.1 Fundamentos de MPLS.**

En la figura 1.2 se muestra una red IP estándar utilizando MPLS. En una red IP estándar, los ruteadores R1 y R4 son ruteadores de borde, R2 y R3 son ruteadores de core. Los ruteadores Core se comunican con las redes fuera del dominio a través de los ruteadores de borde. Para utilizar MPLS en esta red, los ruteadores Core pasan a ser Label Switching Routers (LSRs) y los ruteadores de Borde pasan a ser Edge LSRs [2].

Cuando los paquetes IP entran en el dominio MPLS, el ruteador Edge LSR convierte los paquetes IP en paquetes MPLS mediante la adición de una etiqueta. Cuando los paquetes salen del dominio MPLS, el ruteador Edge LSR de salida convierte nuevamente los paquetes de paquetes MPLS a paquetes IP mediante la eliminación de la etiqueta. Dentro del dominio, los LSRs reenvían los paquetes MPLS siguiendo las instrucciones contenidas en la etiqueta. Cuando el ruteador LSR recibe un paquete de MPLS, el paquete es revisado para extraer la información necesaria para



reenviarlo al siguiente salto dentro de la red MPLS. Esta información está en la etiqueta.



**Figura 1. 2: Uso de MPLS en una Red IP [2].**

Cuando los paquetes IP entran en el dominio MPLS, el router Edge LSR convierte los paquetes IP en paquetes MPLS mediante la adición de una etiqueta. Cuando los paquetes salen del dominio MPLS, el router Edge LSR de salida convierte nuevamente los paquetes de paquetes MPLS a paquetes IP mediante la eliminación de la etiqueta. Dentro del dominio, los LSRs reenvían los paquetes MPLS siguiendo las instrucciones contenidas en la etiqueta. Cuando el router LSR recibe un paquete de MPLS, el paquete es revisado para extraer la información necesaria para reenviarlo al siguiente salto dentro de la red MPLS. Esta información está en la etiqueta.

En la red mostrada en la figura 1.2, el frame generado por la estación A sigue el formato estándar de Ethernet con un encabezado normal de capa 2 seguido de un encabezado de capa 3. Debido a que la dirección de destino reside en una red diferente, la estación A envía la cabecera de capa 2 a la puerta de enlace predeterminada de la estación. En este caso, la puerta de enlace predeterminada también sirve como el Edge LSR de entrada. El Edge LSR referencia la tabla de conmutación interna del ruteador (la Label Forwarding Information Base Table, LFIB) y determina que el LSR debe reenviar la trama hacia el siguiente LSR. El Edge LSR debe entonces insertar una etiqueta entre los encabezados de capa 2 y capa 3 para indicar que camino debe el tomar el frame en su ruta a la estación B. El ruteador 2 examina el frame y determina que hay una etiqueta incorporada entre las capas 2 y 3. Por lo tanto, el ruteador trata la trama de acuerdo con la configuración en el LFIB, que dice por dónde reenviar la trama y sustituye la etiqueta con un nuevo valor. Cada uno de los ruteadores posteriores maneja el frame de una manera similar hasta que el frame llega a la Edge LSR de salida. El Edge LSR de salida retira toda información de la etiqueta y pasa un frame IP estándar para la estación B. Debido a que cada uno de los ruteadores entre las estaciones A y B cambian el frame basado en el contenido del LFIB y no necesitan realizar la operación habitual de ruteo, el frame se maneja más rápidamente que con otros métodos de conmutación [2].

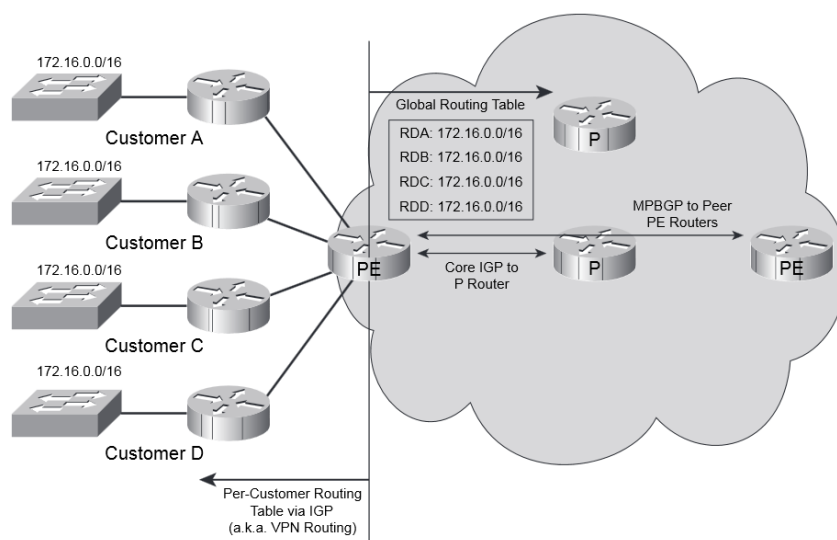
### 1.1.2 Arquitectura MPLSVPN.

En la Arquitectura MPLSVPN se consideran dos partes de la red: una parte controlada por el cliente (la red C) y una parte controlada por el proveedor (la red P).

Partes contiguas de la red C se denominan sitios y están vinculados con la red P a través de ruteadores CE (Customer Edge). Los ruteadores CE se conectan a los ruteadores PE (Provider Edge) que sirven como los dispositivos de borde de la red P. Los dispositivos de core de la red P proporcionan transporte a través del backbone proveedor y no llevan rutas de los clientes.

Los ruteadores PE participan en el encaminamiento del cliente, garantizando el enrutamiento óptimo entre sitios de los clientes. Los ruteadores PE utilizan una tabla de enrutamiento virtual separada para cada cliente, lo que permite aislar completamente cada cliente.

La figura 1.3 muestra que la arquitectura de un ruteador PE en una VPN MPLS. Se indica que a cada cliente se le asigna una tabla de enrutamiento independiente, o de enrutamiento y envío virtual (VRF Virtual Routing Forwarding). El enrutamiento a través del Backbone del proveedor se realiza por otro proceso de enrutamiento que utiliza una tabla global de enrutamiento IP.



**Figura 1.3: Arquitectura de Router PE [2].**

Aunque las VRFs proporcionan aislamiento entre clientes, los datos de estas tablas de enrutamiento todavía necesitan ser intercambiada entre routers PE para permitir la transferencia de datos entre los sitios que se unen a diferentes routers PE. Este enrutamiento se realiza con el protocolo BGP.

MPLS VPN utilizan un prefijo de 64 bits llamado Route Distinguisher (RD) para convertir una no-única dirección IPv4 de 32 bits en direcciones únicas de 96 bits que se pueden transportar entre routers PE. Estas direcciones se llaman también direcciones VPNv4.

Las direcciones VPNv4 se intercambian sólo entre routers PE; las direcciones nunca se usan entre los routers CE. Por tanto, la sesión BGP entre routers PE debe apoyar el intercambio de prefijos IPv4 tradicionales y el intercambio de prefijos VPNv4. Una sesión BGP entre

ruteadores PE debe soportar múltiples protocolos, por lo que se estableció una sesión MPBGP.

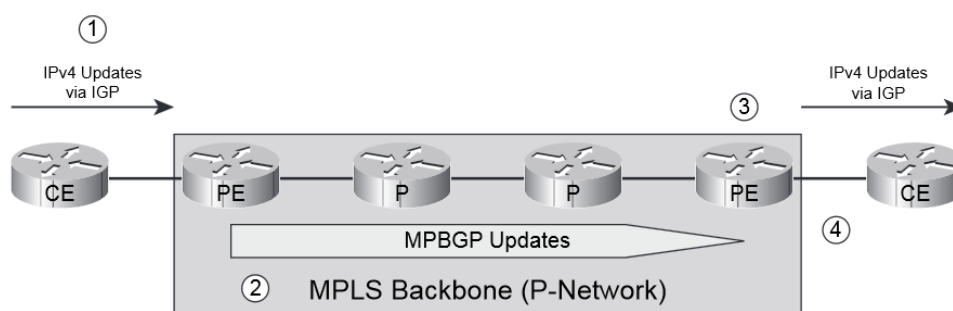
En resumen, los RDs no tienen significado especial en la arquitectura MPLS VPN. La única función de los RDs es hacer superposición de direcciones IPv4 únicas a nivel global [2].

### **1.1.3 Criterios MPLS VPN de enrutamiento.**

Debido a que la asignación entre RDs y VRFs es uno a uno, el RD se conoce como el identificador de la VRF en la implementación de una VPN MPLS.

Después de configurar las VRF y establecer conectividad MPBGP entre los ruteadores PE, se debe configurar los protocolos de enrutamiento entre los ruteadores PE y los ruteadores de CE. Se puede configurar los protocolos de enrutamiento entre PE y CE en el ruteador PE para cada VRF individualmente. Esto quiere decir, que se puede tener en el PE configurado un enrutamiento con protocolo EIGRP hacia un CE, y para otro cliente un enrutamiento con protocolo OSPF hacia otro CE, debido a que están en distintas VRFs.

La configuración de protocolo de enrutamiento en el sitio CE es muy simple. El cliente no tiene información sobre la VRF que se configuran en el sitio del proveedor.



**Figura 1.4: Flujo de Enrutamiento de Extremo a Extremo [2].**

La figura 1.4 proporciona una visión general del flujo de enrutamiento de información de extremo a extremo en una red MPLS VPN.

Estos pasos describen las etapas del flujo de enrutamiento de información. El flujo va de las actualizaciones de enrutamiento IPv4 que entran en la red troncal MPLS VPN a través de su propagación como rutas VPNv4 al backbone:

- Los router PE reciben actualizaciones de enrutamiento IPv4 de los routers CE e instalan las actualizaciones en respectiva la tabla VRF.
- Las rutas de los clientes de las tablas VRF se exportan como rutas VPNv4 en MPBGP y se propagaron a otros routers PE.
- Los routers PE reciben actualizaciones MPBGP importan las rutas VPNv4 entrantes en sus tablas VRF basadas en RTs (Route Targets) que se adjuntan a las rutas de entrada y en RTs de importación que se configuran en las tablas VRF.

- Las rutas VPNv4 que se instalan en las tablas VRF se convierten en rutas IPv4 y luego propagan a los ruteadores CE [2].

## 1.2 EIGR – Enhanced Interior Gateway Protocol.

El Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior Mejorado (EIGRP) es un protocolo de enrutamiento propietario de Cisco. Este protocolo de enrutamiento dinámico combina las características de los protocolos de vector distancia, mejoradas con el algoritmo de estado de enlace [3].

EIGRP es capaz de ofrecer ventajas sobre los protocolos de enrutamiento vector distancia tradicionales; entre las cuales están:

- Rápida convergencia;
- Menor consumo de ancho de banda,
- Soporte para múltiples protocolos enrutados
- Soporte para el uso de Mascara de Subred de Longitud Variable (VLSM).
- Soporte para el uso de enrutamiento entre dominios sin clases (CIDR).

Para lograr algunos de estos beneficios, EIGRP depende de características comúnmente asociadas con los protocolos de estado de enlace. Por ejemplo, EIGRP utiliza los mejores rasgos de Open Shortest Path First Protocolo (OSPF), como actualizaciones parciales y descubrimiento de vecinos [4].

### 1.2.1 Componentes de EIGRP.

EIGRP utiliza cuatro componentes que lo caracterizan sobre otros protocolos de enrutamiento:

1. Módulos dependiente de protocolo
2. Protocolo de transporte confiable (RTP)
3. Descubrimiento y Recuperación de Vecinos
4. Algoritmo de actualización por difusión (DUAL)

Los Módulos de Protocolo Dependiente (PDMs) son responsables de los requisitos específicos del protocolo de capa de red. EIGRP soporta IP, AppleTalk y Novell NetWare. Cada protocolo tiene su propio módulo de EIGRP y opera independientemente de cualquiera de los otros que se estén ejecutando.

El Protocolo de Transporte Confiable (RTP - Reliable Transport Protocol) es responsable de la entrega y recepción ordenada y garantizada de paquetes EIGRP a todos los vecinos. RTP soporta la transmisión simultánea de paquetes multicast y unicast. Por eficiencia, solamente ciertos paquetes EIGRP se transmiten de forma fiable.

El Descubrimiento y Recuperación de Vecinos EIGRP da la facultad a los ruteadores de aprender dinámicamente sobre otros ruteadores en sus



redes directamente conectadas. Permite a los ruteadores EIGRP construir su tabla de vecinos, descubrir rutas, y elegir las mejores rutas.

Los ruteadores EIGRP envían periódicamente pequeños paquetes HELLO para descubrir nuevas rutas, o descubrir cuando sus vecinos se vuelven inalcanzables o inactivos, para mantener sus tablas de enrutamiento actualizadas. Mientras un ruteador recibe paquetes de saludo de un router EIGRP vecino, decide que el vecino está funcionando y pueden intercambiar información de enrutamiento.

El algoritmo DUAL utiliza la información de distancia para seleccionar la ruta de menor costo, la cual se calcula sumando el costo entre el ruteador del siguiente salto y el destino a que se refiere como la distancia anunciada (AD): para el costo entre el ruteador local y el ruteador del siguiente salto. La suma de estos costos se llama la distancia factible (FD).

DUAL también mantiene rutas de respaldo para cada destino. El ruteador del siguiente salto para una ruta de respaldo se llama el sucesor factible. Para calificar como un sucesor factible, un ruteador del siguiente salto debe tener una distancia anunciada AD menor que la Distancia Factible FD de la ruta del sucesor actual. [4].

### 1.2.2 Tablas EIGRP.

EIGRP mantiene las siguientes tres tablas:

- Tabla de vecinos
- Tabla de topología
- Tabla de enrutamiento

Un router monitorea constantemente sus rutas directamente conectadas y, también las rutas publicadas por los routers vecinos. Con esta información, EIGRP puede seleccionar la ruta de menor costo hacia un destino y garantizar que la ruta no forma parte de un bucle de enrutamiento, esta ruta seleccionada como principal es llamada Sucesor.

Al almacenar la información de enrutamiento de los routers vecinos, el algoritmo puede determinar con mayor rapidez una ruta de sustitución o un Sucesor factible en caso de que haya un fallo de enlace o cualquier otro evento de modificación de la topología.

El saludo y la información de enrutamiento EIGRP son transportados mediante el protocolo de transporte EIGRP. El transporte EIGRP define un protocolo fiable de publicación, acuse de recibo y petición para garantizar que el saludo y la información de enrutamiento se distribuyen adecuadamente a todos los routers vecinos [4].

### 1.2.3 Métrica EIGRP.

Para calcular la métrica de las rutas EIGRP utiliza los valores de: el ancho de banda, el retardo, la fiabilidad, la carga y la unidad de transmisión máxima (MTU). Estos valores también son utilizados en el protocolo IGRP, la diferencia con EIGRP es que el valor de la métrica se multiplica por 256, ya que utiliza 32 bits en lugar de 24 bits.

Aunque la métrica puede estar basado en cinco criterios, EIGRP utiliza sólo dos de estos criterios por defecto:

- Ancho de banda.
- Retardo.

Los otros tres criterios se pueden utilizar, sin embargo su uso no es recomendado ya que normalmente resultan en recalcular frecuente de la tabla de topología [4].

### 1.3 HSRP – Hot Standby Routing Protocol.

HSRP es un protocolo propietario de Cisco descrito en el RFC 2281, cuya principal aplicación es la de permitir que un grupo de routers funcionen como un único router Virtual compartiendo una dirección IP y una dirección Física.

El concepto principal es que los routers que participaran en el proceso HSRP estarán asignados a un Grupo. Entre estos routers se selecciona un router

como Primario o Ruteador HSRP Activo y se selecciona otro como Ruteador HSRP Standby. De existir más ruteadores en el grupo, estos permanecen en estado escucha [6].

La elección de los ruteadores Activo y Standby se basa en el valor de prioridad, el cual es configurado directamente en cada ruteador en el Grupo HSRP. Este valor se expresa como un número entero de 0 a 255. Si no se especifica en el ruteador se asume el valor predeterminado de prioridad que es 100.

El ruteador con el mayor valor de prioridad es elegido como ruteador HSRP Activo, y el ruteador con el segundo valor más alto de prioridad es elegido como Ruteador HSRP Standby. Si dos o más ruteadores tienen el mismo valor de prioridad el ruteador con la mayor dirección IP es elegido como ruteador HSRP Activo.

El ruteador HSRP Standby envía mensajes HELLO al ruteador HSRP Activo con un tiempo predeterminado de cada 3 segundos, si estos mensajes no son recibidos en 3 ocasiones se interpreta que se llega al tiempo *holdtime*, tiempo en el cual el ruteador HSRP Activo es considerado inoperante. Este tiempo *holdtime* puede ser variado de acuerdo a un valor que se estime conveniente.

Una vez que un ruteador HSRP activo falla y vuelve a estar operativo, no vuelve a ser ruteador HSRP Activo si no tiene configurado el valor *preempt*, lo cual da facultad a un ruteador de tomar el rol de ruteador HSRP Activo siempre que su prioridad sea la más alta.

Cada router en un grupo HSRP tiene su propia dirección IP asignada a la interface conectada al segmento HSRP. Así mismo tienen una puerta de enlace común la cual es la dirección del router virtual, esta dirección es conocida como dirección HSRP o dirección standby. Los clientes pueden apuntar a esta dirección del router virtual como su puerta de enlace predeterminada.

Cada router en un grupo HSRP tiene su propia dirección MAC asignada a la interface conectada al segmento HSRP. El router virtual HSRP define una dirección MAC especial del tipo 0000.0c07.acxx donde xx se reemplaza por el valor del grupo HSRP. Por ejemplo la dirección MAC del router virtual HSRP del grupo 1 será 0000.0c07.ac01 [6].

## **CAPÍTULO 2**

### **2. DESARROLLO DEL PROYECTO.**

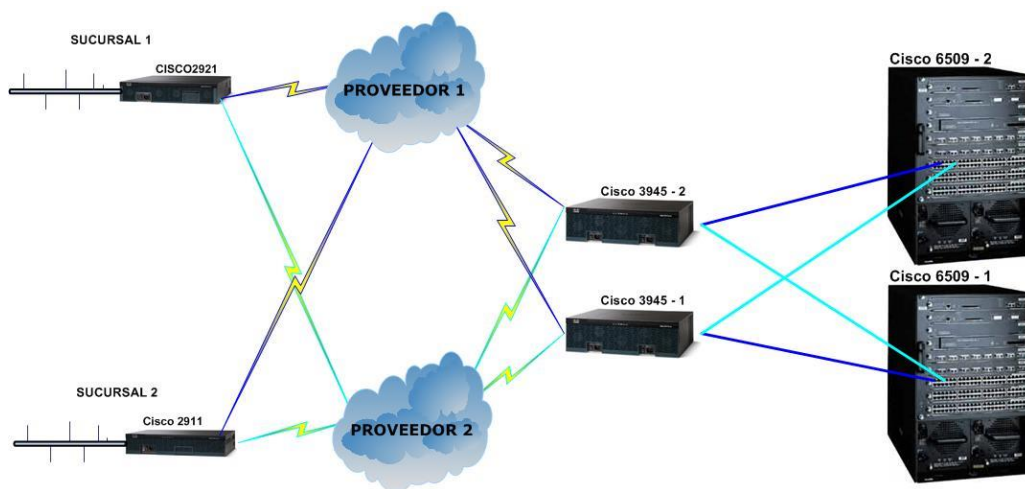
#### **2.1 Definición de Requerimientos del Cliente.**

La entidad Financiera decidió contratar enlaces con 2 proveedores con las siguientes características:

- Ancho de Banda de 2 Mbps simétrico
- El enlace debe llegar al Centro de Computo Principal ubicado en la ciudad de Quito, con la opción de que si se presenta algún evento en las instalaciones del cliente que impida el normal funcionamiento del Centro de Computo Principal, el enlace de cada Sucursal deberá llegar al Centro de Computo Alterno ubicado en la Ciudad de Guayaquil con el mismo ancho de banda de 2 Mbps simétrico.

- Cada sucursal debe tener el tráfico balanceado entre los 2 proveedores de manera simétrica, esto quiere decir que la gráfica de consumo de ancho de banda del enlace de un proveedor debe ser idéntica al consumo de tráfico del enlace del otro proveedor lo cual permitiría tener hasta un máximo de 4 Mbps de tráfico desde cada sucursal sumando el Ancho de Banda permitido por cada Proveedor.
- Se debe manejar un protocolo de enrutamiento dinámico que garantice la rápida convergencia en caso de presentarse alguna incidencia.
- Las Sucursales que serán parte de este proyecto son las siguientes:
  - Quito ( Centro de Comunicaciones Principal)
  - Guayaquil ( Centro de Comunicaciones Alterno)
  - Ambato
  - Cuenca
  - Esmeraldas
  - Ibarra
  - Latacunga
  - Loja
  - Machala
  - Manta
  - Portoviejo
  - Quevedo
  - Riobamba
  - Santo Domingo

- En cada Sucursal cada proveedor deberá instalar 1 última milla que irá conectada a 1 interface del router a instalar.
- Las instalaciones de los enlaces a nivel de capa Física se coordinaran con los departamentos de Planificación y Logística de cada Proveedor, y se ejecutaran mientras se realiza el diseño de la red WAN.
- En el centro de Computo Principal cada Proveedor deberá instalar 2 ultimas millas independientes las cuales se conectaran a 2 ruteadores concentradores de manera cruzada de acuerdo a la siguiente figura elaborada por la entidad financiera para ilustrar el requerimiento.



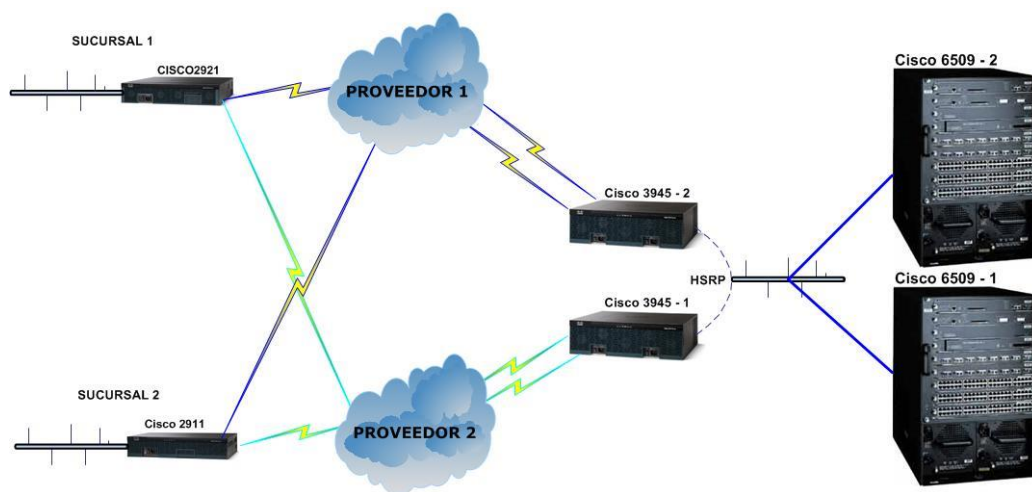
**Figura 2. 1: Esquema de Conexión requerido en Centro de Computo Principal.**

Durante los meses de Noviembre y Diciembre del año 2010 se realizaron varias reuniones para definir el esquema de conexión entre los equipos que serán adquiridos por la entidad financiera y las redes de los 2 proveedores y poder



satisfacer los requerimientos realizados por esta. El Proveedor 1 propuso trabajar con el enrutamiento EIGRP mientras que el Proveedor 2 proponía trabajar con BGP debido a que el protocolo EIGRP es propietario de CISCO. Se indicó al Proveedor 2 que BGP no hace balanceo de carga por paquete, sino que lo hace por direccionamiento IP, lo cual no permitía cumplir con uno de los requisitos del cliente que requería que el tráfico sea balanceado simétricamente. Al no tener un consenso el Proveedor 2 acordó que realizará pruebas en un simulador para confirmar si se logra este balanceo simétrico con BGP. En la siguiente reunión se determinó que el protocolo a utilizar sería el propuesto por el Proveedor 1 que es EIGRP.

Además, para simplificar la configuración del protocolo de enrutamiento dinámico en el Centro de Comunicaciones Principal, se determinó que las 2 últimas millas del Proveedor 1 se conectarán a dos interfaces de un Ruteador Concentrador, y las 2 últimas millas del Proveedor 2 se conectarán al otro Ruteador Concentrador, y que estos Ruteadores Concentradores tendrán configurado el protocolo HSRP (Hot Standby Routing Protocol), para tener alta disponibilidad de CPE siendo el Ruteador Principal el Conectado al Proveedor 1 y el Ruteador Standby el Conectado al Proveedor 2. El esquema de conexión se cambió de acuerdo a la figura 2.2 realizada en base a la figura 2.1 elaborada por la entidad financiera.



**Figura 2. 2: Esquema de Conexión propuesto en Centro de Computo Principal.**

## 2.2 Configuración de Equipos de la Entidad Financiera.

La entidad financiera adquirió los equipos listados en la Tabla 1 para este proyecto.

Item	Equipo	Cantidad	Destino
1	Ruteador Cisco3945-V SEC	4	2 Equipos para el Centro de Comunicaciones Principal y 2 Equipos para el Centro de Comunicaciones Alterno.
2	Ruteador Cisco2921-V SEC	4	2 Equipos para Sucursal Ambato y 2 Equipos para Sucursal Cuenca.
3	Ruteador Cisco2911-V SEC	20	2 Equipos para cada Sucursal.

**Tabla 1: Equipos Adquiridos por la Entidad Financiera.**

Las características fundamentales de estos equipos son las siguientes:

Equipo	Características
<b>Ruteador Cisco3945-V SEC</b>	Router Cisco 3945 con 3 puertos GE integrados, C3900-SPE150/K9, 4 ranuras para EHWIC, 4 ranuras para DSP, 1 ranura para ISM, 4 ranuras para SM, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 1 GB de memoria DRAM predeterminada, IP Base.
<b>Ruteador Cisco2921-V SEC</b>	Router Cisco 2921 con 3 puertos GE integrados, 4 ranuras para EHWIC, 3 ranuras para DSP, 1 ranura para ISM, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base.
<b>Ruteador Cisco2911-V SEC</b>	Router Cisco 2911 con 3 puertos GE integrados, 4 ranuras para EHWIC, 2 ranuras para DSP, 1 ranura para ISM, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base.

**Tabla 2: Características de Equipos Adquiridos por la Entidad Financiera.**

Los ruteadores se eligieron consultando con la tabla de Rendimiento de Enrutamiento [7], sobredimensionando la demanda de tráfico actual para que los equipos tengan vigencia en el tiempo.

Una vez definidos los equipos a instalar y el Protocolo de enrutamiento a utilizar se tomaron las siguientes definiciones:

- Cada Equipo tiene 3 interfaces Gigabit ethernet; por lo cual se definió en cada localidad la interface Gigabit ethernet0/0 se conectara el enlace del Proveedor 1; en la interface Gigabit ethernet0/1 se conectara el enlace del Proveedor 2 y en la interface Gigabit ethernet0/2 se conectara el segmento de red interna de

la entidad financiera; también se definió el direccionamiento IP a utilizar para que no exista superposición de direcciones en las redes los dos proveedores y en las redes de la entidad financiera. Así las direcciones IP para los ruteadores de las sucursales quedaron de acuerdo a la tabla 2.

<b>LOCALIDAD</b>	<b>Proveedor 1 Interface Gi 0/0</b>	<b>Proveedor 2 Interface Gi0/1</b>	<b>Entidad Financiera Interface Gi0/2</b>
Guayaquil	10.11.17.194/28	10.116.41.196/30	172.16.80.0/23
Ambato	10.23.250.130/28	10.111.118.130/30	172.16.116.0/23
Cuenca	10.33.250.164/28	10.111.118.18/30	172.16.98.0/23
Ibarra	10.26.16.82/28	10.111.118.126/30	172.16.200.0/23
Latacunga	10.30.16.98/28	10.111.118.134/30	172.16.202.0/23
Loja	10.51.250.50/28	10.112.118.22/30	172.16.122.0/23
Machala	10.52.250.50/28	10.112.118.10/30	172.18.86.0/23
Manta	10.41.16.98/28	10.112.118.2/30	172.16.108.0/23
Portoviejo	10.81.16.50/28	10.112.118.14/30	172.16.148.0/23
Quevedo	10.17.15.114/28	10.112.118.6/30	172.16.124.0/23
Riobamba	10.24.16.82/28	10.111.118.146/30	172.25.2.0/23
Santo Domingo	10.25.16.50/28	10.111.118.138/30	172.16.128.0/23

**Tabla 3: Direccionamiento IP Ruteadores de Sucursales.**

- Para los ruteadores a instalar en el Centro de Comunicaciones Principal se definieron las siguientes direcciones IP.

	<b>Interface Gi 0/0</b>	<b>Interface Gi0/1</b>	<b>Interface Gi0/2</b>
Ruteador Principal	10.21.17.66/26	10.21.251.162/27	10.5.1.3/24
Ruteador Secundario	10.111.118.118/30	10.111.118.122/30	10.5.1.4/24

**Tabla 4: Direccionamiento IP Ruteadores Centro de Comunicaciones Principal.**

- En todas las demás sucursales se tendrá 1 ruteador en Producción y otro ruteador de iguales características de contingencia, el cual permanecerá instalado en el centro de cableado de cada Sucursal, pero apagado.

- Ambos proveedores utilizaran el mismo sistema autónomo en el protocolo EIGRP asignado a la entidad financiera, el número escogido para el sistema autónomo es 65424.
- Se determinó cada proveedor puede mantener el nombre de la VRF en su red asignada a la entidad financiera, es decir, que no es necesario que las VRFs en las redes de los 2 proveedores tengan el mismo nombre.

### 2.3 Configuración de Equipos de Ruteo en la red del Proveedor Principal.

El sistema de aprovisionamiento MPLS del Proveedor Principal asigna la VRF, el direccionamiento de Red y los Vlan IDs para cada PE y además realiza las siguientes configuraciones en el PE respectivo:

- Crea la VRF y le asigna el Route Distinguisher; adicionalmente crea listas de importación y exportación de rutas de destino para la VRF.

```
ip vrf [vrf_name]  
    rd vrf [route-distinguisher]  
    route-target export [route- target-ext-community]  
    route-target export [route- target-ext-community]
```

- Configura la Sub-Interface Vlan con la encapsulación dot1Q correspondiente al Vlan ID asignado en la interface del PE que se conecta a la red de los

clientes; o ruteadores CE. Asocia la VRF con la sub-Interface; y asigna la dirección IP y la máscara de red.

```
interface [interface_id]. [vlan_id]  
    encapsulation dot1Q [vlan_id]  
    ip vrf forwarding [vrf_name]  
    ip address [ip-address] [mask]  
    no ip redirects  
    no ip unreachable  
    no ip proxy-arp  
    arp timeout 300
```

- Configura la instancia de la VRF nueva en el proceso BGP para propagar la nueva red asignada en la red del Proveedor así como también aprender todas las redes de los demás PEs de esta nueva VRF.

```
router bgp [autonomous-system-number]  
    address-family ipv4 vrf [vrf_name]  
        no synchronization  
        redistribute connected  
        redistribute static  
    exit-address-family
```

La configuración del enrutamiento EIGRP en PE para que se conecte a los ruteadores CE instalados en las Sucursales de la entidad financiera se realiza por

interface de comandos en los ruteador PE del proveedor. Tarea que se realiza como tarea programada en horarios de bajo impacto.

Básicamente se debía agregar la siguiente configuración en cada PE:

- Activación de Eigrp.

```
router eigrp [eigrp-autonomous-system-number-isp]  
no auto-summary  
!  
address-family ipv4 vrf [vrf_name]  
redistribute bgp [bgp-autonomous-system-number] metric 1 1 1 1 1  
network [network-address] [wildcard]  
no auto-summary  
autonomous-system [eigrp-autonomous-system-number]  
exit-address-family
```

- Configurar MTU.

```
interface [interface_id]. [vlan_id]  
encapsulation dot1Q [vlan_id]  
ip vrf forwarding [vrf_name]  
ip address [ip-address] [mask]  
no ip redirects  
no ip unreachable  
no ip proxy-arp  
ip mtu 1500
```

```
arp timeout 300
```

- Configurar la redistribución de las rutas aprendidas por EIGRP dentro de la instancia BGP.

```
router bgp [bgp-autonomous-system-number]  
address-family ipv4 vrf [vrf_name]  
no synchronization  
redistribute connected  
redistribute static  
redistribute eigrp [eigrp-autonomous-system-number]  
no auto-summary  
no synchronization  
exit-address-family
```

Luego de esto los PE de la red del proveedor principal quedaron configurados para poder levantar el protocolo de enrutamiento dinámico con los equipos CEs a instalar en las sucursales de la entidad financiera.

Estas configuraciones se adjuntan en el ANEXO A.

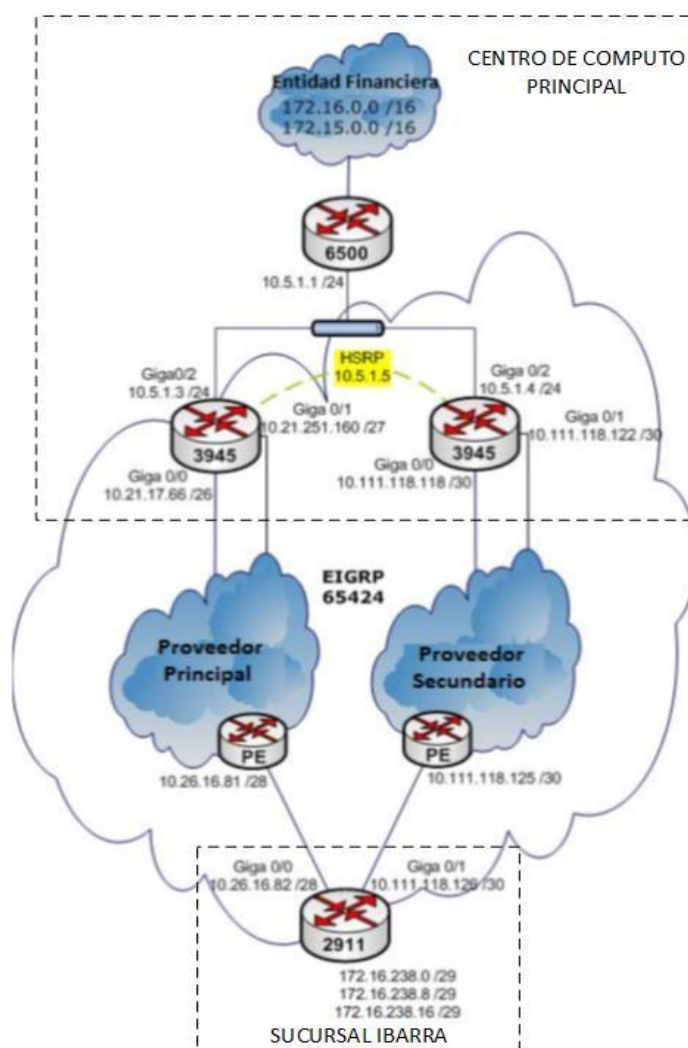
#### **2.4 Instalación del Ruteador y Pruebas de Configuración en Sucursal Piloto.**

Una vez que los equipos de core en las redes de los Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones estaban configurados y que los departamentos de



Planificación y Logística realizaron las instalaciones de las ultimas millas de los enlaces de datos en cada sucursal se programó la instalación de los ruteadores Cisco 3945 en el Centro de Comunicaciones Principal en la Ciudad de Quito; tarea que se logró realizar el 8 de Febrero de 2011. Con esto se programó la instalación del ruteador para la Sucursal Ibarra que iba a funcionar como Piloto. El resumen de la configuración inicial de los ruteadores del Centro de Computo Principal y de la oficina Piloto, la Sucursal Ibarra se adjuntan en el Anexo 2 de este documento.

El esquema de conexión entre los ruteadores del Centro de Computo Principal y la Sucursal Ibarra era de acuerdo a la figura 2.3



**Figura 2.3: Esquema de Conexión en Instalación de Sucursal Piloto.**

Se generó tráfico desde la red interna de la Oficina Piloto hacia la red del Centro de Cómputo Principal y se ejecutaron las siguientes pruebas:

- Se desconectó la última milla del Proveedor 1 en la Sucursal Ibarra por un periodo de tiempo y se la volvió a conectar. Durante este periodo de tiempo

no se perdió conectividad hacia el centro de cómputo Principal debido a que el tráfico pasó por el enlace del Proveedor 2.

- Se desconectó la última milla del Proveedor 2 en la Sucursal Ibarra por un periodo de tiempo y se la volvió a conectar. Durante este periodo de tiempo no se perdió conectividad hacia el centro de cómputo Principal debido a que todo el tráfico pasó por el enlace del Proveedor 1.
- Se desconectó el enlace principal del Proveedor 1 en el Centro de Computo Principal por un periodo de tiempo y se la volvió a conectar
- Se desconectó el enlace secundario del Proveedor 1 en el Centro de Computo Principal por un periodo de tiempo y se la volvió a conectar
- Se desconectó el enlace Principal del Proveedor 2 en el Centro de Computo Principal por un periodo de tiempo y se la volvió a conectar
- Se desconectó el enlace Secundario del Proveedor 2 en el Centro de Computo Principal por un periodo de tiempo y se la volvió a conectar
- Se desconectaron los 2 enlaces del Proveedor 1 en el Centro de Computo Principal por un período de tiempo y se los volvió a conectar.
- Se desconectaron los 2 enlaces del Proveedor 2 en el Centro de Computo Principal por un período de tiempo y se los volvió a conectar.

Durante estas pruebas se evidenció que al deshabilitar los 2 enlaces del Proveedor 1 conectados al Ruteador Principal del Centro de Computo Principal (RUIO-COREWAN-01), desde la Sucursal Ibarra no se tenía conexión a las redes de Quito a través del Proveedor 2, por lo cual se realizó el siguiente cambio:

- En el Ruteador Secundario del Centro de Computo Principal (RUIO-COREWAN-02) se cambió la distancia administrativa de las rutas estáticas hacia las redes de Matriz Quito a un valor de 200, mayor al aprendido por EIGRP externo de 170 para que estas sean aprendidas por EIGRP desde el RUIO-COREWAN-01

#### RUIO-COREWAN-02

```
ip route 172.15.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 200
```

```
ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 200
```

- En el RUIO-COREWAN-01 se configuraron rutas estáticas hacia las redes de Matriz Quito con un Track hacia un equipo de monitoreo de las red del Proveedor 1, para que al perder conexión a este equipo de monitoreo por los 2 enlaces del equipo RUIO-COREWAN01, el Track borre estas rutas estáticas de su tabla de rutas y no sean distribuidas al RUIO-COREWAN-02, para que en este equipo, ingresen a su tabla de rutas las rutas estáticas con distancia administrativa de 200.

#### RUIO-COREWAN-01

```
ip route 172.15.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 track 1
```

```
ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 track 1
```

```
i
```

```
ip sla 1
```

```
icmp-echo 201.218.38.7
```

```
threshold 2
```

```
frequency 5
```

```
ip sla schedule 1 life forever start-time now
```

- Validando el Protocolo HSRP en el ruteador RUIO-COREWAN02 En estado normal se tiene:

```
RUIO-COREWAN-02#show standby
```

```
GigabitEthernet0/2 - Group 1
```

**State is Standby**

```
27 state changes, last state change 00:01:09
```

```
Virtual IP address is 10.5.1.5
```

```
Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01
```

```
Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default)
```

```
Hello time 3 sec, hold time 10 sec
```

```
Next hello sent in 1.408 secs
```

```
Preemption enabled
```

```
Active router is 10.5.1.3, priority 100 (expires in 9.920 sec)
```

```
Standby router is local
```

```
Priority 99 (configured 99)
```

```
Group name is "hsrp-Gi0/2-1" (default)
```

```
RUIO-COREWAN-02#
```

```
RUIO-COREWAN-02# show ip route
```

```
...
```

**D EX** 172.15.0.0/16 [170/64512] via 10.5.1.3, 00:01:49, GigabitEthernet0/2

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks

**D EX** 172.16.0.0/16 [170/64512] via 10.5.1.3, 00:01:49, GigabitEthernet0/2

- Al desconectar los 2 enlaces del Proveedor 1 en el Centro de Computo Principal se tiene:

```
RUIO-COREWAN-02# show standby
```

```
GigabitEthernet0/2 - Group 1
```

```
State is Active
```

```
28 state changes, last state change 00:00:25
```

```
Virtual IP address is 10.5.1.5
```

```
Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01
```

```
Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default)
```

```
Hello time 3 sec, hold time 10 sec
```

```
Next hello sent in 2.032 secs
```

```
Preemption enabled
```

```
Active router is local
```

```
Standby router is 10.5.1.3, priority 80 (expires in 9.120 sec)
```

```
Priority 99 (configured 99)
```

```
Group name is "hsrp-Gi0/2-1" (default)
```

```
RUIO-COREWAN-02#
```

```
RUIO-COREWAN-02#show ip route
```

```
...
```

```
S 172.15.0.0/16 [200/0] via 10.5.1.1
```

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks

S 172.16.0.0/16 [200/0] via 10.5.1.1

Otro problema presentado durante las pruebas era que no se conseguía balancear el tráfico de la Sucursal Ibarra a través de sus 2 enlaces. Se tenía planeado igualar las métricas de las rutas aprendidas por EIGRP lo cual se logró con el comando offset-list dentro del proceso EIGRP.

En el Ruteador de la Sucursal Ibarra se aprendían las redes de Quito tanto por el Proveedor 1 como por el Proveedor 2, pero con diferentes métricas

```
RIBA-SUCIBA#show ip route
```

```
...
```

```
D EX 172.15.0.0/16
```

```
[170/1253120] via 10.111.118.125, 00:09:09, GigabitEthernet0/1
```

```
[170/1252864] via 10.26.16.81, 00:09:09, GigabitEthernet0/0
```

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 8 subnets, 4 masks
```

```
D EX 172.16.0.0/16
```

```
[170/1253120] via 10.111.118.125, 00:09:09, GigabitEthernet0/1
```

```
[170/1252864] via 10.26.16.81, 00:09:09, GigabitEthernet0/0
```

Con el comando offset-list se igualo las métricas en la tabla de rutas

```
router eigrp 65424
```

```
offset-list 20 in 256 GigabitEthernet0/0
```

```
RIBA-SUCIBA#show ip route
...
D EX 172.15.0.0/16
    [170/1253120] via 10.111.118.125, 00:00:36, GigabitEthernet0/1
    [170/1253120] via 10.26.16.81, 00:00:36, GigabitEthernet0/0
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 8 subnets, 4 masks
D EX 172.16.0.0/16
    [170/1253120] via 10.111.118.125, 00:00:36, GigabitEthernet0/1
    [170/1253120] via 10.26.16.81, 00:00:36, GigabitEthernet0/0
```

Además se agregó el comando de interface ***ip load-sharing per-packet*** en todas las interfaces que participan en el proceso EIGRP. Las pruebas satisfactorias se realizaron el martes 15 de febrero de 2011 desde el ruteador Cisco2911 de la Sucursal Ibarra con 3 ventanas de ping con paquetes de 5000 bits a direcciones ip de servidores del Centro de Comunicaciones Principal:

```
RIBA-SUCIBA#ping 172.16.10.1 so 172.16.238.9 si 5000 rep 10000000
RIBA-SUCIBA#ping 172.16.10.1 so 172.16.238.17 si 5000 rep 10000000
RIBA-SUCIBA#ping 172.15.10.1 so 172.16.238.9 si 5000 rep 10000000
```

Las ips 172.16.238.9/29 y 172.16.238.17/29 son ips de loopback configuradas en el ruteador de Sucursal Ibarra. Mientras se ejecutaron las pruebas se realizó la captura del tráfico de las interfaces del ruteador de Sucursal Ibarra via SNMP



para verificar que se cumplía el requerimiento de que el tráfico sea balanceado simétricamente por las redes de ambos proveedores.

Cuando se realizó esta prueba aún no se había aumentado el ancho de banda en la red de acceso del Proveedor Principal a los 2 Mbps contratados, es por esto que en la figura 2.4 de captura por SNMP se nota que el tráfico llega a valor máximo de 750 Kbps aproximadamente.

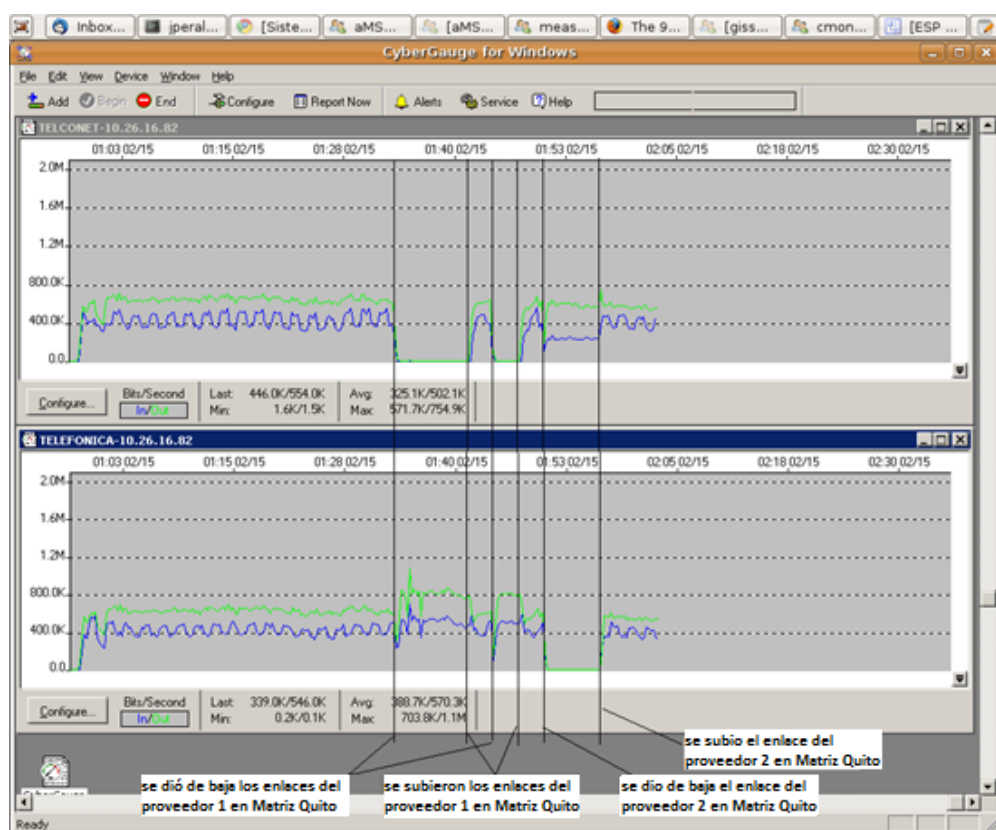


Figura 2.4: Tráfico de Interfaces Sucursal Piloto.

Luego de regularizar el control de ancho de banda a los 2 Mbps contratados se logró realizar la activación de los enlaces de alta disponibilidad con la oficina Piloto el 16 de febrero de 2011, sin embargo era necesario probar si el comando **offset-list** seguiría funcionando luego de que se active otra sucursal. Por este motivo se programó una nueva reunión de trabajo entre los Proveedores para realizar pruebas desde un ruteador en una Sucursal que ya esté conectado a los enlaces de los 2 proveedores pero que aún no esté en producción, estas pruebas se realizaron en el ruteador de la Sucursal Santo Domingo que tenía este escenario. Estas pruebas se realizaron el 23 de febrero de 2011, luego de las mismas se definió agregar la siguiente configuración en el proceso EIGRP en los ruteadores de las sucursales remotas:

```
router eigrp 65424
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/0
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/1
  !
  access-list 50 permit any
  !
  route-map METRIC permit 10
  match ip address 50
  set metric 2048 100 255 1 1500
```

Y en el ruteador RUIO-COREWAN01:

```
router eigrp 65424
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/2
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/0.113
  offset-list 50 in 20000000 GigabitEthernet0/1.115
!
access-list 50 permit any
!
route-map METRIC permit 10
  match ip address 50
  set metric 2048 100 255 1 1500
```

Con el comando ***distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/2*** lo que hacemos es asignarles la métrica definida en la route-map METRIC a todo el tráfico (***access-list 50 permit any***) que entra por la interface GigabitEthernet0/2. Aplicamos el mismo comando a las interfaces que participan en el proceso EIGRP para que las rutas aprendidas por EIGRP tengan la misma distancia administrativa y la misma métrica para lograr un balanceo simétrico del tráfico a través de las interfaces que participan en el proceso EIGRP.

Se eliminó el comando ***offset-list 20 in 256 GigabitEthernet0/0*** en el proceso EIGRP en el ruteador de la Sucursal Piloto y se agregó la configuración probada en el ruteador de la Sucursal Santo Domingo sin perder el balanceo simétrico.

En el APENDICE C se tienen las configuraciones finales de los ruteadores CE luego de la instalación de la Sucursal Piloto.

Una vez confirmado que se logró cumplir los requerimientos de la entidad financiera y que se tiene una configuración base en la sucursal Ibarra que funcionó como Piloto, el siguiente paso era realizar la instalación de los ruteadores en todas las demás sucursales.

Para esta tarea se brindó soporte remoto al personal de la entidad financiera quienes se encargaron de realizar la conexión de los equipos de los enlaces de cada proveedor a las interfaces previamente definidas de cada ruteador.

Luego de estas instalaciones el esquema de conexión quedó de acuerdo a la figura 2.5

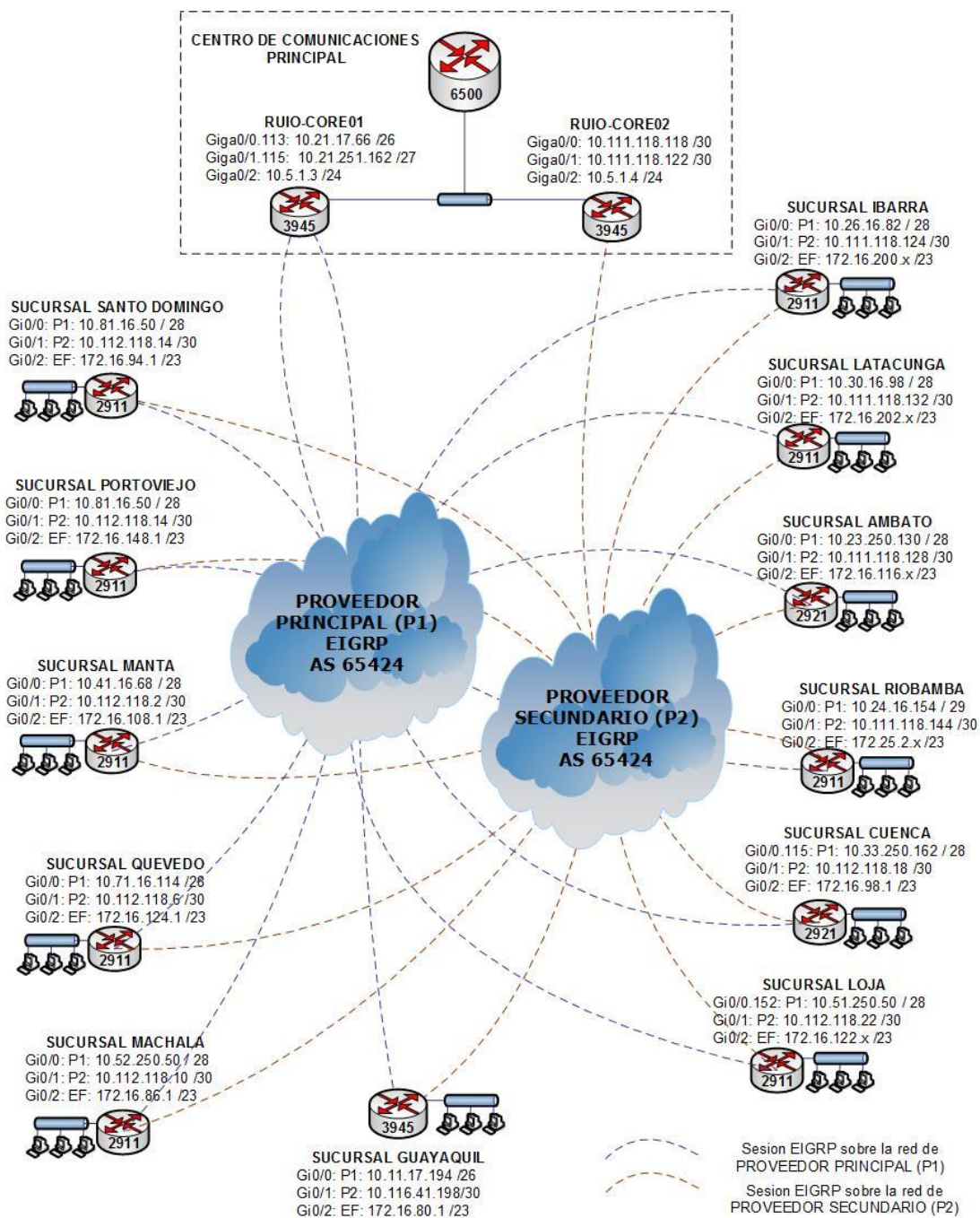


Figura 2.5: Diagrama de Conexión Sucursales Entidad Financiera.

## **2.5 Configuración de Equipos en Centro de Comunicaciones Alterno.**

El Centro de Comunicación Alterno de la Entidad Financiera funciona en la Sucursal Guayaquil, y el mismo entra a funcionar cuando se pierde conectividad con las redes del Centro de Comunicaciones Principal tanto por la red del Proveedor 1 como por la red del Proveedor 2.

En un sector de la red de Guayaquil se encuentran los servidores de Centro de Comunicaciones Alterno los cuales tienen el mismo direccionamiento de red que en el Centro de Comunicaciones Principal las cuales son:

172.15.0.0/16

172.16.0.0/16

El ruteador CE de la Sucursal Guayaquil en condiciones normales aprende estas rutas por EIGRP desde las redes de ambos proveedores con una distancia administrativa de 170, y tiene rutas estáticas con distancia Administrativa de 200 hacia las redes del Centro de Computo Principal pero hacia un equipo de la red Interna en el Centro de Comunicaciones Alterno. Así, cuando el ruteador de la Sucursal Guayaquil pierde comunicaciones con las redes 172.15.0.0/16 y 172.16.0.0/16 a través del Centro de Comunicaciones Principal aprende las rutas estáticas con Distancia Administrativa de 200 y las propaga el proceso EIGRP a través de las redes de los 2 Proveedores para que las demás sucursales aprendan automáticamente el nuevo camino para llegar a las redes de Producción, esta vez hacia el Centro de Comunicaciones Alterno.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

1. Con el Proyecto realizado se logró implementar una red WAN de alta disponibilidad para las sucursales de la entidad financiera teniendo 2 enlaces completamente independientes en cada Sucursal.
2. Se logró optimizar el uso de los enlaces al tener una configuración Activo – Activo, permitiendo pasar el tráfico de cada sucursal simultáneamente a través de los 2 enlaces de cada proveedor.
3. Con la configuración de los enlaces en MPLS se optimizó también el enrutamiento entre las sucursales, ya que el tráfico entre 2 sucursales no necesita dirigirse hacia el centro de comunicaciones Principal, sino que se encamina directamente entre Sucursales través de las redes de los proveedores.

4. El protocolo EIGRP sobre las redes MPLS de los proveedores permitió configurar una conexión automática al Centro de Comunicaciones Alterno cuando el proceso EIGRP deja de propagar las redes del Centro de Comunicaciones Principal desde la Oficina de Quito y las empieza a aprender desde el Centro de Comunicaciones Alterno.
5. El desarrollo de este proyecto permitió tener una guía de referencia utilizada para cumplir con requerimientos similares de nuevos clientes.

### **Recomendaciones**

1. En cada sucursal remota, se tiene un ruteador de respaldo de iguales características del ruteador de producción. En la primera etapa del proyecto, esos ruteadores de respaldo se dejaron desconectados, y con una configuración básica, es recomendable implementar una contingencia con HSRP en cada sucursal, así como se tiene en el centro de Comunicaciones Principal, para que este ruteador de respaldo también este activo.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] De Ghein, Luc, MPLS Fundamentals, Cisco Press, Noviembre 2006.
- [2] Morgan Brian, Lovering Neil, CCNP ISCW Official Exam Certification Guide, Cisco Press, Agosto 2007
- [3] Cisco Systems Inc., Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado, [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/75/75043\\_eigrp-toc.pdf](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/75/75043_eigrp-toc.pdf), fecha de consulta 23 de Marzo de 2008.
- [4] Teare Diane, Paquet Catherine, Building Scalable Cisco Internetworks (BSCI) (Authorized Self-Study Guide), 3rd Edition, Cisco Press, Agosto 2007
- [5] Cisco Systems Inc., Comprensión y resolución de problemas HSRP en las redes de switches, [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73722\\_62.pdf](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73722_62.pdf), fecha de consulta 23 de Marzo de 2008
- [6] Hucabi, David, CCNP BCMSN Exam Certification Guide: CCNP Self-study, Cisco Press., Septiembre 2003.
- [7] Cisco Systems Inc., Portable Product Sheets – Routing Performance, <http://www.cisco.com/web/partners/downloads/765/tools/quickreference/routerperformance.pdf>, fecha de consulta 3 de Noviembre de 2009
- [8] Superintendencia de Bancos y Seguros, Normas Generales para las Instituciones del Sistema Financiero, De la Gestión y Administración de Riesgos, [http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/normativa/nueva\\_codificacion/todos/L1\\_X\\_cap\\_V.pdf](http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/normativa/nueva_codificacion/todos/L1_X_cap_V.pdf), fecha de consulta 20 de Octubre de 2005

## ANEXOS

### ANEXO A

#### Configuración de Equipos de Ruteo en la Red del Proveedor Principal

##### ROUTER PE QUITO 1

```
ip vrf [vrf_name]  
  rd 27947:39  
  route-target export 27947:39  
  route-target export 27947:2  
  route-target import 27947:39  
  route-target import 27947:1  
!  
interface TenGigabitEthernet1/3.115  
  description [nombre del cliente]  
  encapsulation dot1Q 115  
  ip vrf forwarding [vrf_name]  
  ip address 10.21.251.161 255.255.255.224  
  no ip redirects  
  no ip unreachable  
  no ip proxy-arp  
  ip mtu 1500  
  arp timeout 300  
!  
router eigrp 27947  
  no auto-summary  
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]  
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1  
  network 10.21.251.161 0.0.0.0  
  no auto-summary  
  autonomous-system 65424  
  exit-address-family  
i  
router bgp 27947  
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]  
  no synchronization  
  redistribute connected  
  redistribute static  
  redistribute eigrp 65424  
  exit-address-family
```

##### ROUTER PE QUITO 2

```

ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
interface TenGigabitEthernet1/3.113
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 113
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.21.17.65 255.255.255.224
  no ip redirects
  no ip unreachable
  no ip proxy-arp
  ip mtu 1500
  arp timeout 300
!
router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
  network 10.21.17.65 0.0.0.0
  no auto-summary
  autonomous-system 65424
  exit-address-family
!
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  no synchronization
  redistribute connected
  redistribute static
  redistribute eigrp 65424
  exit-address-family

```

## ROUTER PE GUAYAQUIL 1

```

ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
interface TenGigabitEthernet1/3.151
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 151
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.11.17.193 255.255.255.192

```

```

no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.11.17.193 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
i
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family

```

## ROUTER PE GUAYAQUIL 2

```

ip vrf [vrf_name]
rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2
route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface TenGigabitEthernet1/3.159
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 159
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.11.253.1 255.255.255.224
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.11.253.1 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family

```

```

i
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
    no synchronization
    redistribute connected
    redistribute static
    redistribute eigrp 65424
  exit-address-family

```

## ROUTER PE AMBATO

```

ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.151
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 151
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.23.250.129 255.255.255.240
  no ip redirects
  no ip unreachable
  no ip proxy-arp
  ip mtu 1500
  arp timeout 300
!
router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
  network 10.23.250.129 0.0.0.0
  no auto-summary
  autonomous-system 65424
  exit-address-family
i
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
    no synchronization
    redistribute connected
    redistribute static
    redistribute eigrp 65424
  exit-address-family

```

## ROUTER PE CUENCA

```

ip vrf [vrf_name]

```

```

rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2
route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface Port-channel1.115
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 115
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.33.250.161 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.33.250.161 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
i
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family

```

## ROUTER PE IBARRA

```

ip vrf [vrf_name]
rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2
route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.155
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 155
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.26.16.81 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp

```

```

ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.26.16.81 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
i
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family

```

## ROUTER PE LATACUNGA

```

ip vrf [vrf_name]
rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2
route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.155
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 155
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.30.16.97 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.30.16.97 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
i
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]

```

```

no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family

```

## ROUTER PE LOJA

```

ip vrf [vrf_name]
rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2
route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.151
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 151
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.51.250.49 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.51.250.49 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
i
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family

```

## ROUTER PE MACHALA

```

ip vrf [vrf_name]
rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2

```



```

route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.151
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 151
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.52.250.49 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!
router eigrp 27947
no auto-summary
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.52.250.49 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
!
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family

```

## ROUTER PE MANTA

```

ip vrf [vrf_name]
rd 27947:39
route-target export 27947:39
route-target export 27947:2
route-target import 27947:39
route-target import 27947:1
!
interface Port-channel1.151
description [nombre del cliente]
encapsulation dot1Q 151
ip vrf forwarding [vrf_name]
ip address 10.41.16.65 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
ip mtu 1500
arp timeout 300
!

```

```

router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
  network 10.41.16.65 0.0.0.0
  no auto-summary
  autonomous-system 65424
  exit-address-family
i
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  no synchronization
  redistribute connected
  redistribute static
  redistribute eigrp 65424
  exit-address-family

```

## ROUTER PE PORTOVIEJO

```

ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.151
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 151
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.81.16.49 255.255.255.240
  no ip redirects
  no ip unreachable
  no ip proxy-arp
  ip mtu 1500
  arp timeout 300
!
router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
  network 10.81.16.49 0.0.0.0
  no auto-summary
  autonomous-system 65424
  exit-address-family
i
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  no synchronization
  redistribute connected
  redistribute static

```

```
redistribute eigrp 65424
exit-address-family
```

## ROUTER PE QUEVEDO

```
ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.152
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 152
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.71.16.113 255.255.255.240
  no ip redirects
  no ip unreachable
  no ip proxy-arp
  ip mtu 1500
  arp timeout 300
!
router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
  network 10.71.16.113 0.0.0.0
  no auto-summary
  autonomous-system 65424
  exit-address-family
!
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  no synchronization
  redistribute connected
  redistribute static
  redistribute eigrp 65424
  exit-address-family
```

## ROUTER PE RIOBAMABA

```
ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
```

```

interface GigabitEthernet0/2.155
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 155
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.24.16.153 255.255.255.248
  no ip redirects
  no ip unreachablees
  no ip proxy-arp
  ip mtu 1500
  arp timeout 300
!
router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
  network 10.24.16.153 0.0.0.0
  no auto-summary
  autonomous-system 65424
  exit-address-family
i
router bgp 27947
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]
  no synchronization
  redistribute connected
  redistribute static
  redistribute eigrp 65424
  exit-address-family

```

## ROUTER PE SANTO DOMINGO

```

ip vrf [vrf_name]
  rd 27947:39
  route-target export 27947:39
  route-target export 27947:2
  route-target import 27947:39
  route-target import 27947:1
!
interface GigabitEthernet0/2.155
  description [nombre del cliente]
  encapsulation dot1Q 155
  ip vrf forwarding [vrf_name]
  ip address 10.25.16.49 255.255.255.240
  no ip redirects
  no ip unreachablees
  no ip proxy-arp
  ip mtu 1500
  arp timeout 300
!
router eigrp 27947
  no auto-summary
  address-family ipv4 vrf [vrf_name]

```

```
redistribute bgp 27947 metric 1 1 1 1 1
network 10.25.16.49 0.0.0.0
no auto-summary
autonomous-system 65424
exit-address-family
i
router bgp 27947
address-family ipv4 vrf [vrf_name]
no synchronization
redistribute connected
redistribute static
redistribute eigrp 65424
exit-address-family
```

## ANEXO B

### Configuración Inicial de los Ruteadores CE para instalación de Sucursal Piloto

- **Ruteador Principal Centro de Comunicaciones Principal**

Building configuration...

```
Current configuration : 6487 bytes
!
version 15.0
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
no service password-encryption
!
hostname RUIO-COREWAN-01
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password [password]
!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
aaa authentication enable default enable none
!
aaa session-id common
!
clock timezone ECT -5
!
no ipv6 cef
ip source-route
ip cef
!
!
no ip domain lookup
ip domain name [domain-name]
!
multilink bundle-name authenticated
!
voice-card 0
!
username [username] privilege 15 secret 5 [password]
!
redundancy
!
ip ssh time-out 60
```

```
ip ssh authentication-retries 2
ip ssh version 2
!

interface GigabitEthernet0/0
description PROVEEDOR1-PRINCIPAL
no ip address
no ip proxy-arp
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.113
encapsulation dot1Q 113
ip address 10.21.17.66 255.255.255.192
!
interface GigabitEthernet0/1
description PROVEEDOR1-RESPALDO
no ip address
no ip proxy-arp
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1.115
encapsulation dot1Q 115
ip address 10.21.251.162 255.255.255.224

interface GigabitEthernet0/2
description LAN-ENTIDAD-FINANCIERA
ip address 10.5.1.3 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
standby 1 ip 10.5.1.5
standby 1 preempt
standby 1 track 1 decrement 20
!
router eigrp 65424
distribute-list 20 out
network 10.5.1.0 0.0.0.255
network 10.21.17.64 0.0.0.63
network 10.21.251.160 0.0.0.31
redistribute static route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ
!
ip route 172.15.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1
ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1
ip route 201.218.38.0 255.255.255.0 10.21.17.65
!
ip sla 1
icmp-echo 201.218.38.7
threshold 2
frequency 5
ip sla schedule 1 life forever start-time now
access-list 20 permit 172.15.0.0 0.0.255.255
```

```

access-list 20 permit 172.16.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 10.5.1.0 0.0.0.255
!
route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ permit 10
  match ip address 20
!
!
snmp-server community [comunidad-snmp] RO
snmp-server location Sucursal Ibarra
snmp-server contact [contacto-snmp]
control-plane
!
gatekeeper
  shutdown
!
banner login ^CCC
*****
*                !!ATENCION!!                *
*      Equipo de propiedad de ENTIDAD FINANCIERA      *
*  Uso restringido EXCLUSIVAMENTE a personal autorizado  *
*  Intento ilegal de acceso corresponde a violacion de  *
*  seguridad interna y aplica las sanciones respectivas *
*****
^C
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  transport input telnet ssh
line vty 5 15
  transport input telnet ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp server 201.218.38.14
end

```

- **Ruteador Secundario Centro de Comunicaciones Principal**

Building configuration...

```

Current configuration : 6487 bytes
!
version 15.0
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
no service password-encryption
!
hostname RUIO-COREWAN-01
!
boot-start-marker
boot-end-marker

```



```
!  
enable password [password]  
!  
aaa new-model  
!  
aaa authentication login default local  
aaa authentication enable default enable none  
!  
aaa session-id common  
!  
clock timezone ECT -5  
!  
no ipv6 cef  
ip source-route  
ip cef  
!  
!  
no ip domain lookup  
ip domain name [domain-name]  
!  
multilink bundle-name authenticated  
!  
voice-card 0  
!  
username [username] privilege 15 secret 5 [password]  
!  
redundancy  
!  
ip ssh time-out 60  
ip ssh authentication-retries 2  
ip ssh version 2  
!  
interface GigabitEthernet0/0  
description PROVEEDOR1-PRINCIPAL  
ip address 10.111.118.118 255.255.255.252  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
description PROVEEDOR2-RESPALDO  
ip address 10.111.118.122 255.255.255.252  
duplex auto  
speed auto  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
description LAN-ENTIDAD-FINANCIERA  
ip address 10.5.1.4 255.255.255.0  
duplex auto  
speed auto  
standby 1 ip 10.5.1.5  
standby 1 priority 99  
standby 1 preempt
```

```

!
router eigrp 65424
  distribute-list 20 out
  network 10.5.1.0 0.0.0.255
  network 10.111.118.116 0.0.0.3
  network 10.111.118.120 0.0.0.3
  redistribute static route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ
!
access-list 20 permit 172.15.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 172.16.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 10.5.1.0 0.0.0.255

route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ permit 10
  match ip address 20
!
!
snmp-server community [comunidad-snmp] RO
snmp-server location Sucursal Ibarra
snmp-server contact [contacto-snmp]
control-plane
!
gatekeeper
  shutdown
!
banner login ^CCC
*****
*                               !!ATENCION!!                               *
*      Equipo de propiedad de ENTIDAD FINANCIERA      *
*  Uso restringido EXCLUSIVAMENTE a personal autorizado  *
*  Intento ilegal de acceso corresponde a violacion de   *
*  seguridad interna y aplica las sanciones respectivas *
*****
^C
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  transport input telnet ssh
line vty 5 15
  transport input telnet ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp server 201.218.38.14
end

```

- **Ruteador Sucursal Piloto Ibarra**

```

hostname RIBA-SUCIBA
Building configuration...

```

```
Current configuration : 4420 bytes
!
!
version 15.0
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
no service password-encryption
!
hostname RIBA-SUCIBA
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password [password]
!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
aaa authentication enable default enable none
!
aaa session-id common
!
clock timezone ECT -5
!
no ipv6 cef
ip source-route
ip cef
!
no ip domain lookup
ip domain name [domain-name]
!
multilink bundle-name authenticated
!
voice-card 0
!
!
username [username] privilege 15 secret 5 [password]
!
redundancy
!
ip ssh time-out 60
ip ssh authentication-retries 2
ip ssh version 2
!
!
interface GigabitEthernet0/0
description PROVEEDOR1
ip address 10.26.16.82 255.255.255.240
no ip proxy-arp
duplex auto
```

```

speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
description PROVEEDOR2
ip address 10.111.118.126 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
description LAN-Entidad-Financiera
ip address 172.16.200.1 255.255.254.0
ip flow ingress
duplex auto
speed auto
!
router eigrp 65424
distribute-list 20 out
network 10.26.16.80 0.0.0.15
network 10.111.118.124 0.0.0.3
network 172.16.200.0 0.0.1.255
redistribute static route-map REDES-LOCALES-IBARRA
!
ip route 172.16.206.0 255.255.254.0 172.16.200.2
ip route 172.16.238.0 255.255.255.248 10.26.16.85
ip route 172.18.112.0 255.255.254.0 172.16.200.4
ip route 201.218.38.0 255.255.255.0 10.26.16.81

access-list 20 permit 172.16.206.0 0.0.1.255
access-list 20 permit 172.18.112.0 0.0.1.255
access-list 20 permit 172.16.200.0 0.0.1.255
access-list 20 permit 172.16.238.0 0.0.0.7
!
route-map REDES-LOCALES-IBARRA permit 10
match ip address 20
!
snmp-server community [comunidad-snmp] RO
snmp-server location Sucursal Ibarra
snmp-server contact [contacto-snmp]
control-plane
!
gatekeeper
shutdown
!
banner login ^CCC
*****
*                               !!ATENCION!!                               *
*      Equipo de propiedad de ENTIDAD FINANCIERA      *
*  Uso restringido EXCLUSIVAMENTE a personal autorizado  *
*  Intento ilegal de acceso corresponde a violacion de   *
*  seguridad interna y aplica las sanciones respectivas *
*****
^C

```

```
!  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
  transport input telnet ssh  
line vty 5 15  
  transport input telnet ssh  
!  
scheduler allocate 20000 1000  
ntp server 201.218.38.14  
end
```

## ANEXO C

### Configuración Final de los Router CE luego de instalación de Sucursal Piloto

- **Ruteador Principal Centro de Comunicaciones Principal**

Building configuration...

Current configuration : 6487 bytes

```
!  
version 15.0  
service timestamps debug datetime localtime  
service timestamps log datetime localtime  
no service password-encryption  
!  
hostname RUIO-COREWAN-01  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
enable password [password]  
!  
aaa new-model  
!  
aaa authentication login default local  
aaa authentication enable default enable none  
!  
aaa session-id common  
!  
clock timezone ECT -5  
!  
no ipv6 cef  
ip source-route  
ip cef  
!  
!  
no ip domain lookup  
ip domain name [domain-name]  
!  
multilink bundle-name authenticated  
!  
voice-card 0  
!  
username [username] privilege 15 secret 5 [password]  
!  
redundancy
```

```
!  
ip ssh time-out 60  
ip ssh authentication-retries 2  
ip ssh version 2  
!  
track 1 ip sla 1 reachability  
!  
hostname RUIO-COREWAN-01  
interface GigabitEthernet0/0  
  description PROVEEDOR1-PRINCIPAL  
  no ip address  
  no ip proxy-arp  
  duplex auto  
  speed auto  
!  
interface GigabitEthernet0/0.113  
  encapsulation dot1Q 113  
  ip address 10.21.17.66 255.255.255.192  
  ip load-sharing per-packet  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
  description PROVEEDOR1-RESPALDO  
  ip address 192.168.34.163 255.255.254.0  
  no ip proxy-arp  
  duplex auto  
  speed auto  
!  
interface GigabitEthernet0/1.115  
  encapsulation dot1Q 115  
  ip address 10.21.251.162 255.255.255.224  
  ip load-sharing per-packet  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
  description LAN-ENTIDAD-FINANCIERA  
  ip address 10.5.1.3 255.255.255.0  
  ip load-sharing per-packet  
  duplex auto  
  speed auto  
  standby 1 ip 10.5.1.5  
  standby 1 preempt  
  standby 1 track 1 decrement 20  
!  
router eigrp 65424  
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/2  
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/0.113  
  distribute-list 20 out  
  network 10.5.1.0 0.0.0.255  
  network 10.21.17.64 0.0.0.63  
  network 10.21.251.160 0.0.0.31  
  redistribute static route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ  
  offset-list 50 in 20000000 GigabitEthernet0/1.115  
!
```

```
ip route 172.15.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 track 1
ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 track 1
ip route 201.218.38.0 255.255.255.0 10.21.17.65
!
ip sla 1
  icmp-echo 201.218.38.7
  threshold 2
  frequency 5
ip sla schedule 1 life forever start-time now
access-list 20 permit 172.15.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 172.16.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 10.5.1.0 0.0.0.255
access-list 50 permit any
!
route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ permit 10
  match ip address 20
!
route-map METRIC permit 10
  match ip address 50
  set metric 2048 100 255 1 1500
!
!
snmp-server community [comunidad-snmp] RO
snmp-server location Sucursal Ibarra
snmp-server contact [contacto-snmp]
control-plane
!
gatekeeper
  shutdown
!
banner login ^CCC
*****
*                               !!ATENCION!!                               *
*           Equipo de propiedad de ENTIDAD FINANCIERA           *
*  Uso restringido EXCLUSIVAMENTE a personal autorizado  *
*  Intento ilegal de acceso corresponde a violacion de  *
*  seguridad interna y aplica las sanciones respectivas  *
*****
^C
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  transport input telnet ssh
line vty 5 15
  transport input telnet ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp server 201.218.38.14
end
```



- **Ruteador Secundario Centro de Comunicaciones Principal**

Building configuration...

```
Current configuration : 6487 bytes
!
version 15.0
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
no service password-encryption
!
hostname RUIO-COREWAN-02
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password [password]
!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
aaa authentication enable default enable none
!
aaa session-id common
!
clock timezone ECT -5
!
no ipv6 cef
ip source-route
ip cef
!
no ip domain lookup
ip domain name [domain-name]
!
multilink bundle-name authenticated
!
voice-card 0
!
username [username] privilege 15 secret 5 [password]
!
redundancy
!
interface GigabitEthernet0/0
description PROVEEDOR1-PRINCIPAL
ip address 10.111.118.118 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
description PROVEEDOR2-RESPALDO
ip address 10.111.118.122 255.255.255.252
```

```
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
description LAN-ENTIDAD-FINANCIERA
ip address 10.5.1.4 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
standby 1 ip 10.5.1.5
standby 1 priority 99
standby 1 preempt
!
router eigrp 65424
distribute-list 20 out
network 10.5.1.0 0.0.0.255
network 10.111.118.116 0.0.0.3
network 10.111.118.120 0.0.0.3
redistribute static route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ
!
ip route 172.15.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 200
ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.5.1.1 200

access-list 20 permit 172.15.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 172.16.0.0 0.0.255.255
access-list 20 permit 10.5.1.0 0.0.0.255
access-list 50 permit any
!
route-map RUTAS-LOCALES-MATRIZ permit 10
match ip address 20
!
route-map METRIC permit 10
match ip address 50
set metric 2048 100 255 1 1500
!
!
snmp-server community [comunidad-snmp] RO
snmp-server location Sucursal Ibarra
snmp-server contact [contacto-snmp]
control-plane
!
gatekeeper
shutdown
!
banner login ^CCC
*****
*                               !!ATENCION!!                               *
*      Equipo de propiedad de ENTIDAD FINANCIERA      *
*  Uso restringido EXCLUSIVAMENTE a personal autorizado  *
*  Intento ilegal de acceso corresponde a violacion de   *
*  seguridad interna y aplica las sanciones respectivas  *
*****
^C
```

```
!  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
  transport input telnet ssh  
line vty 5 15  
  transport input telnet ssh  
!  
scheduler allocate 20000 1000  
ntp server 201.218.38.14  
end
```

- **Ruteador Sucursal Piloto Ibarra**

Building configuration...

```
Current configuration : 4420 bytes  
!  
version 15.0  
service timestamps debug datetime localtime  
service timestamps log datetime localtime  
no service password-encryption  
!  
hostname RIBA-SUCIBA  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
enable password [password]  
!  
aaa new-model  
!  
aaa authentication login default local  
aaa authentication enable default enable none  
!  
aaa session-id common  
!  
clock timezone ECT -5  
!  
no ipv6 cef  
ip source-route  
ip cef  
!  
no ip domain lookup  
ip domain name [domain-name]  
!  
multilink bundle-name authenticated  
!
```

```
voice-card 0
!
!
username [username] privilege 15 secret 5 [password]
!
redundancy
!
ip ssh time-out 60
ip ssh authentication-retries 2
ip ssh version 2
!
!
!
hostname RIBA-SUCIBA
!
interface GigabitEthernet0/0
description PROVEEDOR1
ip address 10.26.16.82 255.255.255.240
no ip proxy-arp
ip load-sharing per-packet
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
description PROVEEDOR2
ip address 10.111.118.126 255.255.255.252
ip load-sharing per-packet
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
description LAN-Entidad-Financiera
ip address 172.16.200.1 255.255.254.0
ip flow ingress
duplex auto
speed auto
!
router eigrp 65424
  distribute-list 20 out
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/0
  distribute-list route-map METRIC in GigabitEthernet0/1
  network 10.26.16.80 0.0.0.15
  network 10.111.118.124 0.0.0.3
  network 172.16.200.0 0.0.1.255
  redistribute static route-map REDES-LOCALES-IBARRA
!
ip route 172.16.206.0 255.255.254.0 172.16.200.2
ip route 172.16.238.0 255.255.255.248 10.26.16.85
ip route 172.18.112.0 255.255.254.0 172.16.200.4
ip route 201.218.38.0 255.255.255.0 10.26.16.81
!
access-list 20 permit 172.16.206.0 0.0.1.255
```

```
access-list 20 permit 172.18.112.0 0.0.1.255
access-list 20 permit 172.16.200.0 0.0.1.255
access-list 20 permit 172.16.238.0 0.0.0.7
access-list 50 permit any
!
route-map METRIC permit 10
  match ip address 50
  set metric 2048 100 255 1 1500
!
route-map REDES-LOCALES-IBARRA permit 10
  match ip address 20
!
snmp-server community [comunidad-snmp] RO
snmp-server location Sucursal Ibarra
snmp-server contact [contacto-snmp]
control-plane
!
gatekeeper
  shutdown
!
banner login ^CCC
*****
*                               !!ATENCION!!                               *
*      Equipo de propiedad de ENTIDAD FINANCIERA      *
*  Uso restringido EXCLUSIVAMENTE a personal autorizado  *
*  Intento ilegal de acceso corresponde a violacion de  *
*  seguridad interna y aplica las sanciones respectivas *
*****
^C
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  transport input telnet ssh
line vty 5 15
  transport input telnet ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp server 201.218.38.14
end
```