

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET ONNET S.A. PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

SIMÓN ADRIÁN CEDEÑO MENDOZA

cedeno.adrian@gmail.com

JORGE ANDRÉS ROBALINO LÓPEZ

mhandres@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO HIDALGO

phidalgo@ieee.org

Quito, Marzo de 2008

DECLARACIÓN

Nosotros, Simón Adrián Cedeño Mendoza y Jorge Andrés Robalino López, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jorge Andrés Robalino López

Simón Adrián Cedeño Mendoza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los Señores Jorge Andrés Robalino López y Simón Adrián Cedeño Mendoza, bajo mi supervisión

Ing. Pablo Hidalgo
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Nuestro especial agradecimiento al Ingeniero Pablo Hidalgo por su acertada labor en la dirección de este proyecto, así como por su constante apoyo y preocupación.

A los ingenieros y personal administrativo de Onnet S.A por brindarnos todas las facilidades y por toda la ayuda prestada para culminar con éxito este proyecto.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron durante el desarrollo de este trabajo.

Simón Adrián Cedeño Mendoza

Jorge Andrés Robalino López

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir esta gran etapa de mi vida.
A mis padres porque me regalaron un reino por gobernar y a mis maestros que con sus enseñanzas y experiencias me enseñan aún como gobernarlo.

A mis hermanos y amig@s por ser esos grandes compañeros de lucha y que han permitido que las dificultades de la vida sean más llevaderas.

A mis amig@s de la Politécnica Nacional, tanto compañeros de clases y del fútbol que me han brindado su plena confianza a lo largo de mi vida universitaria.

Y a Marce por ser mi último impulso de inspiración en la culminación de este proyecto.

Simón Adrián

DEDICATORIA

A Dios, a mi madre y a toda mi familia por haberme brindado el apoyo en todo momento y ayudarme a alcanzar todas mis metas.

A todas las personas que con su presencia han enriquecido mi vida y me han ayudado a crecer espiritual y profesionalmente.

A mis amigas y amigos que con su amistad y amor se han convertido en mi gran familia.

Alexandra, Adri, Andrés, Carlos, David, Denis, Denise, Diego, Faby, Florma, Gaby, Gess, Jacke, Johanna, Jorge, Juan Pablo, Lénin, Luis, María José, Mauricio, Mely, Pame, Pancho, Paulina, Ramiro, Simón, Stef, Taty, Valeria.

Andrés

PRESENTACIÓN

Para realizar la presentación de esta obra nos gustaría antes mencionar ciertos puntos:

Primero, entre los objetivos del milenio propuestos por la Organización de Naciones Unidas (ONU) para alcanzar una equidad y sociedad mas justa a nivel global está “*Fomentar una asociación mundial para el desarrollo*”. Dentro de este punto se puede establecer el acortar la brecha digital y promover la llamada “*Sociedad de la Información*” en todo el mundo y principalmente en países en vías de desarrollo como los de Latinoamérica.

Por este motivo se da gran importancia a la promoción de soluciones que hagan viables tales objetivos, como lo es la implementación de infraestructuras tecnológicas, que acerquen a las comunidades a la información, cultura y entretenimiento mediante el uso de estas nuevas tecnologías.

Otro punto a tomar en cuenta es la creciente oferta-demanda de servicios que utilizan como plataforma el acceso a Internet de Banda Ancha como son: el *e-business*, *e-commerce*, *e-teaching*, *e-learning*, videoconferencia, etc., esto vuelve muy atractivo el mercado de Proveedores de Servicios de Internet.

Es importante para una empresa, contar con una infraestructura tecnológica que sea capaz de responder a todos los retos y requerimientos que exige un mercado tan competitivo como el actual, principalmente si la empresa se encuentra dedicada a la venta de servicios o productos relacionados con tecnología.

Por último es interesante observar cómo se comporta el mercado de clientes que buscan acceso a servicios de Internet de banda ancha en el país y principalmente en la ciudad de Quito. Este mercado es influenciado por muchos factores entre los que se puede citar: costos, tecnologías y cobertura; por mencionar algunos. De ahí lo dificultoso que resulta modelar este tipo de mercados.

Tomando como punto de partida lo dicho anteriormente, este trabajo tiene por objetivo el rediseño de la infraestructura de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) en el

Distrito Metropolitano de Quito, para soportar la creciente demanda de este tipo de servicios y llegar a la nueva definición que se quiere dar, que es:

“Empresa de servicios de valor agregado, cuyo propósito fundamental es ofrecer a sus clientes acceso a un universo de información y de servicios electrónicos y digitales, donde predomina la conectividad, la ubicuidad, la instantaneidad y la multimedia”.

Es por esta razón que se plantea una solución técnica y económica viable para lograr tal optimización; así como el incrementar la capacidad de la empresa para atender a clientes dentro de la ciudad de Quito, con más y mejores servicios. Esto permitirá a empresas como éstas ser más competitivos y repuntar en el mercado de ISPs.

Por estas razones se recomienda este trabajo como fuente bibliográfica para entidades, empresas relacionadas con tecnologías de comunicación principalmente ISPs, profesionales y estudiantes interesados en conocer un poco más de cómo realizar un diseño modular para lograr mejoras y optimizaciones en los servicios ofrecidos por una empresa de este tipo.

Finalmente hay que recalcar que uno de los aspectos que influyen en el desarrollo de un país, es la facilidad que tienen sus habitantes para el acceso a la información; en consecuencia entre más asequibles y accesibles sean los medios para acceder a la misma, el país podrá mejorar la calidad de vida de su pueblo y acercarse más a la tan ansiada *“Sociedad de la Información”*.

RESUMEN

En el capítulo I se elabora un marco teórico básico, dentro del cual se estudian los fundamentos de diseño de redes locales y de acceso, las principales arquitecturas utilizadas y servicios proporcionados por los ISPs; se revisan las tecnologías de acceso a Internet de Banda Ancha como ADSL, que actualmente es la más utilizada en el país.

Adicionalmente se presentan los fundamentos para el dimensionamiento de la intranet del ISP, principalmente lo referente a servidores, capacidades de procesamiento y memoria, que dependen del tipo de servicios que soportará el ISP.

Por otra parte se revisan aspectos de administración, monitoreo y seguridades con *firewalls* para la protección de la intranet de posibles ataques como negación de servicio y otros en la infraestructura de datos de un ISP.

Se estudian las tecnologías inalámbricas Wi-Max y Wi-Fi para proveer accesos a Internet de Banda Ancha; este estudio permitirá analizar ventajas, desventajas y seguridades, que serán útiles para el redimensionamiento de la Red de Acceso Inalámbrico del ISP.

En el capítulo II se analiza la infraestructura de la red de datos actual del ISP en la ciudad de Quito, para ello se efectúa el respectivo levantamiento de información de su topología, redes de acceso, cobertura, servicios ofrecidos, equipos utilizados, esquemas actuales de administración y seguridades. Además se procesa la información concerniente a monitoreo de tráfico, tasas de conexión y se determina la demanda del servicio percibido por el ISP.

A partir de la información recabada, se elabora un diagnóstico y análisis de requerimientos de la red de datos del ISP, para utilizarla como punto de partida para proponer alternativas de mejora y optimización de la red en mención.

En el capítulo III se realiza el redimensionamiento de la Red de Servicios y de la Red de Acceso Inalámbrico; esta etapa se ocupa de determinar las capacidades necesarias para la red destinada a ofrecer el acceso al servicio de Internet. Para el redimensionamiento se considera el tipo de servicio ofertado por el ISP, el volumen de

tráfico que está cursando por la red, capacidades de los enlaces (*uplink* y *downlink*) y tipos de conexiones de las redes de acceso que permite conocer la demanda del servicio del ISP y facilita los criterios para determinar las características de equipos.

El capítulo IV se concentra en la red interna del ISP en la ciudad de Quito; este punto contempla: diseño de la granja de servidores y propuestas de esquemas de direccionamiento, segmentación, seguridades para la red interna de servidores como *firewall*, consideraciones de administración, monitoreo y calidad de servicio de la red de datos del ISP.

En el capítulo V se elabora un plan de migración hacia la nueva infraestructura propuesta por este estudio, se establecen las consideraciones que deben tomarse para hacer factible tal migración, un programa de información y publicidad para el cliente y un cronograma de actividades.

El plan de migración se complementa con un análisis de costos para hacer factible la propuesta de rediseño, en donde se muestran valores tales como: costos de equipos, recursos humanos y demás gastos que se encuentren dentro del rediseño.

En el capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones que han sido recogidas con la realización del proyecto.

Finalmente se presenta un conjunto de Anexos que complementan y profundizan la información establecida en cada uno de los capítulos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| CAPÍTULO I | |
| MARCO TEÓRICO PARA EL REDISEÑO DEL ISP..... | 1 |
| 1.1 Fundamentos de diseño de una red de datos..... | 1 |
| 1.1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.1.2 Definición de una red de computadoras..... | 1 |
| 1.1.3 Propósito de una red de datos..... | 2 |
| 1.1.4 Aspectos a considerar en el diseño de redes..... | 2 |
| 1.2 Definición, servicios y arquitectura de un ISP..... | 4 |
| 1.2.1 Introducción..... | 4 |
| 1.2.2 Definición de un ISP..... | 5 |
| 1.2.3 Descripción básica de un ISP..... | 6 |
| 1.2.3.1 Visión del Cliente..... | 6 |
| 1.2.3.2 Visión del Proveedor..... | 7 |
| 1.2.4 Servicios de un ISP..... | 8 |
| 1.2.4.1 Servicio DNS (<i>Domain Name Service</i> / Servicio de Nombre de Dominio)..... | 8 |
| 1.2.4.2 Servicio DHCP (<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> / Protocolo de Configuración Dinámica del <i>Host</i>)..... | 10 |
| 1.2.4.3 Servicio SNMP..... | 11 |
| 1.2.4.4 Servicio Correo Electrónico (<i>e-mail</i>)..... | 12 |
| 1.2.4.5 Servicio WEB..... | 12 |
| 1.2.4.6 Servicio FTP (<i>File Transfer Protocol</i> / Protocolo de Transferencia de Archivos)..... | 13 |
| 1.2.4.7 Servicio TELNET..... | 14 |
| 1.2.4.8 Servicio de Noticias USENET..... | 14 |
| 1.2.4.9 Servicio <i>WEB HOSTING</i> (Alojamiento Web)..... | 15 |
| 1.2.4.10 Servicio <i>WEB CACHÉ</i> | 16 |
| 1.2.4.11 Servicio de Conversación Multiusuario IRC..... | 17 |
| 1.2.4.12 Servicio de Videoconferencia..... | 17 |
| 1.2.5 Arquitectura de un ISP..... | 18 |
| 1.2.5.1 Canal de Acceso ISP – INTERNET..... | 19 |
| 1.2.5.2 Intranet y Banco de Servicios Básicos del ISP..... | 20 |
| 1.2.5.2.1 Topología de Red de un ISP..... | 20 |
| a. Topología Estrella..... | 20 |
| b. Topología en Anillo..... | 21 |
| c. Topología en Malla..... | 22 |
| d. <i>Dial Backup</i> | 23 |
| 1.2.5.2.2 Nodo Central de un ISP..... | 23 |
| a. Servidor RADIUS..... | 24 |
| b. Servidor DNS..... | 25 |
| c. Servidor WEB..... | 25 |
| d. Servidor de correo..... | 25 |
| e. Servidor <i>Web Caché</i> | 25 |
| f. Servidor de noticias..... | 25 |
| g. Servidor de Contabilidad..... | 26 |
| h. Servidor de Administración..... | 26 |
| i. <i>Router</i> principal..... | 26 |

| | |
|---|----|
| j. Routers de acceso..... | 27 |
| k. Servidor de Acceso Remoto (RAS)..... | 27 |
| 1.2.5.2.3 Puntos de Presencia (POPs)..... | 27 |
| 1.2.5.3 Canal de acceso Cliente – ISP (red de acceso)..... | 27 |
| 1.2.5.3.1 Acceso corporativo..... | 28 |
| a. Router Fronterizo del Cliente..... | 28 |
| b. Circuito de Transmisión..... | 29 |
| c. Router de acceso PoP..... | 29 |
| 1.2.5.3.2 Acceso <i>Dial-Up</i> | 29 |
| a. Servidor NAS..... | 30 |
| b. Servidor de soporte de autenticación..... | 30 |
| c. Servidor de soporte de acceso..... | 31 |
| 1.2.5.3.3 Red de acceso HFC..... | 31 |
| 1.2.5.3.4 Red de acceso xDSL..... | 31 |
| 1.2.5.3.5 Red de acceso inalámbrico..... | 33 |
| a. <i>Wireless Local Loop</i> | 34 |
| b. <i>Multichannel Multipoint Distribution System</i> | 34 |
| c. <i>Local Multipoint Distribution Service</i> | 35 |
| 1.3 Dimensionamiento de servidores..... | 35 |
| 1.3.1 Introducción..... | 35 |
| 1.3.2 Arquitectura Cliente – Servidor..... | 36 |
| 1.3.3 Aspectos para la selección de un servidor..... | 37 |
| 1.3.3.1 Software..... | 37 |
| 1.3.3.2 Hardware..... | 40 |
| 1.3.3.2.1 Factores de la Planeación de Capacidad..... | 40 |
| a. Tráfico de red..... | 41 |
| b. Rendimiento..... | 42 |
| c. Disponibilidad..... | 42 |
| d. Escalabilidad..... | 42 |
| 1.3.3.2.2 Cálculos del consumo de procesador, memoria y discos..... | 43 |
| a. Cálculo de la capacidad del procesador..... | 43 |
| b. Cálculo de la capacidad de la memoria..... | 44 |
| c. Cálculo de la capacidad de los discos..... | 45 |
| d. Cálculo de la capacidad de transferencia de información..... | 46 |
| 1.4 Administración y Seguridad en redes..... | 47 |
| 1.4.1 Administración de redes..... | 47 |
| 1.4.2 Gestión de servicios..... | 47 |
| 1.4.3 Orientación al servicio..... | 48 |
| 1.4.4 Arquitecturas de gestión de red..... | 49 |
| 1.4.4.1 Arquitectura OSI..... | 49 |
| 1.4.4.1.1 Componente funcional de la arquitectura OSI..... | 49 |
| 1.4.4.2 Arquitectura Internet (SNMP)..... | 51 |
| 1.4.4.2.1 SNMP (<i>Simple Network Management Protocol / Protocolo Simple de Administración de Red</i>)..... | 52 |
| a. Estación de administración de red (NMS)..... | 53 |
| b. Estructura de Información de Gestión (SMI)..... | 53 |
| 1.4.4.2.2 SNMPv2..... | 54 |
| 1.4.4.3 Arquitectura TMN..... | 55 |
| 1.4.4.3.1 Sistemas de Soporte a la Operación (OSS)..... | 55 |
| 1.4.5 Seguridad en redes..... | 55 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.4.5.1 | Definición de diseño de redes seguras..... | 56 |
| 1.4.5.2 | <i>Firewall</i> | 56 |
| 1.4.5.3 | Definición de virus y caballos de Troya..... | 59 |
| 1.4.5.4 | Categorización de la amenazas a la seguridad en las redes..... | 59 |
| 1.4.5.5 | Violaciones a la seguridad en las redes..... | 60 |
| 1.4.5.5.1 | Ataques de reconocimiento..... | 61 |
| 1.4.5.5.2 | Ataques de acceso..... | 61 |
| a. | Recuperación no autorizada de datos..... | 62 |
| b. | Acceso no autorizado al sistema..... | 62 |
| c. | Incremento no autorizado de los privilegios..... | 62 |
| 1.4.5.5.3 | Ataques DoS..... | 63 |
| 1.4.5.6 | Normas de seguridad en las redes y la Rueda de Seguridad..... | 63 |
| 1.5 | Tecnologías WiMAX y WiFi..... | 66 |
| 1.5.1 | Introducción..... | 66 |
| 1.5.2 | WI-FI (<i>WIRELESS FIDELITY</i>)..... | 67 |
| 1.5.2.1 | Aplicaciones Wi-Fi..... | 68 |
| 1.5.2.2 | Estándares WLAN..... | 68 |
| 1.5.2.3 | Elementos de una red Wi-Fi..... | 70 |
| 1.5.2.4 | Arquitectura Interna de la red Wi-Fi..... | 70 |
| 1.5.2.5 | Seguridades en Wi-Fi..... | 71 |
| 1.5.3 | WIMAX (<i>WORLD WIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS</i>)..... | 72 |
| 1.5.3.1 | Aplicaciones WiMAX..... | 73 |
| 1.5.3.2 | Estándares WiMAX..... | 73 |
| 1.5.3.3 | Elementos de una red WiMAX..... | 74 |
| 1.5.3.4 | Arquitectura WiMAX..... | 75 |
| 1.5.2.5 | Seguridades WiMAX..... | 77 |
| | Bibliografía Capítulo I..... | 78 |

CAPÍTULO II

| | | |
|---------|---|-----------|
| | SITUACIÓN ACTUAL DEL PROVEEDOR DE SERVICIO ONNET S.A. EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO..... | 80 |
| 2.1 | Introducción..... | 80 |
| 2.2 | Descripción de la red actual de Onnet en la ciudad de Quito..... | 81 |
| 2.2.1 | Topología Global de la red de Onnet UIO..... | 81 |
| 2.2.2 | Núcleo y Enlace a Internet..... | 82 |
| 2.2.3 | Redes de acceso..... | 85 |
| 2.2.3.1 | Red de Acceso <i>Dial-Up</i> | 85 |
| 2.2.3.2 | Red de Acceso ADSL..... | 87 |
| 2.2.3.3 | Red de Acceso Inalámbrico..... | 90 |
| 2.3 | Descripción del <i>backbone</i> inalámbrico de Onnet en la ciudad de Quito..... | 91 |
| 2.4 | Diagnóstico general de la red Onnet y requerimientos actuales de Onnet en la ciudad de Quito..... | 97 |
| 2.4.1 | Cobertura..... | 97 |
| 2.4.2 | Servidores..... | 98 |
| 2.4.3 | Administración y Seguridad..... | 99 |
| 2.4.4 | Intranet..... | 100 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2.4.5 | Esquema de direccionamiento..... | 102 |
| 2.4.6 | Estadísticas del mercado y servicios de Onnet..... | 106 |
| 2.4.6.1 | Mercado de clientes <i>Dial-UP</i> | 106 |
| 2.4.6.2 | Mercado de clientes ADSL..... | 108 |
| 2.4.6.3 | Mercado de clientes inalámbricos..... | 111 |
| 2.4.7 | Diagnóstico general de la red Onnet..... | 114 |
| 2.4.8 | Proyecciones de clientes y determinación de funciones..... | 116 |
| 2.4.8.1 | Análisis de datos de la SUPTTEL..... | 116 |
| 2.4.8.2 | Determinación de funciones para proyección de clientes..... | 121 |
| 2.4.8.2.1 | Función de proyección para Cuentas Conmutadas (<i>Dial-Up</i>)..... | 122 |
| 2.4.8.2.2 | Función de proyección para Cuentas Dedicadas (ADSLs e Inalámbricas)..... | 125 |
| 2.4.9 | Requerimientos actuales de Onnet UIO..... | 128 |
| | Bibliografía Capítulo II..... | 130 |

CAPÍTULO III

REDIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE SERVICIOS Y DE LA RED DE ACCESO INALÁMBRICO DE ONNET UIO.....131

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.1 | Establecimiento y definición de Políticas de Seguridad y Criterios de Calidad de Servicio..... | 131 |
| 3.1.1 | Políticas de Seguridad..... | 131 |
| 3.1.1.1 | Política Interna de Seguridad..... | 132 |
| 3.1.1.2 | Política Externa de Seguridad..... | 132 |
| 3.1.2 | Criterios de Calidad de Servicio..... | 133 |
| 3.2 | Redimensionamiento de la red de servicio..... | 135 |
| 3.2.1 | Objetivo del Redimensionamiento..... | 135 |
| 3.2.2 | Modelo Jerárquico de Capas..... | 136 |
| 3.2.2.1 | Capa de Acceso..... | 137 |
| 3.2.2.2 | Capa de Distribución..... | 137 |
| 3.2.2.3 | Capa de Núcleo..... | 138 |
| 3.2.3 | Propuesta esquemática del rediseño del ISP..... | 139 |
| 3.2.3.1 | Zona Internet..... | 140 |
| 3.2.3.1.1 | Dimensionamiento de la Capacidad de los enlaces a Internet..... | 141 |
| a. | Capacidad <i>dial-up</i> | 143 |
| b. | Capacidad ADSL e inalámbrica..... | 144 |
| c. | Capacidad Total..... | 149 |
| 3.2.3.1.2 | Acceso al <i>backbone</i> de Internet..... | 149 |
| 3.2.3.2 | Zona Usuario..... | 152 |
| 3.2.3.3 | Capa Acceso..... | 152 |
| 3.2.3.4 | Capa de Distribución..... | 155 |
| 3.2.3.4.1 | Dispositivos de Distribución..... | 156 |
| a. | <i>Routers</i> para acceso <i>dial-up</i> | 157 |
| b. | <i>Routers</i> para acceso ADSL..... | 157 |
| c. | <i>Routers</i> para acceso inalámbrico..... | 158 |
| 3.2.3.5 | Capa Núcleo..... | 159 |
| 3.2.4 | Requerimientos de Equipos..... | 160 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 3.2.4.1 | Equipos de Capa de <i>Core</i> | 161 |
| 3.2.4.2 | Equipos de Capa de Distribución..... | 162 |
| 3.2.4.2.1 | Equipos para Acceso <i>dial-up</i> | 162 |
| 3.2.4.2.2 | Equipos para Acceso ADSL..... | 163 |
| 3.2.4.2.3 | Equipos para Acceso <i>Wireless</i> | 164 |
| 3.2.5 | Propuesta de Equipos..... | 165 |
| 3.2.5.1 | Nuevo <i>switch</i> de <i>core</i> | 165 |
| 3.2.5.2 | Segundo <i>gateway</i> de salida..... | 167 |
| 3.2.5.3 | Nueva Capa de Distribución..... | 168 |
| 3.2.5.3.1 | CISCO 1841..... | 169 |
| 3.2.5.3.2 | CISCO 1605, CISCO 1701 y CISCO 3640..... | 169 |
| 3.2.5.4 | Actualización de Software..... | 170 |
| 3.2.6 | Diagrama final de la Red de Servicios..... | 172 |
| 3.3 | Redimensionamiento de la Red de Acceso Inalámbrico..... | 173 |
| 3.3.1 | Escenario..... | 173 |
| 3.3.2 | Consideraciones Generales..... | 173 |
| 3.3.3 | Estructura básica de la red inalámbrica..... | 176 |
| 3.3.4 | Ubicación de los Puntos de Acceso..... | 176 |
| 3.3.5 | Banda de Frecuencia..... | 180 |
| 3.3.6 | Área de Cobertura..... | 182 |
| 3.3.7 | Requerimientos mínimos de los equipos..... | 182 |
| 3.3.8 | Selección de los equipos..... | 182 |
| 3.3.8.1 | Estación base HiperMAX..... | 183 |
| 3.3.8.2 | Estación base MicroMAX..... | 184 |
| 3.3.8.3 | Equipo Terminal de Usuario (CPE)..... | 185 |
| 3.3.8.3.1 | Equipo de usuario <i>PROST-WIFI</i> | 186 |
| 3.3.8.3.2 | Equipo de usuario <i>EASYST</i> | 187 |
| 3.3.9 | Sistema de Administración de red inalámbrica..... | 188 |
| 3.3.10 | Actualización del software WIMAX..... | 190 |
| 3.3.11 | Diseño del “ <i>backbone</i> ” de la red inalámbrica..... | 191 |
| 3.3.11.1 | Cálculo de los Sistemas de Microondas..... | 193 |
| 3.3.11.1.1 | Pérdida de trayectoria de espacio libre..... | 194 |
| 3.3.11.1.2 | Margen de desvanecimiento..... | 194 |
| 3.3.11.1.3 | Zona de Fresnel..... | 195 |
| 3.3.11.1.4 | Software <i>radio mobile</i> | 196 |
| 3.3.11.1.5 | Cálculo de la primera zona de Fresnel para cada enlace. | 197 |
| a. | Enlace Onnet - Millenium..... | 197 |
| b. | Enlace Millenium – Girón..... | 201 |
| 3.3.11.2 | Diseño de las Celdas..... | 205 |
| 3.3.11.2.1 | Áreas de cobertura de las radio bases..... | 205 |
| a. | Área de cobertura radiobase EB1 (Edificio Onnet)..... | 206 |
| b. | Área de cobertura radiobase EB 3 (Edificio el Girón)..... | 207 |
| c. | Cobertura Total..... | 208 |
| 3.3.11.3 | Distribución de frecuencias..... | 209 |
| 3.3.11.4 | Consideración de diseño de capa 2 y 3..... | 209 |
| 3.3.12 | Diagrama general de la red inalámbrica..... | 210 |
| | Bibliografía Capítulo III..... | 212 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|------------|
| DISEÑO DE LA INTRANET ONNET-UIO..... | 214 |
| 4.1 Diseño de la granja de servidores..... | 214 |
| 4.1.1 Criterios para la selección de servidores..... | 215 |
| 4.1.1.1 Determinación de concurrencia de cuentas dedicadas..... | 215 |
| 4.1.1.2 Determinación de concurrencia de cuentas conmutadas..... | 216 |
| 4.1.1.3 Determinación total de usuarios concurrentes..... | 216 |
| 4.1.2 Servidores para el ISP Onnet UIO..... | 217 |
| 4.1.3 Sistema Operativo de los servidores..... | 218 |
| 4.1.4 Hardware de los servidores..... | 221 |
| 4.1.4.1 Dimensionamiento de servidores DNS..... | 221 |
| 4.1.4.1.1 Generalidades para servidores DNS..... | 221 |
| 4.1.4.1.2 Software DNS..... | 222 |
| 4.1.4.1.3 Cálculo de procesador (CPU), memoria y disco para servidores DNS..... | 222 |
| 4.1.4.2 Dimensionamiento del servidor <i>Web-caché</i> | 225 |
| 4.1.4.2.1 Generalidades para servidores <i>Web-caché</i> | 225 |
| 4.1.4.2.2 Software <i>Web-caché</i> | 226 |
| 4.1.4.2.3 Cálculo de procesador (CPU), memoria y disco para el servidor <i>Web-caché</i> | 226 |
| 4.1.4.3 Dimensionamiento del servidor de Administración de Red..... | 229 |
| 4.1.4.3.1 Generalidades para el servidor de Administración de Red.. | 229 |
| 4.1.4.3.2 Software para Administración de Red..... | 229 |
| a. Herramientas y utilidades del sistema operativo..... | 229 |
| b. Herramientas analizadoras de tráfico..... | 229 |
| c. Consola de Administración..... | 232 |
| d. Acceso Remoto..... | 233 |
| e. Monitoreo de la red inalámbrica..... | 233 |
| 4.1.4.3.3 Cálculo de procesador (CPU), memoria y disco para el servidor de Administración de Red..... | 234 |
| 4.1.4.4 Dimensionamiento del servidor de Autenticación, Autorización, <i>Accounting</i> (AAA) y base de datos..... | 235 |
| 4.1.4.4.1 Generalidades para el servidor AAA y base de datos..... | 235 |
| 4.1.4.4.2 Software del servidor AAA y base de datos..... | 235 |
| 4.1.4.4.3 Cálculo de procesador, memoria y disco del servidor AAA y base de datos..... | 236 |
| 4.1.4.5 Dimensionamiento del servidor <i>E-mail</i> | 237 |
| 4.1.4.5.1 Generalidades del servidor <i>E-mail</i> | 237 |
| 4.1.4.5.2 Software del servidor <i>E-mail</i> | 238 |
| 4.1.4.5.3 Cálculo de procesador, memoria y disco del servidor <i>E-mail</i> | 239 |
| 4.1.4.6 Dimensionamiento del servidor <i>Web-hosting</i> y FTP..... | 241 |
| 4.1.4.6.1 Generalidades del servidor <i>Web-hosting</i> y FTP..... | 241 |
| 4.1.4.6.2 Software del servidor <i>Web-hosting</i> y FTP..... | 242 |
| 4.1.4.6.3 Cálculo de procesador, memoria y disco del servidor <i>Web-hosting</i> y FTP..... | 242 |
| 4.1.5 Topología de la Intranet..... | 246 |
| 4.1.5.1 Zona de servicios..... | 247 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.5.2 Zona de administración..... | 247 |
| 4.1.3 Red LAN de personal..... | 249 |
| 4.2 Esquemas de direccionamiento y segmentación..... | 249 |
| 4.2.1 Direccionamiento..... | 249 |
| 4.2.1.1 Datos y criterios para el direccionamiento..... | 250 |
| 4.2.1.2 Establecimiento del direccionamiento..... | 252 |
| 4.2.1.2.1 Subredes de Acceso..... | 252 |
| 4.2.1.2.2 Subredes de la Intranet..... | 255 |
| 4.2.2 Segmentación..... | 256 |
| 4.3 Consideraciones de administración y monitoreo..... | 258 |
| 4.3.1 Tareas de administración de red..... | 259 |
| 4.3.2 Modelo de gestión funcional..... | 260 |
| 4.3.2.1 Administración de la configuración..... | 260 |
| 4.3.2.2 Administración del rendimiento..... | 263 |
| 4.3.2.3 Administración de fallas..... | 264 |
| 4.3.2.4 Administración de reportes..... | 265 |
| 4.3.2.5 Administración de la seguridad..... | 266 |
| 4.3.2.6 Administración de Inventarios..... | 266 |
| 4.3.3 Niveles de Acuerdo de Servicio..... | 267 |
| 4.4 Seguridad dentro de la intranet..... | 267 |
| 4.4.1 Políticas de seguridad..... | 267 |
| 4.4.1.1 Política interna de seguridad..... | 268 |
| 4.4.1.1.1 Declaración de la política..... | 268 |
| 4.4.1.1.2 Propósito..... | 269 |
| 4.4.1.1.3 Cobertura..... | 269 |
| 4.4.1.1.4 Cumplimiento..... | 269 |
| 4.4.1.1.5 Procedimiento..... | 269 |
| a. Seguridad del personal..... | 269 |
| b. Seguridad física..... | 270 |
| c. Seguridad lógica..... | 271 |
| 4.4.1.2 Política externa de seguridad..... | 272 |
| 4.4.1.2.1 Declaración de la política..... | 272 |
| 4.4.1.2.2 Propósito..... | 273 |
| 4.4.1.2.3 Cobertura..... | 273 |
| 4.4.1.2.4 Cumplimiento..... | 273 |
| 4.4.1.2.5 Procedimiento..... | 273 |
| a. Seguridad en el nodo El Batán..... | 273 |
| a.1 <i>Firewall</i> a nivel de hardware..... | 275 |
| a.2 <i>Firewall</i> a nivel de software..... | 275 |
| b. Seguridad en el nodo de la Villaflora..... | 276 |
| c. Seguridad de la red de acceso inalámbrico..... | 276 |
| Bibliografía Capítulo IV..... | 278 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|------------|
| PLAN DE MIGRACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS..... | 279 |
| 5.1 Objetivo..... | 279 |
| 5.2 Consideraciones Generales..... | 279 |
| 5.2.1 Actualización del inventario de la plataforma del ISP..... | 280 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 5.2.2 | Programa de Información al Cliente (Divulgación y Sensibilización)..... | 282 |
| 5.2.3 | Priorización de actividades..... | 284 |
| 5.2.4 | Cronograma general de actividades..... | 284 |
| 5.2.5 | Flujograma del proyecto..... | 289 |
| 5.3 | Costos del Rediseño..... | 289 |
| 5.3.1 | Costos de los equipos..... | 295 |
| 5.3.2 | Costos de software..... | 296 |
| 5.3.3 | Costos de los equipos terminales inalámbricos..... | 297 |
| 5.3.4 | Costos de operación..... | 298 |
| 5.3.4.1 | Costo del personal básico para la operación del ISP..... | 299 |
| 5.3.4.2 | Costos de los enlaces a Internet..... | 299 |
| 5.3.4.3 | Costos de la red de última milla y permisos..... | 299 |
| 5.3.4.4 | Costos de servicios básicos e imprevistos..... | 305 |
| 5.3.5 | Cálculo de depreciación y amortización de los activos..... | 306 |
| 5.3.6 | Costos de los servicios ofrecidos..... | 306 |
| 5.4 | Flujo de Fondos..... | 309 |
| 5.4.1 | Introducción..... | 309 |
| 5.4.2 | Cálculo del Flujo de Fondos del Proyecto..... | 310 |
| 5.5 | Indicadores de rentabilidad..... | 311 |
| 5.5.1 | VAN (Valor Actual Neto)..... | 313 |
| 5.5.2 | TIR (Tasa Interna de Retorno)..... | 314 |
| 5.5.3 | Relación Beneficio/Costo..... | 315 |
| 5.5.4 | PIR (Período de Recuperación de la Inversión)..... | 315 |
| 5.5.5 | Criterios de aceptación del proyecto..... | 316 |
| 5.5.5.1 | Proyectos Aceptados..... | 316 |
| 5.5.5.2 | Proyectos Postergados..... | 316 |
| 5.5.5.3 | Proyectos Rechazados..... | 316 |
| 5.5.6 | Cálculos del VAN, TIR, B/C y PIR..... | 317 |
| | Bibliografía Capítulo V..... | 319 |

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 320

| | | |
|-----|----------------------|-----|
| 6.1 | Conclusiones..... | 320 |
| 6.2 | Recomendaciones..... | 324 |

ANEXOS

| | |
|---------|--|
| ANEXO A | Equipos actuales de Onnet UIO |
| ANEXO B | Selección de equipos de Core |
| ANEXO C | Selección de equipos de Distribución |
| ANEXO D | Características del nuevo software de los equipos |
| ANEXO E | Selección de equipos de la red inalámbrica |
| ANEXO F | Top de los 50 sitios Web más visitados en Ecuador |
| ANEXO G | Comandos generales y comandos SNMP en Linux |
| ANEXO H | Formato de registro para administración de reportes |
| ANEXO I | Homologaciones de Equipos y Formularios de informe para la SENATEL |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1.1 | Servicios de Internet..... | 7 |
| Figura 1.2 | Arquitectura de un ISP | 18 |
| Figura 1.3 | Topología Estrella..... | 20 |
| Figura 1.4 | Topología Estrella en Árbol | 21 |
| Figura 1.5 | Topología En Anillo | 22 |
| Figura 1.6 | Topología En Malla..... | 22 |
| Figura 1.7 | Nodo Central de un ISP..... | 24 |
| Figura 1.8 | Puntos de Presencia | 28 |
| Figura 1.9 | Red de Acceso Dial-Up | 30 |
| Figura 1.10 | Red de Acceso HFC | 32 |
| Figura 1.11 | Red de Acceso XDSL..... | 33 |
| Figura 1.12 | Arquitectura Cliente-Servidor..... | 36 |
| Figura 1.13 | Proceso de Operación/Notificación de objetos gestionables..... | 50 |
| Figura 1.14 | Diseño General de Red con Firewall | 58 |
| Figura 1.15 | La Rueda de Seguridad..... | 66 |
| Figura 1.16 | Coberturas y Velocidades de varias Tecnologías..... | 69 |
| Figura 1.17 | Esquema de Red Wi-Max Punto-Multipunto..... | 75 |
| Figura 1.18 | Esquema de Red Wi-Max Malla | 76 |

CAPÍTULO II

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 2.1 | Infraestructura de la red Onnet UIO | 81 |
| Figura 2.2 | Reporte por horas, monitoreo cada 5 minutos..... | 83 |
| Figura 2.3 | Reporte por día, promedio cada 30 minutos..... | 84 |
| Figura 2.4 | Reporte por semana, promedio cada 2 horas | 84 |
| Figura 2.5 | Reporte por mes, promedio diario | 85 |
| Figura 2.6 | Equipos utilizados en la red de acceso Dial-Up..... | 86 |
| Figura 2.7 | Equipos utilizados en la red de acceso ADSL | 88 |
| Figura 2.8 | Componentes de la red de acceso inalámbrico de Onnet UIO... | 90 |
| Figura 2.9 | Nodo de Acceso Inalámbrico 1, ubicado en El Batán..... | 92 |
| Figura 2.10 | APs del Nodo de Acceso Inalámbrico 1 | 93 |
| Figura 2.11 | Nodo de Acceso Inalámbrico 2, ubicado en Edif. Millenium Plaza | 94 |
| Figura 2.12 | APs del Nodo de Acceso Inalámbrico 2 | 95 |
| Figura 2.13 | Nodo de Acceso Inalámbrico 3, ubicado en el Edif. El Girón..... | 96 |
| Figura 2.14 | Backbone Inalámbrico Onnet UIO | 97 |
| Figura 2.15 | Direcciones IP de las interfaces fast-ethernet del Router de enlace a Internet..... | 102 |
| Figura 2.16 | Direcciones IP en la red de acceso ADSL sobre Frame Relay. | 103 |
| Figura 2.17 | Direcciones IP en la red de acceso ADSL sobre ATM | 103 |
| Figura 2.18 | Dirección IP del Router ADSL Teleholding dentro de la red Onnet UIO | 104 |
| Figura 2.19 | Direccionamiento en la red de acceso Dial-Up, nodo La Villaflores..... | 104 |
| Figura 2.20 | Direccionamiento en la red de acceso Dial-Up, nodo El Batán. | 105 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 2.21 | Direccionamiento en la red de acceso inalámbrico | 105 |
| Figura 2.22 | Porcentaje de distribución de tipos de clientes Dial-Up | 106 |
| Figura 2.23 | Porcentajes de la distribución de ganancias de clientes Dial-Up | 108 |
| Figura 2.24 | Clientes mensuales Dial-Up | 109 |
| Figura 2.25 | Porcentaje de distribución entre tipos de clientes ADSL | 109 |
| Figura 2.26 | Porcentaje de la distribución de ganancias de clientes ADSL .. | 110 |
| Figura 2.27 | Clientes mensuales ADSL | 111 |
| Figura 2.28 | Distribución de los tipos de clientes con acceso inalámbrico ... | 112 |
| Figura 2.29 | Distribución de ganancias de clientes con acceso inalámbrico | 113 |
| Figura 2.30 | Clientes mensuales con acceso inalámbrico | 113 |
| Figura 2.31 | Gráfica de la demanda nacional de acceso a Internet..... | 118 |
| Figura 2.32 | Porcentajes de Cuentas de Internet por provincias | 119 |
| Figura 2.33 | Estimación de la demanda de acceso a Internet en Pichincha. | 121 |
| Figura 2.34 | Demanda real y proyectada de cuentas conmutadas en Pichincha | 123 |
| Figura 2.35 | Cuentas conmutadas vendidas por Onnet UIO | 124 |
| Figura 2.36 | Demanda real y proyectada de cuentas dedicadas en Pichincha | 126 |
| Figura 2.37 | Cuentas dedicadas por mes en Onnet UIO | 127 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 3.1 | Propuesta Esquemática del Rediseño..... | 139 |
| Figura 3.2 | Proyección de Cuentas Conmutadas | 142 |
| Figura 3.3 | Proyección de Cuentas Dedicadas..... | 143 |
| Figura 3.4 | Cobertura Internacional de Andinadatos | 151 |
| Figura 3.5 | Cobertura ADSL-G Quito Andinadatos | 154 |
| Figura 3.6 | Servicios Andinadatos en Quito..... | 155 |
| Figura 3.7 | Cisco CATALYST 2960 24TT-L..... | 167 |
| Figura 3.8 | Cisco AS5350XM | 167 |
| Figura 3.9 | Plataforma Cisco 2811 | 170 |
| Figura 3.10 | Cisco Packaging – Routers | 171 |
| Figura 3.11 | Diagrama Final de la Red de Servicio | 172 |
| Figura 3.12 | Estructura Básica de la Red Inalámbrica..... | 176 |
| Figura 3.13 | Ubicación del Edificio ONNET | 177 |
| Figura 3.14 | Edificio Onnet | 178 |
| Figura 3.15 | Ubicación del Edificio Millenium Plaza | 178 |
| Figura 3.16 | Edificio Millenium Plaza | 179 |
| Figura 3.17 | Ubicación del Edificio El Girón..... | 179 |
| Figura 3.18 | Edificio El Girón | 180 |
| Figura 3.19 | Esquema HiperMAX | 184 |
| Figura 3.20 | Esquema MicroMAX..... | 185 |
| Figura 3.21 | CPE WiMAX, para aplicaciones fijas y portátiles..... | 186 |
| Figura 3.22 | Equipo ProST con antena integrada..... | 187 |
| Figura 3.23 | Equipo EasyST | 188 |
| Figura 3.24 | Terminales NMS de cliente distribuidos | 189 |
| Figura 3.25 | Modelo de Administración total de la Red incluyendo Estaciones Base..... | 189 |
| Figura 3.26 | Recorrido del enlace de Backbone..... | 191 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 3.27 | Esquema General del Backbone Inalámbrico..... | 192 |
| Figura 3.28 | Zona de Fresnel | 195 |
| Figura 3.29 | Zona de Fresnel Libre | 196 |
| Figura 3.30 | Enlace Onnet-Millenium..... | 198 |
| Figura 3.31 | Diagrama del enlace Onnet-Millenium..... | 198 |
| Figura 3.32 | Configuración de los parámetros de los equipos del enlace Onnet-Millenium | 199 |
| Figura 3.33 | Configuración de los parámetros de las antenas del enlace Onnet-Millenium | 199 |
| Figura 3.34 | Zona de Fresnel enlace Onnet-Millenium | 200 |
| Figura 3.35 | Detalle del Enlace Onnet-Millenium..... | 200 |
| Figura 3.36 | Relación señal distancia del Enlace Onnet-Millenium | 201 |
| Figura 3.37 | Enlace Millenium-Girón | 201 |
| Figura 3.38 | Diagrama del enlace Millenium-Girón..... | 202 |
| Figura 3.39 | Configuración de los parámetros de los equipos del enlace Millenium-Girón | 202 |
| Figura 3.40 | Configuración de los parámetros de las antenas del enlace Millenium-Girón | 203 |
| Figura 3.41 | Enlace Pichincha-Operador..... | 203 |
| Figura 3.42 | Detalles Enlace Millenium-Girón..... | 204 |
| Figura 3.43 | Relación señal distancia del Enlace Millenium-Onnet | 204 |
| Figura 3.44 | Enlaces del backbone Inalámbrico | 204 |
| Figura 3.45 | Cobertura del Enlaces del backbone Inalámbrico | 205 |
| Figura 3.46 | Cobertura del radio base EB1 (Edificio Onnet)..... | 206 |
| Figura 3.47 | Cobertura del radio base EB3 (Edificio El Girón)..... | 207 |
| Figura 3.48 | Diagrama del área de cobertura total del sistema | 208 |
| Figura 3.49 | Distribución de Frecuencias Radio Base EB1 | 210 |
| Figura 3.50 | Distribución de Frecuencias Radio Base EB3 | 210 |
| Figura 3.51 | Diagrama general de la nueva Red Inalámbrica..... | 211 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 4.1 | Intranet actual Onnet UIO..... | 214 |
| Figura 4.2 | Ejemplo de un archivo HTML del análisis de tráfico con MRTG | 231 |
| Figura 4.3 | Topología de la nueva red de Onnet UIO..... | 246 |
| Figura 4.4 | División en subredes de la Intranet | 255 |
| Figura 4.5 | Esquema total de direccionamiento..... | 257 |
| Figura 4.6 | Segmentación de la Intranet..... | 258 |
| Figura 4.7 | Tareas de la administración de una red | 259 |
| Figura 4.8 | Perímetro de seguridad | 268 |
| Figura 4.9 | Esquema de seguridad de borde..... | 274 |

CAPÍTULO V

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 5.1 | Estrategia Para la Elaboración del Plan de Migración..... | 280 |
| Figura 5.2 | Flujo de Información para la Divulgación de Migración de la Infraestructura | 282 |
| Figura 5.3 | Flujograma del Año 2008..... | 290 |
| Figura 5.4 | Flujograma del Año 2009..... | 291 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 5.5 | Flujograma del Año 2010..... | 292 |
| Figura 5.6 | Flujograma del Año 2011..... | 293 |
| Figura 5.7 | Flujograma del Año 2012..... | 294 |
| Figura 5.8 | Diagrama del Flujo de Fondos Neto Puro | 318 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1.1 | Tipos de Granjas de Servidores | 38 |
| Tabla 1.2 | Tipos de licencias de bases de datos | 40 |
| Tabla 1.3 | Tráfico generado por una petición HTTP | 41 |
| Tabla 1.4 | Velocidades de Interfaces SATA e IDE/ATA | 46 |
| Tabla 1.5 | Estándares WLAN | 69 |
| Tabla 1.6 | Estándares WiMAX | 74 |
| Tabla 1.7 | Ambientes y comportamiento WiMAX | 74 |

CAPÍTULO II

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 2.1 | Características de los equipos de núcleo y enlace Internet..... | 83 |
| Tabla 2.2 | Características básicas del MODEM RAD HTU – E1L..... | 87 |
| Tabla 2.3 | Características de los equipos de la red de acceso ADSL | 89 |
| Tabla 2.4 | Características de los equipos de la red de acceso inalámbrico | 91 |
| Tabla 2.5 | Características de los equipos empleados en el NAI 1 | 94 |
| Tabla 2.6 | Características de los equipos empleados en el NAI 2 | 95 |
| Tabla 2.7 | Productos Dial-Up | 107 |
| Tabla 2.8 | Demanda de acceso nacional a Internet | 118 |
| Tabla 2.9 | Demanda de acceso a Internet en Pichincha | 120 |
| Tabla 2.10 | Porcentajes de cuentas conmutadas y dedicadas en países latinoamericanos | 125 |

CAPÍTULO III

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 3.1 | Funciones de Proyección | 141 |
| Tabla 3.2 | Conexiones de Usuarios Dial-Up 2006 Onnet..... | 144 |
| Tabla 3.3 | Porcentaje de Cuentas Dedicadas | 145 |
| Tabla 3.4 | Porcentajes por tipo de acceso para cuentas dedicadas | 145 |
| Tabla 3.5 | Proyección del Número de Cuentas Dedicadas | 147 |
| Tabla 3.6 | Proyección de la salida a Internet en Cuentas Dedicadas | 148 |
| Tabla 3.7 | Proyección de la Capacidad Total de E1..... | 149 |
| Tabla 3.8 | Crecimiento de Tráfico Estimado por el Proyecto..... | 158 |
| Tabla 3.9 | Capacidad Wireless..... | 159 |
| Tabla 3.10 | Proyección de Trafico para el Núcleo..... | 160 |
| Tabla 3.11 | Ubicación geográfica de las Radiobases..... | 177 |
| Tabla 3.12 | Bandas de Frecuencias asignadas por la SNT..... | 181 |
| Tabla 3.13 | Actualización de WiMAX fijo a WiMAX móvil..... | 190 |
| Tabla 3.14 | Valores Sugeridos para los parámetros de superficie | 197 |
| Tabla 3.15 | Direccionamiento de Arreglo de Antenas EB1..... | 207 |
| Tabla 3.16 | Direccionamiento de Arreglo de Antenas EB3..... | 208 |
| Tabla 3.17 | Distribución de frecuencias Radiobase EB1..... | 209 |
| Tabla 3.18 | Distribución de frecuencias Radiobase EB3..... | 209 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 4.1 | Cuentas dedicadas | 215 |
| Tabla 4.2 | Usuarios simultáneos | 217 |
| Tabla 4.3 | Servidores de servicios de valor agregado..... | 218 |
| Tabla 4.4 | Servidores para operación del ISP | 219 |
| Tabla 4.5 | Requerimientos de CPU, discos y memoria para Fedora Core 4 | 220 |
| Tabla 4.6 | Cálculo del procesador para el servidor DNS..... | 224 |
| Tabla 4.7 | Páginas ecuatorianas dentro del TOP 100..... | 225 |
| Tabla 4.8 | Cálculo del procesador para el servidor Web-caché | 228 |
| Tabla 4.9 | Cálculo del procesador para el servidor AAA | 237 |
| Tabla 4.10 | Cálculo del procesador para el servidor E-mail | 240 |
| Tabla 4.11 | Estadísticas de sitios web ecuatorianos | 241 |
| Tabla 4.12 | Cálculo del procesador para el servidor Web-Hosting y FTP ... | 245 |
| Tabla 4.13 | Servidores de la Zona de Servicios | 248 |
| Tabla 4.14 | Servidores de la Zona de Administración | 249 |
| Tabla 4.15 | Elementos de la Zona de Usuarios Internos..... | 250 |
| Tabla 4.16 | Cuentas dedicadas para marzo del 2012 | 250 |
| Tabla 4.17 | Subredes de la red de acceso | 251 |
| Tabla 4.18 | Subredes y hosts de la Intranet..... | 252 |
| Tabla 4.19 | Cálculo de direcciones IP de la red de acceso..... | 253 |
| Tabla 4.20 | Asignación de direcciones IP de la red de acceso | 254 |
| Tabla 4.21 | Asignación de direcciones IP en la Intranet..... | 256 |
| Tabla 4.22 | Segmentación de la red Onnet UIO..... | 258 |
| Tabla 4.23 | Administración de la configuración de los dispositivos de las zonas de la Intranet Onnet UIO y de las redes de acceso | 261 |
| Tabla 4.24 | Administración de la configuración de los dispositivos de las capas de la red Onnet UIO | 262 |
| Tabla 4.25 | Administración del rendimiento..... | 264 |
| Tabla 4.26 | Configuraciones de seguridad | 271 |
| Tabla 4.27 | Tipo de acceso entre segmentos..... | 272 |
| Tabla 4.28 | Características de los equipos de seguridad | 275 |
| Tabla 4.29 | Formas de conexión y ubicación de las estaciones inalámbricas | 277 |

CAPÍTULO V

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabla 5.1 | Actualización del Inventario | 281 |
| Tabla 5.2 | Cronograma de Actividades para la Migración de la Infraestructura | 289 |
| Tabla 5.3 | Número de usuarios fijados por períodos..... | 295 |
| Tabla 5.4 | Costo de equipos para la nueva red..... | 296 |
| Tabla 5.5 | Costos de software para la nueva red | 297 |
| Tabla 5.6 | Ejemplo del cálculo de precios de los CPEs Inalámbricos | 297 |
| Tabla 5.7 | Costos por período de los CPEs inalámbricos para todo el proyecto..... | 298 |
| Tabla 5.8 | Estimación de sueldos mensuales para el personal de Onnet UIO | 299 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 5.9 | Costos estimados de los enlaces a Internet | 300 |
| Tabla 5.10 | Ejemplo de cálculo de los costos de los enlaces de última milla | 301 |
| Tabla 5.11 | Ejemplo de cálculo de costos de inscripción de enlaces de última milla..... | 301 |
| Tabla 5.12 | Ejemplo de cálculo de costos de modems para enlaces de última milla..... | 302 |
| Tabla 5.13 | Costos de pagos de operación, inscripción y modems para enlaces de última milla para todos los períodos del proyecto .. | 303 |
| Tabla 5.14 | NTEs por año. | 304 |
| Tabla 5.15 | Tarifa anual por uso del espectro para sistemas de modulación de banda ancha..... | 305 |
| Tabla 5.16 | Costo estimado mensual para servicios básicos e imprevistos. | 306 |
| Tabla 5.17 | Cálculo de depreciación y amortización de activos | 307 |
| Tabla 5.18 | Ejemplo de cálculo de los costos por cobrar por los servicios ofrecidos para el primer período del proyecto | 308 |
| Tabla 5.19 | Ejemplo de cálculo de los costos por cobrar por instalaciones para el primer período del proyecto..... | 308 |
| Tabla 5.20 | Proyección de ingresos por los servicios ofrecidos e instalaciones para todo el proyecto | 309 |
| Tabla 5.21 | Flujo de Fondos proyectado para el tiempo de duración del proyecto..... | 312 |
| Tabla 5.22 | Indicadores de rentabilidad del proyecto | 317 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

CAPÍTULO I

| | | |
|--------------|---|----|
| Ecuación 1.1 | Utilización de CPU por Usuario..... | 43 |
| Ecuación 1.2 | Operaciones por segundo..... | 43 |
| Ecuación 1.3 | Consumo del CPU por Operación..... | 43 |
| Ecuación 1.4 | Consideraciones de Umbral de utilización del CPU..... | 44 |

CAPÍTULO II

| | | |
|--------------|--|-----|
| Ecuación 2.1 | Proyección de crecimiento de Cuentas Conmutadas..... | 123 |
| Ecuación 2.2 | Proyección de Cuentas Conmutadas para Onnet UIO..... | 124 |
| Ecuación 2.3 | Proyección de crecimiento de Cuentas Dedicadas..... | 126 |
| Ecuación 2.4 | Proyección de Cuentas Dedicadas..... | 127 |
| Ecuación 2.5 | Proyección de crecimiento de Cuentas Dedicadas para un ISP en la provincia de Pichincha..... | 128 |

CAPÍTULO III

| | | |
|--------------|---|-----|
| Ecuación 3.1 | Disponibilidad del Servicio..... | 133 |
| Ecuación 3.2 | Cálculo de E1 necesarios para cuentas conmutadas..... | 144 |
| Ecuación 3.3 | Cálculo de E1 necesarios para cuentas dedicadas..... | 148 |
| Ecuación 3.4 | Ecuación para el cálculo del valor de uso de frecuencias..... | 175 |
| Ecuación 3.5 | Ganancia del Sistema..... | 193 |
| Ecuación 3.6 | Pérdida de Trayectoria..... | 194 |
| Ecuación 3.7 | Margen de Desvanecimiento..... | 194 |

CAPÍTULO V

| | | |
|--------------|---|-----|
| Ecuación 5.1 | Cálculo de la tarifa por uso de frecuencias en sistemas de modulación de banda ancha..... | 303 |
| Ecuación 5.2 | Cálculo del VAN..... | 313 |
| Ecuación 5.3 | Cálculo del TIR..... | 314 |
| Ecuación 5.4 | Cálculo del B/C..... | 315 |

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO PARA EL REDISEÑO DEL ISP

1.1 FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE UNA RED DE DATOS

1.1.1 INTRODUCCIÓN

En el principio de la llamada civilización humana, un elemento que ha caracterizado y ha permitido distinguirnos del resto de criaturas del planeta, es la comunicación. La comunicación es esencial en todos los actos del ser humano; el hombre por naturaleza es un ser sociable y necesita comunicarse para expresar sus ideas, inquietudes, alegrías, tristezas, en fin, todo lo que la psiquis de la mente humana necesite comunicar. Esta característica, es la que ha permitido desarrollarnos como sociedad y llegar a la llamada Aldea Global de nuestros días.

En la actualidad las redes de información se han convertido en las arterias de la sociedad humana, debido a que, con ellas se ha logrado acortar distancias e interconectar a todo el planeta, irrigando un universo de información y servicios en un mundo donde su principal objetivo es llegar a una sociedad del conocimiento más justa, para acortar las brechas culturales, ideológicas y económicas, en pro del beneficio de toda la humanidad.

De ahí la importancia de las redes de datos y de su correcta y coherente planificación, diseño, implementación y monitoreo, ya que éstas son las arterias del mundo globalizado de hoy en día, y un descuido en una de estas actividades, podría causar un daño fatal en esta llamada "Aldea Global" y a la forma de comunicarnos hoy en día.

1.1.2 DEFINICIÓN DE UNA RED DE COMPUTADORAS

Una red de computadoras es la interconexión de dos ó más computadoras para compartir información y recursos.

Una red de computadoras, como ya se mencionó, pueden ser tan simple como dos computadoras conectadas a través de un medio físico cableado ó inalámbrico con el fin de compartir un recurso, por ejemplo un archivo de música, ó tan grandes y complejas como cientos de millones de computadoras interconectadas por miles de equipos como *routers*¹, *switches*², satélites, etc.

La más representativa red de datos a nivel mundial es “El Internet”, que no es más que una colección de miles de redes, con millones de computadoras interconectadas para formar un universo de datos, información y servicios disponibles para todo el mundo.

1.1.3 PROPÓSITO DE UNA RED DE DATOS

El propósito de una red de datos ha ido evolucionando desde sus orígenes, donde su propósito principal era compartir información y recursos, hasta llegar a la actualidad, en la que a más de realizar estas funciones proporciona servicios de toda índole, como: negocios, información, entretenimiento, etc.

Hoy en día uno de los objetivos principales de una red es brindar comunicación global, rápida (casi instantánea), ubicua (sin importar donde nos encontremos), eficiente (minimizando el uso de recursos) y permanente (a todo momento), como es el caso de la Internet.

1.1.4 ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE REDES

Para realizar un correcto diseño de red que cumpla con todas las expectativas deseadas, es necesario considerar algunos aspectos, como los siguientes:

- Alcance-Cobertura: determina la zona geográfica que cubrirá la red, la cual puede ser desde una simple habitación (LAN: *Local Area Network*)

¹ **Router**: Dispositivo que determina el siguiente punto de la red hacia donde se dirige un paquete de datos en el camino hacia su destino. El *router* está conectado por lo menos a dos redes, y determina hacia qué lado enviar el paquete de datos. Los *routers* crean o mantienen una "tabla" de rutas disponibles, y usa esta información para darle la mejor ruta a un paquete, en un determinado momento.[25]

² **Switch**: Dispositivo de conmutación utilizado para el envío de paquetes de datos basado en direcciones de capa 2.

ó hasta una ciudad o país (MAN: *Metropolitan Area Network*, WAN: *Wide Area Network*).

- Medios: considera los medios físicos por los cuales van a circular los datos; éstos pueden ser cobre, fibra óptica, inalámbricos ó combinaciones de uno de los anteriores. Se debe elegir el que más convenga en cada caso.
- Capacidades: se puede hablar de muchas capacidades en una red, como la capacidad de los servidores, la capacidad de los enlaces, la capacidad de los elementos de conmutación, entre otros. Lo que se recomienda para cualquiera de éstos es un sobre-dimensionamiento moderado, porque la red siempre puede crecer y con ella la demanda de capacidad.
- Número de usuarios: considera el tamaño de la red, en referencia más al número de usuarios que al alcance geográfico de la misma, para poder determinar la demanda de recursos de la misma.
- Tecnologías: permite escoger una adecuada tecnología para implementar la red; es un factor muy importante para la supervivencia de la misma y su posibilidad de crecimiento y flexibilidad.
- Económico: tal vez es la consideración más importante, porque de ésta dependen muchas otras. Por lo que es importante primero mirar el presupuesto antes de realizar cualquier diseño.
- Social: toda red tiene un fin social, por su concepto primordial "Comunicar", por lo cual es importante considerar el impacto que tendrá la red en el grupo social al cual conectará.

Ahora en relación al diseño de la red interna de un ISP (*Internet Service Provider*) y a la planificación de los servicios que se ofrecerán a los usuarios se deben considerar parámetros tales como:

- El número de clientes conmutados y dedicados.
- El ancho de banda asignado a los clientes.
- Servicios que se prestarán en forma local desde la red interna, y desde el Internet.
- La estimación absoluta y porcentual de tráfico local y externo.

- Nivel de tolerancia a fallos que se desea para el Sitio.
- El tiempo promedio, y mínimo entre fallos que se espera.
- Especificación para el tiempo de recuperación de fallos.
- Alternativas de redundancia que se utilizarán, etc.

Un aspecto importante a considerar es la división de tráfico en nacional e internacional, que consiste en determinar el porcentaje de tráfico que sale de un ISP dirigido a otros ISP locales, en el caso ecuatoriano sería al NAP³ ECUADOR, y el porcentaje que se dirige al Internet global. Se puede disminuir notablemente el tráfico hacia el Internet global (que corresponde al tráfico internacional) mediante conexiones con los otros ISP de la región, mejorando de esta manera los tiempos de respuesta.

Para el diseño de la red interna del ISP conviene utilizar un modelo jerárquico de capas, de manera de poder dividir funcionalmente el problema. Este modelo consigue definir claramente la misión de los elementos de la red, con lo que se consigue administrar la red como una colección de unidades operativas independientes, replicables, y escalables. Por otra parte, un modelo jerárquico permite al administrador detectar, aislar y corregir las fallas con mayor facilidad.

Para la planificación de servicios se debe considerar desde la población objetivo, es decir los requerimientos planteados por los clientes, hasta el nivel de servicios que ofrece la competencia.

1.2 DEFINICIÓN, SERVICIOS Y ARQUITECTURA DE UN ISP

1.2.1 INTRODUCCIÓN

Inicialmente, el acceso a Internet se realizaba mayoritariamente a través de ordenadores personales dotados de módems, y utilizando como medio de transmisión las líneas de cobre usadas por la red telefónica. Esto permitía aprovechar la infraestructura de comunicaciones ya implantada por las compañías telefónicas.

³ **NAP (Network Access Point):** son grandes centros de acceso y distribución del tráfico de Internet [25]

Sin embargo, el desarrollo de la tecnología ha permitido que el acceso a Internet pueda realizarse desde una amplia gama de dispositivos; por ejemplo desde teléfonos móviles y PDAs (*Personal Digital Assistant* - Asistente Digital Personal) que utilizan tecnologías inalámbricas de transmisión de datos como GSM (*Global System for Mobile Communication* - Sistema Global para Comunicaciones Móviles), WAP (*Wireless Application Protocol* -Protocolo de Aplicación Inalámbrica), GPRS (*General Packet Radio Service*), Wi-fi (*Wireless Fidelity*), etc.

Los ISP han tenido, por tanto, que adaptarse a las necesidades móviles de la vida actual, y asumir el reto tecnológico que esto plantea. Pero además de las conexiones telefónicas e inalámbricas, también se oferta acceso a Internet a través de las líneas de televisión por cable y de las transmisiones de la nueva televisión digital terrestre (TDT). Incluso se ofrecen servicios (aún en fase de pruebas) que dan acceso a Internet mediante la red eléctrica, conocidas como PLC (*Power Line Communications*).

1.2.2 DEFINICIÓN DE UN ISP [1] [12]

La definición más básica de un ISP es: "*Aquella empresa que ofrece servicio de acceso a Internet a otras empresas ó personas ofreciendo servicios de Internet y conectividad*" [1], este servicio se lo puede ofrecer a través de diferentes tecnologías como son el caso de acceso *Dial-Up*, ADSL, Inalámbrico, por mencionar algunas.

Con la creciente exponencial del Internet y de las tecnologías para su acceso, esta definición ha quedado limitada para especificar lo que es un ISP, por lo cual una evolución de su definición, podría ser:

"Empresa de servicios de valor agregado, cuyo propósito fundamental es ofrecer a sus clientes acceso a un universo de información y de servicios electrónicos y digitales, donde predomina la conectividad, la ubicuidad, la instantaneidad y la multimedia".

1.2.3 DESCRIPCIÓN BÁSICA DE UN ISP

Un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) es una empresa que permite a sus clientes el acceso al Internet, y con ello a una gama de servicios. Entre los principales se puede mencionar al correo electrónico (*e-mail*), navegación Web, descarga de archivos de datos, información y multimedia, hospedaje Web (*Web Hosting*), sala de Chat, entre otros.

Por esta razón se dice que el centro de un ISP está conformado por servidores que se encargan de las funciones necesarias para proveer el servicio a sus clientes. Los servidores son los dispositivos más importantes de Internet, pues éstos contienen la información con la que cuenta la red. Estos equipos deberán estar disponibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana, todo el año.

Un ISP debe tener la infraestructura necesaria para constituirse en un punto de acceso hacia Internet y al abanico de servicios que éste proporciona. Los grandes ISPs poseen enlaces de comunicaciones propios, lo que les permite ser más independientes, eficientes, competitivos y brindar mejores beneficios a sus clientes.

Para poder describir las funciones que realiza un ISP, a éstas se las puede observar desde dos puntos de vista complementarios, que se describen a continuación.

1.2.3.1 Visión del Cliente [14]

Desde este punto de vista, un ISP posee dos funciones básicas:

1. Conectividad al Internet: El ISP es la puerta al gran universo de información y conectividad que es el Internet, permitiéndole así utilizar toda la gama de servicios que esta red posee.

2. Servicios de Internet: Una vez establecida la conexión con el ISP por parte de los clientes, éste debe garantizarles los servicios que van a ser utilizados por ellos; se hace un especial hincapié en aquellos servicios que son masivamente empleados por los usuarios, como son correo electrónico y Web. Un tercer servicio de uso masivo es el de transferencia de archivos.

Estas funciones se las puede visualizar en la figura 1.1:

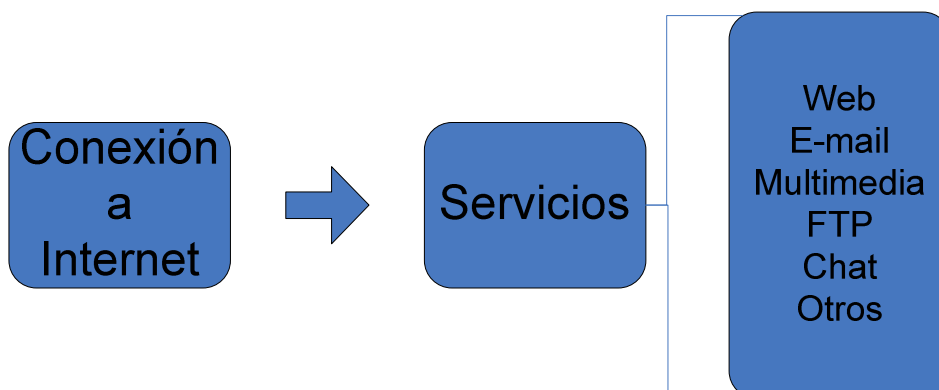


Figura 1.1 Servicios de Internet

1.2.3.2 Visión del Proveedor [13]

La visión del proveedor es mucho más profunda y compleja, ya que es éste el encargado de brindar la conectividad a sus clientes. Vale la pena mencionar, que un ISP pequeño puede ser cliente de otro ISP mayor, delegando parte del problema de la conexión a Internet al ISP mayor.

La función principal de un ISP es la de permitir la interconexión de los computadores de los usuarios a través de él, hacia el Internet. Esto es posible gracias a que el ISP, posee los elementos y permisos necesarios para interactuar con otros elementos de la red, tales como módems, *routers*, *switches*, etc, que son los dispositivos que generalmente permiten el acceso a los clientes.

De acuerdo a lo anterior, un ISP para poder cumplir su función principal, que es la de permitir la conexión entre los usuarios y el Internet, debe asegurar lo siguiente:

- Una alta disponibilidad de conectividad con el Internet y sus clientes
- Una alta disponibilidad en la prestación de los servicios básicos de un ISP
- Una adecuada calidad de servicio

1.2.4 SERVICIOS DE UN ISP

El rápido crecimiento que ha experimentado el Internet se debe en gran medida a la variedad de servicios disponibles y a la facilidad de acceso a los mismos.

Dentro de los servicios y aplicaciones que proporciona un ISP para el Internet, se distinguen dos tipos:

Servicios básicos: son aquellos sobre los que se apoyan generalmente el resto de aplicaciones, o se utilizan para actividades de administración y control de la red, como es el caso de:

- DNS (*Domain Name System*)
- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*)
- SNMP (*Simple Network Management Protocol*)

Aplicaciones de usuario final: son aquellas que son utilizadas directamente como servicios por el usuario, claro que se necesita realizar una división, porque los servicios que presta un ISP no son los mismos para un consumidor corporativo que para un consumidor residencial. Los requerimientos para consumidores corporativos son muchos mas difíciles de reunir en términos de desempeño, disponibilidad y lo más importante seguridad.

Entre los más importantes de estos servicios se tiene:

- Correo electrónico
- Servicio Web
- Servicios Multimedia

1.2.4.1 Servicio DNS (*Domain Name Service/Servicio de Nombre de Dominio*)

El servicio DNS es un sistema de nombres que permite traducir nombres de dominio a direcciones IP y viceversa. Aunque Internet sólo funciona en base a direcciones IP, el DNS permite que los usuarios usen nombres de dominio que son más simples de recordar en lugar de las complicadas direcciones IP.

El sistema de nombres de dominios en Internet es un sistema distribuido, jerárquico, replicado y tolerante a fallas. Aunque parece muy difícil lograr todos esos objetivos, la solución no es tan compleja en realidad. El punto central se basa en un árbol que define la jerarquía entre los dominios y los sub-dominios.

En un nombre de dominio, la jerarquía se lee de derecha a izquierda. Por ejemplo, en `www.epn.edu.ec`, el dominio más alto es `.ec`. Para que exista una raíz del árbol, se puede ver como si existiera un punto al final del nombre: `www.epn.edu.ec.`, y todos los dominios están bajo esa raíz (también llamada "punto").

Cada componente del dominio (y también la raíz) tiene un servidor primario y varios servidores secundarios. Todos estos servidores tienen la misma autoridad para responder por ese dominio, pero el primario es el único con derecho para hacer modificaciones en él. Por ello, el primario tiene la copia maestra y los secundarios copian la información desde él.

Para la operación práctica del sistema DNS se utilizan tres componentes principales:

- Los Clientes DNS (*resolvers*): un programa cliente DNS que se ejecuta en la computadora del usuario, genera peticiones DNS de resolución de nombres a un servidor DNS (Por ejemplo: ¿Qué dirección IP corresponde a `epn.edu.ec`?).
- Los Servidores DNS (*name servers*): que contestan las peticiones de los clientes, los servidores recursivos tienen la capacidad de reenviar la petición a otro servidor si no disponen de la dirección solicitada.
- Las Zonas de autoridad: que son porciones del espacio de nombres de dominio que almacenan los datos. Cada zona de autoridad abarca al menos un dominio y posiblemente sus subdominios, si estos últimos no son delegados a otras zonas de autoridad.

1.2.4.2 Servicio DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*/Protocolo de Configuración Dinámica del Host)

Es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres, conociendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo y a quién se la ha asignado después.

Entre las características principales que posee el protocolo DHCP, es la de proveer los parámetros de configuración a las computadoras conectadas a la red que lo requieran (máscara, puerta de enlace y otros) y también incluyen mecanismo de asignación de direcciones de IP.

Sin DHCP, cada dirección IP debe configurarse manualmente en cada ordenador y si el ordenador se mueve a otro lugar en otra parte de la red, se debe configurar otra dirección IP diferente. El DHCP le permite al administrador supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva IP si el ordenador está conectado en un lugar diferente de la red.

El protocolo DHCP incluye tres métodos de asignación de direcciones IP:

Asignación manual o estática: Asigna una dirección IP a una máquina determinada. Se suele utilizar cuando se quiere controlar la asignación de dirección IP a cada cliente, y evitar, también, que se conecten clientes no identificados.

Asignación automática: Asigna una dirección IP de forma permanente a una máquina cliente la primera vez que hace la solicitud al servidor DHCP y hasta que el cliente la libera. Se suele utilizar cuando el número de clientes no varía demasiado.

Asignación dinámica: Es el único método que permite la reutilización dinámica de las direcciones IP. El administrador de la red determina un rango de

direcciones IP y cada computadora conectada a la red está configurada para solicitar su dirección IP al servidor cuando la tarjeta de interfaz de red se inicializa. El procedimiento usa un concepto muy simple en un intervalo de tiempo controlable. Esto facilita la instalación de nuevas máquinas clientes a la red.

Cuando el DHCP es incapaz de asignar una dirección IP, se utiliza un proceso llamado "*Automatic Private Internet Protocol Addressing*"⁴.

1.2.4.3 Servicio SNMP

Este servicio se basa en el Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP, que es un protocolo de capa aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. SNMP es parte de la pila de protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*); permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento. Este protocolo es básico en la administración de redes modernas como se verá más adelante.

Las versiones de SNMP más utilizadas son dos: SNMP versión 1 (SNMPv1) y SNMP versión 2 (SNMPv2). Ambas versiones tienen un número de características en común, pero SNMPv2 ofrece mejoras, como por ejemplo: un conjunto de operaciones adicionales que facilitan el trabajo del administrador de red.

SNMP en su última versión (SNMPv3) posee cambios significativos con relación a sus predecesores, sobre todo en aspectos de seguridad, sin embargo no ha sido mayoritariamente aceptado en la industria.

⁴ **APIPA** (*Automatic Private Internet Protocol Addressing* - Direccionamiento Privado Automático del Protocolo de Internet) es un protocolo que utilizan los sistemas que "corren" bajo Windows 98 o versiones posteriores para obtener la configuración de red cuando el sistema está configurado para obtener una dirección dinámicamente, y al iniciar, éste no encuentra un servidor [DHCP](#) (*Dynamic Host Configuration Protocol*).[26]

1.2.4.4 Servicio de Correo Electrónico (*e-mail*)

El servicio de correo electrónico es uno de los de mayor uso a través de Internet. Permite enviar mensajes de un usuario a otro en la red, casi de manera instantánea, con la posibilidad de adjuntar archivos, lo que aumenta enormemente su potencialidad.

El sistema de correo electrónico se basa en protocolos tales como: SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*; Protocolo Simple de Transferencia de Correo), POP3 (*Post Office Protocol* versión 3) o IMAP4 (*Internet Message Access Protocol* versión 4). De estos tres protocolos, SMTP se encarga del envío y recepción del correo y los otros dos permiten a los usuarios el acceso a los buzones de correo.

Los mensajes de correo electrónico no se envían directamente a los computadores personales de cada usuario, pues puede ocurrir que esté apagado o que no se esté ejecutando la aplicación de correo electrónico. En este caso los mensajes se envían al servidor que se encarga de almacenarlos como servidor de correo electrónico permanente. Los mensajes permanecerán en el servidor hasta que el usuario los transfiera a su propio computador para leerlos.

1.2.4.5 Servicio WEB

El Servicio WWW (*World Wide Web*), es un mecanismo proveedor de información electrónica para usuarios conectados a Internet. El acceso a cada sitio Web se canaliza a través del URL (*Uniform Resource Locator*) o identificador único de cada página de contenidos.

La *World Wide Web* fue desarrollada en 1989 por un científico inglés, Timothy Berners-Lee. El propósito original del sistema era permitir que los equipos de investigadores de física de alta energía del CERN de Ginebra, Suiza, pudieran intercambiar información. Con el paso del tiempo la WWW se convirtió en una plataforma de desarrollo de programas relacionados con este entorno.

El número de equipos conectados creció rápidamente, sirviendo de soporte a muchos proyectos, como por ejemplo un mercado a gran escala. El MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts), a través del consorcio WWW, intenta coordinar el desarrollo futuro de este sistema, aunque el éxito de los últimos años hace difícil planificar la expansión del mismo.

Este sistema permite a los usuarios el acceso a un universo de información y aplicaciones como: publicaciones periódicas, archivos de toda índole, realizar paseos virtuales, compras electrónicas, buscar y descargar música y video, buscar trabajo y muchas otras funciones.

Gracias a la forma en que está organizada la *World Wide Web*, los usuarios pueden pasar de un recurso a otro con facilidad. Las conexiones entre los servidores que contienen la información se hacen de forma automática y transparente para el usuario, pues el medio admite las funciones de hipertexto e hipermedia,

Los usuarios visualizan estos datos mediante aplicaciones denominada exploradores o *browsers* (como el FireFox de Mozilla, ó el Internet Explorer de Microsoft). El explorador muestra en la pantalla una página con el texto, imágenes, sonidos y animaciones relativas a un tema seleccionado.

Las páginas Web están escritas en HTML (*Hypertext Markup Language*), DHTML (*Dinamic Hypertext Markup Language*) o XML (*Extended Markup Language*), lenguajes de etiquetas de hipertexto. El protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) es el encargado de hacer llegar las diferentes páginas desde los servidores remotos al equipo del usuario que las solicita.

1.2.4.6 Servicio FTP (*File Transfer Protocol*/Protocolo de Transferencia de Archivos)

El protocolo FTP es un servicio que se utiliza en Internet y otras redes para transferir archivos entre servidores ó entre un usuario y un servidor. El protocolo asegura que el archivo se transmita sin errores, para lo que dispone de un sistema de corrección de errores basado en un control de redundancia

de datos y de la capacidad de retomar la descarga en el punto en que falló la conexión.

El servicio FTP forma parte del conjunto de protocolos TCP/IP, que permite la comunicación en Internet entre distintos tipos de computadores y redes. El sistema que almacena archivos que se pueden solicitar por FTP se denomina servidor de FTP.

Los programas que son capaces de acceder a servidores FTP y descargar/cargar archivos de ellos, se denominan clientes FTP. Habitualmente precisan de claves de acceso (usuario y contraseña); los denominados servidores de FTP anónimo (*Anonymous FTP Server*) permiten el acceso libre, sin más que indicar datos como la dirección de correo electrónico del usuario como contraseña. Lo más común es que los servidores anónimos sólo permitan descargar archivos del servidor FTP, pero no enviar otros nuevos.

1.2.4.7 Servicio TELNET

Este servicio está basado en el protocolo Telnet, que es un protocolo de comunicaciones de capa aplicación, que permite al usuario de un computador con conexión a Internet, establecer una sesión como terminal remoto de otro sistema de la Red. Si el usuario no dispone de una cuenta en el computador o computador remoto, puede conectarse como usuario *anonymous* y acceder a los ficheros de libre distribución.

Muchos computadores ofrecen servicios de búsqueda en bases de datos usando este protocolo. En la actualidad se puede acceder a través de *World Wide Web* a numerosos recursos que antes sólo estaban disponibles usando Telnet.

1.2.4.8 Servicio de Noticias USENET

El servicio de noticias *Usenet News* es el servicio más apropiado para intercambiar artículos a nivel mundial acerca de un determinado tema y de esta manera entablar foros de discusión. Consiste de un grupo de noticias (*news*

groups), que son clasificados dentro de jerarquías de similar interés en su contenido, y a su vez éstas se dividen en sub-jerarquías.

Los artículos ó mensajes que se envían a los grupos de noticias se hacen públicos y cualquier persona puede leerlos y enviar una contestación. En algunos casos estos foros de discusión tienen un moderador que filtra, edita y envía los mensajes.

Cada servidor de noticias, mantiene una copia del grupo de noticias y envía una copia de cada uno a los servidores de noticias vecinos; de esta manera se propagan las noticias. NNTP (*Network News Transfer Protocol*; Protocolo de Transferencia de Noticias de Red), es el encargado de enviar, distribuir y recuperar mensajes de un servidor de noticias *Usenet*.

1.2.4.9 Servicio *WEB HOSTING* (Alojamiento Web) [2]

El servicio de *Web Hosting* consiste en proveer al cliente una capacidad para albergar sus páginas Web en un servidor denominado *Web Host* para su posterior publicación en la WWW. El servicio puede ser gratuito o contratado y la diferencia en el servicio radica en la cantidad de recursos de memoria que se le puede asignar al cliente; en el servicio gratuito se puede conseguir hasta 5 MB (típicamente), mientras que en un contratado se puede conseguir 25 MB, 100 MB o más.

El alojamiento Web se divide en siete tipos: gratuitos, compartidos, de imágenes, revendedores, servidores virtuales, servidores dedicados y de colocación.

Alojamiento gratuito: El alojamiento gratuito es extremadamente limitado cuando se lo compara con el alojamiento de pago. Estos servicios generalmente agregan publicidad en los sitios y tienen un espacio y tráfico limitado.

Alojamiento compartido (*shared hosting*): En este tipo de servicio se alojan clientes de varios sitios en un mismo servidor, gracias a la configuración del

programa servidor Web. Resulta una alternativa muy buena para pequeños y medianos clientes; es un servicio económico y tiene buen rendimiento.

Alojamiento de Imágenes: Este tipo de hospedaje se ofrece para guardar imágenes en Internet, la mayoría de estos servicios son gratuitos y las páginas se valen de la publicidad colocadas en su página al subir la imagen.

Alojamiento revendedor (*reseller*): Este servicio de alojamiento está diseñado para grandes usuarios o personas que venden el servicio de *hosting* a otras personas. Estos paquetes cuentan con gran cantidad de espacio y de dominios disponibles para cada cuenta.

Servidores virtuales (VPS, *Virtual Private Server*): mediante el uso de una máquina virtual, la empresa ofrece el control de un ordenador aparentemente no compartido. Así se pueden administrar varios dominios de forma fácil y económica, además de elegir los programas que se ejecutan en el servidor. Por ello, es el tipo de producto recomendado para empresas de diseño y programación Web.

Servidores dedicados: El término servidor dedicado se refiere a una forma avanzada de alojamiento Web, en la cual el cliente alquila o compra un ordenador completo, y por tanto tiene el control completo y la responsabilidad de administrarlo. El cuidado físico de la máquina y de la conectividad a Internet es tarea de la empresa de alojamiento, que suele tenerlo en un centro de datos.

Colocación (*housing*): Este servicio consiste básicamente en vender o alquilar un espacio físico de un centro de datos para que el cliente coloque ahí su propio ordenador. La empresa le brinda el suministro de energía y la conexión a Internet, pero el servidor lo elige completamente el usuario (incluido el hardware).

1.2.4.10 Servicio WEB-CACHÉ

Este servicio es totalmente transparente para el cliente, ya que siempre que un cliente solicita una página Web o archivo vía FTP, el servidor *Web-Caché* actúa

de intermediario y solicita dicha página o archivo al destino final y se la reenvía al cliente. Este servidor mantiene una copia local y temporal en su memoria de todas las páginas y archivos que han sido solicitados. Cuando estas páginas o archivos son solicitados, el servidor *Web-Caché* envía lo que tiene en la memoria.

Este tipo de servicio beneficia al cliente ya que mejora los tiempos de respuesta, incrementándose la velocidad en la entrega del servicio Web debido a que el servidor *Web-Caché* está generalmente más cerca del cliente de lo que está la fuente original de la página Web solicitada.

1.2.4.11 Servicio de Conversación Multiusuario IRC

El servicio IRC (*Internet Relay Chat*), es un servicio que permite intercambiar mensajes por escrito en tiempo real, entre usuarios que estén simultáneamente conectados a la red. El servicio IRC se estructura sobre una red de servidores, cada uno de los cuales acepta conexiones de programas clientes, uno por cada usuario.

El IRC es un servicio de conversación multiusuario, donde las personas se reúnen en canales (lugar virtual, normalmente con un tema de conversación) para hablar en grupo o en privado. Cada canal trata sobre un tema o debate en particular, por lo que lo primero se elige el canal al que se desea acceder o en su defecto crear uno nuevo.

Este servicio trabaja en una arquitectura cliente-servidor. El cliente corre un programa cliente llamado "IRC", el cual se conecta vía red con otro programa servidor. La misión del servidor es pasar los mensajes de usuario a usuario a través de la red IRC.

1.2.4.12 Servicio de Videoconferencia

Este tipo de servicio permite establecer una conexión con voz, imágenes o las dos combinadas (comúnmente denominada videoconferencia) entre dos personas conectadas a Internet, desde cualquier parte del mundo, sin tener que pagar el costo de una llamada internacional.

Este servicio ha sido uno de los que ha experimentado un mayor crecimiento en nuestro país, debido principalmente a las ventajas económicas, su alcance mundial, y a la facilidad de su uso.

1.2.5 ARQUITECTURA DE UN ISP [12]

Los elementos fundamentales que debe tener cualquier empresa para poder constituirse en un ISP son los siguientes:

- Canal de acceso ISP - Internet
- Intranet y Banco de Servicios básicos del ISP
- Canal de acceso Cliente - ISP
- Mecanismos de Administración y Seguridad

Estas partes se pueden observar en la figura 1.2.

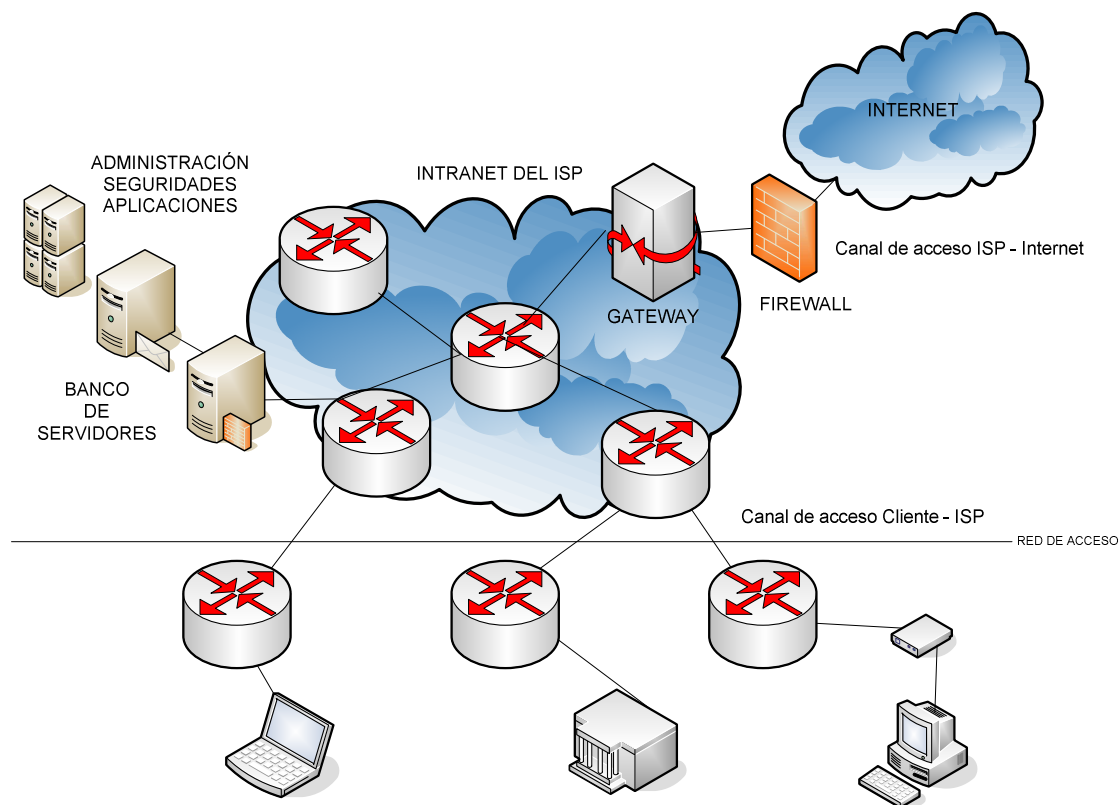


Figura 1.2. Arquitectura de un ISP

A continuación se realizará una breve descripción de cada uno de estos elementos.

1.2.5.1 Canal de Acceso ISP – INTERNET [14]

Este canal es la entrada/salida del ISP a los servicios que ofrece el Internet para satisfacer la demanda de sus clientes. La conexión de la red del ISP a Internet se la realiza a través de uno o más enlaces WAN a ISPs de niveles superiores; estos proveedores son usualmente llamados proveedores de *backbone*⁵ o proveedores *upstream*⁶. En el caso de ISPs más grandes, éstos pueden estar directamente conectados al *backbone* de Internet mediante enlaces dedicados.

Un enlace WAN es una conexión permanente, generalmente se puede usar diferentes tipos de tecnologías como: T1/E1 con servicios PPP (*Point to Point Protocol*), circuitos X.25⁷, Frame Relay⁸, ISDN⁹ (*Integrated Services Digital Network*), ATM¹⁰ (*Asynchronous Transfer Mode*), etc., o enlaces satelitales, entre los más comunes.

Por lo general un ISP pequeño inicia con un único proveedor de *backbone* y un solo enlace WAN, y dependiendo del incremento de la demanda de sus clientes, éste se ve en la necesidad de aumentar su capacidad de entrada/salida al Internet y de adquirir enlaces y proveedores de respaldo.

1.2.5.2 Intranet y Banco de Servicios Básicos del ISP

⁵ **Backbone:** La parte de la red que transporta el tráfico más denso; conecta LANs, ya sea dentro de un edificio o a través de una ciudad o región.[25]

⁶ **Upstream:** (flujo ascendente). En computación, la palabra *upstream* tiene varios significados y varias posibles traducciones al español. El uso más común de la palabra se refiere a la velocidad con que los datos pueden ser transferidos de un cliente a un servidor, lo que podría traducirse como velocidad de carga, subida (*uploading*).[26]

⁷ **X.25:** Protocolo de transmisión de datos para conectar a computadoras a redes públicas de paquetes conmutados.[25]

⁸ **Frame Relay:** Protocolo de enlace mediante circuito virtual permanente muy usado para dar conexión directa a Internet.

⁹ **ISDN:** Servicio mediante el cual las líneas telefónicas pueden transportar señales digitales en lugar de señales analógicas, aumentando considerablemente la velocidad de transferencia de datos.[25]

¹⁰ **ATM:** Es una tecnología de redes de alta velocidad que transmite múltiples tipos de información (voz, vídeo, datos) mediante la creación de "paquetes de datos".[25]

La intranet del ISP es la red interna que posee la empresa, por lo general en la oficina o nodo central, donde se encuentran ubicados los servidores de los diferentes servicios que puede ofrecer el ISP.

Para poder entender la estructura de la red interna de un ISP, se expondrán las posibles topologías existentes, los elementos de la oficina central y los PoPs (*Point of Presence*) que son elementos constitutivos de esta red.

1.2.5.2.1 Topologías de Red de un ISP

La topología de una red es la disposición física y las conexiones lógicas que se realiza entre los equipos que conforman la red; a continuación se describen las topologías más comunes que puede tener un ISP.

a. Topología Estrella

Este tipo de topología llamada estrella ó jerárquica, dispone de un punto central que actúa como el núcleo de la red y circuitos radiales que conectan distintos puntos de la red al punto central, como se puede ver en la figura 1.3.

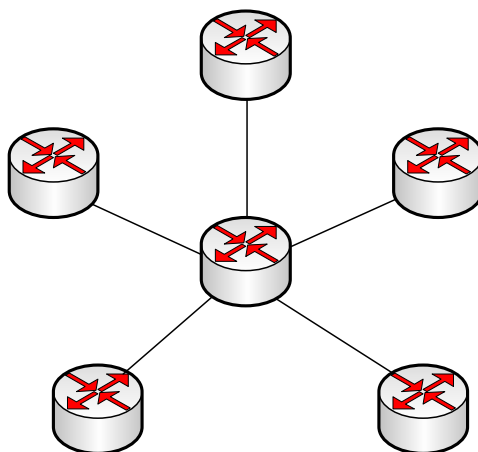


Figura 1.3 Topología Estrella

Una mejora a este tipo de topología es la topología en árbol, en la cual un *backbone* con topología en estrella alimenta una concentración de puntos que son a su vez parte de la topología en estrella más pequeña, como se muestra en la figura 1.4.

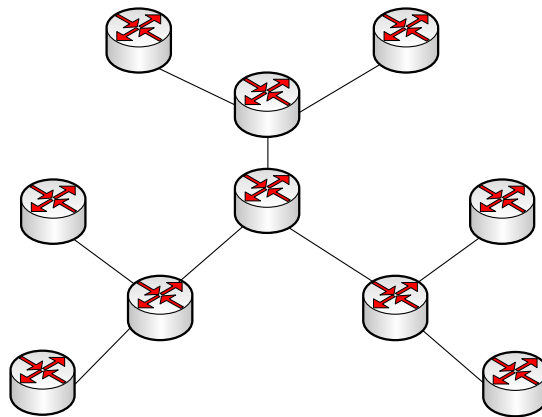


Figura 1.4 Topología Estrella en Árbol

Algunos problemas de confiabilidad pueden presentarse en estas topologías, ya que si el punto central falla, entonces la red entera falla (punto único de falla), pero presenta una solución eficiente al transporte de datos a un costo mínimo.

b. Topología en Anillo

Buscando una solución a los problemas que presenta la topología en estrella, se tiene a la topología en anillo, en el cual cada punto de la red se conecta con otros dos puntos, resultando una conectividad en forma de anillo. La ventaja de esta topología, es la de ser más flexible ante las fallas de un único enlace ya que el algoritmo de enrutamiento de estado de enlace, utilizado por esta configuración, reestablecerá la conectividad; sin embargo los costos son elevados debido a los circuitos de acceso de alta capacidad para administrar la carga que transita por el *backbone*.

En la figura 1.5 se puede apreciar un ejemplo de topología en anillo.

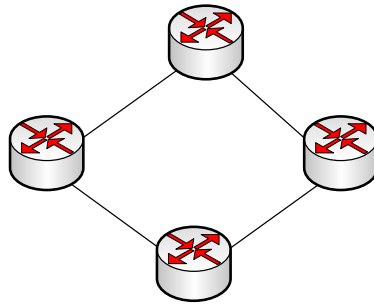


Figura 1.5 Topología en Anillo

c. Topología en Malla

Este tipo de topología enlaza cada punto de la red con dos o más puntos distintos; de esta forma si un enlace de la red falla, la conectividad con dicho punto no se pierde ya que existen caminos alternativos. Éste es el principio de redundancia, en el que, si una localización entera de la red falla y es necesario aislar este punto, ninguna otra localización queda aislada como efecto secundario; esto se puede apreciar en la figura 1.6.

Las topologías en malla son más costosas que las topologías jerárquicas pero pueden soportar mayores flujos de tráfico que una topología de lazo. Una variación de la topología en malla, donde por economía y eficiencia no todos los nodos de la red se hallan conectados entre si, es conocida como Topología en Semi-Malla.

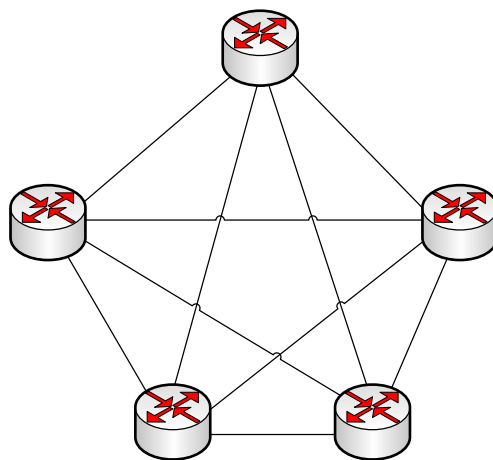


Figura 1.6 Topología en Malla

d. Dial Backup

En realidad ésta no es una topología, si no un enlace de respaldo para cualquiera de las topologías antes mencionadas. Cuando un enlace falla, los *routers* pueden ser configurados para establecer dinámicamente un circuito temporal que actuará como un puente sobre el punto de falla. Esta configuración puede ser posible usando servicios X.25, ISDN, circuitos virtuales conmutados dentro de Frame Relay, ATM o circuitos de módems establecidos a través de la PSTN (*Public Switched Telephone Network*).

1.2.5.2.2 Nodo Central de un ISP

La red del nodo central ó también llamada oficina central de un ISP se puede separar en tres redes locales que dividen las funciones de servicio y las funciones administrativas, tal como se muestra en la figura 1.7.

La red de servidores de aplicación por lo general está conformada por:

- Servidor RADIUS
- Servidor DNS
- Servidor Web
- Servidor de Correo
- Servidor Proxy-Caché
- Servidor de Noticias

La red de servidores de administración puede estar conformada por:

- Servidor de Contabilidad
- Servidor de Administración

En los dispositivos de acceso se pueden encontrar:

- *Router* Principal
- *Routers* de Acceso
- Servidor de Acceso de Red (NAS, *Network Access Server*)
- *Firewall*

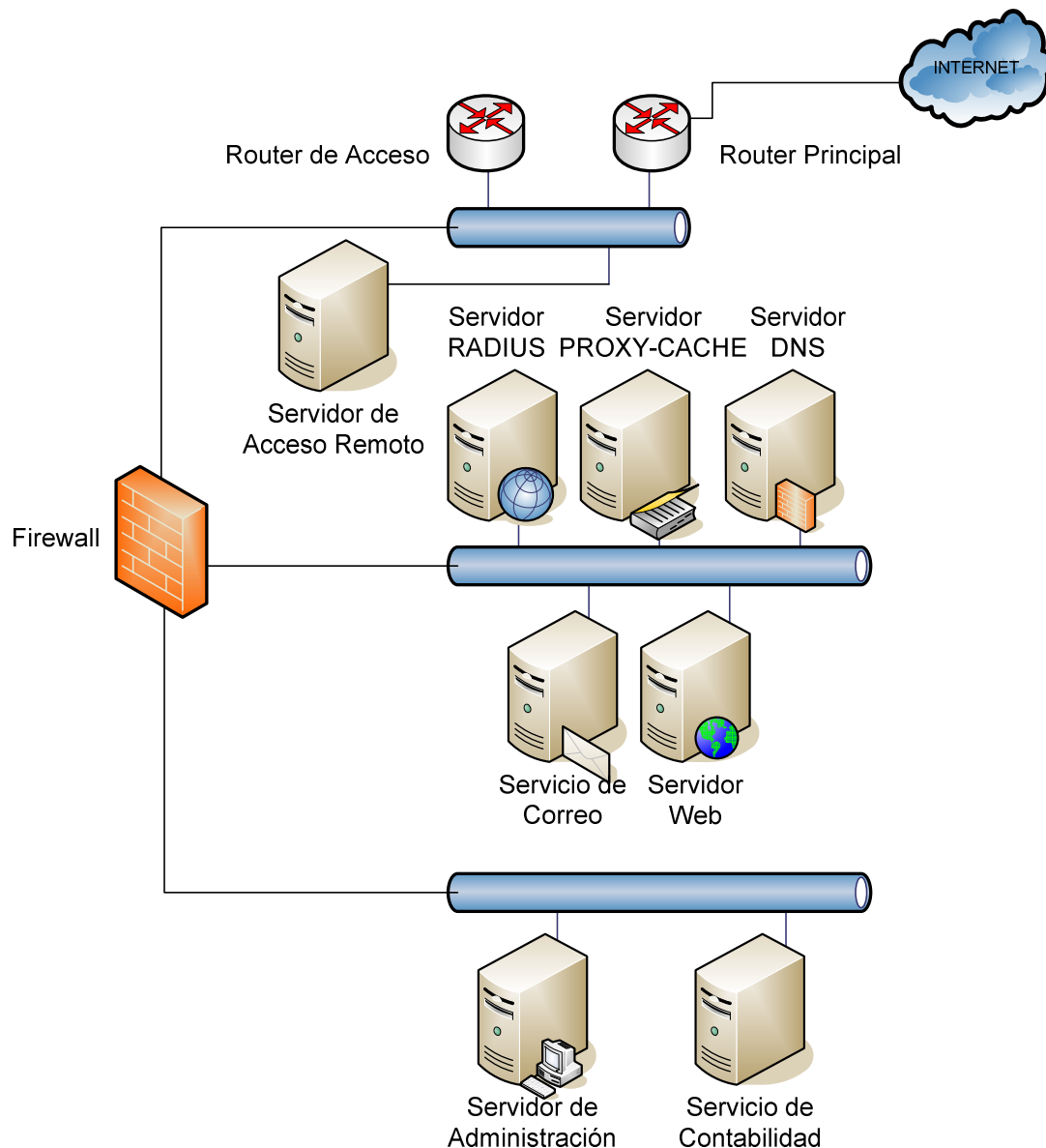


Figura 1.7 Nodo Central de un ISP

Cabe mencionar que esta disposición y elementos presentados, pertenecen a un ISP básico, en la que se pueden añadir otros elementos no mencionados.

La función que desempeñan algunos de estos elementos en la red del ISP, se describe brevemente a continuación.

a. Servidor Radius

El servidor RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*) es un servidor que proporciona los servicios de autenticación y de contabilidad del

tiempo de conexión a la red para facturación. Cuando un usuario trata de conectarse al ISP, éste debe ingresar su *username-password*; esta información es transferida al Servidor RADIUS, el cual revisa que la información sea correcta y autoriza ó deniega el acceso a los servicios contratados al ISP.

b. Servidor DNS [16]

El servidor DNS como se mencionó anteriormente se encarga de convertir los nombres de dominio como por ejemplo <http://www.epn.edu.ec>, mas fáciles de recordar para los humanos a direcciones IP como 175.16.3.1 utilizada por los computadores y viceversa.

c. Servidor WEB

El servidor Web almacena sitios Web que poseen una infinidad de información en forma de texto, imágenes, sonido, video y bases de datos, para ofrecer los diferentes servicios característicos de la Internet de hoy en día.

d. Servidor de Correo

El servidor de correo es el encargado de almacenar los buzones de correo de los usuarios, además de realizar las funciones de envío de correo. Utiliza los protocolos estándares de Internet como SMTP, POP3 e IMAP4.

e. Servidor Web-Caché

El servidor *Web-caché* acepta las peticiones realizadas por un cliente y las dirige al servidor que contiene la información solicitada, espera el resultado del servidor y lo envía al cliente. A la vez este Servidor Caché almacena los objetos solicitados en su memoria local (caché) economizando así el ancho de banda de la red y mejorando el tiempo de respuesta cuando el mismo usuario u otros accedan al mismo objeto.

f. Servidor de Noticias

Los servidores de Noticias almacenan los cientos de miles (millones) de mensajes hacia y desde decenas de miles de grupos de noticias que existen en

la red. Este tipo de servidores son mantenidos por compañías o usuarios individuales y pueden albergar miles de grupos de noticias diferentes.

g. Servidor de Contabilidad [17]

Este servidor se encarga de almacenar las actividades que un usuario realiza mientras está accediendo a los recursos de la red, incluso mantiene el tiempo de uso en la red, los servicios accedidos y la cantidad de datos transferidos durante la sesión. Este tipo de servidores son utilizados para análisis de tendencia, planificación de la capacidad, facturación, análisis y asignación de costos.

h. Servidor de Administración [18]

El servidor de administración de la red ayuda a los administradores a monitorear y administrar la red en áreas como:

- Seguridad: impidiendo la entrada de usuarios no autorizados y alertando de posibles ataques.
- Desempeño: Ayuda a controlar los “cuellos de botella” que pueden presentarse en la red.
- Confiabilidad: Ayuda a asegurar la disponibilidad de la red a los usuarios y a responder ante cualquier mal funcionamiento de hardware y software.

i. Router Principal

Es uno de los elementos principales de un ISP ya que permite la conexión hacia un ISP de mayor jerarquía o a un NAP (*Network Access Point*, Punto de Acceso a la Red). Este elemento es uno de los que mejores características tanto en software como hardware debe presentar, además de que sus interfaces deben soportar medios de transmisión de alta velocidad para tener una adecuada capacidad de entrada/salida al Internet.

j. Routers de Acceso

Son los *routers* ubicados en el nodo central del ISP destinados a servir como puntos de entrada a las diferentes formas de acceso que puedan disponer los clientes como: *Dial-Up*, ADSL, *Wireless*, entre otras.

k. Servidor de Acceso Remoto (RAS)

Es un servidor de acceso a la red del ISP por parte del cliente y se lo utiliza principalmente en acceso por línea telefónica conmutada, acceso *Dial-Up*.

1.2.5.2.3 Puntos de Presencia (POPs)

Los puntos de presencia PoPs son parte de la misma red de la oficina central de un ISP que se ha extendido debido a la demanda de usuarios en otras áreas geográficas. Estos puntos de presencia permiten a los ISPs ampliar su cobertura para proveer de servicio a más clientes.

Normalmente cada uno de los servicios que brinda un PoP usa una plataforma de hardware dedicada, sin embargo éstos pueden ser integrados en una única plataforma de hardware minimizando así los costos; pero esto puede crear un punto de falla de la red muy crítico. Algunos de los servidores (como los de autenticación, Web y correo electrónico) no necesariamente deben estar presentes ya que se puede acceder a estos servicios desde el nodo central del ISP.

En un PoP existen *routers* de acceso y *routers* internos. En los *routers* internos terminan los enlaces de transmisión internos y en los *routers* de acceso terminan los circuitos de los clientes. Adicionalmente pueden incluir Servidores de Acceso a la Red. La figura 1.8 muestra la estructura de un PoP.

1.2.5.3 Canal de Acceso Cliente – ISP (Red de Acceso)

Para el acceso desde el cliente al ISP existen algunas tecnologías, muchas de las cuales son relativamente nuevas en nuestro medio y que se están popularizando como es el caso del acceso ADSL, por Fibra Óptica y el acceso

Inalámbrico (*Wireless*) que están desplazando a otras que predominaron por años.

Para el presente estudio se describirá brevemente las más importantes tecnologías de acceso.

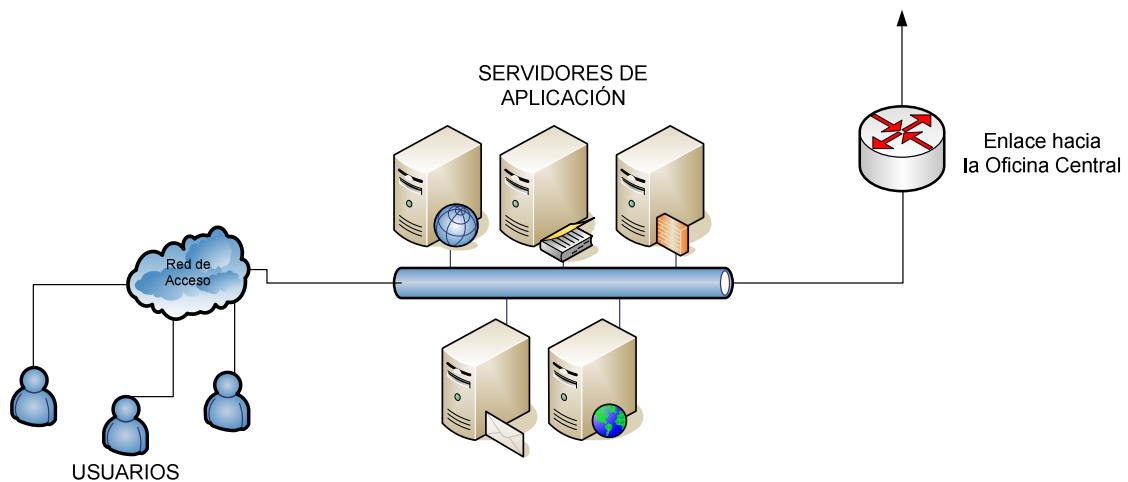


Figura 1.8 Puntos de Presencia

1.2.5.3.1 Acceso Corporativo

La estructura típica de conectividad para las redes corporativas y del ISP está compuesta de tres elementos:

- *Router Fronterizo del Cliente*
- *Circuito de Transmisión*
- *Router de Acceso del ISP (router PoP)*

a. *Router Fronterizo del Cliente*

Este *router* normalmente se encuentra en el lado del cliente e interconecta a la red local de éste; además se encarga de funciones específicas del cliente, incluyendo funciones de *firewall* y filtros de tráfico para permitir algún nivel de seguridad en el lado del cliente.

b. Circuito de Transmisión

Éste es un circuito dedicado, que puede ser arrendado desde el *carrier* o puede ser contratado de alguno de los circuitos conmutados, tales como un circuito ISDN (*Integrated Services Digital Network*), un circuito virtual Frame Relay o un circuito virtual ATM.

c. Router de Acceso POP

Este dispositivo, típicamente se encarga de las funciones de control de enrutamiento de la red y tiene la responsabilidad de administrar el acceso de la red del cliente. Por otra parte se encarga del control de tráfico que entra o sale de la red, monitoreo y contabilidad, porque es la frontera lógica del campo de administración del ISP. Los *routers* de acceso deben soportar una variedad de tipos de acceso: acceso ISDN, Frame Relay, ATM ó servicios de transmisión punto a punto para los clientes dedicados.

Un cliente corporativo puede conectarse a uno o varios ISPs de acuerdo a tres modelos:

- Cliente *Single-Homed*: Cuando el cliente se conecta exclusivamente a un ISP utilizando un puerto de acceso dedicado.
- Cliente *Multiconectado*: Cuando el cliente se conecta al mismo ISP usando más de una conexión.
- Cliente *Multi-Homed*: Cuando el cliente se conecta a múltiples ISPs.

1.2.5.3.2 Acceso Dial-Up

Este tipo de acceso involucra un PC, un módem y el uso de una línea telefónica de la PSTN¹¹ (*Public Switched Telephone Network*, Red Telefónica Pública Conmutada) para alcanzar el servidor de acceso de red (NAS) del ISP. También se relaciona con este tipo de clientes al acceso *dial* de redes LAN, acceso ISDN, y otros mecanismos de acceso sobre demanda.

¹¹ **PSTN**: Red Telefónica Conmutada (RTC, también llamada Red Telefónica Básica o RTB) es una red de comunicación diseñada primordialmente para la transmisión de voz, aunque pueda también transportar datos, por ejemplo en el caso del [fax](#) o de la [conexión](#) a [Internet](#) a través de un [módem](#) acústico.

Los elementos que intervienen en un ISP para dar acceso *dial-up* se muestran en la figura 1.9 y son:

- Unidades NAS
- Sistema de Soporte de Autenticación
- Sistema de Soporte de Acceso

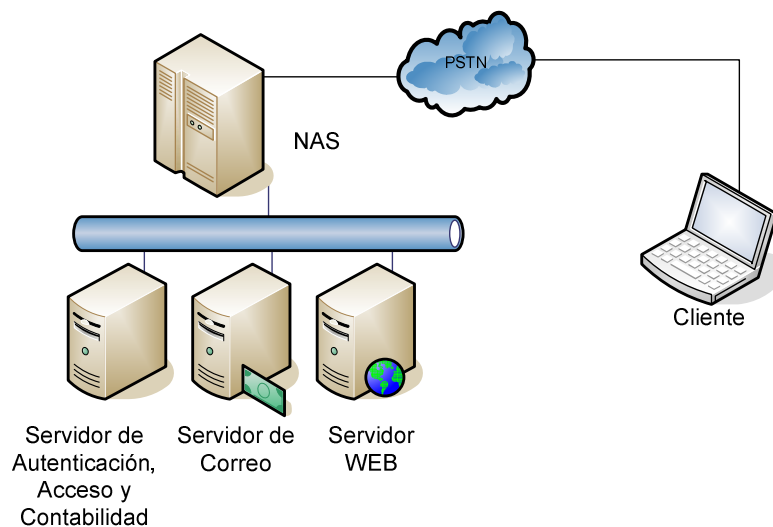


Figura 1.9 Red de Acceso *Dial-Up*

a. Servidor NAS

El Servidor NAS es un dispositivo combinado que consiste de un banco de módems y un servidor de acceso y es el encargado de responder las llamadas y proveer conectividad PPP a los clientes *dial-up*, sean éstos a través de PSTN o ISDN.

b. Sistema de Soporte de Autenticación

Este sistema acepta o deniega el acceso de un usuario remoto a los recursos de la red del ISP; para esto se requiere de una base de datos donde estén registrados los usuarios mediante sus datos personales y recursos a los cuales tiene permiso de acceso. Esta base de datos puede ser local (en el servidor de acceso) ó remota (mediante un servidor RADIUS).

c. Sistema de Soporte de Acceso

Es el encargado de entregar los servicios de correo, para lo cual el ISP debe operar un *host send-mail* para permitir la recopilación de mensajes del usuario y operar un *host POP/IMAP mail* para permitir descargar mensajes hacia el usuario. Los servicios de soporte de acceso también incluyen servicios de DNS, servicios *Web Hosting* entre otros. Todos estos servicios pueden ser colocados en un único host si el ISP es de tamaño pequeño, caso contrario deben ser albergados en múltiples servidores operando en paralelo para dar servicio a los clientes.

1.2.5.3.3 Redes de acceso HFC

Una red de cable HFC o Híbrida Fibra Óptica-Coaxial, son redes de telecomunicaciones bidireccionales por cable que combinan la fibra óptica y el cable coaxial como soportes de transmisión de las señales, constituyen una plataforma tecnológica de banda ancha que permite el despliegue de todo tipo de servicios de telecomunicaciones, además de la distribución de señales de televisión analógica y digital.

La transmisión de datos en redes HFC se realiza a través de un medio de acceso compartido, en el que los usuarios comparten un determinado ancho de banda; por ejemplo, un canal de 6 MHz podría tener una capacidad entre 10 y 30 Mbps.

Las redes HFC mediante el uso de módems, especialmente diseñados para las comunicaciones digitales en redes de cable, tienen capacidad para ofrecer servicios de acceso a redes de datos como Internet a altas velocidades. En la figura 1.10 se indican los elementos que intervienen para el acceso a Internet, a través de una red HFC.

1.2.5.3.4 Redes de Acceso xDSL

Bajo el nombre de xDSL (*Digital Subscriber Line*, Línea Digital de Abonado), se definen una familia de tecnologías que permiten el uso de una línea de cobre

para transmisión de datos de alta velocidad y a la vez, para el uso normal como línea telefónica, superando de esta manera las limitaciones del acceso *Dial-Up*.

Las tecnologías xDSL convierten las líneas analógicas convencionales en digitales de alta velocidad, con las que es posible ofrecer servicios de banda ancha en el domicilio de los abonados, similares a los de las redes de cable o redes inalámbricas.

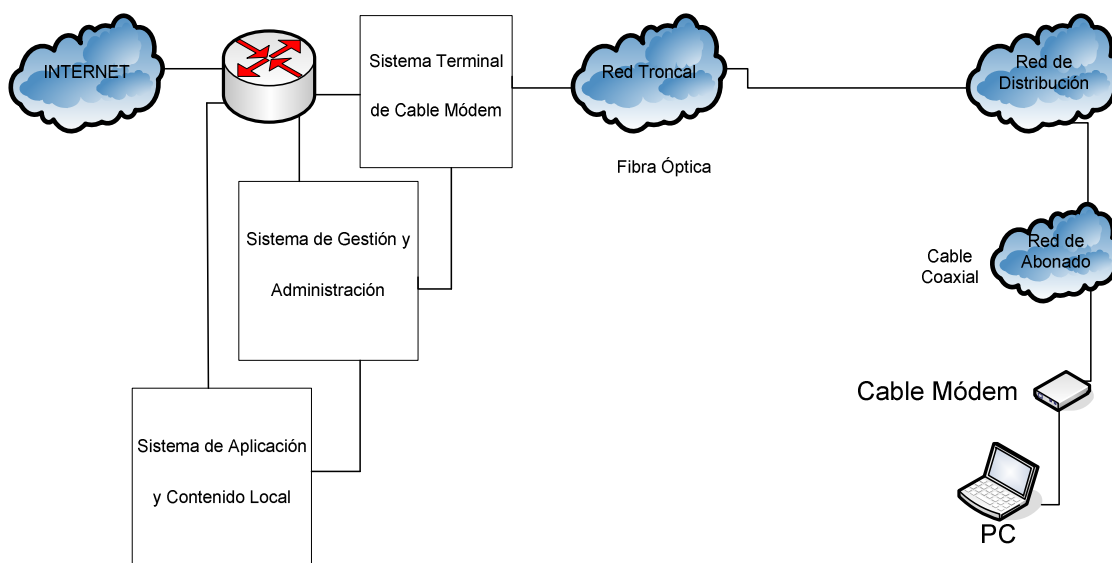


Figura 1.10 Red de Acceso HFC

La tecnología xDSL requiere de un dispositivo módem xDSL en cada extremo del circuito de cobre. Estos dispositivos aceptan flujo de datos en formato digital y lo adaptan a una señal analógica de alta frecuencia. Los datos pasan por un dispositivo denominado "*splitter*", que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y del servicio xDSL. El *splitter* se coloca delante de los módems del usuario y de la central, y está formado por dos filtros uno pasa bajos y otros pasa altos.

La finalidad de estos dos filtros es la de separar las señales transmitidas por el canal en: señales de alta frecuencia (datos) y señales de baja frecuencia (voz).

El dispositivo denominado DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) ubicado en la central, concentra el tráfico de datos desde múltiples bucles xDSL sobre una sola interfaz. En la figura 1.11 se puede apreciar los elementos de una red de acceso xDSL.

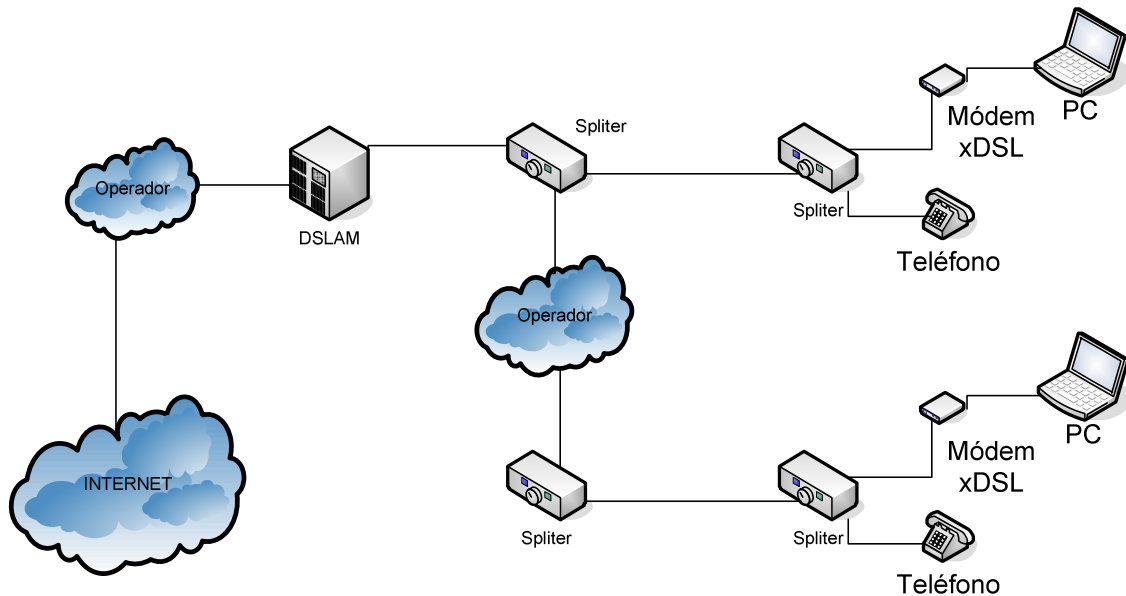


Figura 1.11 Red de Acceso XDSL

1.2.5.3.5 Redes de Acceso Inalámbrico

Los sistemas inalámbricos ó vía radio presentan una alternativa clara a las redes de cable.

La ventaja de este tipo de sistemas es la reducción de los costos de infraestructura; además del pequeño margen de tiempo necesario para su funcionamiento, puesto que en el momento que se dispone de la antena inmediatamente se llega a miles de usuarios.

Los sistemas que se presentan y desarrollan en la actualidad para el acceso a los servicios de banda ancha son, fundamentalmente el WLL (*Wireless Local Loop*), MMDS (*Multichannel Multipoint Distribution System*) y el LMDS (*Local Multipoint Distribution System*).

a. *Wireless Local Loop*

El bucle local inalámbrico, radio in *the loop* (RITL), *fixed-radio access* (FRA) o *fixed-wireless access* (FWA), es el uso de un enlace de comunicaciones inalámbricas como la conexión de "[última milla](#)" para ofrecer servicios de telefonía ([POTS](#), *Plain Old Telephone Service*) e [Internet](#) de [banda ancha](#) a los usuarios

Es habitual oír hablar de WLL o bucle de abonado sin hilos, englobando en este concepto otros sistemas de mayor capacidad como los de Acceso Radio Punto-Multipunto de Banda Ancha. En realidad es una cuestión de la capacidad de transmisión y no hay un límite oficial para separar unos de otros; se puede diferenciar como sistemas WLL aquellos que no alcanzan la capacidad de 2 Mbps por enlace.

Técnicamente se trata de utilizar una red de Estaciones Base que concentran el tráfico que le envían mediante radioenlaces los diferentes terminales instalados en los abonados.

Las Estaciones Base llevan dicho tráfico hasta la central de conmutación a través de las Redes de Transporte ya sea por fibra óptica o radioenlace.

b. *Multichannel Multipoint Distribution System* [4]

MMDS identifica a una tecnología inalámbrica de telecomunicaciones usada para el establecimiento de una red de banda ancha de uso general o más comúnmente, como método alternativo de recepción de programación de televisión por cable.

Se utiliza generalmente en áreas rurales poco pobladas, en donde instalar redes de cable no es económicamente viable.

La banda de MMDS utiliza frecuencias de microondas con rangos de 2 GHz a 3 GHz. La recepción de las señales entregadas vía MMDS requiere una antena especial de microondas, y un decodificador que se conecta al receptor de televisión.

c. Local Multipoint Distribution Service [5]

LMDS es una tecnología de conexión vía radio inalámbrica, que permite gracias a su ancho de banda el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a Internet, comunicaciones de datos en redes privadas y video bajo demanda.

Está concebida de una manera celular, esto es, existen una serie de antenas fijas en cada estación base, que son los sectores que prestan servicio a determinados núcleos poblacionales (usuarios agrupados geográficamente dentro de una determinada zona de cobertura), lo cual resulta muy apetecible para las operadoras, puesto que se evitan los costosos cableados de fibra óptica o de pares de cobre necesarios para dar cobertura a zonas residenciales/empresariales.

No obstante, cada vez está siendo más utilizada la tecnología portátil WiMaX, que no necesita teléfono móvil y funciona con LMDS.

1.3 DIMENSIONAMIENTO DE SERVIDORES

1.3.1 INTRODUCCIÓN

La Internet ofrece una diversidad de servicios y cada uno ofrece un tipo de interacción diferente, es decir, se tendrá los casos de cuando un usuario interactúa con otra persona, o un usuario interactúa con el programa de una computadora remota que ofrece un servicio y en otros casos dos sistemas de computadoras que se comunican sin intervención humana; estos servicios interactivos harán que los usuarios se conecten por minutos, horas e incluso días.

La variedad de servicios que un ISP puede ofertar, sean éstos: control de acceso a los usuarios, correo electrónico, servicios de nombres de dominio, transferencia de archivos, *web hosting*, etc., requieren de un programa servidor y un programa cliente, que se ejecutarán respectivamente en computadoras ubicadas en el lado del proveedor del servicio (en este caso el ISP) y en el lado del usuario que necesita dicho servicio.

1.3.2 ARQUITECTURA CLIENTE - SERVIDOR

Esta arquitectura se fundamenta en un programa denominado “cliente” que se encarga de realizar peticiones a otro programa denominado “servidor” que responderá a dichas peticiones.

Al manejar el concepto de programas se puede afirmar la idea de que ambos pueden residir en un mismo computador. Sin embargo, esta arquitectura es aprovechada en un sistema distribuido; es decir, el programa servidor ejecutándose en un computador, el mismo que estará ejecutándose continuamente recibiendo y respondiendo a las peticiones del programa cliente que se encontrará en un computador remoto.

El servidor se caracteriza por ser pasivo, encargado de recibir las peticiones y procesarlas para responder a sus clientes; en cambio el cliente es activo, se encargará de enviar las peticiones y esperar por sus respuestas.

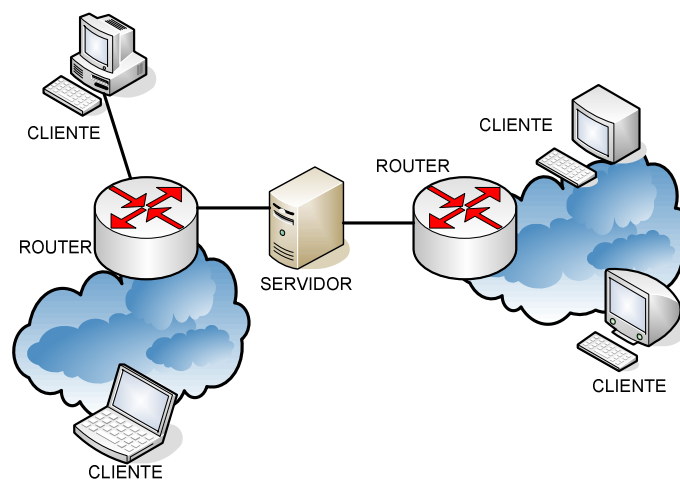


Figura 1.12 Arquitectura Cliente-Servidor

Una ventaja de la utilización de esta arquitectura es la centralización de la información, ventaja que es aprovechada en aspectos de actualización de la información, seguridad en el acceso y facilidad de utilización. No obstante, un problema a resolver es evitar la congestión de tráfico generado en la recepción de peticiones completas e incompletas en el servidor.

Los servidores se ubicarán del lado del proveedor del servicio, en este caso el ISP y el cliente en lado del usuario que solicita el servicio. Es importante la selección del hardware y software del servidor, pues debe ser específico para satisfacer el trabajo.

1.3.3 ASPECTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN SERVIDOR

La selección correcta de un servidor o conjunto de servidores para el ofrecimiento de los servicios, siempre dependerá de un escenario base; ideado a partir del número de usuarios a servir y aplicación del servicio.

En Internet la principal aplicación es WWW (servidor Web o del protocolo HTTP); la debida planificación partirá de este tipo de servicio, desde el cual se podrá derivar la selección de servidores para otros servicios como correo electrónico, FTP, etc. Por esta razón se considerará la directriz que se presentan en la tabla 1.1.

La tabla 1.1 da una visión general de si la solución requerirá un solo servidor o granja de servidores; sin embargo, la solución total se complementará con la selección del software, hardware y configuraciones correspondientes, las opciones están desde la más sofisticada y costosa hasta la menos costosa pero fundamentales.

1.3.3.1 Software

Cuando se haga referencia a software, se hablará del sistema operativo (plataforma) y de las aplicaciones necesarias que funcionarán sobre aquella plataforma para el ofrecimiento de nuestro servicio.

Si se hace referencia a sistemas operativos, se tomará en cuenta dos grupos bien diferenciados: los servidores basados en Windows y los basados en Linux. La respectiva selección dependerá de las facilidades de configuración y del costo de las licencias del producto.

Entre los sistemas operativos de mayor empleo se tiene a Windows NT, Unix, y MacOS.

| Número de usuarios | Número de Servidores |
|--------------------|---|
| Menor a 1000 | Servidor único en el que reside Páginas Web, índice, búsqueda y bases de datos estándar. |
| Menor a 10000 | Servidor único en el que reside Páginas Web, índice, búsqueda y bases de datos empresarial. |
| Menor a 25000 | Pequeña granja: un servidor Web <i>Front-End</i> ¹² y otro <i>Back-End</i> ¹³ para base de datos |
| Menor a 100000 | Granja de tamaño medio: dos servidores Web o buscadores <i>Front-End</i> , de uno a dos <i>Back-End</i> para índices y base de datos |
| Mayor a 100000 | Granja grande: dos servidores Web <i>Front-End</i> , de dos a cuatro servidores <i>Back-End</i> para búsqueda, índices y base de datos. |

Tabla 1.1 Tipos de Granjas de Servidores [6]

Los sistemas operativos UNIX están disponibles en versiones comerciales, por ejemplo: Solaris de la Sun Microsystem, AIX de IBM, HP-UX de Hewlett-Packard, SuSE, Red Hat, etc. También se tiene versiones gratuitas como FreeBSD, o la gran gama de distribuciones Linux, por ejemplo: Fedora, Ubuntu, Centos, Debian, etc.

La configuración de estos sistemas se facilita con la existencia de empresas que venden el soporte técnico para todas las versiones, incluso las de licencia gratuita.

¹² **Servidor *Front-End***: Parte del software que interactúa con el usuario

¹³ **Servidor *Back-End***: Parte del software que procesa la entrada desde el *Front-End*

La empresa Microsoft también ofrece una gran variedad de sistemas operativos para servidores. Entre las principales ventajas de estos sistemas se tiene su masivo uso en el mercado; sin embargo, una de sus desventajas es el elevado costo de sus licencias. Las versiones más empleadas para servidores son: Windows 2000 Server, Windows 2003 Server y actualmente Windows 2008 Server que se encuentra difundándose en el mercado.

Otro sistema operativo que se considera una buena plataforma es MacOS, debido a la facilidad de configuración y mantenimiento. Este sistema operativo es orientado a la familia de ordenadores Macintosh.

En Ecuador no es muy difundido el mercado de computadores Macintosh, lo que limita el uso de este sistema operativo así como la presencia de empresas que ofrezcan el soporte técnico necesario; la versión para ambiente servidor es MacOS X Server.

En cuanto a las aplicaciones necesarias para ofrecer el servicio, por ejemplo el servidor Web, se puede mencionar que Windows típicamente emplea IIS (*Internet Information Server*), y los Unix generalmente utilizan Apache.

En cuanto a otras aplicaciones como FTP, *e-mail*, telnet, DNS, etc., dependiendo del sistema operativo, estarán ya incorporadas con la instalación del mismo sistema; sin embargo, otras en algunos casos deben instalarse y configurarse por separado.

Los sistemas de bases de datos también limitarán los servidores a emplearse. Cabe mencionar que los sistemas pueden llegar a involucrar migración de aplicaciones, la misma que puede resultar compleja; es indispensable seleccionar un sistema de base de datos concreto. En la tabla 1.2 se muestran los tipos de licencias de las bases de datos más comunes.

| Base de Datos | Windows | Unix | Licencia |
|---------------|---------|------|--|
| MySQL | Sí | Sí | Gratuita. |
| MS Access | Sí | No | Pagada, incluida en el paquete Microsoft Office. |
| MS SQL | Sí | No | Pagada, es de propiedad de Microsoft. |
| mSQL | No | Sí | Gratuita para uso no comercial. |
| PostgreSQL | Sí | Sí | Gratuita. |
| Oracle | Sí | Sí | Pagada. |

Tabla 1.2 Tipos de licencias de bases de datos [7]

1.3.3.2 Hardware

La selección correcta del hardware es imperiosa, ya que es a la infraestructura física a la que accederán los usuarios y es donde se instalará y configurará el sistema operativo y aplicaciones de servidor.

Un proceso de medición que permitirá conocer el tipo de procesador, cantidad de memoria, espacio en discos y requerimientos de la capacidad de red, es “La Planeación de Capacidad (*Capacity Planning*)”, que se convierte en un método de diseño y análisis continuo para prevención de fallos que pueden ser provocados por “cuellos de botella”.

La fortaleza del servidor radicará en su capacidad para atender a cierta demanda de clientes concurrentes y la calidad con la que ellos perciben el servicio; la calidad estará basada en tiempos de respuesta, errores del sitio, enlaces, frustraciones de búsquedas y procesamientos.

1.3.3.2.1 Factores de la Planeación de Capacidad [8]

La planeación de capacidad se basa en dos conceptos:

- Poder reducir la carga que cada usuario genera en el hardware; esto se logra a través de la planificación, programación, configuración y contenido del sitio.

- Poder configurar la infraestructura para aumentar la capacidad de hardware y así el número de usuarios atendidos; esto involucra incremento de hardware (servidores) o mejora de los actuales.

En planeación de capacidad se consideran cuatro factores importantes: el tráfico de la red, rendimiento, disponibilidad y estabilidad.

a. Tráfico de red

El tráfico de la red es impredecible, esto debido a la naturaleza del protocolo IP (*Internet Protocol*), que es un protocolo del mejor esfuerzo; sin embargo, en aplicaciones Web, nos apoyamos en el protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*). TCP nos brinda un cierto grado de confiabilidad en la entrega de los datos, datos que consisten en el intercambio de peticiones y respuestas entre cliente – servidor.

Considerando el lado del cliente, la conexión se limita a su conexión de Internet, sea su acceso a Internet vía *Dial-UP*, xDSL, cable módem, etc. En cambio, en el lado del servidor el tráfico se concentra en el punto de conexiones simultáneas a las que el servidor puede responder; las velocidades de conexión del servidor son en el orden de los E1 (2.048 Mbps), T1 (1.536 Mbps).

En la tabla 1.3 se muestra una estimación del tráfico generado por una petición típica para descargar una página Web.

| Tipo de tráfico | Bytes enviados |
|----------------------|---|
| Tamaño de la página | Depende del diseño de la página, si consiste en solo texto el tamaño puede ser de 5000 Bytes. |
| Conexión TCP | 180 Bytes. |
| GET | 256 Bytes. |
| Protocolos generales | 1364 Bytes. |
| Total | 1800 Bytes + tamaño de la página |

Tabla 1.3 Tráfico generado por una petición HTTP [8]

Es recomendable eliminar imágenes o utilizar imágenes de bajo volumen en la página, esto se logra mediante el uso de técnicas de compresión, como por ejemplo JPEG (*Joint Photographic Experts Group*).

b. Rendimiento

Es necesario probar el rendimiento de las aplicaciones de Internet. Realizar pruebas continuas, es la única forma de conocer la capacidad y el rendimiento de la aplicación. La tarea de Planeación de Capacidad, no solo es un proceso útil al inicio del diseño, el éxito se basará en el monitoreo constante de los recursos. Aquí se maneja los parámetros denominados umbral de utilización de los recursos, siendo éstos, la CPU (*Central Proccess Unit*), memoria, discos y enlaces de red.

c. Disponibilidad

La disponibilidad dependerá del tipo de empresa a la que pertenece el servicio, analizándose los problemas que se producirán por la no disponibilidad del servicio, por ejemplo no es lo mismo la disponibilidad del sitio Web de una institución financiera comparado con la de una institución educativa.

La disponibilidad se mide en el número de nueves (9) que se van adhiriendo a 99.9%; lo ideal es una disponibilidad del 99.999%, sin embargo no es realista. Una disponibilidad por debajo del 99% puede generar poco interés por parte de los clientes hacia la empresa.

d. Escalabilidad

Un servicio debe ser escalable, es decir, debe permitir su actualización con el fin de mejorar la disponibilidad, incrementar el número de clientes concurrentes, reducir tiempos de latencia y de respuesta. Esta actualización no debe dar paso a tiempos de inactividad del servicio innecesario o no planeado.

1.3.3.2.2 Cálculos del Consumo de Procesador, Memoria, y Discos

a. Cálculo de la Capacidad del Procesador

En un ambiente de servidores existe una elevada demanda de la CPU y la clave para determinar su capacidad radica en analizar el comportamiento de un usuario típico en la forma de su utilización del servicio, sus operaciones comunes, frecuencia en realizar dichas operaciones, lugares del sistema más visitados y velocidades de cada una de esas transacciones.

Para calcular la capacidad del CPU del servidor es necesario conocer la utilización del mismo por cada usuario del servicio. Su cálculo se basará en la ecuación 1.1.

$$\text{Utilización CPU por usuario} = \text{Operaciones por segundo} \times \text{Consumo del CPU por operación}$$

Ecuación 1.1 Utilización de CPU por Usuario

Donde:

- Operaciones por segundo. Se calcula a partir del número de operaciones que un usuario realiza por segundo en una sesión de la aplicación de servicio; se aplicaría la siguiente relación para su cálculo:

$$\text{Operaciones por segundo} = \text{Operaciones por sesión} / \text{Tiempo de sesión en segundos}$$

Ecuación 1.2 Operaciones por segundo

- Consumo del CPU por operación. Este parámetro depende del uso del CPU, peticiones por operación y de las peticiones que se efectúan por segundo. La siguiente expresión indica la relación de estas variables:

$$\text{Consumo del CPU por Operación} = \frac{\text{Uso del CPU} \times \text{Peticiones por operación}}{\text{Peticiones por segundo}}$$

Ecuación 1.3 Consumo del CPU por Operación

- Uso del CPU. El uso del CPU es simplemente el producto entre la velocidad del procesador, número de procesadores y la utilización del CPU. Se define a la utilización del CPU como el porcentaje de CPU disponible para un óptimo rendimiento; este valor suele ser del 95% por cada operación en una página Web [8].
- Peticiones por operación y peticiones por segundo. Las peticiones por operación se refieren al número de veces que se utiliza una página para realizar una operación. Las peticiones por segundo se encuentran estrechamente relacionadas con el procesador; por ejemplo en cada ciclo del procesador (Hz = 1 ciclo/seg.) se atiende aproximadamente el 68% de una petición HTTP. Es así que este factor debe multiplicarse por la velocidad y número de procesadores para conocer las peticiones por segundo que atiende el procesador

Conocida la “Utilización del CPU por usuario” y el “Umbral de utilización del CPU” se puede proyectar el número de usuarios concurrentes que puede soportar el procesador. El “Umbral de utilización del CPU” es entre el 60% y 80% de la capacidad del CPU para que éste opere en condiciones normales; es decir se debe considerar la siguiente condición: [9]

$$\text{Umbral de utilización del CPU} \geq \text{Usuarios Concurrentes} \times \text{Utilización CPU por usuario}$$

Ecuación 1.4 Consideraciones de Umbral de utilización del CPU

b. Cálculo de la Capacidad de la Memoria

La memoria de un computador tiene como función el almacenamiento de instrucciones de un programa en un intervalo de tiempo; dicho intervalo de tiempo está relacionado directamente con el tiempo de espera de los usuarios.

En horas pico cuando existen mayor número de conexiones y si la cantidad de memoria es mínima, la eficiencia desciende notablemente y los tiempos de espera de los usuarios aumentan, sobrecargándose el trabajo del procesador. Este problema no es suficiente resolverlo con el incremento de procesamiento, debido a que éste constantemente explora páginas de memoria.

Se debe tener una cantidad necesaria de memoria para evitar saturaciones en el procesador; no obstante, se debe considerar que existen usuarios que generarán conexiones TCP incompletas por que se desconectan abruptamente. Para ello es indispensable ejecutar un programa denominado *daemon*¹⁴, el mismo que controlará el consumo innecesario de memoria. Los *daemon* consumen generalmente 1 MB de memoria.

La cantidad de memoria necesaria en un equipo dependerá también del requerimiento por parte del sistema operativo, aplicaciones y programas presentes en el servidor.

c. Cálculo de la capacidad de los Discos

El espacio de los discos duros estará determinado por los requerimientos propios de los sistemas operativos y aplicaciones presentes. Otro aspecto importante es analizar la cantidad de disco que consumirá el alojamiento *Web hosting*, *e-mail*, *CGIs*¹⁵ (*Common Gateway Interface*), *logs*¹⁶ y bases de datos. Esta propiedad dependerá directamente del número de usuarios que acuden a estos servicios.

No se debe obviar la interfaz de conexión de los discos con la *mainboard*; las interfaces son: *SATA* (*Serial Advanced Technology Attachment*) y *ATA* (*Advanced Technology Attachment*) o *IDE* (*Integrated Device Electronics*). En la tabla 1.4 se muestran las velocidades de las diferentes versiones de estas interfaces.

Las interfaces *SATA* muestran enormes ventajas sobre la interfaces *IDE/ATA*, como es la superioridad de velocidades y ancho de banda como se muestra en la tabla 1.4.

¹⁴ **Daemon:** Es un tipo especial de proceso informático que se ejecuta en segundo plano, en lugar de ser controlado directamente por el usuario. [28]

¹⁵ **CGI:** Reglas de comunicación de un servidor Web con otros programas y viceversa dentro de un mismo hardware.[25]

¹⁶ **Log:** Registro de todos los *hits* que un servidor ha recibido en un período de tiempo dado el cual puede ser utilizado por auditores externos para registrar el uso del sitio. [25]

Por encontrarse en pleno desarrollo las interfaces SATA tienen mayor flexibilidad para aumentos de velocidad en versiones futuras; los cables de conexión son más compactos y su longitud máxima es de un metro. Tienen un diseño de conector que permite *Hotplug*¹⁷ así como la reducción del número de pines que permite la estabilidad RAID (*Redundant Array of Independent Disks*). [10]

| Tipo | Versión | Velocidad |
|---------|-----------------|----------------------|
| IDE/ATA | ATA-5 o | 66 MBps |
| | Ultra ATA/66 | 528 Mbps |
| | ATA-6 o | 100 MBps |
| | Ultra ATA/100 | 800 Mbps |
| | ATA-7 o | 133 MBps |
| | Ultra ATA/133 | 1.064 Gbps |
| SATA | SATA 1.5 Gbit/s | 192 MBps 1.5 Gbps |
| | SATA 3 Gbit/s | 384 MBps 3 Gbps |
| | SATA 6 Gbit/s | 768 MBps 6 Gbps |
| | SATA 1.5 Gbit/s | 192 MBps 1.5 Gbps |
| | SATA 3 Gbit/s | 384 MBps 3 Gbps |
| | SATA 6 Gbit/s | 768 MBps 6 Gbps |

Tabla 1.4 Velocidades de Interfaces SATA e IDE/ATA

d. Cálculo de la Capacidad de la Transferencia de Información [11]

Es vital conocer el ancho de banda que necesitará cada servicio, y que éste no se convierta en un “cuello de botella” a lo largo de la operación. El tráfico

¹⁷ **Hotplug:** Capacidad de un periférico para conectarse/desconectarse a la computadora, sin apagar la misma y funcionar correctamente. [30]

considerado suele ser Web, FTP y *e-mail*. Un servidor por lo general envía más datos en relación de los que recibe, además el volumen de la página deberá sumarse aproximadamente 1.8 KBytes adicionales, debido al tráfico extra generado por *overhead*.

1.4 ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN REDES

En las redes de hoy en día es de suma importancia una adecuada administración y una correcta seguridad para un óptimo funcionamiento de la misma. Es importante proporcionar a la red un constante seguimiento para verificar posibles fallas ó posibles puertas de vulnerabilidad y de esta manera corregir y evitar estas falencias.

De ahí radica la importancia de estos dos aspectos del *networking* moderno, los cuales serán tratados brevemente a continuación.

1.4.1 ADMINISTRACIÓN DE REDES

La Administración de redes ayuda al personal de operación y mantenimiento a cumplir con la misión de garantizar la disponibilidad de los servicios de las redes en todos los momentos. Además provee de un conjunto de herramientas que permite un monitoreo de las redes antes de la ocurrencia de fallas y ofrecer diagnósticos remotos; además permite establecer cambios y eventos que el administrador considere necesario.

1.4.2 GESTIÓN DE SERVICIOS

El objetivo primordial de cualquier empresa que ofrezca algún producto ó servicio es el lograr la plena satisfacción del cliente, para así aumentar los índices de penetración del servicio en el mercado, y por ende, aumentar las ganancias de la compañía.

Esto también es aplicable en el mundo de las redes, por ello es conveniente el optimizar todos los procesos operacionales relacionados con el servicio que permitan tener control sobre él a lo largo de su ciclo de vida, así como apoyarse en excelentes sistemas de gestión de red y sistemas de información.

Para saber si se está logrando la excelencia en cuanto a gestión del servicio, es conveniente formularse ciertas preguntas surgidas de la experiencia de profesionales relacionadas con este tema; como son:

- ¿Está cubriendo las expectativas de satisfacción del cliente?;
- ¿Con qué calidad los servicios se están ofreciendo?;
- ¿Cuáles son los tiempos de respuesta ante el apareamiento de un fallo?;
- ¿Con respecto a la competencia, son los servicios competitivos?

Si al realizar dichos cuestionamientos se ve que no se cumplen a cabalidad ó no se encuentra respuesta a alguno de éstos, es prioritario revisar los esquemas de gestión de servicio para lograr la excelencia y alcanzar niveles de competitividad requeridos para mantenerse en el mercado estando siempre a la vanguardia.

1.4.3 ORIENTACIÓN AL SERVICIO

Este concepto involucra principalmente un cambio en la mentalidad de todos los departamentos de la empresa, desde los directivos que definen las directrices y políticas a seguir, hasta el personal de soporte operativo; sin embargo, la orientación al servicio pasa necesariamente por un cambio estructural en la organización.

El hecho de que las compañías orienten sus esfuerzos hacia el campo tecnológico, crea un estrecho vínculo entre los procesos operacionales y la tecnología empleada, e incluso el personal de soporte; esto trae como consecuencias la inestabilidad operativa pues como es bien conocido la tecnología y en especial la de las telecomunicaciones se encuentra en constante evolución. Es por ello imprescindible dar un enfoque orientado al servicio el cual trae grandes ventajas tales como:

- Un seguimiento más acorde a los objetivos y la misión de la empresa en sí, que es el de prestar servicios.
- Una menor vulnerabilidad a los cambios tecnológicos.
- Tener responsabilidades claras.

- Procesos de solución de problemas.
- Disminuir el ciclo de aprendizaje de una nueva tecnología.

Con esta orientación al servicio se da un paso fundamental para encarar una gestión eficiente de los servicios que permita alcanzar las expectativas generadas con la introducción de los mismos.

1.4.4 ARQUITECTURAS DE GESTIÓN DE RED

Existen algunas arquitecturas para la administración de redes, propuestas por varios grupos, entre las cuales destacan tres, que son las que se van a detallar brevemente a continuación:

- Arquitectura OSI
- Arquitectura Internet (SNMP)
- Arquitectura TMN

1.4.4.1 Arquitectura OSI [19]

ISO (*International Standard Organisation*) ha definido una arquitectura de gestión OSI (*Open Systems Interconnection*) cuya función es supervisar, controlar y mantener una red de datos. Está dividida en cinco categorías de servicios de gestión denominadas: Áreas Funcionales Específicas de Gestión (SMFA, *Specific Management Functional Areas*).

1.4.4.1.1 Componentes Funcionales de la Arquitectura OSI

Los componentes que conforman la Arquitectura OSI son los siguientes:

- a. Gestión de Configuración*
- b. Gestión de Fallos*
- c. Gestión de Prestaciones*
- d. Gestión de Contabilidad*
- e. Gestión de Seguridad*

La arquitectura de gestión OSI define un objeto gestionable como la interfaz conceptual que han de presentar los dispositivos que ofrecen funciones de

gestión. El proceso de supervisión y control de un objeto gestionable se realiza mediante una serie de interacciones, estas interacciones son de dos tipos:

- De operación: el gestor solicita algún dato al objeto gestionable o desea realizar alguna acción sobre él.
- De notificación: cuando el objeto gestionable intenta enviar algún dato al gestor como consecuencia de algún evento ocurrido en el dispositivo.

Un objeto gestionable se caracteriza además por un conjunto de atributos que son las propiedades o características del objeto, y un comportamiento en respuesta a las operaciones solicitadas, esto se detalla en la figura 1.13

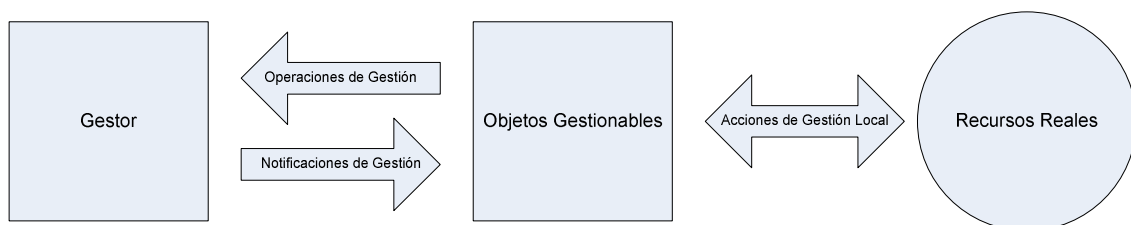


Figura 1.13 Proceso de Operación/Notificación de objetos gestionables.

La comunicación entre el gestor y el objeto gestionable no es directa, se realiza mediante un intermediario que es el agente de gestión (esto se corresponde con un modelo centralizado gestor-agente).

La función del agente es controlar el flujo de información de gestión entre el gestor y el objeto. Este control lo realiza comprobando una serie de reglas de gestión (por ejemplo que el gestor tenga la capacidad para solicitar una determinada operación), que han de cumplirse para poder realizar la operación. Estas reglas se incluyen en los datos como parte de la solicitud de una operación.

El flujo normal de información de gestión y control entre el gestor y el agente se realiza mediante el protocolo CMIP (*Common Management Information Protocol*), perteneciente a la capa aplicación del modelo OSI.

El protocolo permite que un sistema se pueda configurar para que opere como gestor o como agente. La mayoría de las realizaciones prácticas de sistemas gestionados se configuran con unos pocos sistemas operando en modo gestor, controlando las actividades de un gran número de sistemas operando en modo agente.

Otros componentes de la arquitectura de gestión OSI son:

- Estructura de la Información de Gestión (SMI, *Structure of Management Information*)
- Base de Información de Gestión (MIB, *Management Information Base*).
- CMIS (*Common Management Information Services*).

1.4.4.2 Arquitectura Internet (SNMP) [21]

En 1988, el Comité de Actividades Internet (IAB, *Internet Activities Board*) determinó la estrategia de gestión para TCP/IP, ésta consistía en una solución a corto plazo, SNMP, y la solución a largo plazo, CMOT (CMIP sobre TCP/IP).

CMOT pretendía implantar los estándares del modelo de gestión OSI en el entorno Internet (TCP/IP). CMOT tuvo que afrontar los problemas derivados de la demora en la aparición de especificaciones y la ausencia de implementaciones prácticas, lo que provocó que la iniciativa CMOT sea paralizada en 1992.

SNMP es una extensión del protocolo de gestión de red para *gateways* SGMP (*Simple Gateway Monitoring Protocol*, Protocolo Sencillo de Supervisión de *Gateways*), que se convirtió en 1989 en el estándar recomendado por Internet. Está dirigido a proporcionar una gestión de red centralizada que permita la observación, el control y la gestión de las instalaciones.

Un administrador de red que trabaje con SNMP, puede generar preguntas y comandos a los dispositivos de la red. SNMP se ha convertido, debido al enorme éxito que ha tenido desde su publicación, en el estándar de facto de gestión de redes. Prácticamente todo el equipamiento de redes puede ser gestionado vía SNMP.

Entre las principales funciones que proporciona SNMP están:

- Supervisión del rendimiento de la red y su estado.
- Control de los parámetros de operación.
- Obtención de informes de fallos.
- Análisis de fallos.

1.4.4.2.1 SNMP (Simple Network Management Protocol/Protocolo Simple de Administración de red)

SNMP nace de la necesidad de un protocolo para el seguimiento del funcionamiento de redes, detección y análisis de fallos y configuración remota de los dispositivos de red, con poca sobrecarga en la red. SNMP opera en la capa aplicación del modelo OSI, sobre la pila de protocolos de la familia TCP/IP.

El protocolo SNMP incorpora varios elementos presentes en otros estándares como el modelo gestor-agente, la existencia de una base de datos de gestión de información (MIB) o el uso de primitivas de tipo PUT y GET para manipular dicha información. A continuación se describen dichos elementos:

- Agente: ente lógico alojado en un dispositivo gestionable de la red. Almacena datos de gestión y responde a las peticiones sobre dichos datos.
- Gestor: ente lógico alojado en la estación de administración de red. Tiene la capacidad de preguntar a los agentes utilizando diferentes comandos SNMP.
- Base de Información de Gestión: (MIB, *Management Information Base*) Base de datos de objetos gestionables, accesible por un agente, que puede ser manipulada vía SNMP para realizar la gestión de red.

El protocolo SNMP realiza las funciones descritas anteriormente llevando información de gestión entre los gestores y los agentes.

El protocolo SNMP es sólo un aspecto dentro de toda la estructura de gestión, la cual está compuesta de los siguientes elementos:

a. Estación de Administración de Red (NMS, Network Management Station)

Puede ser cualquier computador de la red, que actúa como elemento central que proporciona al administrador una visión del estado de la red y funciones para la modificación de este estado.

b. Estructura de la Información de Gestión (SMI, Structure of Management Information)

Es un conjunto de reglas que define las características de los objetos de la red y cómo obtienen los protocolos de gestión información de ellos. Aunque ha sido diseñado después del SMI de OSI, no es compatible con éste.

El estándar MIB de Internet define 126 objetos relacionados con los protocolos TCP/IP. Los fabricantes que deseen pueden desarrollar extensiones del estándar MIB. Estas MIBs privadas incorporan un amplio rango de objetos gestionables y algunas veces contienen objetos que son funcionalmente similares a las MIBs ya definidas; en otros casos el cambio de una variable en un objeto inicia un conjunto de funciones en el dispositivo gestionado (como por ejemplo un autodiagnóstico).

La carga de la gestión de todas las MIBs y de las extensiones privadas recae en el sistema de gestión. Las MIBs están escritas en una variante simple del lenguaje de definición OSI ASN.1.

En el 90 se introdujo una nueva versión de MIB, MIB II, donde la mayor aportación es la utilización de 185 nuevos objetos de extensiones privadas.

Aparte de la MIB, existe la Base de Datos de Estadísticas de Red (NSD, *Network Statistics Database*) que está en la estación de trabajo de gestión. En esta base de datos se recoge información de los agentes para realizar funciones de correlación y planificación; es decir relaciona datos estadísticos y los toma en cuenta para planificaciones y tomas de decisión.

Las limitaciones de SNMP se deben a no haber sido diseñado para realizar funciones de gestión de alto nivel. Sus capacidades lo restringen a la supervisión de redes y a la detección de errores.

1.4.4.2 SNMPv2

En 1996 se publicó un nuevo estándar, el protocolo SNMPv2, resultado de una serie de propuestas para mejorar las características de SNMP. Los cambios se traducen fundamentalmente en una mejora de las prestaciones, un aumento de la seguridad y en la introducción de una jerarquía de gestión.

La versión 2 de SNMP mejora el mecanismo de transferencia de información hacia los gestores, de forma que, se necesita realizar menos peticiones para obtener paquetes de información grandes; por otra parte, a diferencia de SNMP, que no incorpora ningún mecanismo de seguridad, SNMPv2 define métodos para controlar las operaciones que están permitidas.

En cuanto a lo que se refiere a gestión jerárquica, el número de agentes a gestionar es elevado, la gestión mediante el protocolo SNMP se vuelve ineficaz debido a que el gestor debe sondear periódicamente todos los agentes que gestiona. SNMPv2 soluciona este inconveniente introduciendo los gestores de nivel intermedio, que son los que se encargan de sondear a los agentes bajo su control.

Los gestores intermedios son configurados desde un gestor principal de forma que sólo se realiza un sondeo de aquellas variables demandadas por este último, y sólo son notificados los eventos programados. SNMPv2 también introduce un vocabulario más extenso, permite comandos de agente a agente y técnicas de recuperación de mensajes.

1.4.4.3 Arquitectura TMN [20]

La UIT-T busca establecer un modelo universal de gestión, llamado Red de Gestión de Telecomunicaciones (TMN, *Telecommunications Management Network*). Este modelo describe una red con interfaces estandarizadas para la

comunicación entre los elementos de red y las plataformas de gestión. El modelo utiliza un paradigma agente/gerente. En donde:

- El gerente: es el elemento que puede obtener informaciones sobre los objetos gestionados y controlar a éstos.
- El agente: es el elemento que ejecuta operaciones de gestión sobre los objetos gestionados y transmite notificaciones de éstos al gerente.

1.4.4.3.1 Sistemas de Soporte a la Operación (OSS)

OSS es la infraestructura de la tecnología de información que da a los portadores la capacidad de crear, desplegar, manejar, y administrar todos los sistemas que incluyen la red, que a su vez se encargan de gestionar partes o segmentos de la red. Forma parte de la arquitectura TMN, en la cual las funciones generales de gestión están concentradas.

La interfaz de los usuarios con las estaciones de trabajo se realiza desde los OS (programas de aplicación de operación de la red), bases de datos relacionales, soporte a las terminales de usuario, programas de análisis, definición de datos y reportes.

1.4.5 SEGURIDAD EN REDES

Hoy en día, donde el principal patrimonio de una empresa a más del humano, es la información y datos que ésta posee, a más que la Internet se compone de decenas de miles de redes conectadas entre sí; la seguridad en las redes resulta esencial en este entorno, ya que toda red organizada es accesible desde cualquier computadora de la red y, potencialmente es vulnerable a diversas amenazas de posibles usuarios mal intencionados o no.

Aunque sea difícil valorar el número de empresas que tiene problemas de seguridad relacionados con Internet y las pérdidas financieras debidas a tales problemas, queda claro que los problemas existen. De ahí la importancia que adquiere el estudio y la aplicación de la seguridad en redes.

1.4.5.1 Definición de Diseño de Redes Seguras

Una Internet se compone de muchas redes que están conectadas entre sí. Cuando se accede a información en un entorno de Internet, hay que crear áreas seguras. El dispositivo que separa cada una de estas áreas se denomina *firewall*. Aunque un *firewall* suele separar una red privada de una red pública, esto no siempre es así. Lo normal es usar un *firewall* para separar los segmentos de una red privada.

1.4.5.2 Firewall [24]

Un *firewall*, tal y como lo define el *Dictionary of internetworking Terms and Acronyms* (Diccionario para términos y acrónimos de *Internetworking*), es un "router o servidor de acceso, o varios routers o servidores de acceso, que actúan como *búfer* entre las redes públicas y una red privada. Un *router firewall* utiliza "listas de acceso y otros métodos para garantizar la seguridad de la red privada".

Un *firewall* suele tener un mínimo de tres interfaces, aunque las primeras implementaciones sólo incluían dos. Todavía resulta habitual instalar *firewalls* de dos interfaces. Cuando se usa un *firewall* con tres interfaces, se crea un mínimo de tres redes. Las tres redes que crea el *firewall* se describen de este modo:

- **Interior:** El interior es el área de confianza de la Internet. Los dispositivos que están en el interior forman la(s) red(es) privada(s) de la organización. Estos dispositivos comparten unas directivas de seguridad comunes con respecto a la red exterior (Internet). Sin embargo, resulta muy habitual que un *firewall* segmente el entorno de confianza. Si un departamento, como Recursos Humanos, tiene que ser protegido del resto de usuarios de confianza, se puede utilizar un *firewall*.
- **Exterior:** El exterior es el área de no confianza de la Internet. El *firewall* protege los dispositivos del interior y la DMZ (Zona Desmilitarizada) de los dispositivos del exterior. Al hacer sus negocios, las empresas suelen permitir el acceso a la DMZ desde el exterior. En ocasiones, es

necesario configurar un *firewall* para el acceso selectivo desde el exterior hasta los *hosts* y servicios de la DMZ. Si es inevitable, es posible configurar un *firewall* para permitir el acceso desde un dispositivo del exterior hasta un dispositivo de confianza del interior. Esto es mucho más arriesgado que permitir el acceso desde el exterior hasta la DMZ aislada.

- DMZ: La DMZ es una red (ó redes) aislada, a la que pueden acceder los usuarios del exterior. Es necesario configurar el *firewall* para permitir el acceso desde el exterior ó el interior hasta la DMZ. La creación de una DMZ posibilita que una empresa ponga la información y los servicios a disposición de los usuarios del exterior dentro de un entorno seguro y controlado. Esto permite el acceso a los usuarios del exterior, sin permitir el acceso al interior.

Los *hosts* ó servidores que residen en la DMZ suelen denominarse *hosts bastión*. En este caso, un *host bastión* es un *host* que está actualizado con respecto a su sistema operativo y las modificaciones experimentadas por este último. El hecho de que esté actualizado generalmente lo hará menos vulnerable a los ataques, ya que el fabricante habrá "parcheado" todos los defectos conocidos.

El *host bastión* es un *host* que sólo ejecuta los servicios necesarios para realizar sus tareas de aplicación. Los servicios innecesarios (y a veces más vulnerables) son desactivados ó eliminados del *host*.

Básicamente un *firewall* debe de llevar a cabo las siguientes funciones:

- No permitir acceso desde el exterior hasta el interior de la red.
- Permitir un acceso limitado desde el exterior hasta la DMZ.
- Permitir todo el acceso desde el interior hasta el exterior de la red.
- Permitir un acceso limitado desde el interior hasta la DMZ.

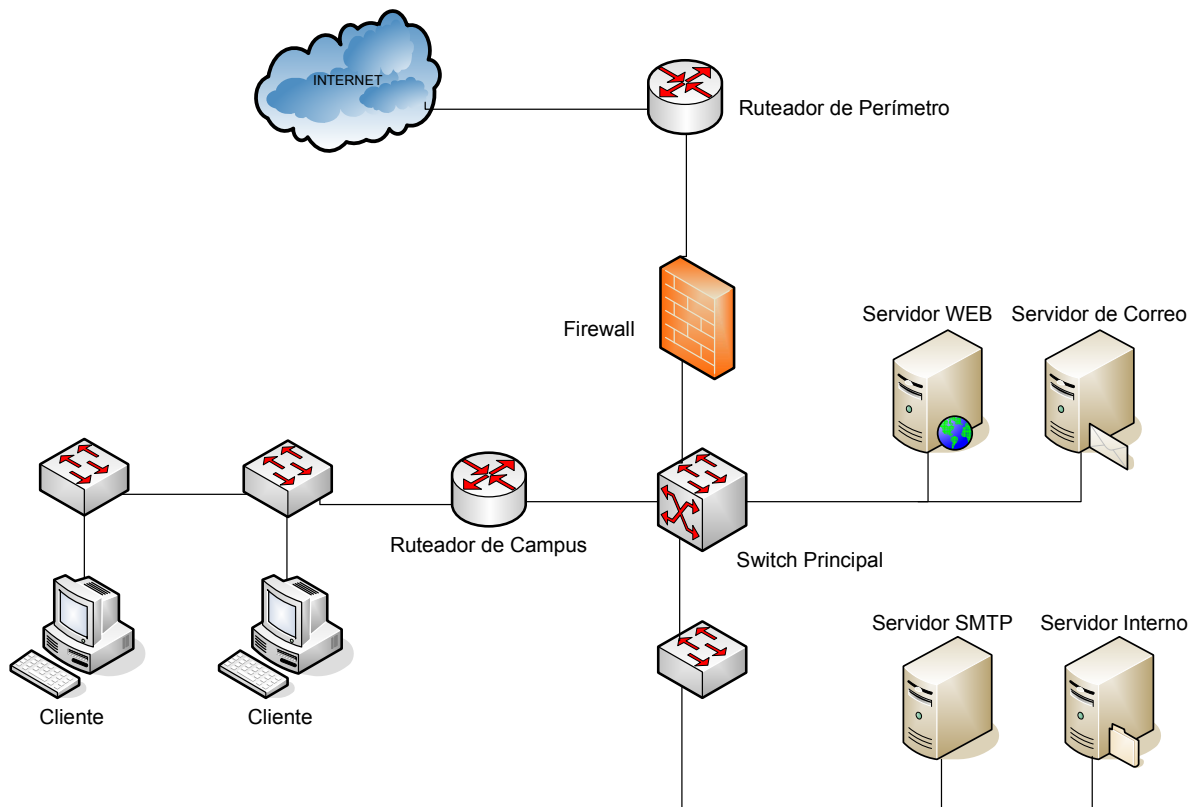


Figura 1.14 Diseño General de Red con Firewall

En muchos diseños de red existen excepciones a algunas de estas reglas (o a todas ellas). Por ejemplo, podría ser necesario permitir los mensajes SMTP desde el exterior hasta el interior. Si un entorno no tiene un servidor SMTP en la DMZ ó carece de un *host relay* de correo SMTP en la DMZ, sería necesario permitir al tráfico SMTP acceder al servidor SMTP que reside físicamente en el interior. El hecho de permitir este tráfico incrementa considerablemente el riesgo en la red interna.

Otra excepción podría ser que no se permitiera a la totalidad del tráfico pasar del interior al exterior. Potencialmente una dirección IP, una subred, o la totalidad de la red del interior, podrían estar limitadas a la hora de usar una determinada aplicación (puerto), Otra restricción podría ser el filtrado de los URL.

1.4.5.3 Definición de Virus y Caballos de Troya

Un virus es software dañino enlazado a otro programa de confianza (o que se cree que es de confianza) para que ejecute una función no deseada en la estación de trabajo de un usuario. Un ejemplo de virus es un programa enlazado a *command.com* (el intérprete principal de los sistemas Windows) que elimina ciertos archivos y que infecta las versiones de *command.com* que encuentre.

El caballo de Troya sólo se diferencia en que la totalidad de la aplicación fue escrita para que parezca otra cosa completamente distinta, cuando en realidad se trata de una herramienta de ataque.

Un ejemplo de caballo de Troya es una aplicación de software que ejecuta un juego sencillo en la estación de trabajo de un usuario; mientras el usuario está ocupado con el juego, el caballo de Troya envía una copia de sí mismo a todos los usuarios de la libreta de direcciones del usuario. A continuación, los demás usuarios reciben el juego y lo utilizan, diseminando así el caballo de Troya.

1.4.5.4 Categorización de las Amenazas a la Seguridad en las Redes

Las amenazas a la seguridad en las redes se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Amenazas no estructuradas: Suelen ser originadas por personas inexpertas que utilizan herramientas de piratería en Internet. Algunas de estas personas suelen obrar de mala fe, pero la mayoría se ve arrastrada por los retos intelectuales y se los conoce como *script kiddies*. No son programadores ni usuarios expertos pero están muy motivados.

Suponen una amenaza muy seria a la seguridad de las redes. A veces, pueden introducir un virus ó un caballo de Troya en la red, sin ser conscientes de las consecuencias. El virus introducido puede tener consecuencias a nivel mundial y puede causar pérdidas de millones de dólares.

Las amenazas no estructuradas que sólo se ejecutan con la intención de probar los conocimientos de un *script kiddie* pueden hacer mucho daño a una empresa. Por ejemplo, si el sitio Web externo de su empresa es atacado, la integridad de la empresa se verá afectada. Aunque el sitio Web esté separado de la información interna que podría estar protegida por un *firewall*, el público no lo sabe. Lo único que conoce es que si el sitio Web es atacado, será un sitio muy poco seguro para hacer negocios.

- Amenazas estructuradas: Son causadas por personas mucho más motivadas y competentes a nivel técnico que los *script kiddies*. Estas personas suelen conocer los diseños de los sistemas de redes y sus puntos débiles. Pueden entender y crear *scripts* piratas que penetren en los sistemas. Una persona que plantee una amenaza estructurada suele dirigirse a un destino ó grupo específico. Estas amenazas proceden de grupos que podrían estar implicados con los casos más importantes de fraude y robo. A veces, estos *hackers* son contratados por el crimen organizado, por la competencia o por agencias de inteligencia estatales.
- Amenazas externas: Suelen ser causadas por personas o empresas ajenas a la propia empresa, pero que no tienen acceso autorizado a los sistemas o a la red de la empresa. Suelen entrar en una red desde Internet o desde servidores de acceso telefónico.
- Amenazas internas: Normalmente, estas amenazas son causadas por personas que tienen un acceso autorizado a la red. Estos usuarios o bien tienen una cuenta en un servidor o acceso físico a la red. Una amenaza interna puede proceder de un empleado despedido o un colaborador insatisfecho. La gran mayoría de incidentes de seguridad procede de amenazas internas.

1.4.5.5 Violaciones a la seguridad en las redes

Existen tres tipos de ataques a una red:

- Ataques de reconocimiento: Un intruso trata de descubrir sistemas, servicios y puntos débiles.
- Ataques de acceso: Un intruso ataca las redes o sistemas para recuperar datos, obtener acceso o incrementar sus privilegios de acceso personales.
- Ataques de denegación de servicio: Un intruso ataca la red de tal forma que daña o corrompe el sistema computacional, ó impide que otros usuarios autorizados puedan acceder a sus redes, sistemas ó servicios.

1.4.5.5.1 Ataques de Reconocimiento

El reconocimiento tiene lugar cuando un usuario no autorizado trata de descubrir dispositivos, servicios disponibles y puntos débiles del sistema de red. También se conoce como recopilación de información y en la mayoría de los casos, precede a un acceso real o a un ataque de negación de servicio

El reconocimiento es algo así como el ladrón que investiga una vecindad para localizar las posibles viviendas en las que entrar, como una vivienda deshabitada, una puerta o ventana fáciles de abrir. Al igual que un ladrón puede comprobar la apertura de una manilla de una puerta sin entrar inmediatamente en caso de que se abra; el usuario que realiza el reconocimiento intenta descubrir servicios vulnerables para manipularlos con posterioridad, cuando la ocasión se lo permita.

1.4.5.5.2 Ataques de Acceso

El acceso es un término muy amplio que hace referencia a la capacidad que tiene un origen concreto (es decir, un usuario de una computadora conectada a Internet) de conectarse con un destino concreto (es decir una computadora de una red que está conectada a Internet). Una vez precisado el destino, el atacante tratará de usar alguna aplicación de software para llegar a él. Un ataque de acceso puede materializarse como recuperación y manipulación no autorizada de datos, un acceso al sistema o un incremento de privilegios.

Los ataques de acceso también se pueden utilizar para obtener el control de un sistema e instalar y ocultar software para que los *hackers* lo utilicen con posterioridad.

a. Recuperación no Autorizada de Datos

La recuperación no autorizada de datos consiste en leer, escribir, copiar ó trasladar archivos a los cuales el intruso no puede acceder. A veces es una tarea tan sencilla como localizar carpetas compartidas en Windows 9x ó NT, ó directorios exportados NFS de UNIX con permisos de lectura y/ó escritura para todo el mundo. El intruso no tendrá problemas a la hora de obtener los archivos y lo normal es que la información sea confidencial y que esté completamente desprotegida, especialmente si el atacante es un usuario interno.

b. Acceso no Autorizado al Sistema

Un atacante de acceso al sistema obtiene acceso a un sistema sin autorización. El intruso puede obtener acceso al sistema de varias formas. Algunos sistemas no pueden ser protegidos por contraseña, con lo que se proporciona al intruso un acceso muy fácil. La obtención de acceso a sistemas que incorporen cierta seguridad puede implicar la ejecución de un *script* ó el uso de una herramienta de software que explote un punto débil de la aplicación ó sistema que está siendo atacado.

Los puntos débiles del sistema operativo también pueden ser utilizados para proporcionar un acceso no autorizado al sistema. Lo normal es que algunos aspectos del sistema operativo hayan sido desarrollados sin pensar en la seguridad. Estos fallos de seguridad pueden ser reparados mediante código de sistema operativo, pero si no se instala el parche, el fallo seguirá existiendo.

c. Incremento no Autorizado de los Privilegios

Los usuarios legítimos con niveles de privilegios muy bajos son los más proclives a realizar este tipo de ataque. También podría llevarlo a cabo un intruso que tuviera un acceso muy restringido. El fin consiste en obtener información ó procedimientos de ejecución para los que no se tenga acceso

autorizado. En muchos casos, esto implica obtener acceso raíz a un sistema UNIX e instalar un *sniffer* para que grabe el tráfico de la red. El objetivo final consiste en localizar nombres de usuario y contraseñas que puedan ser utilizados para acceder a otro destino.

En algunos casos, los intrusos sólo desean acceder sin apropiarse de información (especialmente cuando se ven movidos por el reto intelectual, la curiosidad o la ignorancia).

1.4.5.5.3 Ataques de DoS (Denial of Service)

La DoS (Denegación de Servicio) tiene lugar cuando un atacante desactiva o corrompe las redes, los sistemas o los servicios para denegar el servicio a los usuarios. Suele implicar que el sistema se colapse o que se haga lento hasta un punto que sea inutilizable. Los ataques de DoS también pueden ser tan sencillos como borrar o corromper información necesaria. En la mayoría de los casos, el ataque suele consistir en la ejecución de un *script* o una herramienta.

El atacante no necesita tener acceso previo al destino, sino sólo una ruta a éste. Cuando la ruta se concreta, se puede hacer mucho daño. Dado que la mayoría de los ataques de DoS son muy fáciles de iniciar y pueden ser realizados de forma anónima, es el ataque más temido en Internet.

Un ataque de denegación de servicio distribuida (DDoS) es aquel en el que el origen del ataque proviene de muchas computadoras (generalmente diseminadas en un área geográfica muy amplia), haciendo que sea muy complicado localizar y detener el origen ó los orígenes.

1.4.5.6 Normas de Seguridad en las Redes y la Rueda de Seguridad [22] [23]

La seguridad en las redes es un proceso continuo. Es necesaria debido a los progresos continuos en la tecnología computacional. Conociendo las amenazas potenciales a la seguridad en las redes, es necesario construir la seguridad de un sistema o grupo de sistemas en torno a normas de seguridad.

Una seguridad basada en normas es una declaración formal de las reglas que deben ser observadas por las personas que tienen un acceso determinado a la tecnología y contenidos de una empresa u organización.

Una seguridad basada en normas deberá llevar a cabo las siguientes tareas:

- Identificar los objetivos de seguridad de la empresa. Determinar lo que se quiere proteger y cómo.
- Conocer los puntos débiles de una red y cómo pueden ser sub-sanados.
- Documentar los recursos a proteger.
- Conocer el funcionamiento normal de los sistemas para llegar a entender el uso de los dispositivos y el flujo de los datos.
- Identificar la infraestructura de red con asignaciones e inventarios actuales.
- Tener en cuenta la seguridad física de la red y el modo para protegerla. El acceso físico a un dispositivo puede hacer que el usuario controle ese dispositivo.

Una política continua de normas de seguridad es muy eficaz, ya que promueve la reaplicación de medidas de seguridad actualizadas sobre una base continua. La rueda de la seguridad representa gráficamente este proceso continuo de seguridad. La figura 1.15 ilustra los cuatro pasos de la rueda de la seguridad.

Los cuatro pasos de la rueda de la seguridad giran en torno a las normas de seguridad, como se muestra en la figura 1.15.

Paso 1: Asegurar el sistema; implementar dispositivos y/o sistemas de seguridad, con el fin de impedir el acceso no autorizado a los sistemas de red:

- a.- Los sistemas de autenticación de la identificación, como las Contraseñas Únicas (OTP, *One Time Password*), proporcionan acceso a los usuarios autenticados y autorizados. Algunos ejemplos de este tipo de sistemas son el Servidor de control de acceso de Cisco Secure (CSACS), la *Networking* de acceso telefónico de Windows, S/Key, CryptoCard y SecurID.

b.- El cifrado puede disfrazar el tráfico. El cifrado del tráfico puede impedir la revelación no deseada de información a usuarios no autorizados o fraudulentos. Así se puede garantizar la confidencialidad del tráfico de los datos. La Seguridad IP (IPSec) es el cifrado estándar que se usa en Internet (la RFC principal que aborda IPSec es la RFC 2401).

c.- Los *firewalls* pueden permitir y denegar datos concretos para autorizar únicamente el tráfico y los servicios válidos.

d.- La reparación de puntos débiles es el acto de colocar parches o tomar medidas que detengan la explotación de los puntos débiles conocidos. Esto incluye la desactivación de servicios que no son necesarios en todos los sistemas; cuantos menos servicios estén activados, más difícil será que los *hackers* obtengan acceso.

e.- La seguridad física es un aspecto muy importante (y a veces omitido) de la protección del sistema. Si alguien puede apropiarse del hardware del sistema, el resto de la seguridad no tendrá sentido. También es importante proteger la instalación no autorizada de dispositivos promiscuos que pudieran apropiarse de datos importantes.

Paso 2: Supervisar la red para evitar las violaciones y los ataques contra las normas de seguridad corporativas. Las violaciones pueden ser producidas en el perímetro protegido de la red por un empleado o desde el exterior de la red por un *hacker*. Un sistema de detección de intrusos en tiempo real, puede detectar y evitar las entradas no autorizadas. El registro es un aspecto importante del control. El seguimiento del tráfico de datos que fluye por una red puede ser la diferencia entre la detección de un ataque y la adopción de medidas antes de que se convierta en un problema, y la no detección del mismo y dejar que éste desactive la red.

Paso 3: Probar la efectividad de las medidas de protección. La validación es una necesidad. Posiblemente tenga un sistema de seguridad de red muy

sofisticado, pero si no está configurado correctamente, la red podría verse afectada.

Paso 4: Mejorar continuamente las normas de seguridad corporativas. Reunir y analizar la información procedente de las fases de control y prueba para realizar las mejoras en la seguridad.

Cada día surgen nuevos puntos débiles y riesgos. Para que la red esté lo más protegida posible, será necesario repetir continuamente estos cuatro pasos (proteger, controlar, comprobar y mejorar), que deberán ser incorporados a las versiones actualizadas de las normas de seguridad corporativas.

LA RUEDA DE SEGURIDAD

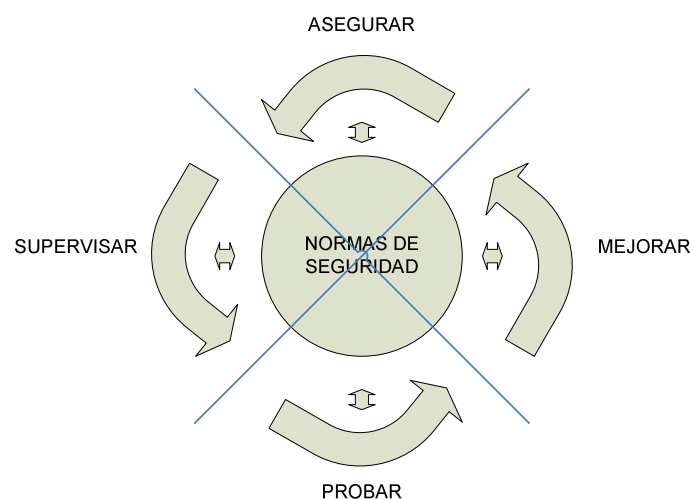


Figura 1.15 La Rueda de Seguridad

1.5 TECNOLOGÍAS WiMAX y WiFi

1.5.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente el predominio de las redes inalámbricas crece y entre ellas se tiene el caso de las tecnologías WiFi y WiMAX, que son normadas por el IEEE en sus respectivos estándares 802.11 y 802.16.

WiFi es el sello de interoperabilidad que aparece en productos certificados para sistemas WLAN, sea que éstos operen de acuerdo a los estándares 802.11a, 802.11b o 802.11g. Los productos con el sello WiFi operan dentro de la banda de uso libre del espectro radioeléctrico ISM (*Industrial, Scientific and Medical*, 2.400 – 2483.5 MHz), excepto para la tecnología 802.11a que utiliza la banda de los 5150 – 5350 MHz o de 5470 – 5725 MHz.

Normalmente esta tecnología es utilizada para conexiones al interior de edificios, sin embargo, sus velocidades de 2, 11 y hasta 54 Mbps han permitido que esta tecnología haya sido utilizada como acceso de última milla para clientes de ISPs así como el acceso a Internet en lugares comerciales tales como cafeterías, aeropuertos, hoteles, etc.

Es indiscutible el éxito de WiFi, no obstante, su capacidad se limita a cortos alcances que son aproximadamente los 90 m. Para solucionar los problemas de mayor cobertura en redes inalámbricas se tiende al uso de la tecnología WiMAX.

WiMAX permite lograr coberturas de hasta 50 km y ofrecer servicios de banda ancha; actualmente es una solución económica frente a los accesos ADSLs utilizados por los ISPs. WiMAX también tiende a concentrar gran éxito y mejor aún cuando se complementa con WiFi, debido a que se logran velocidades aproximadas de 70 Mbps pero su operación en las frecuencias de 10 a 66 GHz aún es un gran problema en nuestro medio por el licenciamiento de esas bandas.

1.5.2 WI-FI (*WIRELESS FIDELITY*) [31]

Wi-Fi fue introducida al mercado en el desarrollo de los sistemas WLAN (Red de Área Local Inalámbrica) con el afán de asemejarse al estándar IEEE 802.3 (Ethernet) que es una red cableada. El término Wi-Fi se extiende a todos los productos con tecnología IEEE 802.11, aunque inicialmente inició con el estándar 802.11b, el mismo que opera en la frecuencia de los 2.4 GHz y alcanza una velocidad de hasta los 11 Mbps. En la actualidad se acogen dentro de Wi-Fi más de 200 miembros, y más de 1000 productos han recibido su certificación.

1.5.2.1 Aplicaciones Wi-Fi

Hoy en día Wi-Fi está presente en varios escenarios, tales como: residencial, redes corporativas, campus universitarios, hospitales, tiendas, cafés, hoteles, acceso a Internet como enlace de última milla, etc.

Considerando la figura 1.16 se tiene que las velocidades y coberturas de las tecnologías Wi-Fi y ADSL tienden a asemejarse, es por esta razón la gran atracción y desarrollo de la tecnología inalámbrica Wi-Fi que poco a poco desplaza a la tecnología ADSL que requiere mayores inversiones para el levantamiento de su infraestructura comparado a Wi-Fi.

Se debe tomar en cuenta que las tecnologías 3G y Wi-Fi (inalámbricas) presentan enormes diferencias de cobertura, velocidad y movilidad, no obstante, hay que considerar que Wi-Fi requiere que los usuarios sean más estacionarios a diferencia de los móviles de 3G.

Wi-Fi no es una tecnología tan avanzada como 3G, pero es muy aceptada por sus reducidos costos, fácil implementación y velocidades que tienden a ser ideales para la distribución de servicios específicos como el Internet, sin obviar que los últimos avances permiten la introducción de aplicaciones multimedia y voz.

1.5.2.2 Estándares WLAN

El grupo de trabajo 802.11 de la IEEE es el encargado del desarrollo de las normas para las Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN); además existen otros estándares para la implementación de redes WLAN. En la tabla 1.4 se presentan algunas características de los estándares WLAN.

Estándares IEEE Adicionales para redes WLAN

IEEE 802.11e. Define la implementación de QoS (Calidad de Servicio) y multimedia para redes 802.11b y 802.11a.

IEEE 802.11f. Comunicación entre puntos de acceso de diferentes fabricantes para permitir *roaming* bajo el estándar 802.11g.

IEEE 802.11h. Es una evolución de 802.11a en la que existe la asignación dinámica de canales.

IEEE 802.11i. Este estándar enfoca su estudio en la incorporación de mecanismos de seguridad, con el afán de mantener una fiabilidad en lo que se refiere a velocidades, frecuencias y flexibilidad sobre una misma infraestructura.

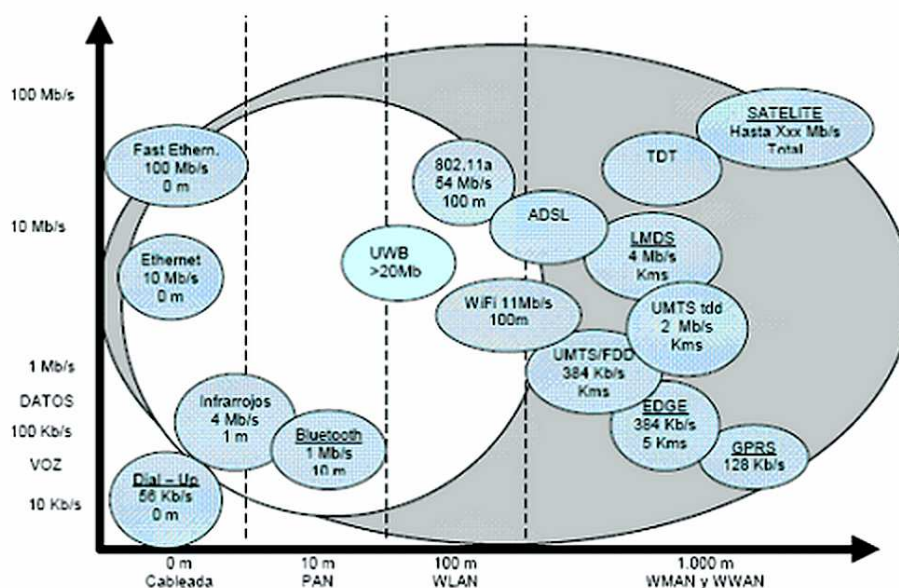


Figura 1.16 Coberturas y Velocidades de varias Tecnologías [31]

| ESTÁNDAR | 802.11 | 802.11 b | 802.11 a | 802.11 g | HiperLAN/2 | Home RF | 5 - UP |
|---------------------------|----------------|------------------------------|----------------------------|--------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| ORGANISMO | IEEE | IEEE | IEEE | IEEE | ETSI | Varias empresas | Atheros Communication |
| FECHA FINALIZACIÓN | 1997 | 1999 | 2002 | 2003 | 2003 | 2001 | 2003 |
| BANDAS DE FRECUENCIAS | 2.4 GHz | 2.4 GHz | 5 GHz | 2.4 GHz | 5 GHz | 2.4 GHz | 5 GHz |
| VELOCIDADES (Mbps) | 1 y 2 | 1, 2, 5.5 y 11 | 6, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 | 1, 2, 5.5, 11 y 54 | 54 | 10 | 108 |
| VELOCIDAD EFECTIVA (Mbps) | 1 | 5,5 | 36 | 5,5 | 45 | 5 | 54 |
| MODULACIÓN | DSSS/FHSS | SSDS/FH | OFDM | DSSS y OFDM | OFDM | FHSS | OFDM |
| DISTANCIAS INTERIORES (m) | | 120 (11 Mbps) y 460 (1 Mbps) | 30 (54 Mbps) y 300 (6) | 1, 2, 5,5 y 11 | 30 | | |
| DISTANCIA EXTERIORES (m) | | 30 (11 Mbps) y 90 (1 Mbps) | 12 (54 Mbps) y 90 (6 Mbps) | 1, 2, 5,5 y 11 | 150 | 50 (127 dispositivos) | |
| No. DE CANALES | 3 no solapados | 12 no solapados | 3 no solapados | 19 no solapados | | | |

Tabla 1.5 Estándares WLAN [31]

1.5.2.3 Elementos de una red WiFi

- Terminal de Usuario. Está provisto por una tarjeta de interfaz de red que tiene un transceptor y antena, estas tarjetas son inalámbricas y permiten la conversión de la información que por lo general está encapsulada en el protocolo Ethernet.
- Punto de Acceso (AP). Este equipo gestiona la información permitiendo enviarla hacia y desde la red cableada al terminal del usuario inalámbrico.
- Controlador de Puntos de Acceso. Es utilizado cuando se manejan varios Puntos de Acceso (AP), puede tener funcionalidades tales como: cliente VPN (*Virtual Private Network*), cliente RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*), *routing* y *firewall*.

1.5.2.4 Arquitectura Interna de la red Wi-Fi

Una red Wi-Fi consiste en una celda, en donde el medio de transmisión es el aire. Una celda se compone de las estaciones y un punto de acceso único, este punto de acceso gestionará la transmisión de información dentro y fuera de la celda.

El conjunto de dos o más celdas se denomina BSS (*Basic Service Set*, Grupo de Servicio Básico), que consiste en *bridges* que comunican a nivel de capa 2 los APs de una celda con otra.

De la misma manera que se tiene un conjunto de celdas, también se puede ampliar los conceptos hacia un conjunto de BSS; este último tiende a denominarse DS (Sistema de Distribución). El DS puede conectar varios BSS sea de forma inalámbrica o cableada.

Conociendo los conceptos de celdas, BSS y DS, se puede mencionar las siguientes estructuras de trabajo Wi-Fi:

- BSS Independiente (IBSS). Consiste en una celda que no se conecta con otras redes.

- Ad-hoc. Es similar al IBSS, con la diferencia que no posee ningún punto de acceso; la coordinación de la información es realizada por una terminal y no se recurre a las funciones de un dispositivo más centralizado. Su cobertura es menor al de un IBSS, porque se limita a los alcances que ofrezcan los equipos terminales.
- Modo Infraestructura. En este modo el punto de acceso realiza toda la coordinación de la información; esta arquitectura es adecuada para ambientes donde la información se origina y finaliza en redes exteriores que se conectan al punto de acceso. La cobertura se aproxima al doble de la distancia máxima entre una estación y el punto de acceso. El modo de infraestructura generalmente se utiliza para conectar redes inalámbricas con redes de acceso a Internet como ADSL, así como en redes locales corporativas.
- BSS Extendido. Es un conjunto de BSS asociados con un DS; contiene funciones avanzadas como *roaming* entre celdas. Cada celda tiene un SSID (*Service Set Identifier*); cada equipo deberá conocer el SSID para poder entrar a la celda.

1.5.2.5 Seguridades en Wi-Fi

La naturaleza de la tecnología consiste en la transmisión de datos a través del aire y hace a esta tecnología muy vulnerable frente a ataques provocados por usuarios que día a día se vuelven más móviles.

Si se desea ofertar un servicio como lo es distribuir Internet a una cierta población de clientes, es necesario proteger las redes inalámbricas de accesos no autorizados que provocarán la saturación del servicio. Existen varias maneras para solucionar los inconvenientes de seguridad tales como:

- SSID (*Service Set Identifier*). Es un nivel de seguridad muy elemental pero permite generar redes lógicas privadas entre el cliente y el punto de acceso, El cliente debe conocer el SSID de su punto de acceso para lograr conectarse, así como el punto de acceso no debe difundir su SSID y evitar cualquier usuario no autorizado lo detecte.

- Filtrado MAC. Un punto de acceso puede ofrecer la opción de ACL (*Access Control List*), el mismo que permitirá discriminar a los usuarios de la red a través de sus direcciones MAC.
- Cifrado y Autenticación. De similar forma como ocurre en las redes cableadas, los clientes también pueden hacer uso de sistemas de cifrado y autenticación, para ello se tienen las siguientes alternativas:
 - WEP (*Wired Equivalent Privacy*). Es un sistema que genera claves de 64 o 128 bits entre el cliente y el punto de acceso; esta clave permite autenticar y cifrar la información a transmitirse.
 - Servidor RADIUS. Este sistema es de autenticación mutua entre el cliente y el punto de acceso mediante la obtención de certificados que hacen uso del protocolo MD5 y autenticación múltiple con EAP (*Extensible Authentication Protocol*).
 - VPN inalámbrico. Se pueden establecer túneles mediante IPSEC (*Internet Protocol Security*) que con la ayuda de algoritmos de encriptación de datos blindan un túnel lógico entre el cliente y el punto de acceso.
 - WPA (*Wi-Fi Protected Access*). Hace un manejo de claves como WEP, con la diferencia de que éstas son temporales, utilizando el protocolo TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*).
 - 802.11i Estándar que define la encriptación y la autenticación para complementar, completar y mejorar el WEP. Es un estándar que mejorará la seguridad de las comunicaciones mediante el uso de mecanismos de encriptación como AES (*Advanced Encryption Standard*)

1.5.3 WIMAX (WORLD WIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS) [32]

El limitado ancho de banda ofertado por las tecnologías WLAN ha exigido la generación de nuevos productos que permiten instalar infraestructuras de red a nivel de área metropolitana (redes MAN) capaces de soportar mayor número de clientes por canal, con un gran ancho de banda que soporte diferentes tipos de tráfico y dependiendo el ambiente puede funcionar con y sin línea de vista.

WiMAX funciona en bandas con licencia 3.5 GHz y 2.5 GHz, también lo hace en la banda de 5.8 GHz que es sin licencia.

1.5.3.1 Aplicaciones WiMAX

La información transportada por WiMAX puede ser de diferentes tecnologías, y la transmisión soporta múltiples servicios simultáneamente complementados con QoS (Calidad de Servicio). Por ejemplo esta tecnología es adecuada para tráfico de datos, voz (VoIP), vídeo y el ofrecimiento de servicios similares a los de Frame Relay, ATM o TDM como por ejemplo telefonía.

WiMAX permitirá extender la cobertura de Wi-Fi, lo que hace de este par de tecnologías complementarias entre sí.

1.5.3.2 El Estándar WiMAX

La IEEE con su grupo 802.16e trabaja en la normalización de esta tecnología, que mantiene como objetivo no eliminar la tecnología 3G y WiFi, sino ser una tecnología complementaria que permita el acceso inalámbrico de banda ancha de área metropolitana.

Con el afán de certificar productos interoperables se ha creado el WiMAX forum.

El estándar IEEE 802.16 ha sufrido variantes en cuanto a velocidades, bandas de frecuencias de operación, tipos de modulación, etc. En la tabla 1.5 se resume la evolución de IEEE 802.16.

El uso del espectro de 2 – 11 GHz facilita los diseños basados en las normas 802.11a y posteriores, debido al licenciamiento de las bandas; sin embargo hay que destacar que el funcionamiento óptimo en estas bandas se suscita cuando se tiene línea de vista (LOS) entre las bases. Si no existe línea de vista entre las radio bases necesariamente se debe hacer uso de las bandas con licencia en las cuales opera WiMAX.

La velocidad efectiva de las tecnologías WiMAX dependerá del área de cobertura que se tenga y si entre las antenas transmisoras y receptoras exista

línea de vista o no. La tabla 1.7 resume la relación entre tamaños de celda, medio ambiente y velocidad efectiva.

| ESTÁNDAR | 802.16 | 802.16 a | 802.16 d | 802.16 e |
|---------------------------------|---------------------|--|--|--|
| ORGANISMO | IEEE | IEEE | IEEE | IEEE |
| FECHA FINALIZACIÓN | 2001 | 2003 | 2004 | 2005 |
| BANDAS DE FRECUENCIAS | 10 - 66 GHz | 2 - 11 GHz | Este grupo de la IEEE aún se encuentra en progreso, con el objetivo del mejoramiento de la norma 802.16 a, también se le denomina el 802.16 2004 | 2 - 6 GHz |
| REQUERIMIENTO DE LÍNEA DE VISTA | LOS | NLOS | | NLOS |
| VELOCIDADES (Mbps) | 32 - 134 | 75 | | 15 |
| ANCHO DEL CANAL (MHz) | 28 | 20 | | 5 |
| MODULACIÓN | QPSK, 16QAM y 64QAM | OFDM (256 subportadoras QPSK), 16QAM y 64QAM | | OFDM (256 subportadoras QPSK), 16QAM y 64QAM |
| MOVILIDAD | FIJO | FIJO | | MÓVIL |
| DISTANCIA O RADIO (km) | 2 - 5 | 5 - 10 (máximo 50) | 2 - 5 | |

Tabla 1.6 Estándares Wi-Max [33]

| AMBIENTE | REQUERIMIENTO DE LÍNEA DE VISTA (LOS / NLOS) | COBERTURA (RADIO DE CELDA) (km) | VELOCIDAD EFECTIVA (Mbps) | ANCHO DE CANAL (MHz) |
|--------------------|--|---------------------------------|---------------------------|----------------------|
| URBANO INTERIOR | NLOS | 1 | 21 | 10 |
| SUBURBANO INTERIOR | NLOS | 2.5 | 22 | 10 |
| SUBURBANO EXTERIOR | NLOS | 7 | 22 | 10 |
| RURAL INTERIOR | NLOS | 5 | 4.5 | 3.5 |
| RURAL EXTERIOR | LOS | 15 | 4.5 | 3.5 |

Tabla 1.7 Ambientes y comportamiento WiMAX [33]

1.5.3.3 Elementos de una red WiMAX

- Estación Base (BS, *Base Station*): Es la radio central que posee la capacidad de transmitir información a cada estación de abonado.
- Estación de Abonado (SS, *Subscribed Station*).
- *Backhaul*: conexión entre estaciones base y estaciones controladoras, también es llamado el *Backbone* de la red inalámbrica.

1.5.3.4 Arquitectura WiMAX

Se destacan dos tipos de modos para las redes WiMAX, las mismas que se estructuran en función a cómo comparten los canales en los enlaces de *downlink* y *uplink* entre estaciones bases y abonados, estos modos son:

- Punto – Multipunto (PMP). Considera a la BS como el único transmisor, esto le permite a través de antenas sectorizadas manejar sectores independientes simultáneamente sin necesidad de coordinar con otras estaciones centrales. Cada una de las estaciones de abonado comparten el enlace *uplink*, considerando que cada estación base podría discriminar el tráfico de cada abonado que se logra mediante el uso de interrogaciones para la asignación del ancho de banda en función de los requerimientos de los abonados, incluso los mensajes pueden ser tratados como *unicast* o *multicast* por parte de la BS.

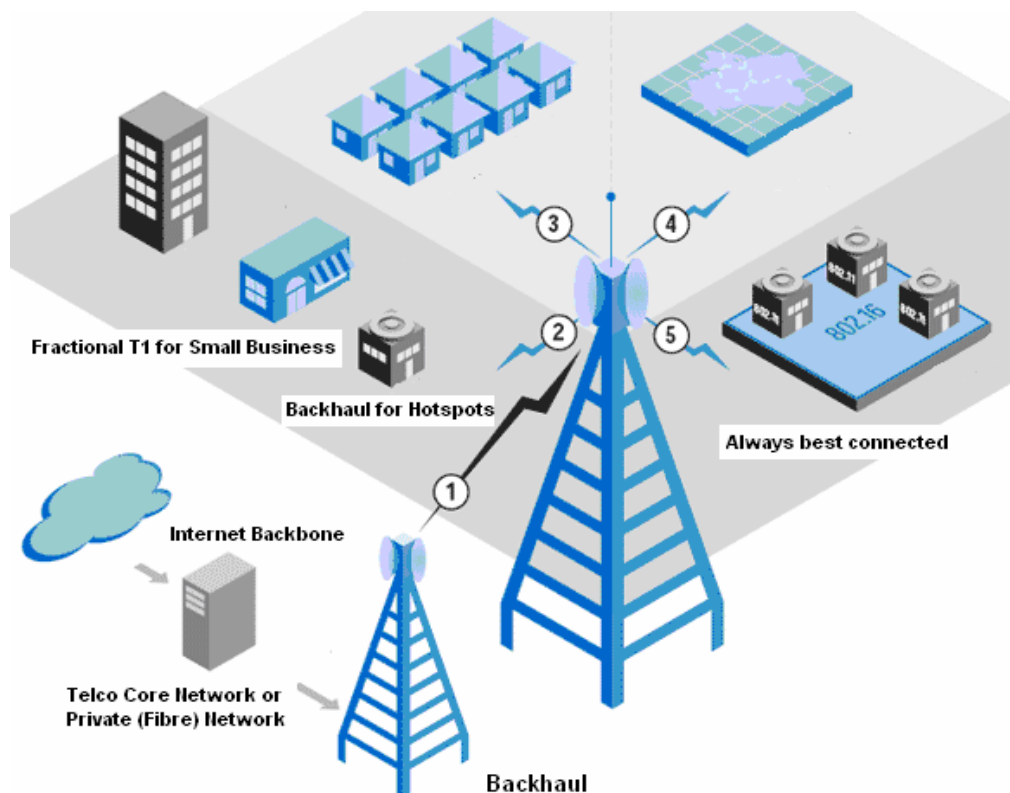


Figura 1.17 Esquema de Red Wi-Max Punto-Multipunto [32]

Los flujos de servicio para cada SS suceden cuando cada SS se encuentra registrada a su respectiva BS. Un flujo de servicio no es más que un mecanismo que permite proporcionar QoS a los enlaces *uplink* y *downlink*, los mismos que son garantizados por la BS. Todo tráfico *uplink* (SS-BS) puede ser tratado como *unicast* o *multicast* en casos de difusión de vídeo, mientras que el tráfico *downlink* (BS-SS) por lo general es *broadcast*.

- Malla. En esta topología el tráfico también es transmitido por las SS, las comunicaciones pueden darse al interior y exterior de una malla, por esta razón los elementos se clasifican en:
 - BS Malla: Para conexiones directas fuera de una malla.
 - SS Malla: Todos los sistemas al interior de la malla.
 - Vecino: Estaciones que poseen conexiones directas entre sí.
 - Vecindario: Conjunto de vecinos.
 - Vecindario Extendido: Contiene todos los vecinos de un vecindario.

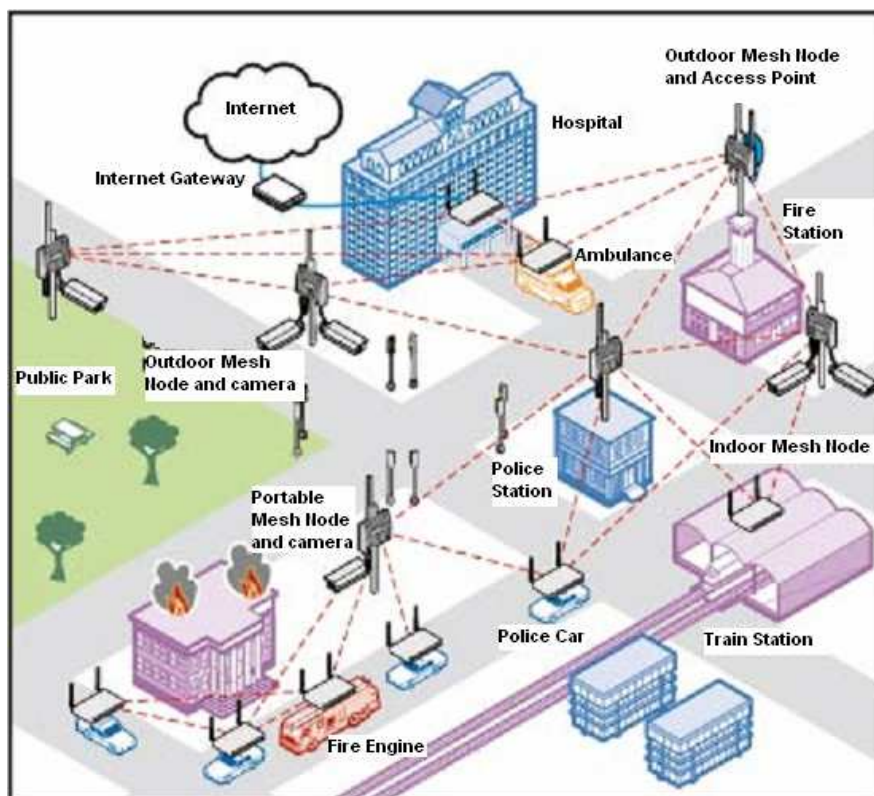


Figura 1.18 Esquema de Red Wi-Max Malla [32]

Para la coordinación en la transmisión de información, se hace uso de la programación distribuida y de la programación centralizada. La programación distribuida consiste en que todos los nodos puedan transmitir información a sus vecinos en un rango de 2 saltos; en cambio, la programación centralizada consiste en la colección de requerimientos de recursos de las SS por parte de la BS en un cierto rango de saltos. La BS determina la cantidad de recursos para cada nodo y envía el mensaje de garantía a cada nodo para que los procesen en el mismo rango de saltos. Un sistema malla es omnidireccional.

1.5.3.5 Seguridades en WiMAX

WiMAX ha sido creado con una solución robusta en materia de seguridad. Proporciona un nivel de control de acceso al medio (MAC) que utiliza un mecanismo de concesión por demanda (*grant-request*) para autorizar el intercambio de datos. El mecanismo permite un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico, así como la utilización de antenas de menor tamaño, y control individual del tráfico de cada usuario. Esto simplifica el soporte de servicios que requieran comunicaciones en tiempo real o aplicaciones de comunicaciones de voz.

La seguridad ha sido uno de los mayores problemas encontrados por los usuarios en las redes de área local inalámbricas. Las versiones iniciales disponían de mecanismos de seguridad poco elaborados y era relativamente sencillo que personas no autorizadas consiguieran el acceso a las redes.

WiMAX propone una serie de características muy completas en materia de seguridad:

- Autenticación de usuario en base a protocolo EAP9.
- Autenticación del terminal por intercambio de certificados digitales que impiden la conexión de terminales no autorizados.
- Cifrado de las comunicaciones utilizando algoritmos como el DES10 o el AES11, mucho más robustos que el *Wireless Equivalent Privacy* (WEP) utilizado inicialmente en las WLAN.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO I

- [1] TOSCANO JIMÉNEZ, Miguel Ángel / GUIJARRO CÓRDOVA, René Fernando. Estudio y Diseño de un ISP para la EPN y de la conectividad entre la EPN y un nodo principal del backbone de Internet. Escuela Politécnica Nacional 2004
- [2] http://es.wikipedia.org/wiki/Web_hosting WEB HOSTING
- [3] http://es.wikipedia.org/wiki/Bucle_local_inal%C3%A1mbrico WWL
- [4] <http://es.wikipedia.org/wiki/MMDS> MMDS
- [5] <http://es.wikipedia.org/wiki/LMDS> LMDS
- [6] <http://www.cenco.com.co> CENCO, Planeación para la implementación de un Servidor de imágenes y Biblioteca Digital, 22 de abril del 2005
- [7] <http://www.abcdatos.com/webmasters/sistema.html> ABCdatos
Programas y tutoriales en castellano, Elección del Servidor – Sistema Operativo
- [8] Microsoft Corporation, MCSE Training Kit: Designing Highly Available Web Solutions with Microsoft Windows 2000 Server Technologies, Charper 7: Capacity Planning, 10 de marzo de 2001
- [9] OSLAKE Morgan, AL-HILALI Hilal, GUIMBELLOT David; Model for Internet Transactions, abril de 1999
- [10] http://es.wikipedia.org/wiki/Serial_ATA Interfaces ATA
http://es.wikipedia.org/wiki/Integrated_Drive_Electronics
- [11] <http://www.abcdatos.com/webmasters/transferecia.htm> ABCdatos
Programas y tutoriales en castellano, Elección del Servidor – Transferencia de datos
- [12] CAICEDO JARAMILLO, María Soledad / YANEZ ANDAGANA, Fernando Isaías. Planificación de un Proveedor de Servicios de Internet y Diseño de su Sistema de Seguridad. Escuela Politécnica Nacional 2002
- [13] <http://www.dcc.uchile.cl/~raparede/cuerpo.vl.00.pdf> Internet Service Provider
- [14] ROA MARÍN, Henry Nelson. Análisis y Optimización de la Infraestructura de un Proveedor de Servicios de Internet que utiliza la tecnología WLAN para clientes corporativos

- [15] <http://www.dcc.uchile.cl/~jpiquer/Internet/DNS/node2.html> The DNS.
- [16] <http://www.webopedia.com/TERM/RADIUS.html> What is RADIUS
- [17] <http://www.webopedia.com/TERM/accounting.html> What is accounting
- [18] http://www.webopedia.com/TERM/n/network_management.html What is network management
- [19] <http://www.csi.map.es/csi/silice/Redges7.html> Arquitecturas de gestión de red
- [20] <http://www.csi.map.es/csi/silice/Redges7.html> Arquitectura TMN
- [21] <http://www.csi.map.es/csi/silice/Redges7.html> Modelo Internet (SNMP)
- [22] The Technical Side of Being an Internet Service Provider, International Technical Support Organization, octubre 1997
- [23] ISP Security Essentials – Best Practice Cisco IOS and Other Techniques to help an ISP Survive in Today’s Internet, version 1.5, 2001
- [24] Dictionary of Internetworking Terms and Acronyms, Cisco Press, 2001

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DEL PROVEEDOR DE SERVICIO ONNET S.A. EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

2.1 INTRODUCCIÓN

Onnet es uno de los mayores proveedores de servicios de Internet en el Ecuador, que ofrece sus servicios en las ciudades de Guayaquil, Quito, Manta y Machala. En el presente proyecto se analizará la infraestructura del ISP Onnet en la ciudad de Quito que se le denominará “Onnet UIO” (en el resto de la redacción).

Los servicios ofrecidos por Onnet UIO son Internet y correo electrónico. El servicio de Internet se ofrece en las siguientes velocidades: 64 kbps (*dial-up*), 128 kbps, 256 kbps y 512 kbps (ADSL y *Wireless*); este servicio se ofrece dentro y fuera del perímetro urbano de la ciudad de Quito, también existen clientes en el cantón Quinindé (provincia de Esmeraldas).

El servicio de correo electrónico se ofrece en capacidades de 10 MBytes de almacenamiento y 1 MByte máximo en el envío de datos adjuntos; este servicio es soportado desde la ciudad de Guayaquil.

La descripción y análisis expuestos en este capítulo permitirán identificar los componentes de la red de Onnet UIO, que necesitan ser cambiados y/o actualizados para fortalecer la infraestructura y ofrecer flexibilidad en cuanto a ampliar la cobertura y mejorar el servicio dentro de la ciudad. Otro objetivo es alcanzar la independencia técnica del nodo principal Onnet GYE (Onnet ciudad de Guayaquil).

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED ACTUAL DE ONNET EN LA CIUDAD DE QUITO

2.2.1 TOPOLOGÍA GLOBAL DE LA RED DE ONNET UIO

En la figura 2.1 se diagraman todos los equipos actuales de la infraestructura del ISP Onnet UIO.

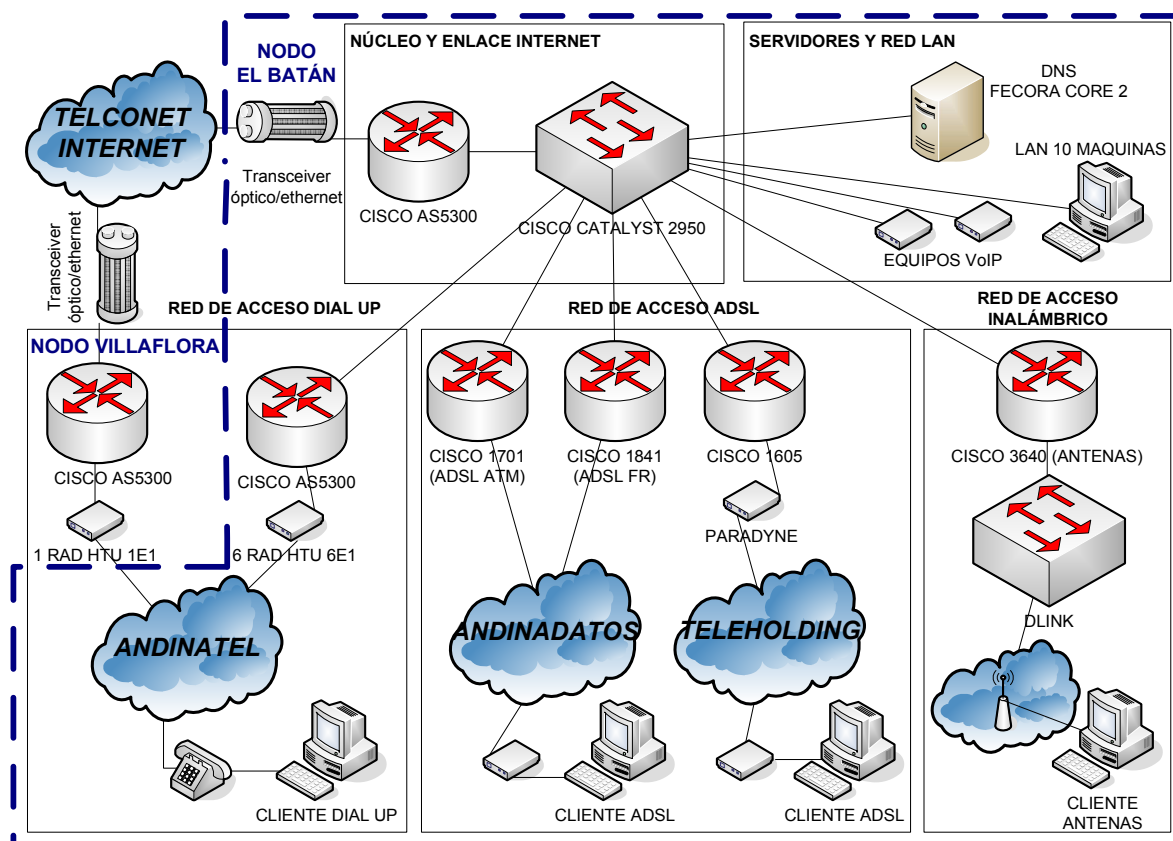


Figura 2.1 Infraestructura de la red Onnet UIO

En la figura 2.1 se observa que la infraestructura de la red Onnet UIO se compone de tres partes principales:

- Núcleo y enlace Internet
- Servidores y red LAN
- Redes de acceso (*dial-up*, ADSL e inalámbrica)

El nodo principal de Onnet UIO se encuentra ubicado en el norte de la ciudad de Quito en el sector de El Batán (Calles Portete y Gonzalo Noriega). Desde este nodo se ofrece el servicio de Internet a través de las tecnologías de acceso: *dial-up*, ADSL y acceso inalámbrico.

Onnet UIO también posee un nodo secundario en el sur de Quito, en el sector de la Villaflora (Av. Maldonado y Alonso de Angulo), para el acceso al servicio de Internet mediante la tecnología *dial-up*, para usuarios ubicados en el sector sur de la ciudad de Quito.

2.2.2 NÚCLEO Y ENLACE A INTERNET

Onnet UIO dispone de una salida a Internet de 6.1 Mbps para enlace de bajada (*Down-Link*) y de 3 Mbps de enlace de subida (*Up-Link*) en el nodo de El Batán, el proveedor de este servicio es Telconet.

El enlace entre Onnet UIO (nodo Batán) – Telconet es por medio de fibra óptica, que a través de un *transceiver* (óptico - ethernet) permite la conexión con una de las interfaces ethernet del *router* CISCO AS5300; este *router* es el *gateway* de salida del nodo de El Batán.

La otra interfaz ethernet del *router* se conecta hacia el *switch* CISCO CATALYST 2950, lo cual permite repartir la salida (hacia Internet) a las diferentes redes de acceso. En la tabla 2.1 se detallan las características de los equipos de núcleo y de enlace a Internet.

La figura 2.2 muestra las estadísticas por hora de tráfico de datos en el nodo de El Batán; las muestras corresponden al tráfico en la interfaz ethernet del *router* CISCO AS5300 que permite el enlace a Internet.

| Equipo | Características |
|-----------------------------------|---|
| <i>Router CISCO AS5300</i> | <ul style="list-style-type: none"> • 2 puertos seriales • 2 puertos Ethernet_10/100/1000 Base-T (RJ-45) • 1 puerto de gestión de consola y 1 auxiliar de red (ambos RJ-45) • Procesador de 750 MHz-RISC • Memoria <i>flash</i> instalada de 128 MB • Conmutación: PPP, X.25 y Ethernet • Software: CISCO IOS |
| <i>Switch CISCO CATALYST 2950</i> | <ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos Ethernet 10 Base-T, Ethernet_100 Base-TX (RJ-45) • 1 puerto de gestión de consola (RJ-45) • Memoria <i>flash</i> instalada 8 Mbytes |

Tabla 2.1 Características de los equipos de núcleo y enlace Internet¹⁸

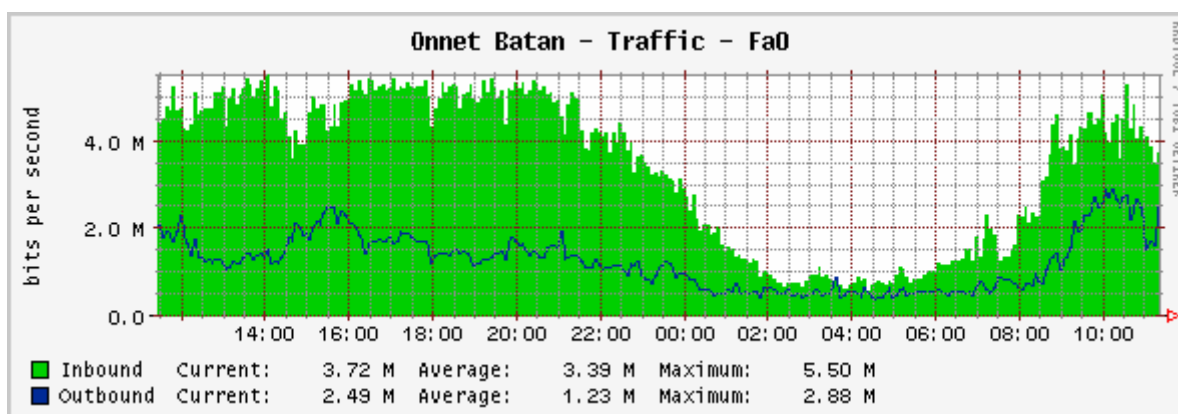


Figura 2.2 Reporte por horas, monitoreo cada 5 minutos [9]

La figura 2.3 ilustra las estadísticas diarias de tráfico, cada muestra es registrada cada 5 minutos. Los reportes en este tipo de monitoreo son cada 30 minutos y corresponden al promedio de las muestras registradas cada 5 minutos.

¹⁸ Para mayores especificaciones de *routers* ver ANEXO A

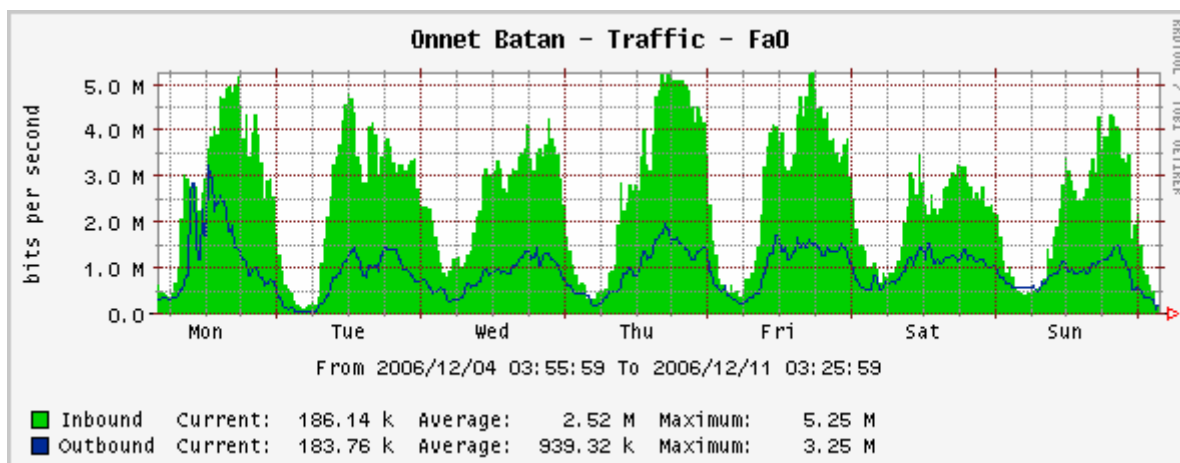


Figura 2.3 Reporte por día, promedio cada 30 minutos [9]

Las figuras 2.4 y 2.5 muestran correspondientemente las estadísticas por semana y por mes. Las muestras para el reporte semanal son registradas cada 2 horas y son el promedio de los promedios registrados cada 30 minutos.

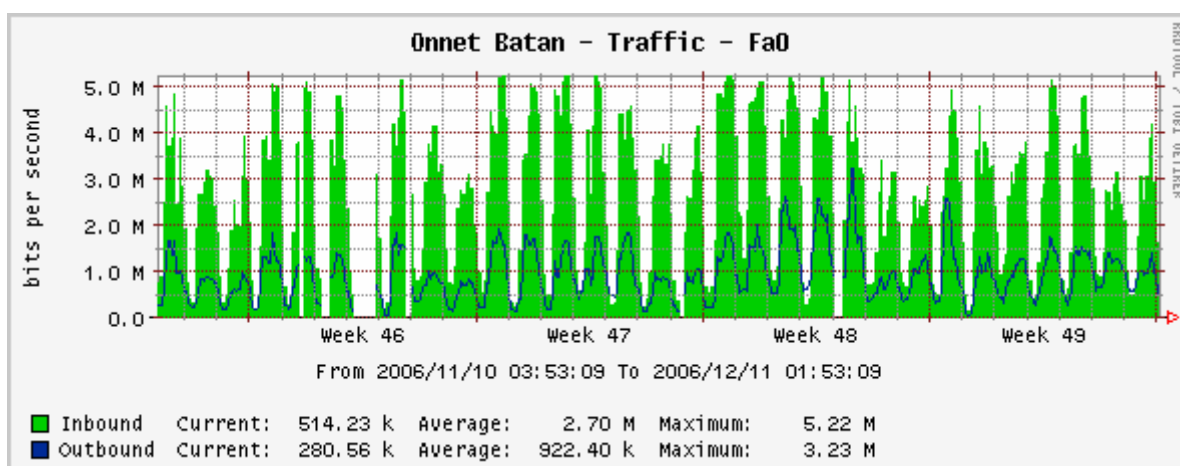


Figura 2.4 Reporte por semana, promedio cada 2 horas [9]

En el reporte mensual el registro de datos es cada día, y cada dato corresponde al promedio de los promedios registrados cada 2 horas.

Cabe señalar que el proveedor de Internet es único, no existe ninguna alternativa de *backup* para cuando falle dicho proveedor, en este caso Telconet.

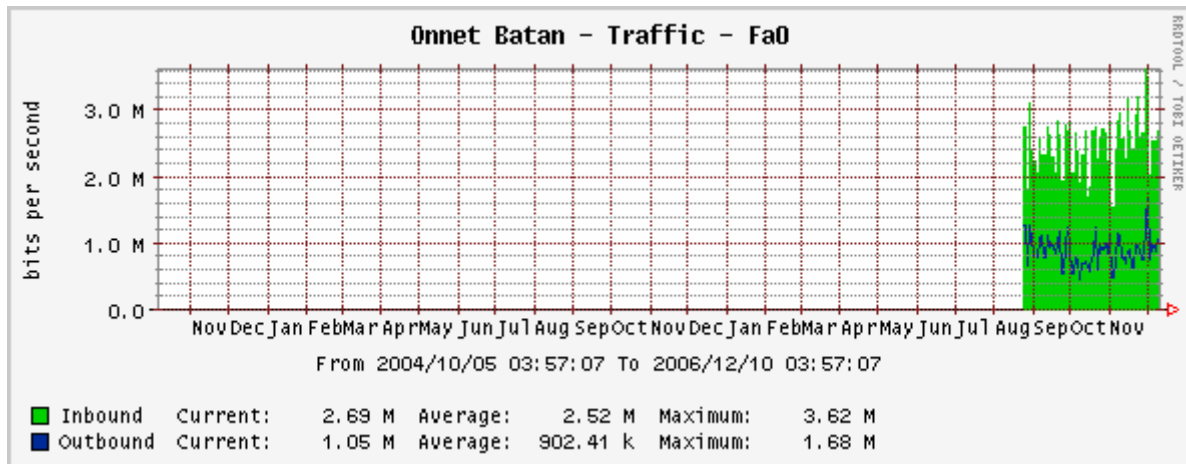


Figura 2.5 Reporte por mes, promedio diario [9]

2.2.3 REDES DE ACCESO

Como se mostró en la figura 2.1 la red del ISP Onnet UIO ofrece servicios de Internet a través de tres redes de acceso; estas redes son:

- Red de acceso *Dial-up*
- Red de acceso ADSL
- Red de acceso inalámbrico

2.2.3.1 Red de acceso *Dial-Up*

Esta red de acceso se describe de la siguiente manera:

Desde el *switch* CISCO CATALYST 2950 se conecta un *router* CISCO AS5300 a través de una de sus interfaces ethernet, ver figura 2.6; a este *router* llegan 6 líneas dedicadas E1 (2.048 Mbps), proporcionadas por Andinatel.

Cada línea dedicada permite la conexión de 30 usuarios simultáneos, dando como resultado la operación de 180 usuarios *dial-up* simultáneos dentro del ISP en el nodo de El Batán.

Como se mencionó anteriormente, el sector de la Villaflora (Sur de Quito), Onnet UIO posee un nodo para conexión de usuarios *dial-up*. Se tiene contratada una línea dedicada E1 al proveedor Andinatel.

En la localidad de la Villaflora existe un *router* CISCO AS5300, este equipo permite el enlace entre la línea dedicada E1 y el proveedor de Internet Telconet como se muestra en la figura 2.6.

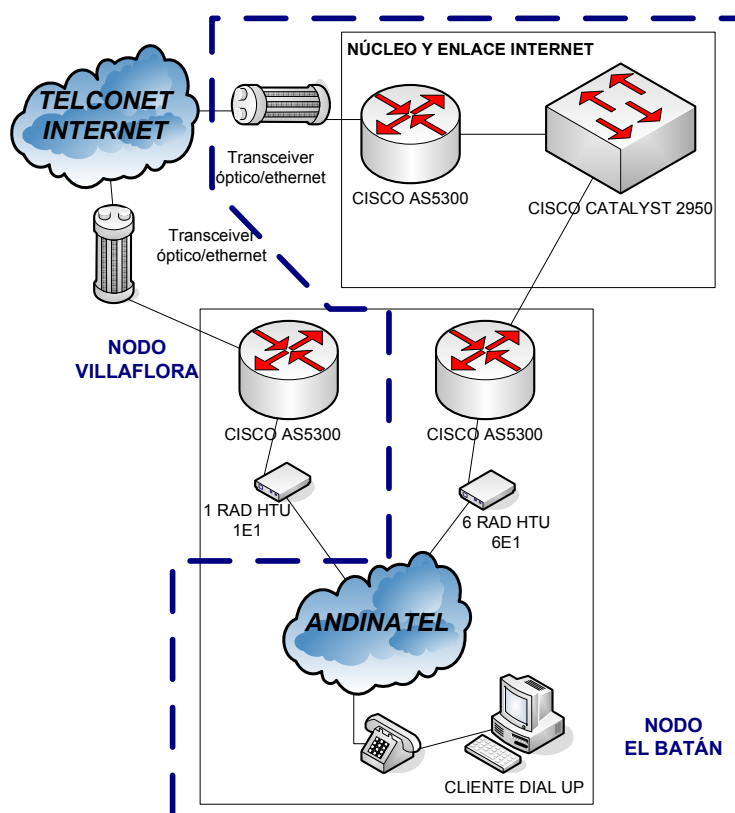


Figura 2.6 Equipos utilizados en la red de acceso *Dial-Up*

Las características de los *routers* CISCO AS5300 para el acceso *dial-up* son las mismas que se detallaron en la tabla 2.1, sin embargo, el *router* CISCO AS5300 de acceso *dial-up* presente en el nodo de El Batán tiene una diferencia y es la presencia de 8 puertos ethernet y no de solo 2 puertos como los otros 2 *routers*.

Cada cliente *dial-up* adquiere un nombre de usuario y contraseña mediante la compra de tarjetas prepagos o kits especiales.

En los sistemas de comunicación *dial-up* deben existir modems colocados en ambos extremos del sistema, en este caso los extremos son la red del ISP y la red del cliente. Los modems convierten la señal digital en analógica y la transportan sobre la red telefónica.

Onnet UIO en su red de acceso *dial-up* posee 6 modems RAD HTU – E1L en el nodo de El Batán y 1 en el nodo de la Villaflora. A cada modem llega una línea dedicada E1 y sale una conexión ethernet hacia el respectivo *router* CISCO AS5300.

Las características básicas del modem RAD HTU – E1L se detallan en la tabla 2.2.

| Equipo | Características |
|---------------|--|
| RAD HTU – E1L | <ul style="list-style-type: none"> • Una interfaz E1 (2.048 Mbps) con línea de código HDB-3 con CRC-4 • Un puerto ethernet (conector RJ45) • Dos interfaces balanceadas para conector BNC • Un puerto de supervisión de interfaz V.24/RS-232 |

Tabla 2.2 Características básicas del MODEM RAD HTU – E1L [1]

2.2.3.2 Red de Acceso ADSL

Para este tipo de acceso, el ISP tiene dos proveedores de última milla, Andinadatos y Teleholding.

Acceso ADSL por Andinadatos: Andinadatos posee dos tipos de redes conmutadas, que son la red ATM y la red Frame Relay.

Para el acceso a este tipo de servicio, el ISP dispone de dos *routers*, para los dos tipos de redes mencionadas. Estos dos *routers* (CISCO 1700 para ATM y CISCO 1841 para Frame Relay) se conectan al *switch* CISCO CATALYST 2950, como se muestra en la figura 2.7.

Además cabe destacar, que los clientes ADSL a través de Andinadatos son clasificados en dos categorías: clientes *HOME* y clientes *PLUS*. Los clientes *HOME* tienen una compartición de canal de 1 a 16, mientras que los clientes *PLUS* tienen una compartición de 1 a 4.

Onnet UIO tiene contratada una capacidad de canal de 1.5 Mbps al proveedor Andinadatos.

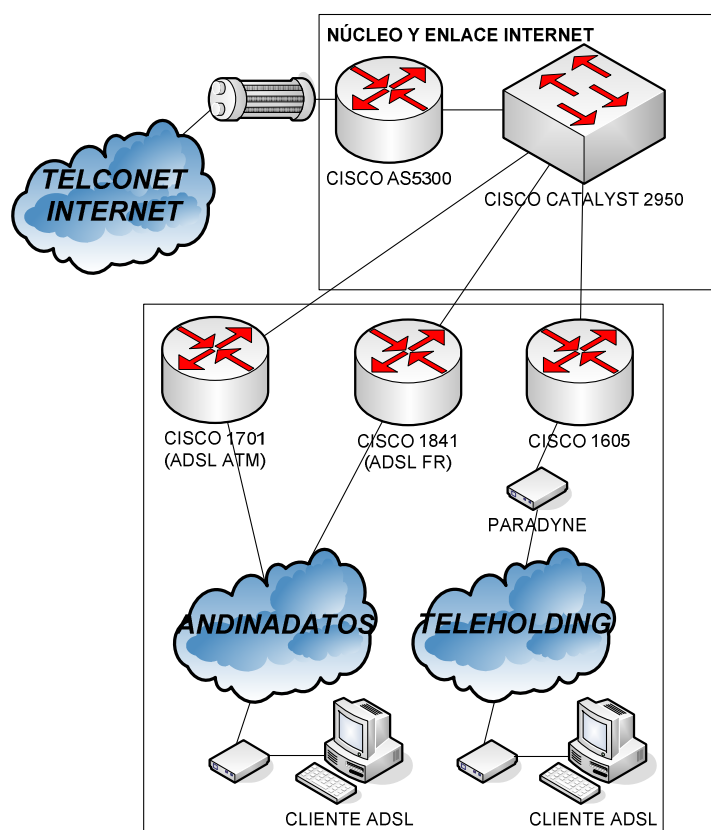


Figura 2.7 Equipos utilizados en la red de acceso ADSL

Los equipos de la red de acceso ADSL mostrados en la figura 2.7 son: los *routers* CISCO 1701, CISCO 1841, CISCO 1605 y PARADYNE NetVanta 3430; las características de estos equipos se detallan en la tabla 2.2.

| Equipo | Características |
|--|---|
| <i>Router</i> CISCO 1701 | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: modem DSL • 1 puerto para modem ADSL y 1 para modem ISDN BRI • 1 puertos Ethernet 10 Base-T /100 Base-TX (RJ-45) • 1 puerto de gestión de consola y 1 auxiliar de red (RJ-45) • Memoria <i>flash</i> instalada de 32 MBytes • Interconexión: Ethernet, Fast Ethernet e ISDN • Software: CISCO IOS |
| <i>Router</i> CISCO 1841 | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: enrutador • 2 puertos Ethernet 10 Base-T /100 Base-TX (RJ-45) • 1 puerto de gestión de consola y 1 auxiliar de red (ambos RJ-45) • Memoria <i>flash</i> instalada de 32 MBytes • Interconexión: Ethernet y Fast Ethernet • Software: CISCO IOS |
| <i>Router</i> CISCO 1605 | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: enrutador • 2 puertos Ethernet 10 Base-T (RJ-45) • 1 puerto Ethernet AUI (DB-15) • 1 puerto de gestión de consola (RJ-45) • Memoria <i>flash</i> instalada de 16 MBytes • Conmutación: PPP, X.25, Frame Relay, Ethernet • Software: CISCO IOS |
| <i>Router</i> PARADYNE NetVanta 3430 [2] | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Router</i> de acceso y <i>firewall</i> • 2 puertos 10/100 Base-T (RJ-45) • Utilizado en redes MPLS, Frame Relay, ADSL, acceso a Internet y VPN |

Tabla 2.3 Características de los equipos de la red de acceso ADSL¹⁹

¹⁹ Para mayores especificaciones de *routers* ver ANEXO A

Acceso ADSL por Teleholding: Teleholding provee servicios de *carrier* a Onnet UIO, con el objetivo de proporcionar la última milla a clientes con necesidades de mayor ancho de banda. Para ello el ISP se conecta a la red de Teleholding a través de un *router* PARADYNE; este *router* se conecta al *router* CISCO 1605 y éste a su vez se conecta al *switch* CISCO CATALYST 2950.

La tecnología sobre la cual trabaja el proveedor Teleholding es Frame Relay y el nivel de compartición del canal es 1 a 1. Onnet UIO tiene contratada una capacidad de canal de 5.38 Mbps con este proveedor.

2.2.3.3 Red de Acceso Inalámbrico

Onnet UIO posee su propia infraestructura inalámbrica, para proveer Internet de banda ancha a los usuarios comprendidos desde el sector de El Batán hasta el sector de El Girón.

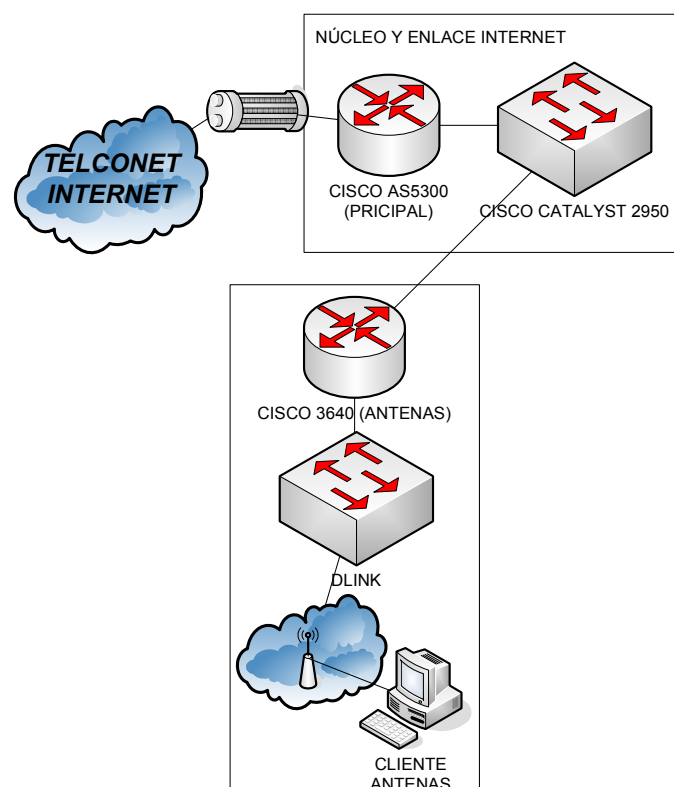


Figura 2.8 Componentes de la red de acceso inalámbrico a Onnet UIO

Como se muestra en la figura 2.8, Onnet UIO posee un *router* CISCO 3640 conectado al *switch* CISCO CATALYST 2950 a través de una de sus interfaces ethernet, mientras que la otra interfaz ethernet del *router* CISCO 3640 se conecta a un *switch* D-Link DGS-1024D al cual se conectan los respectivos *access point* de la red de acceso inalámbrico.

En la sección 2.3 de este capítulo se explica con mayores detalles la infraestructura de la red de acceso inalámbrico y en la tabla 2.4 se mencionan las características los equipos de la red inalámbrica ilustrados en la figura 2.8.

| Equipo | Características |
|--------------------------------|---|
| <i>Router</i> CISCO 3640 | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: enrutador • 1 puertos Ethernet 10 Base-T (RJ-45) • 1 puerto Ethernet AUI (DB-15) • 1 puerto de gestión de consola y 1 auxiliar de red (ambos RJ-45) • Memoria <i>flash</i> instalada de 16 MBytes • Interconexión: Ethernet y Fast Ethernet • Software: CISCO IOS |
| <i>Switch</i> D-Link DGS-1024D | <ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos Ethernet: 10 Base-T, 100 Base-TX, 1000 Base-T. • Velocidad de transferencia: 1 Gbps |

Tabla 2.4 Características de los equipos de la red de acceso inalámbrico²⁰

2.3 DESCRIPCIÓN DEL *BACKBONE* INALÁMBRICO DE ONNET EN LA CIUDAD DE QUITO

La red de acceso inalámbrico consiste en un *backbone* con equipos de transmisión ubicados en tres puntos estratégicos del nor-orienté de la ciudad de Quito a los cuales se les denomina Nodos de Acceso Inalámbrico (NAI).

²⁰ Para mayores especificaciones de *routers* ver ANEXO A

Los NAI del *backbone* inalámbrico son:

NAI 1: Edificio Onnet, Gonzalo Noriega y Portete sector El Batán.

NAI 2: Edificio Millenium, Av. Eloy Alfaro y Portugal.

NAI 3: Edificio El Girón, Av. 12 de Octubre y Veintimilla, sector de El Girón.

NAI 1: En este nodo existen 3 *Access Points* (APs²¹) conectados a un *switch* D-Link DES-1008D de 8 puertos, como se muestra en la figura 2.9. El *switch* D-Link DES-1008D se encuentra conectado en cascada con el *switch* D-Link DGS-1024D mostrado en la figura 2.8.

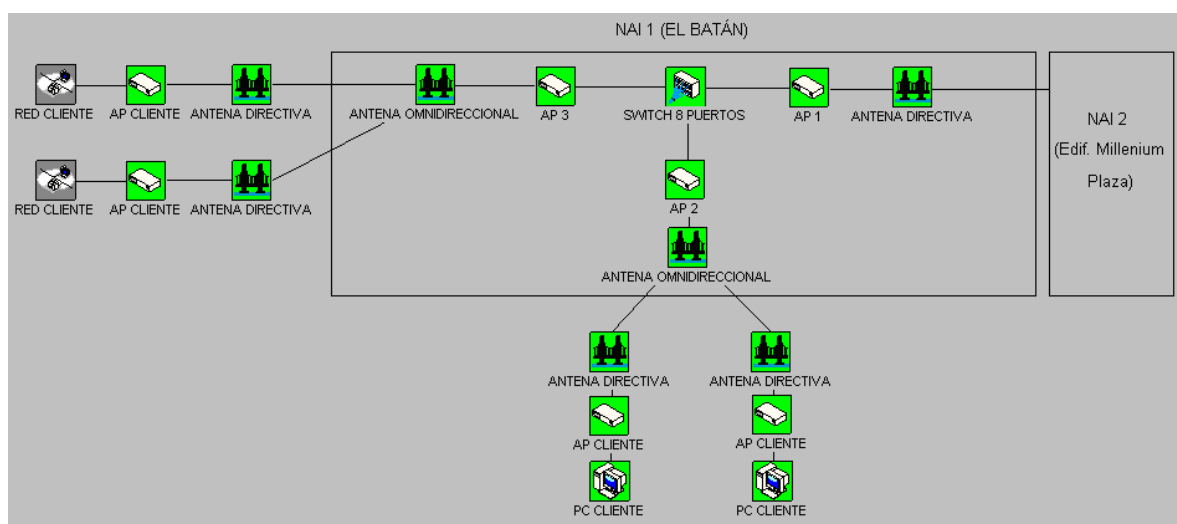


Figura 2.9 Nodo de Acceso Inalámbrico 1, ubicado en El Batán [10]

Desde el *switch* D-Link DES-1008D se encuentran conectados 3 APs y cada uno de éstos tienen las siguientes funciones:

AP 1: es un AP “Orinoco AP 4000” que junto con una antena direccional y su respectiva grilla permite extender la conexión inalámbrica hacia el NAI 2. La frecuencia de operación en esta conexión es de 2.8 GHz.

²¹ APs.- Indica el plural de AP. AP son las siglas de *Access Point*.

AP 2: es un AP “Qpcom – WA2526” que junto con una antena omnidireccional proporciona el servicio de Internet a dos clientes, cada uno de ellos recibe la señal a través de antenas directivas con sus respectivas grillas y APs colocados en sus localidades.

Los clientes conectados al AP2 se encuentran en un radio promedio de 500 metros. Cada cliente posee una antena directiva y un AP “Qpcom – WA2526” para recepción de la señal.

AP 3: (Qpcom - WA2526) similar al AP 2, complementado con una antena omnidireccional proporciona el servicio a dos clientes en un radio no mayor de 300 metros. Cada cliente posee una antena directiva y un AP (Qpcom – WA2526) para recepción de la señal.

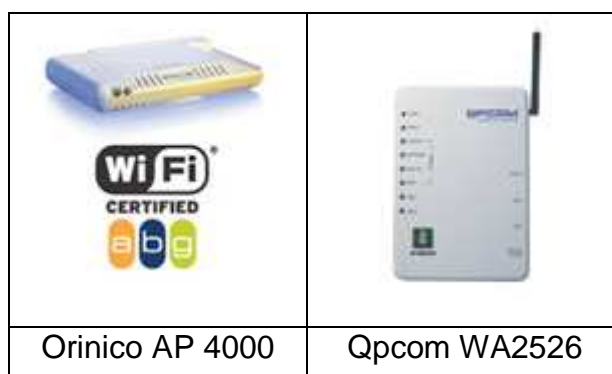


Figura 2.10 APs del Nodo de Acceso Inalámbrico 1 [3] y [4]

Los equipos del Nodo de Acceso Inalámbrico 1 se detallan en la tabla 2.4.

NAI 2: En este nodo también se dispone de un *switch* D-Link DES-1008D, al cual se conectan 4 APs y un cliente LAN, ver figura 2.11. Los AP cumplen las siguientes funciones:

AP1: este AP “Orinoco AP 4000” complementado con una antena directiva y su respectiva grilla permite la conexión inalámbrica con el NAI 1. La señal

receptada (en la frecuencia de 2.8 GHz) es distribuida a través del *switch* D-Link DES-1008D.

| Equipo | Características |
|-------------------------------------|--|
| Switch D-Link DES-1008D | <ul style="list-style-type: none"> 8 puertos Ethernet: 10 Base-T, 100 Base-TX. Velocidad de transferencia: 100 Mbps |
| Access Point Orinoco AP 4000 [3] | <ul style="list-style-type: none"> Estándares: IEEE 802.11 b/g, a y e Seguridad: RADIUS y AES |
| Access Point Qpcom – WA2526 [4] | <ul style="list-style-type: none"> Estándares: IEEE 802.11 b/g Cobertura: 100 – 400 m Seguridad: WEP y WPA Modos de operación: <i>gateway</i>, <i>bridge</i> y <i>wireless</i> ISP |

Tabla 2.5 Características de los equipos empleados en el NAI 1

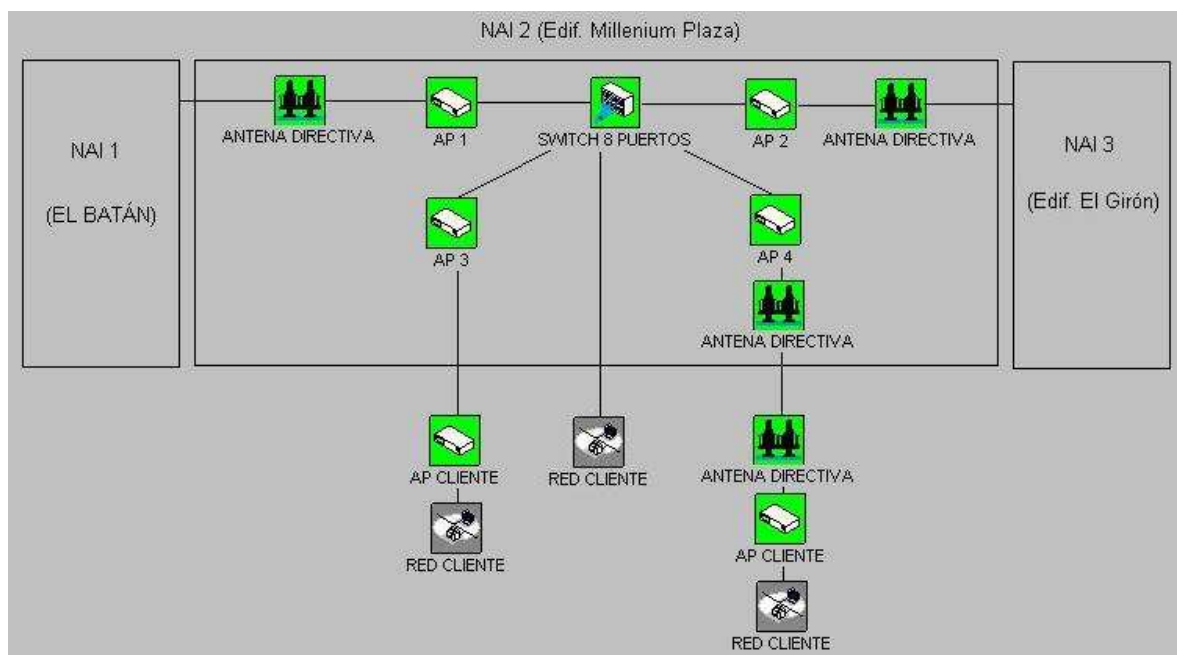


Figura 2.11 Nodo de Acceso Inalámbrico 2, ubicado en el Edif. Millennium Plaza
[10]

AP2: este AP "AIRMUX – 200" permite extender la señal hacia el NAI 3; la frecuencia de operación para este enlace es de 5.8 GHz.

AP3: este AP "Motorola Canopy" permite la conexión con un cliente que se encuentra aproximadamente a 2 km; este cliente debe tener su respectivo AP "Motorola Canopy".

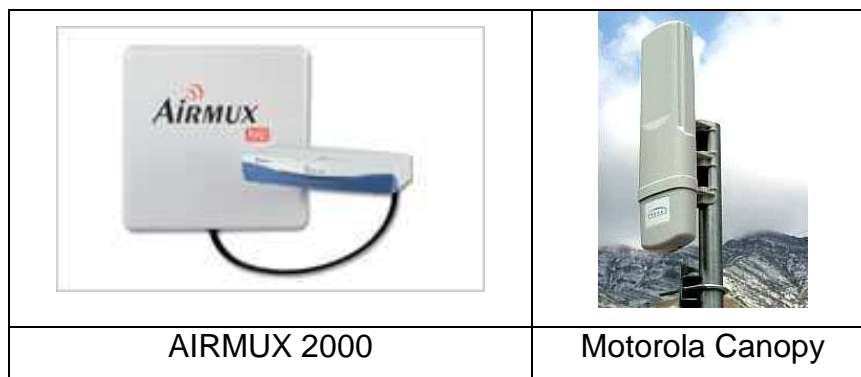


Figura 2.12 APs del Nodo de Acceso Inalámbrico 2 [5] y [6]

En la tabla 2.6 se especifican los *access point* AP2 y AP3, el resto de equipos ya se han detallado en la tabla 2.5.

| Equipo | Características |
|---|--|
| <i>Access Point</i> AIRMUX 200 [5] | <ul style="list-style-type: none"> • Configuración: punto - punto • Velocidades de transmisión: 48 Mbps • Alcance: 80 km (50 millas) • Frecuencias de operación: 5.7 – 5.85 GHz (FCC), 5.25 – 5.35 GHz (ETSI), 5.4 – 5.7 GHz (FCC), 4.9 y 2.4 GHz (ETSI y FCC) |
| <i>Access Point</i> Motorola Canopy [6] | <ul style="list-style-type: none"> • Configuración: punto – punto y punto – multipunto • Velocidades de transmisión: 7.5 Mbps (punto – multipunto), 14 Mbps (punto – punto) • Alcance: 24 km (punto – multipunto), 56 km (punto – punto) • Frecuencias de operación: 2.4 GHz |

Tabla 2.6 Características de los equipos empleados en el NAI 2

AP4: este AP “Qpcom - WA2526”, también se conecta con otro cliente que se encuentra aproximadamente a 300 metros del NAI 2; este cliente cuenta también con un AP “Qpcom - WA2526” para recepción de la señal.

NAI 3: Este nodo es similar al NAI 2, consta de un *switch* D-Link DES-1008D de 8 puertos al que se conectan 3 APs y 3 clientes LAN como se muestra en la figura 2.13.

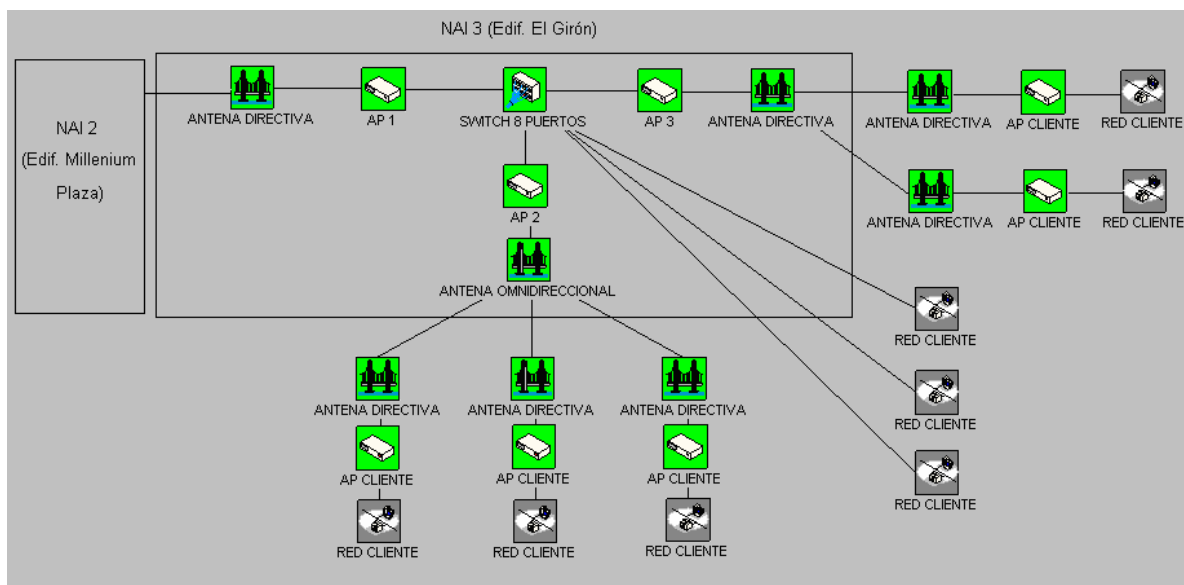


Figura 2.13 Nodo de Acceso Inalámbrico 3, ubicado en el Edif. El Girón [10]

Las funciones de los AP del NAI 3 se especifican a continuación.

AP1: este AP (AIRMUX - 200) recibe la señal proveniente del NAI 2, operando en la frecuencia de los 5.8 GHz; la señal receptada es distribuida a través del *switch* D-Link DES-1008D.

AP2: este AP “Orinoco AP 4000” que junto con una antena omnidireccional permite distribuir el servicio a 3 clientes, que se encuentran aproximadamente a unos 500 metros de radio; cada cliente debe disponer de un AP “Orinoco AP 4000” junto con una antena directiva.

AP3: este AP es un “Qpcom - WA2526”, tiene una antena omnidireccional que distribuye el servicio a 2 clientes que se encuentran dentro de un radio de 100 metros aproximadamente; cada cliente posee un equipo “Qpcom - WA2526” junto con una antena direccional.

En la figura 2.14 se ilustra el *Backbone* Inalámbrico completo que dispone el ISP.

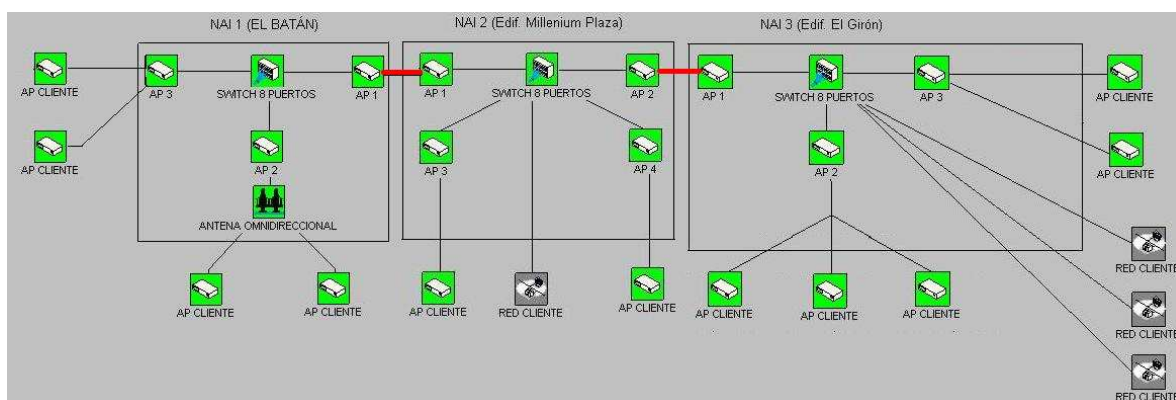


Figura 2.14 *Backbone* Inalámbrico Onnet UIO [10]

2.4 DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA RED ONNET Y REQUERIMIENTOS ACTUALES DE ONNET EN LA CIUDAD DE QUITO

A continuación se presenta un diagnóstico de la red del ISP basado en datos e información proporcionada por la empresa, así como un análisis de la demanda de Internet de banda ancha en la ciudad de Quito.

2.4.1 COBERTURA

Onnet UIO tiene una cobertura aceptable dentro de la ciudad de Quito, pero sus diferentes redes de acceso no cubren algunas zonas estratégicas del Distrito Metropolitano, principalmente la red inalámbrica que solo cubre una parte del sector nor-oriente de la ciudad.

En lo referente al acceso *Dial-Up* y ADSL, ambos tipos de acceso limitan su cobertura en función del alcance de sus proveedores de última milla que son Andinatel, Andinadatos y Teleholding, que en la ciudad de Quito tienen una gran cobertura en las zonas comerciales del centro-norte de la ciudad.

Además se ofrece el servicio de acceso ADSL en la provincia de Esmeraldas, por el alcance de la red telefónica de Andinadatos.

2.4.2 SERVIDORES

Todo ISP debe tener un mínimo banco de servidores como: DNS, Administración-Monitoreo, Autenticación-Facturación, Correo Electrónico, Seguridad, *Web Hosting*, *Web Caché*, etc. para proporcionar ciertos servicios indispensables a sus clientes.

El ISP Onnet UIO posee un único servidor de DNS; los servidores de Autenticación-Facturación, de Correo Electrónico y WEB se encuentran en la ciudad de Guayaquil (Onnet GYE).

Onnet UIO mantiene una dependencia técnica con Onnet GYE, y esto se convierte en un limitante para la creación de cuentas de correo a nuevos clientes, en razón de que lo hace un operador en Guayaquil a partir de una solicitud vía *e-mail* o telefónica.

También se generan mayores tiempos de retardo en la conexión de los clientes *dial-up* (por la ubicación geográfica del servidor de autenticación) y en muchos casos no logran completar la conexión, y en consecuencia se deteriora la disponibilidad del servicio en Quito de manera general.

2.4.3 ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD

La administración de la infraestructura de red de Onnet UIO se la realiza desde las computadoras de los supervisores del departamento técnico, desde las cuales se realizan accesos a *routers*, equipos del *backbone* inalámbrico y gestión de contraseñas e inventario de equipos en hojas de cálculos (Excel).

Las tareas de administración que se realizan son:

- Monitoreo del estado de los *routers*.
- Comprobación de conectividad entre *routers* y cliente.
- Comprobación de conectividad de los equipos del *backbone* inalámbrico.
- Supervisión estadísticas de tráfico obtenidas del programa MRTG (*Multi Router Traffic Grapher*).
- Revisión de saldos, nombres y contraseñas de los clientes *dial-up*.

Pese a las tareas de administración comentadas, cabe recalcar que Onnet UIO utiliza versiones de prueba de consolas NMS (*Network Management System*) y esto evita el uso de todas las funcionalidades de las mismas; es decir, en muchos casos solo realizan comprobaciones de conectividad en base a la herramienta *ping*²² cuyos resultados son muy básicos.

Refiriéndose a seguridades, existen contraseñas de acceso a los diferentes equipos del nodo como *routers*, equipos de la red de acceso inalámbrico y aplicaciones especiales de gestión. Estas contraseñas son gestionadas únicamente por el personal del departamento técnico de Onnet UIO.

²² Ping.- Herramienta para probar la conexión mediante el envío y recepción de paquetes ICMP (*Internet Control Message Protocol*).

Respecto a la red de acceso inalámbrico, la seguridad entre el cliente y el punto de acceso es a través del SSID (*Service Set Identifier*) que es de conocimiento exclusivo del personal del departamento técnico.

Las tareas de administración y seguridad son muy básicas para una infraestructura de la dimensión de un ISP y no son manejadas con completa formalidad; es decir, no existe un conjunto de políticas, procedimientos de buen uso de la red, planes de acción preventiva – correctiva y penalidades.

2.4.4 INTRANET

La red LAN del ISP cuenta con un total de 10 PCs²³ y un servidor DNS. Las PCs por lo general son para trabajos individuales del personal de Onnet UIO (gerentes, jefes, supervisores técnicos, secretarias, contabilidad, facturación).

A continuación se indicará de manera general el tipo de aplicaciones que ejecuta el personal de Onnet UIO en sus respectivas computadoras.

Gerentes. Las actividades más relevantes son: el manejo de correo electrónico y el uso de Internet, se tienen 2 PCs por la existencia de 2 gerentes.

Departamento Técnico. Las PCs de este departamento suman un total de 3; en estas PCs los supervisores realizan tareas tales como: monitoreo de *routers*, equipos del *backbone* inalámbrico, acceso a una aplicación WEB (servicio levantado en la ciudad de Guayaquil) para comprobación de saldos, nombres de usuarios y contraseñas de los clientes *dial-up*.

En cada PC se tiene levantado de manera incipiente un servidor VPN (*Virtual Private Network*), lo que permite la conexión remota de cada

²³ PC.- Abreviación de *Personal Computer* en inglés. En español es Computadora Personal.
PCs.- Utilizado para expresar PC en plural.

supervisor (3 supervisores) desde sus hogares (clientes VPN) para realizar monitoreos durante los fines de semana y noches de todos los días.

Las herramientas de monitoreo utilizadas son los comandos y opciones típicas del sistema operativo de los PCs y dispositivos de *networking* del ISP. También se utilizan consolas NMS cuyas versiones son de prueba (válidas por tiempo limitado).

Las versiones de prueba de las NMS no permiten la obtención de información más precisa de la operación de los dispositivos y de la cobertura de monitoreo (existe un límite de equipos a monitorear).

Entre otras actividades se encuentran el manejo de correo electrónico, Internet y tareas comunes de cualquier PC (uso de procesadores de texto y hojas de cálculo).

Contabilidad – Facturación. Las PCs para estas actividades suman un total de 4; estas PCs se conectan a través de Internet a una aplicación de contabilidad que se encuentra en la ciudad de Guayaquil. Entre otras actividades se encuentran el manejo de correo electrónico, Internet y tareas comunes de cualquier PC.

Actualización del Portal Web. Para esta tarea existe una sola PC y se utiliza servicios FTP; la actualización es remota debido que el servidor Web se encuentra presente en la ciudad de Guayaquil.

También se considera como una aplicación adicional en la intranet de Onnet, el uso de VoIP, la cual les permite la comunicación con el nodo Onnet GYE.

2.4.5 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO

Para explicar este punto, se detallarán las direcciones IP e interfaces utilizadas en los diferentes equipos de la red del ISP.

Router Principal. Permite la conexión con el proveedor de Internet “Telconet”. Las interfaces utilizadas por este *router* (CISCO AS5300) son dos Fast-Ethernet, una de estas interfaces se conecta hacia un *transceiver* óptico para la conexión mediante fibra óptica hacia la red de “Telconet”; Onnet UIO dentro de la red de Telconet se identifica con la dirección 201.218.14.67.

La otra interfaz Fast-Ethernet se conecta al *switch* CISCO CATALYST 2950 y los otros *routers* de la red Onnet UIO apuntan a este *router* CISCO AS5300 como *gateway* de salida; la dirección en esta interfaz es 200.110.88.1 como se indica en la figura 2.15.

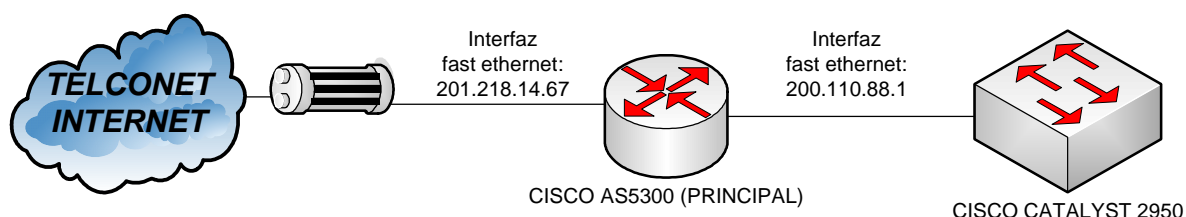


Figura 2.15 Direcciones IP de las interfaces fast-ethernet del *Router* de enlace a Internet

Router de Acceso ADSL Frame Relay. Este *router* permite el acceso a clientes ADSL; estos clientes utilizan la infraestructura Frame Relay de Andinadatos. La dirección IP de este *router* dentro de la red de Onnet UIO es 200.110.88.3, encontrándose en la misma red lógica con el *router* CISCO AS5300 como se indica en la figura 2.16.

Además cabe mencionar que se asigna una subred IP a cada circuito Frame Relay y cada circuito Frame Relay corresponde a un cliente. Los clientes ADSL

se encuentran dentro una red 192.168.60.0 con una máscara 255.255.255.252, o de la red 192.168.45.0 con una máscara 255.255.255.252; indistintamente un nuevo cliente puede ser configurado en cualquiera de esas redes.

La configuración de direcciones para cada cliente consiste en una subred con cuatro direcciones IP: dirección de red, *broadcast*, *gateway* y la dirección del modem ADSL instalado en el lado del cliente. En esta configuración se tienen solo dos direcciones IP utilizables la dirección de *gateway* y la dirección del modem.

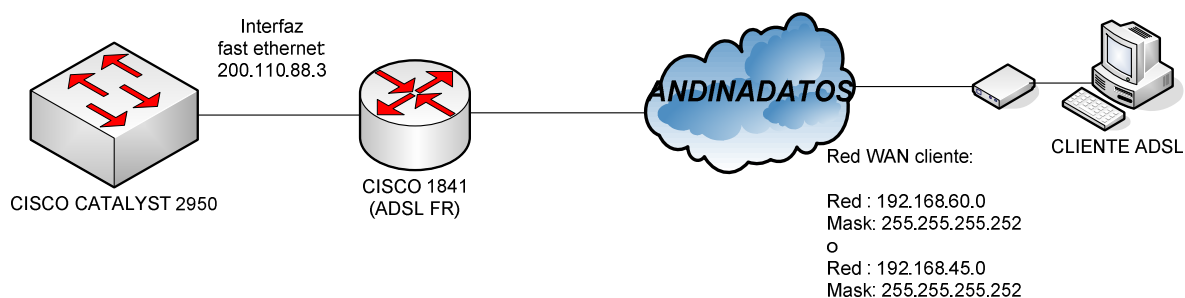


Figura 2.16 Direcciones IP en la red de acceso ADSL sobre Frame Relay

Router de Acceso ADSL ATM. Las funciones de este *router* son similares al *router* de acceso ADSL Frame Relay, con la diferencia que hace uso de la infraestructura ATM de Andinadatos. La dirección IP de este *router* dentro de la red LAN es 200.110.88.4, también se asigna una dirección IP al circuito PVC ATM, con los mismos criterios del circuito Frame Relay explicado anteriormente.

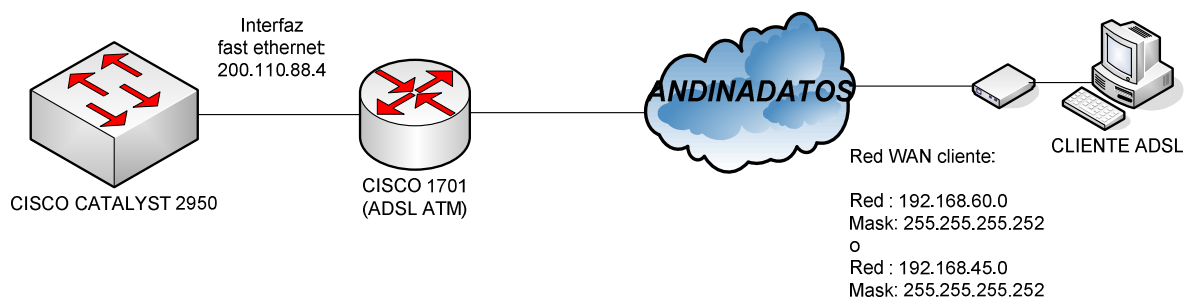


Figura 2.17 Direcciones IP en la red de acceso ADSL sobre ATM

Router de Acceso ADSL por Teleholding. El esquema de direccionamiento es reservado por el proveedor, respecto al enlace de última milla con el cliente; sin embargo el *router* para el acceso al servicio de Internet tiene la dirección 200.110.88.137, dentro de la red de Onnet UIO.

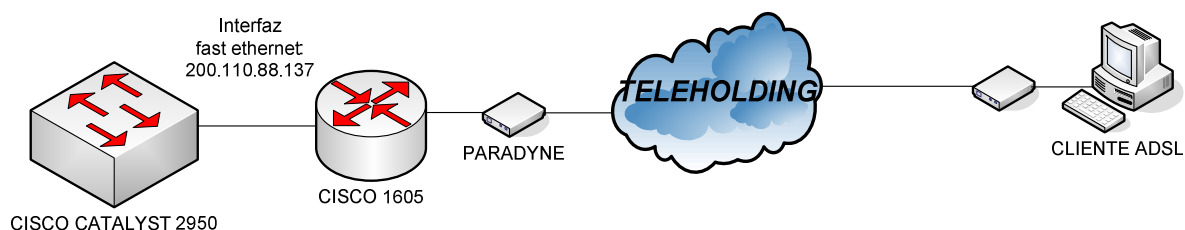


Figura 2.18 Dirección IP del *Router* ADSL Teleholding dentro de la red Onnet UIO

Router de Acceso Dial-Up. Se tienen dos *routers* para este tipo de acceso, uno ubicado en el sector de “La Villaflora” (Sur de Quito) y el otro en el nodo de “El Batán” (Norte de Quito).

La conexión del *router* presente en el nodo de “La Villaflora” tiene una conexión similar al del *router* principal CISCO AS5300 del nodo “El Batán”; es decir, el *router* se conecta directamente con el proveedor “Telconet” por medio de fibra óptica.

Este *router* tiene la dirección 201.218.7.11 dentro de la red del proveedor; los clientes *dial-up* obtienen una dirección IP a partir de un servidor DHCP del *router*.

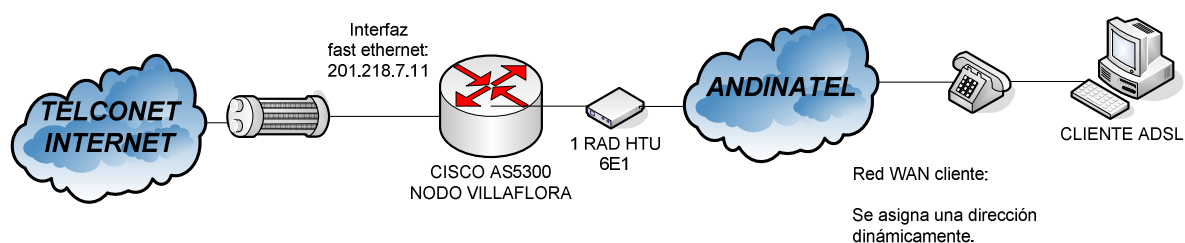


Figura 2.19 Direccionamiento en la red de acceso *Dial-Up*, nodo Villaflora

El *router* para conexión de clientes *dial-up* presente en el nodo de “El Batán”, se conecta de manera similar como los *routers* de acceso ADSL; la dirección IP de este *router* es 200.110.88.2, y los clientes obtienen una dirección a partir de un servidor DHCP del *router*.

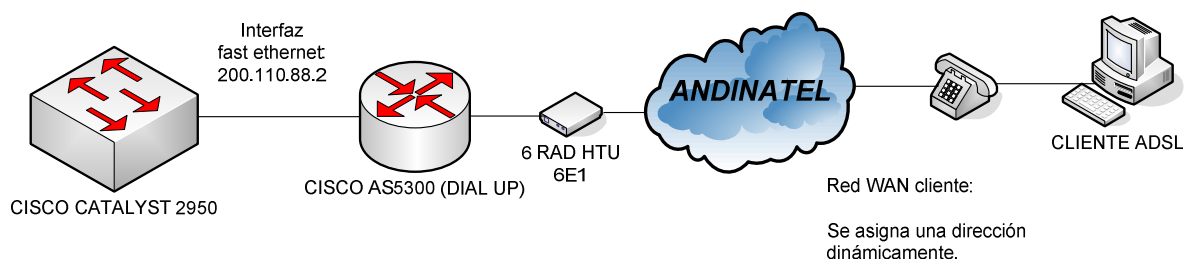


Figura 2.20 Direccionamiento en la red de acceso *Dial-Up*, nodo El Batán

Router de Acceso Inalámbrico. Este *router* tiene la dirección 200.110.88.9 en la interfaz que se conecta hacia el *switch* CISCO CATALYST 2950, ubicándose en la misma red del *router* principal CISCO AS5300.

El *router* de acceso inalámbrico también tiene la dirección 192.168.1.1 en su otra interfaz fast-ethernet para la conexión con la red de antenas y red LAN del ISP. Para la comunicación entre los *access point* de la red inalámbrica se tiene estructurada la red 15.1.1.0 con máscara 255.255.255.0 como se muestra en la figura 2.21.

Los clientes de la red inalámbrica se encuentran dentro de la red 192.168.1.0 con máscara 255.255.255.0 y *gateway* 192.168.1.1.

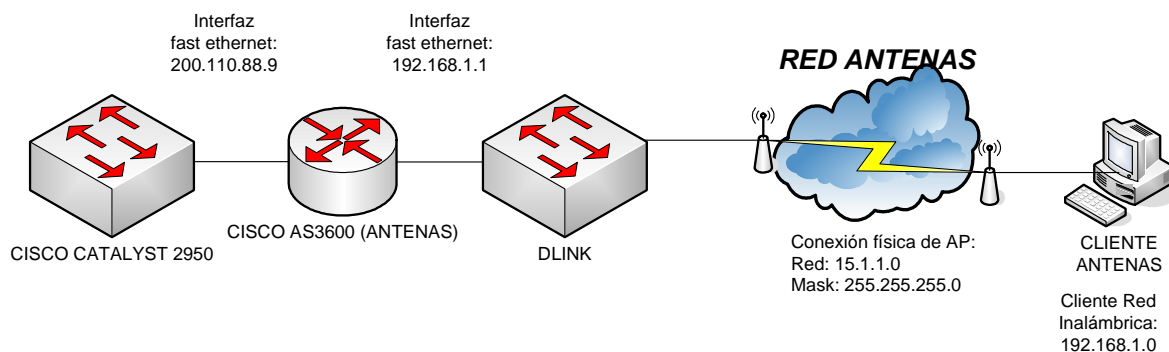


Figura 2.21 Direccionamiento en la red de acceso inalámbrico

2.4.6 ESTADÍSTICAS DEL MERCADO Y SERVICIOS DE ONNET

2.4.6.1 Mercado de clientes *Dial - Up*

Onnet UIO ofrece el servicio de Internet vía *dial-up* a través servicios prepago, que consiste en la venta de tarjetas, las mismas que contienen el respectivo nombre de usuario y un *password* para el registro en una conexión *dial-up*. La tabla 2.7 muestra las denominaciones de tarjetas o planes *dial-up*.

La figura 2.22 indica como son los porcentajes de tipos de clientes *dial-up* existentes desde el mes de enero de 2005 hasta diciembre de 2006.

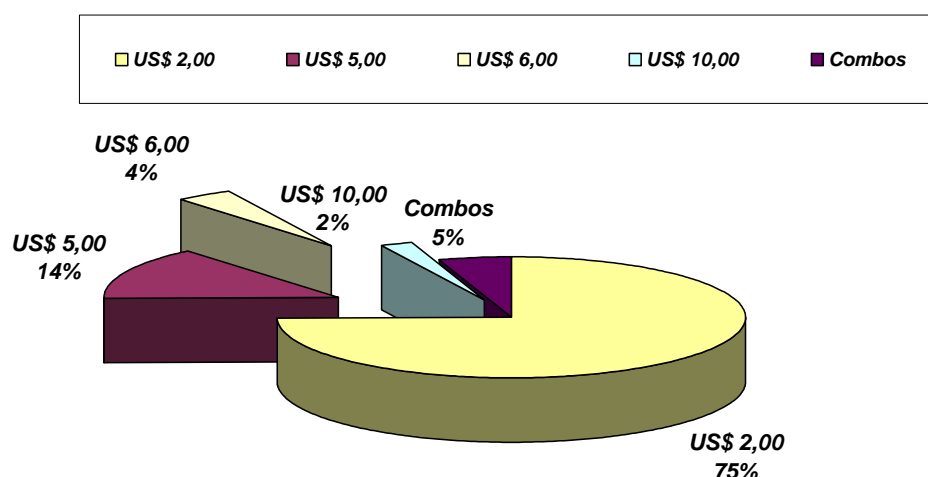


Figura 2.22 Porcentaje de distribución de tipos de clientes *Dial-Up*

Como se puede observar, la gran cantidad de clientes se inclinan por la compra de tarjetas de 2 USD y 5 USD; las ventas de estas tarjetas concentran 89% del total de ventas de planes *dial-up*. En la figura 2.23 se muestran los porcentajes en función de las ganancias que produce cada tipo de cliente *dial-up*.

| Denominación | Observación |
|-----------------------|---|
| 2.00 USD | Conexión a cualquier hora del día, tiempo de duración sobrepasa las 3 horas, la tarjeta es válida por 30 días desde la activación. |
| 5.00 USD | Conexión a cualquier hora del día, tiempo de duración sobrepasa las 9 horas, la tarjeta es válida por 30 días desde la activación. |
| 6.00 USD nocturna | Conexión solo nocturna a partir de las 22h00 hasta las 10h00, se ofrecen más de 40 horas y es válida por 45 días. |
| 6.00 USD ilimitada | Conexión a cualquier hora del día e ilimitada, la tarjeta caduca a los 5 días de su activación. |
| 10.00 USD | Conexión a cualquier hora del día, tiempo de duración es más de 20 horas, y es válida por 60 días luego de su activación. |
| 25.00 USD | Conexión a cualquier hora del día, la tarjeta ofrece 20 horas de conexión mensual durante 3 meses y es válida solo por 90 días desde su activación, sin embargo es recargable. |
| 48.00 USD | Conexión a cualquier hora del día, la tarjeta ofrece 20 horas de conexión mensual durante 6 meses y es válida solo por 180 días desde su activación, sin embargo es recargable. |
| Super Combo | Este combo se ofrece por 20 USD/MES, se ofrece un aproximado de 15 horas mensuales y es válido solo por 30 días. |
| Ultra Combo | Este combo se ofrece por 25 USD/MES, se ofrece un aproximado de 15 horas mensuales más servicio de correo y es válido sólo por 40 días. |
| Mini Combo | Este combo se ofrece por 15 USD/MES, permite conexión ilimitada, este combo es válido por 15 días. |

Tabla 2.7 Productos *Dial-Up*

La figura 2.23 indica que la mayor parte de ganancias coinciden con la venta de tarjetas de 2 USD, sin embargo la venta de combos da mayores ganancias que las tarjetas de 5 USD.

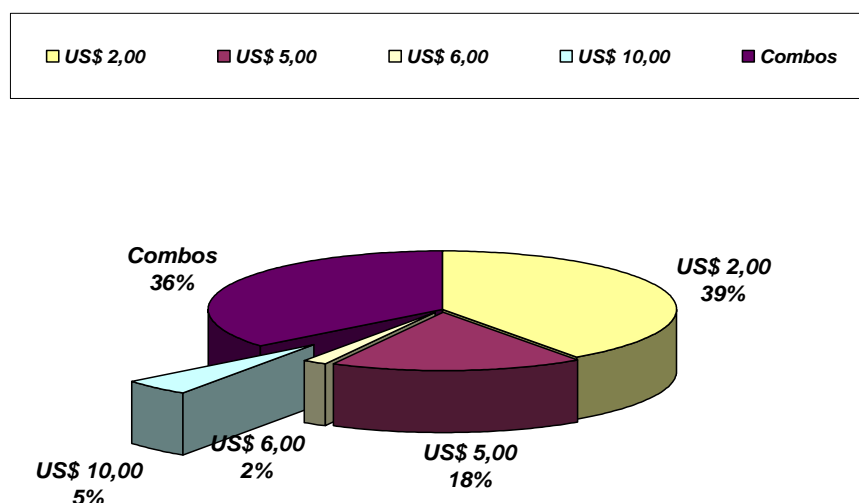


Figura 2.23 Porcentajes de la distribución de ganancias de clientes *Dial-Up*

La figura 2.24 muestra la cantidad de planes que se han vendido mensualmente desde enero de 2005 hasta diciembre de 2006.

2.4.6.2 Mercado de clientes ADSL

Onnet UIO ofrece el servicio de Internet banda ancha, mediante redes de acceso ADSL, y tiene como proveedores de última milla a Andinadatos y Teleholding. En la figura 2.25 se ilustra un promedio porcentual del número de clientes mensuales que posee ONNET UIO, en cada uno de sus tipos, desde el mes de mayo de 2006 hasta abril de 2007.

A partir de la figura 2.25, es evidente que aproximadamente el 46% de clientes ADSL poseen conexiones de 128 kbps con una compartición de canal 1–16, a través de Andinadatos; estas conexiones son típicas para clientes residenciales

o pequeña empresa con necesidades básicas de Internet, como lo es: para operar páginas del SRI, IESS, bancos, entre las más comunes.

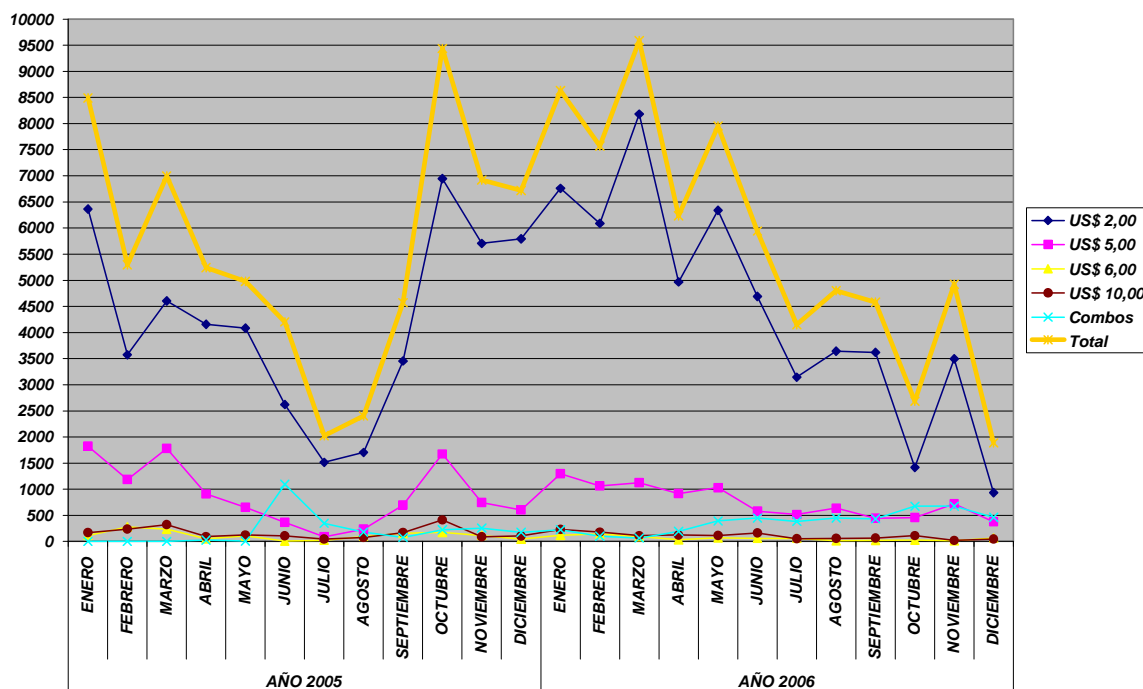


Figura 2.24 Clientes mensuales *Dial-Up*

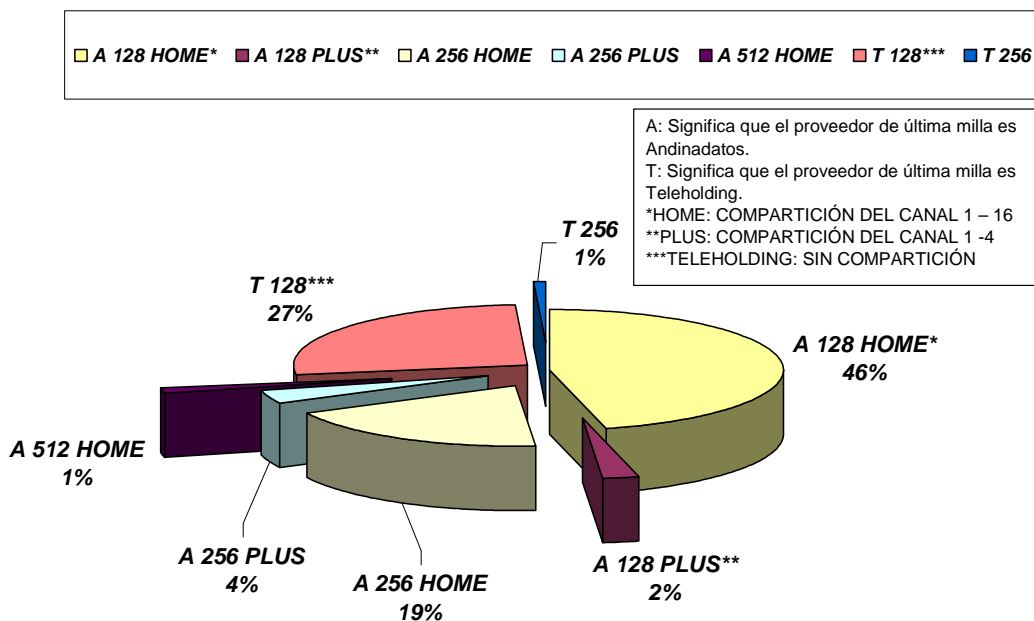


Figura 2.25 Porcentaje de distribución de tipos de clientes ADSL

Se tiene que el 27% poseen enlaces de 128 kbps a través de Teleholding; este tipo de clientes frecuentemente son de pequeñas y medianas empresas con necesidades de conexiones confiables para intercambio de datos de bases de datos o para negocios de cybercafés. Sin embargo, existen clientes con más requerimientos; se tiene que un 19% del total de clientes adquieren conexiones de 256 kbps con compartición de canal 1-4.

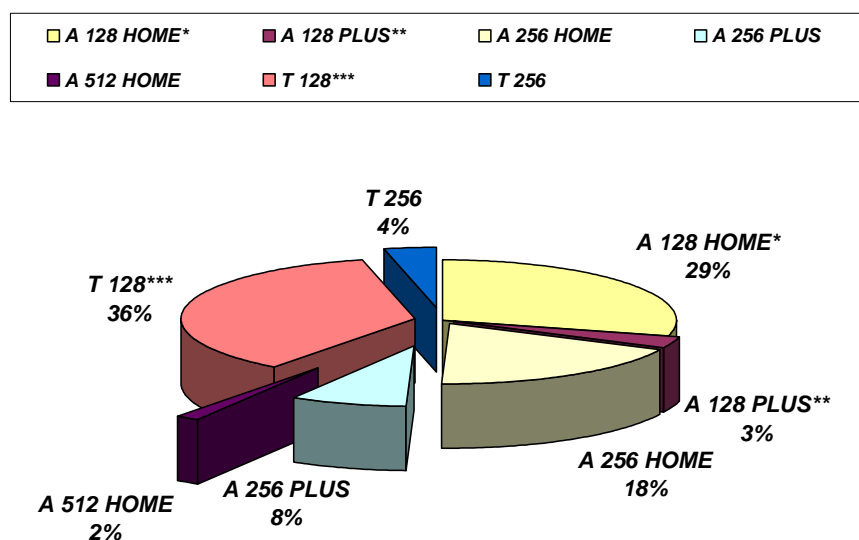


Figura 2.26 Porcentajes de distribución de ganancias en clientes ADSL

Consecuentemente, los mayores ingresos de dinero en clientes ADSL corresponden al de clientes ADSL de 128 kbps *Home* a través de Andinadatos, 128 kbps a través de Teleholding y 256 kbps *Home* a través de Andinadatos, los porcentajes son respectivamente 29%, 36% y 18% como se muestra en la figura 2.26.

En la figura 2.27 se puede apreciar un notable crecimiento del número mensual de clientes con acceso ADSL.

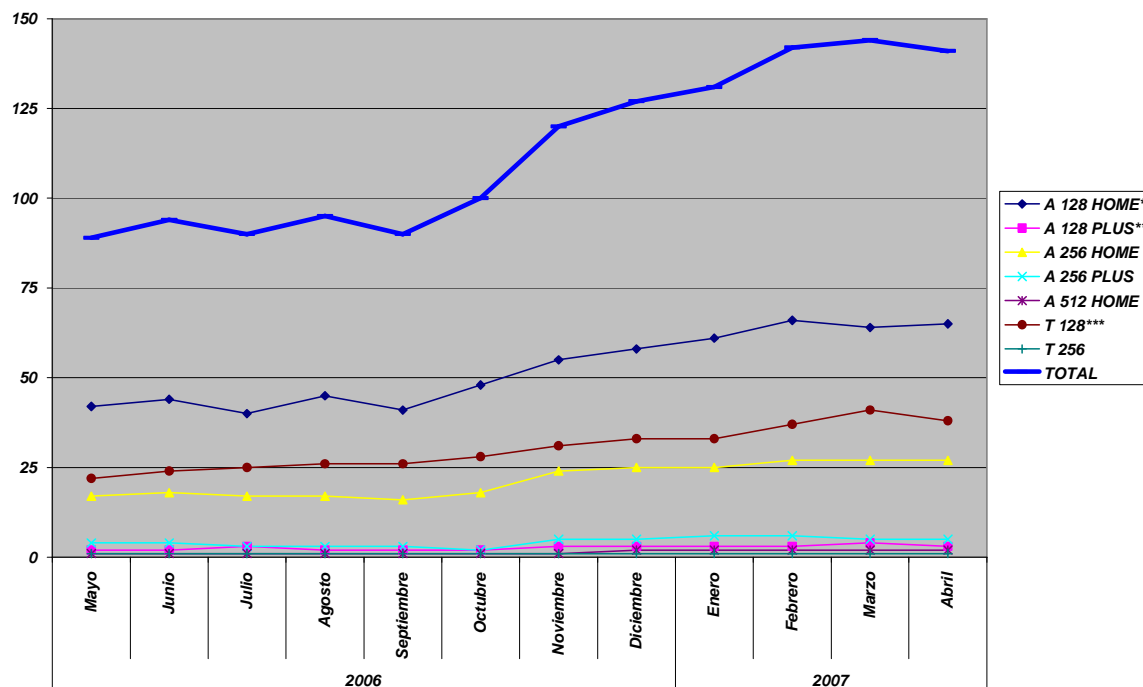


Figura 2.27 Clientes mensuales ADSL

2.4.6.3 Mercado de clientes inalámbricos

Onnet UIO posee una infraestructura de red inalámbrica; esta red es utilizada como acceso de última milla para clientes que requieren Internet de banda ancha. Los clientes que pueden acceder a este tipo de servicio, son aquellos que poseen línea de vista con las antenas ubicadas en el sector de El Girón (Av. 12 de Octubre y Veintimilla), Edificio Millenium (Av Eloy Alfaro y Portugal) y en las oficinas de Onnet en El Batán (Calles Gonzalo Noriega y Portete).

Las redes inalámbricas como accesos de última milla, nacen de la idea de poseer una propia red de acceso por parte del ISP para ofertar su servicio, sin la necesidad de pagar a un proveedor externo por este servicio, como lo es el caso de Andinadatos y Teleholding, que ofrecen el acceso ADSL.

Los anchos de banda ofertados con acceso inalámbrico por parte de Onnet son de 128 kbps, 256 kbps y 512 kbps.

Como se puede apreciar en la figura 2.28, se tiene que el 41% (en promedio) de clientes con acceso inalámbricos tienen contratado el servicio de Internet con un ancho de banda de 128 kbps, el 36% y 23% restantes poseen contratados anchos de banda de 256 kbps y 512 kbps respectivamente.

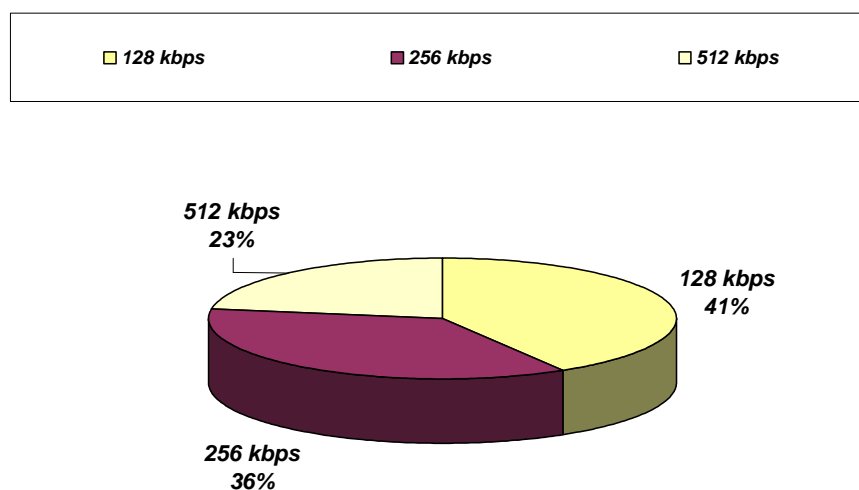


Figura 2.28 Distribución de los tipos de clientes con acceso inalámbrico

Sin embargo, en cuanto a los ingresos económicos, los clientes inalámbricos de 512 kbps son quienes aportan mayores ganancias en este tipo de acceso; las proporciones se muestran en la figura 2.29.

En la figura 2.30, se hace referencia a la percepción de clientes con acceso inalámbrico desde el mes de mayo de 2006 hasta el mes de abril de 2007.

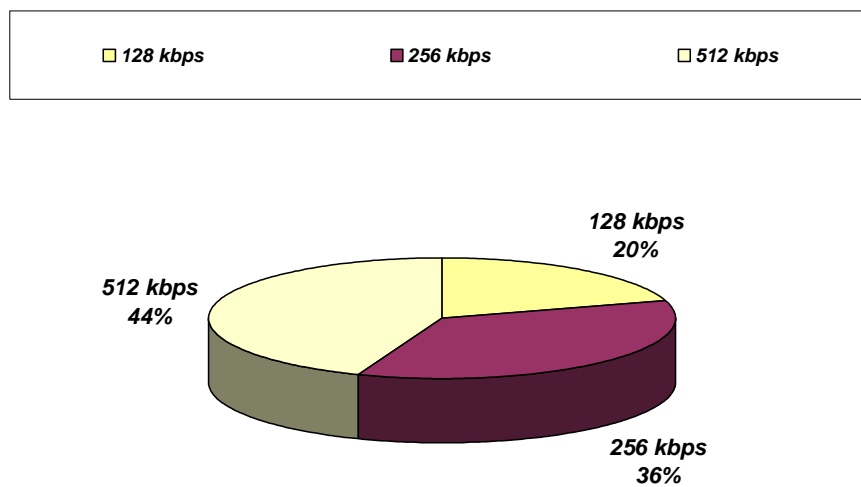


Figura 2.29 Distribución de ganancias en clientes con acceso inalámbrico

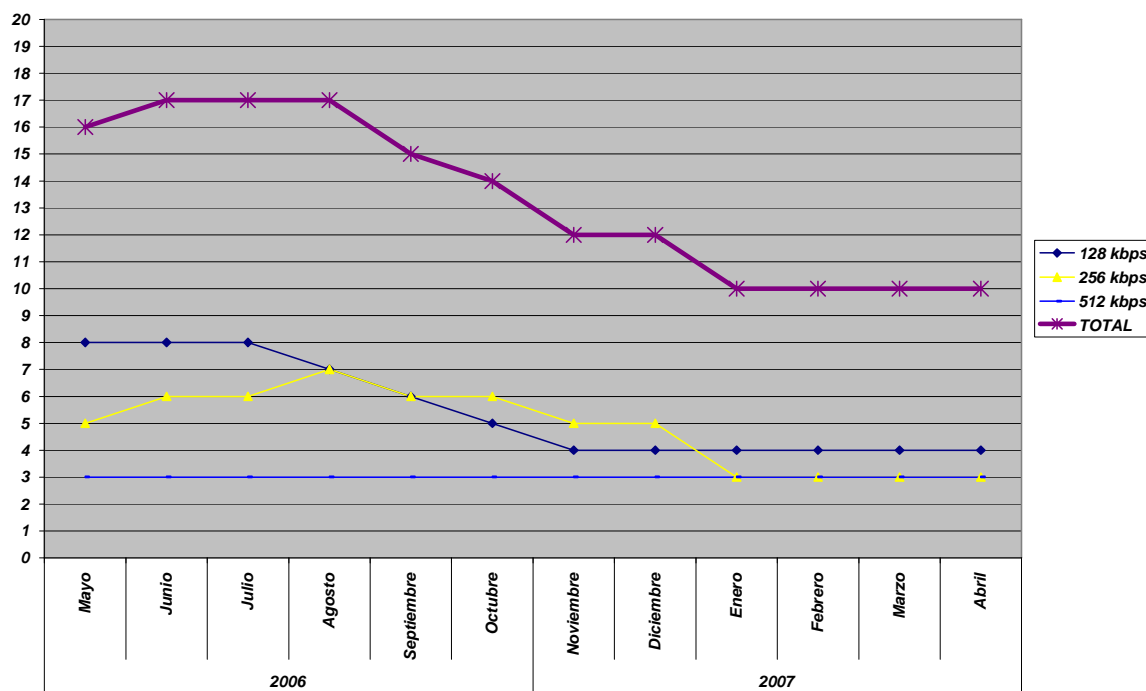


Figura 2.30 Clientes mensuales con acceso inalámbrico

2.4.7 DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA RED ONNET

A partir de la descripción realizada de la red de Onnet UIO y del análisis del número de clientes que posee, se han encontrado las siguientes observaciones:

- No dispone de un sistema de contingencia o *backup*, en el caso de que el proveedor de salida a Internet “Telconet” falle; esto le resta niveles de disponibilidad y confiabilidad al servicio ofrecido por Onnet UIO.
- Se observó que existen algunos factores que repercuten en los tiempos de conexión de usuarios *dial-up*, como: la concentración de servicios primarios en el nodo Guayaquil (falta de diversidad en la red global del ISP), la distancia geográfica existente entre el servidor de autenticación-facturación (ubicado en Guayaquil) y los clientes de la ciudad de Quito, el tipo de tecnología empleada para el enlace entre nodos de diferentes ciudades, para mencionar los principales; lo que determina que los tiempos de espera se agoten por el retardo en los equipos remotos.
- Onnet UIO solo ofrece servicios de Internet y correo electrónico. Respecto al servicio de correo electrónico no se ofrece un servicio con mayores ventajas, porque este servicio es muy similar al de los correos electrónicos gratuitos como lo es Hotmail, Gmail, Yahoo, etc.; cabe mencionar que existen otros ISP que ofrecen servicios de correo electrónico con capacidades de almacenamiento mucho mayor y mayor tasa para la transferencia de archivos adjuntos.
- El nivel de seguridad es muy básico para tratarse de la red de un ISP, por lo que se vuelve susceptible a recibir ataques como por ejemplo de negación de servicio lo cual podría desembocar en un colapso de su servicio.

- La cobertura del *backbone* inalámbrico está limitada al sector nor-oriental de la ciudad de Quito, por lo cual la penetración al mercado con este tipo de acceso es pequeña para el ISP, considerando que es una infraestructura propia que podría generar más utilidades frente al pago a proveedores de acceso ADSL.
- Existen ciertos equipos en el *backbone* inalámbrico que pueden ofrecer mayores alcances, si existiera un correcto diseño, configuración y ubicaciones estratégicas de los mismos.
- Onnet UIO carece de un banco de servidores, necesarios para controlar, administrar y asegurar la red Onnet UIO correctamente, causando la deficiente entrega de servicios al cliente, así como la limitación de ofrecer otro tipo de servicios tales como *web-hosting*, pudiendo generar mejores ofertas para captación de clientes.
- Como se puede apreciar en la figura 2.24 “Clientes mensuales *Dial-Up*”, considerando la línea de tendencia se detecta una pérdida de ventas en un 23%, lo que explica la poca atracción de las conexiones *dial-up* frente a las necesidades de los clientes que requieren Internet de banda ancha.
- Analizando la figura 2.27 “Clientes mensuales ADSL”, se observa que existe un crecimiento de los clientes con acceso ADSL en un 81%, desde mayo de 2006 hasta abril de 2007. Se nota la gran aceptación y agrado por parte de los clientes por Internet de Banda Ancha, lo que indica la necesidad del redimensionamiento de la red Onnet UIO para enfrentar el creciente mercado en este tipo de servicio.
- A partir de la figura 2.30 “Clientes mensuales con acceso inalámbrico”, se observa que no se ha logrado captar clientes con acceso inalámbrico en los últimos 9 meses del periodo de estudio, incluso se han perdido clientes; en algunos casos el ISP se ha visto en la necesidad de cambiar el tipo de acceso de algunos de ellos.

Considerando la línea de tendencia del gráfico en mención, ésta indica una pérdida de clientes en una razón del 49% entre el mes de mayo de 2006 y abril de 2007; la pérdida de estos clientes se debe a que los enlaces no tienen una disponibilidad 24/7 y existen bajas tasas de transferencia (son clientes con velocidades contratadas de 128, 256, 512 kbps).

Cabe mencionar que los primeros clientes con acceso inalámbricos, se encontraban a una distancia aproximada de 1 kilómetro desde las ubicaciones de las antenas, y que conforme incrementaba el número de clientes se encontraron problemas, tales como pérdidas de conexión, reducción de las tasas de transferencia de información, entre otras razones que provocaron la pérdida de clientes. Los últimos clientes de acceso inalámbrico se ubicaron a distancias no mayores a los 300 metros desde las antenas principales.

2.4.8 PROYECCIONES DE CLIENTES Y DETERMINACIÓN DE FUNCIONES

2.4.8.1 Análisis de datos de la SUPTEL [7]

En esta sección se utilizarán datos de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL), estos datos son referentes al “Acceso a la Internet” en el Ecuador. Para el presente trabajo se han tomado los datos publicados desde el enero de 2005 hasta septiembre de 2007; se consideran estos datos debido a que desde enero de 2005 la SUPTEL mantiene hasta la presente fecha los mismos parámetros y frecuencia de registro de datos, la frecuencia es mensual y los parámetros se definen a continuación:

Cuentas: Las cuentas en general están asociadas al abonado, que es persona o empresa que contrata el servicio; éstos son los datos que no están sujetos a estimaciones y por ende los más apropiados para ser utilizados en proyección, tendencia, etc.

Usuarios: Como su nombre lo indica se refiere a quien usa el servicio y es por eso que generalmente por cada cuenta de Internet existe 1 o más usuarios de Internet; hay que indicar que para el cálculo de estos datos se hacen estimaciones ya sea por la operadora, así como por la Superintendencia.

Cuentas Conmutadas: Dentro de esta categoría se han incluido todas las cuentas de Internet, que para hacer uso del servicio el usuario deben realizar la marcación a un número determinado ya sea a través de las redes de telefonía fija o móvil.

Cuentas Dedicadas: Son todas aquellas cuentas que no requieren marcar a un número determinado para acceder al servicio como puede ser ADSL, Cable Modem, Radio, etc.

Usuarios Conmutados: Se estima que por cada cuenta de este tipo existen 4 usuarios.

Usuarios Dedicados: Son el número total de usuarios que los Proveedores de Servicios de Internet estiman que disponen por sus cuentas dedicadas.

Usuarios totales: es la suma de todos los usuarios.

En la tabla 2.8 se muestran los datos debidamente tabulados del número de cuentas y usuarios conmutados y dedicados existentes a nivel nacional en el periodo anteriormente señalado.

| | | Cuentas Conmutadas | Usuarios Conmutados | Cuentas Dedicadas | Usuarios Dedicados | CUENTAS TOTALES | USUARIOS TOTALES |
|------|------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|
| 2005 | ENERO | 107391 | 429564 | 11890 | 94377 | 119281 | 523941 |
| | FEBRERO | 107901 | 431604 | 11848 | 94016 | 119749 | 525620 |
| | MARZO | 107887 | 431548 | 14058 | 102925 | 121945 | 534473 |
| | ABRIL | 107912 | 431648 | 14058 | 102926 | 121970 | 534574 |
| | MAYO | 100909 | 403636 | 13188 | 86771 | 114097 | 490407 |
| | JUNIO | 100972 | 403888 | 13267 | 87776 | 114239 | 491664 |
| | JULIO | 99996 | 399984 | 13984 | 79985 | 113980 | 479969 |
| | AGOSTO | 88862 | 355448 | 21433 | 98326 | 110295 | 453774 |
| | SEPTIEMBRE | 93671 | 374684 | 21670 | 99684 | 115341 | 474368 |
| | OCTUBRE | 90524 | 362096 | 25834 | 120284 | 116358 | 482380 |
| | NOVIEMBRE | 86826 | 347304 | 25906 | 121294 | 112732 | 468598 |
| | DICIEMBRE | 101934 | 407736 | 26786 | 106284 | 128720 | 514020 |
| 2006 | ENERO | 106603 | 426412 | 31976 | 121101 | 138579 | 547513 |
| | FEBRERO | 105515 | 422060 | 32228 | 121295 | 137743 | 543355 |
| | MARZO | 103756 | 415024 | 36983 | 120207 | 140739 | 535231 |
| | ABRIL | 106589 | 426356 | 47080 | 250170 | 153669 | 676526 |
| | MAYO | 108765 | 435060 | 48012 | 256053 | 156777 | 691113 |
| | JUNIO | 110372 | 441488 | 50589 | 273228 | 160961 | 714716 |
| | JULIO | 110089 | 440356 | 50857 | 273964 | 160946 | 714320 |
| | AGOSTO | 109700 | 438800 | 50894 | 274477 | 160594 | 713277 |
| | SEPTIEMBRE | 115783 | 463132 | 54287 | 287551 | 170070 | 750683 |
| | OCTUBRE | 115354 | 461416 | 54286 | 286510 | 169640 | 747926 |
| | NOVIEMBRE | 115195 | 460780 | 54803 | 289743 | 169998 | 750523 |
| | DICIEMBRE | 141814 | 567256 | 65463 | 256227 | 207277 | 823483 |
| 2007 | ENERO | 138170 | 538313 | 67848 | 269691 | 206018 | 808004 |
| | FEBRERO | 140974 | 563208 | 68055 | 269761 | 209029 | 832969 |
| | MARZO | 141267 | 539256 | 68606 | 275613 | 209873 | 814869 |
| | ABRIL | 140938 | 563752 | 68465 | 272822 | 209403 | 836574 |
| | MAYO | 140926 | 563704 | 68866 | 275470 | 209792 | 839174 |
| | JUNIO | 138469 | 553876 | 70960 | 286810 | 209429 | 840686 |
| | JULIO | 213436 | 614038 | 70449 | 279080 | 283885 | 893118 |
| | AGOSTO | 224998 | 660286 | 85825 | 332731 | 310823 | 993017 |
| | SEPTIEMBRE | 224999 | 660290 | 85946 | 332890 | 310945 | 993180 |

Tabla 2.8 Demanda de acceso nacional a Internet [7]

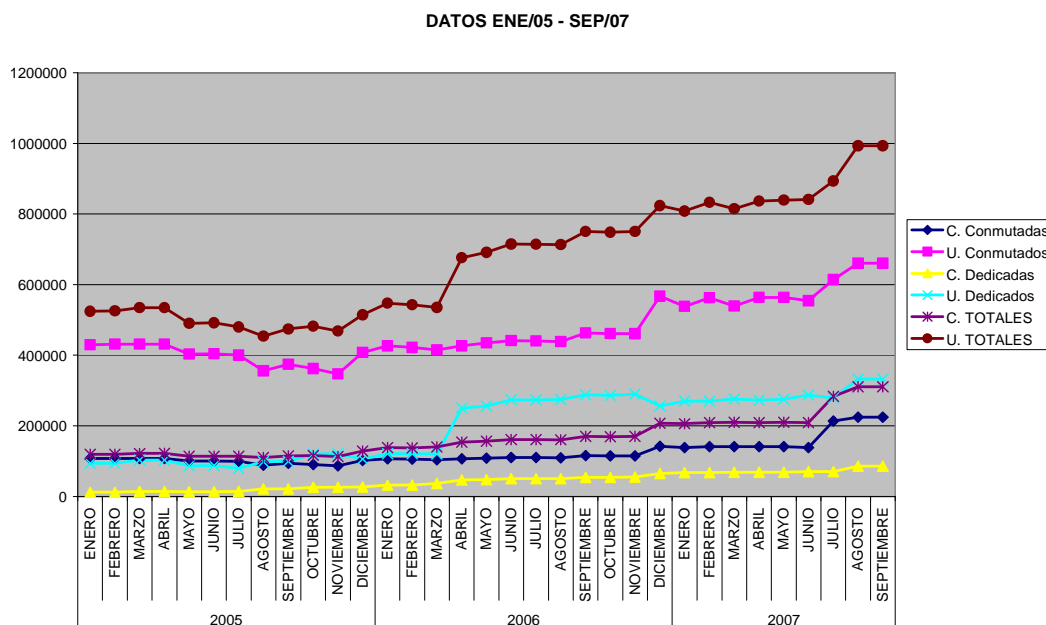


Figura 2.31 Gráfica de la demanda nacional de acceso a Internet

La tendencia por el uso masivo del Internet también se ve reflejada en nuestro país. Según los datos exhibidos en la tabla 2.8 el crecimiento de cuentas *dial-up* (conmutadas) ha sido en un 109%, pero sorprendentemente las cuentas dedicadas tienen un crecimiento del 511% entre enero de 2005 hasta septiembre de 2007, siendo así el crecimiento de 155% de cuentas totales como se muestra en la figura 2.31.

Los datos indicados anteriormente corresponden al total a nivel nacional; debido a que el presente proyecto tiene por objeto el rediseño de la red Onnet S.A. en la ciudad de Quito, se analizarán y se trabajarán con datos de la provincia de Pichincha.

La SUPTEL ha publicado en su sitio Web el porcentaje de cuentas de Internet por provincia actualizado a agosto de 2007, la figura 2.32 muestra esta información.

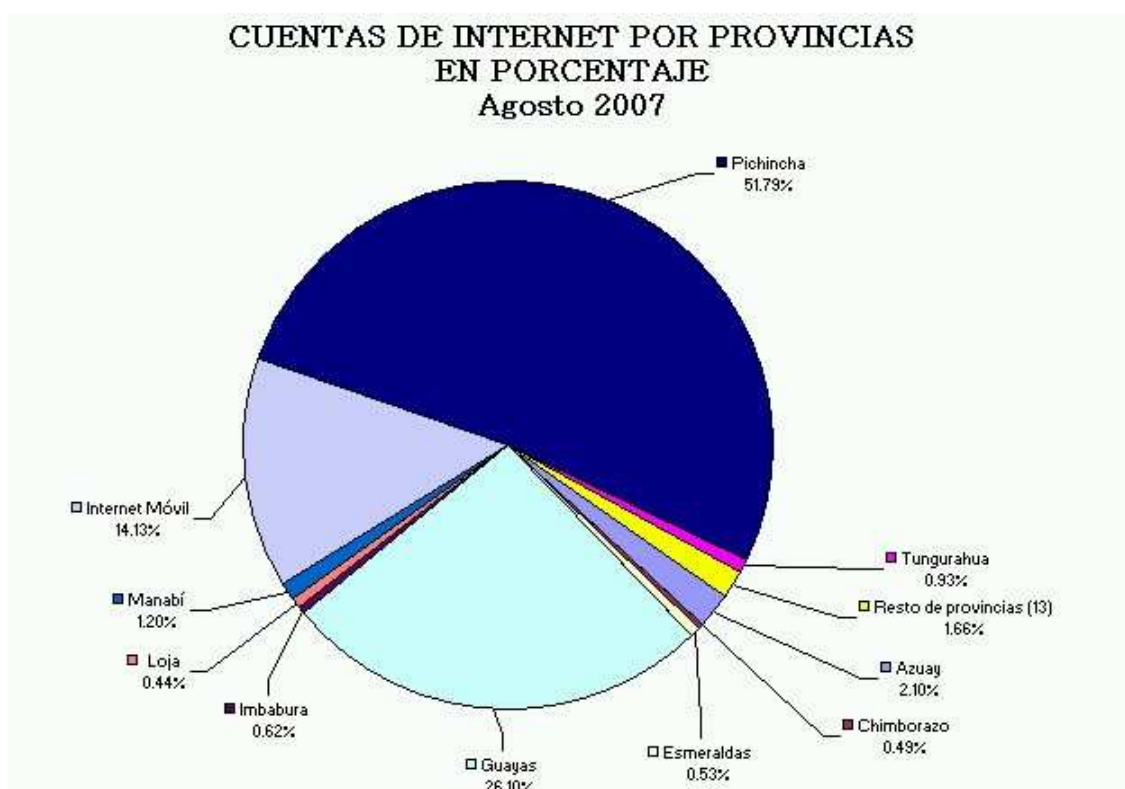


Figura 2.32 Porcentajes de Cuentas de Internet por provincias [7]

Como se aprecia en la figura 2.32, la provincia de Pichincha concentra un 51.79% del total de cuentas de Internet a nivel nacional.

Considerando los porcentajes publicados, se calcula el número de cuentas y usuarios conmutados, dedicados y totales en la provincia de Pichincha que se muestran en la tabla 2.9.

La figura 2.33 refleja gráficamente los datos calculados en la tabla 2.9, mostrándose un desglose del número de cuentas conmutadas y dedicadas en la provincia de Pichincha.

| | | Cuentas Conmutadas | Usuarios Conmutados | Cuentas Dedicadas | Usuarios Dedicados | CUENTAS TOTALES | USUARIOS TOTALES | % |
|------|------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------|
| 2005 | ENERO | 55617,80 | 222471,20 | 6157,83 | 48877,85 | 61775,63 | 271349,04 | 51,79% |
| | FEBRERO | 55881,93 | 223527,71 | 6136,08 | 48690,89 | 62018,01 | 272218,60 | 51,79% |
| | MARZO | 55874,68 | 223498,71 | 7280,64 | 53304,86 | 63155,32 | 276803,57 | 51,79% |
| | ABRIL | 55887,62 | 223550,50 | 7280,64 | 53305,38 | 63168,26 | 276855,87 | 51,79% |
| | MAYO | 52260,77 | 209043,08 | 6830,07 | 44938,70 | 59090,84 | 253981,79 | 51,79% |
| | JUNIO | 52293,40 | 209173,60 | 6870,98 | 45459,19 | 59164,38 | 254632,79 | 51,79% |
| | JULIO | 51787,93 | 207151,71 | 7242,31 | 41424,23 | 59030,24 | 248575,95 | 51,79% |
| | AGOSTO | 46021,63 | 184086,52 | 11100,15 | 50923,04 | 57121,78 | 235009,55 | 51,79% |
| | SEPTIEMBRE | 48512,21 | 194048,84 | 11222,89 | 51626,34 | 59735,10 | 245675,19 | 51,79% |
| | OCTUBRE | 46882,38 | 187529,52 | 13379,43 | 62295,08 | 60261,81 | 249824,60 | 51,79% |
| | NOVIEMBRE | 44967,19 | 179868,74 | 13416,72 | 62818,16 | 58383,90 | 242686,90 | 51,79% |
| | DICIEMBRE | 52791,62 | 211166,47 | 13872,47 | 55044,48 | 66664,09 | 266210,96 | 51,79% |
| 2006 | ENERO | 55209,69 | 220838,77 | 16560,37 | 62718,21 | 71770,06 | 283556,98 | 51,79% |
| | FEBRERO | 54646,22 | 218584,87 | 16690,88 | 62818,68 | 71337,10 | 281403,55 | 51,79% |
| | MARZO | 53735,23 | 214940,93 | 19153,50 | 62255,21 | 72888,73 | 277196,13 | 51,79% |
| | ABRIL | 55202,44 | 220809,77 | 24382,73 | 129563,04 | 79585,18 | 350372,82 | 51,79% |
| | MAYO | 56329,39 | 225317,57 | 24865,41 | 132609,85 | 81194,81 | 357927,42 | 51,79% |
| | JUNIO | 57161,66 | 228646,64 | 26200,04 | 141504,78 | 83361,70 | 370151,42 | 51,79% |
| | JULIO | 57015,09 | 228060,37 | 26338,84 | 141885,96 | 83353,93 | 369946,33 | 51,79% |
| | AGOSTO | 56813,63 | 227254,52 | 26358,00 | 142151,64 | 83171,63 | 369406,16 | 51,79% |
| | SEPTIEMBRE | 59964,02 | 239856,06 | 28115,24 | 148922,66 | 88079,25 | 388778,73 | 51,79% |
| | OCTUBRE | 59741,84 | 238967,35 | 28114,72 | 148383,53 | 87856,56 | 387350,88 | 51,79% |
| | NOVIEMBRE | 59659,49 | 238637,96 | 28382,47 | 150057,90 | 88041,96 | 388695,86 | 51,79% |
| | DICIEMBRE | 73445,47 | 293781,88 | 33903,29 | 132699,96 | 107348,76 | 426481,85 | 51,79% |
| 2007 | ENERO | 71558,24 | 278792,30 | 35138,48 | 139672,97 | 106696,72 | 418465,27 | 51,79% |
| | FEBRERO | 73010,43 | 291685,42 | 35245,68 | 139709,22 | 108256,12 | 431394,65 | 51,79% |
| | MARZO | 73162,18 | 279280,68 | 35531,05 | 142739,97 | 108693,23 | 422020,66 | 51,79% |
| | ABRIL | 72991,79 | 291967,16 | 35458,02 | 141294,51 | 108449,81 | 433261,67 | 51,79% |
| | MAYO | 72985,58 | 291942,30 | 35665,70 | 142665,91 | 108651,28 | 434608,21 | 51,79% |
| | JUNIO | 71713,10 | 286852,38 | 36750,18 | 148538,90 | 108463,28 | 435391,28 | 51,79% |
| | JULIO | 110538,50 | 318010,28 | 36485,54 | 144535,53 | 147024,04 | 462545,81 | 51,79% |
| | AGOSTO | 116526,46 | 341962,12 | 44448,77 | 172321,38 | 160975,23 | 514283,50 | 51,79% |
| | SEPTIEMBRE | 116526,98 | 341964,19 | 44511,43 | 172403,73 | 161038,42 | 514367,92 | 51,79% |

Datos Calculados
 Porcentaje provincia de Pichincha Agosto 2007

Tabla 2.9 Demanda de acceso a Internet en Pichincha

2.4.8.2 Determinación de funciones para proyección de clientes

Para conocer el número de clientes que el ISP Onnet S.A. tendrá en la ciudad de Quito hasta el año 2011, se toman en cuenta los criterios que se redactan a continuación.

Se proyectará la tendencia de las cuentas conmutadas y dedicadas, a partir de los datos correspondientes a la provincia de Pichincha; de esta manera se conocerá el factor de crecimiento, cabe mencionar que se considerará una función tipo logarítmica.

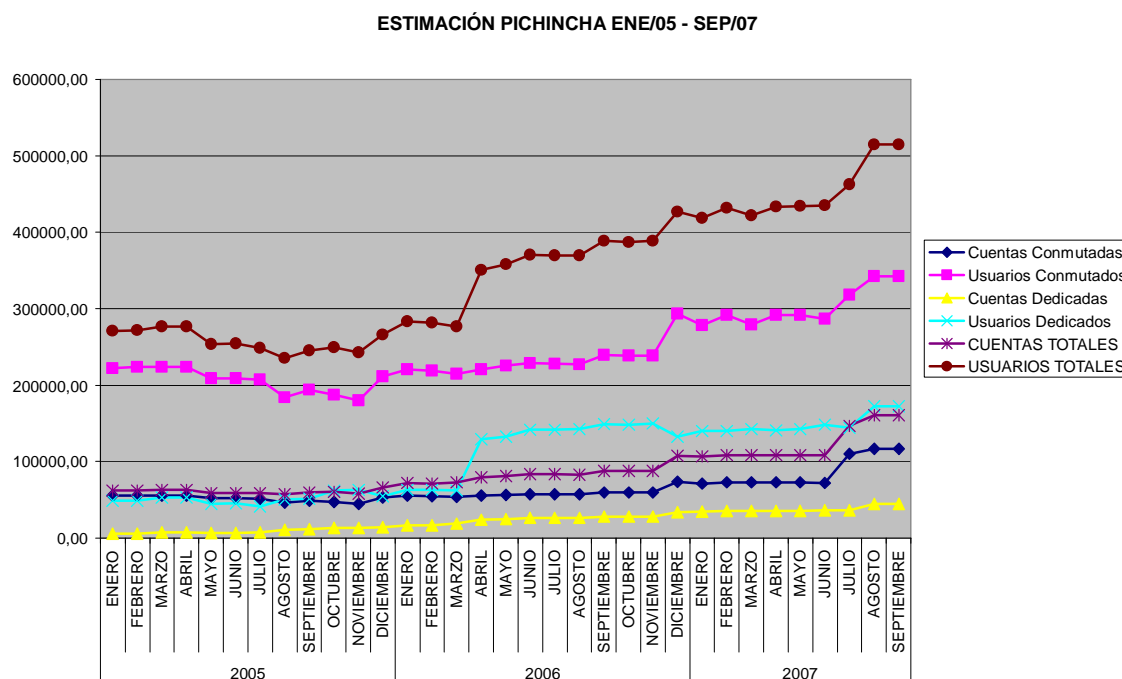


Figura 2.33 Estimación de la demanda de acceso a Internet en Pichincha

La razón de usar una tendencia logarítmica es que resulta ser la más adecuada frente a las funciones de tendencia lineal, polinomial, exponencial o potencial; esto es debido a que una función logarítmica presenta un crecimiento rápido a corto plazo, y tiende a mantener una pendiente relativamente constante a largo plazo.

Los tipos de funciones lineal, polinomial, exponencial y potencial tienen índices muy acelerados de crecimiento a corto y largo plazo; esto puede llevar a generar falsas expectativas de mercado y no resulta conveniente por que el mercado depende de factores políticos, económicos, sociales, culturales, etc. Además las proyecciones mostradas estarán sujetas a reajustes luego de cada etapa de implementación.

Considerando el Reporte Trimestral de Conectividad publicado por infodesarrollo.ec en Marzo del 2007, en donde menciona que: “El nivel de precios de Internet no disminuyó como se esperaba. Para el caso de acceso mediante cuentas conmutadas, la reducción fue mínima e incluso hubo incremento en los precios” [8]. Se puede afirmar que debido a la falta de regulación de precios en nuestro país, el factor económico será predominante para la futura demanda del servicio.

En la determinación de la función de proyección se considerará como condiciones iniciales al número de clientes presentes actualmente en Onnet UIO.

De los datos obtenidos de la SUPTEL, se trabajará únicamente con el número de cuentas, más no con el número de usuarios, debido a que el ISP (*Internet Service Provider*) vende cuentas de Internet.

2.4.8.2.1 Función de proyección para Cuentas Conmutadas (Dial-Up)

La figura 2.34 muestra el número de cuentas conmutadas en la provincia de Pichincha desde enero de 2005 hasta septiembre de 2007.

Como se puede apreciar en la figura 2.34, se ha aplicado una función de proyección logarítmica, fundamentándose en la poca atracción que genera la tecnología de acceso *Dial-Up* en la actualidad y consecuentemente en el futuro, pese a que entre julio y septiembre de 2007 se muestra un gran incremento en este tipo de cuentas; no obstante se debe considerar la atracción por el acceso

a Internet de banda ancha. La función que representa la tendencia para cuentas conmutadas es:

$$y = 11247 \ln(x) + 34084$$

Ecuación 2.1 Proyección de crecimiento de Cuentas Conmutadas

Donde:

y: Representa el número de cuentas conmutadas existentes en un mes.

x: Indica el mes, considerando que x=1 es el mes de enero de 2005.

DATOS CUENTAS CONMUTADAS PICHINCHA

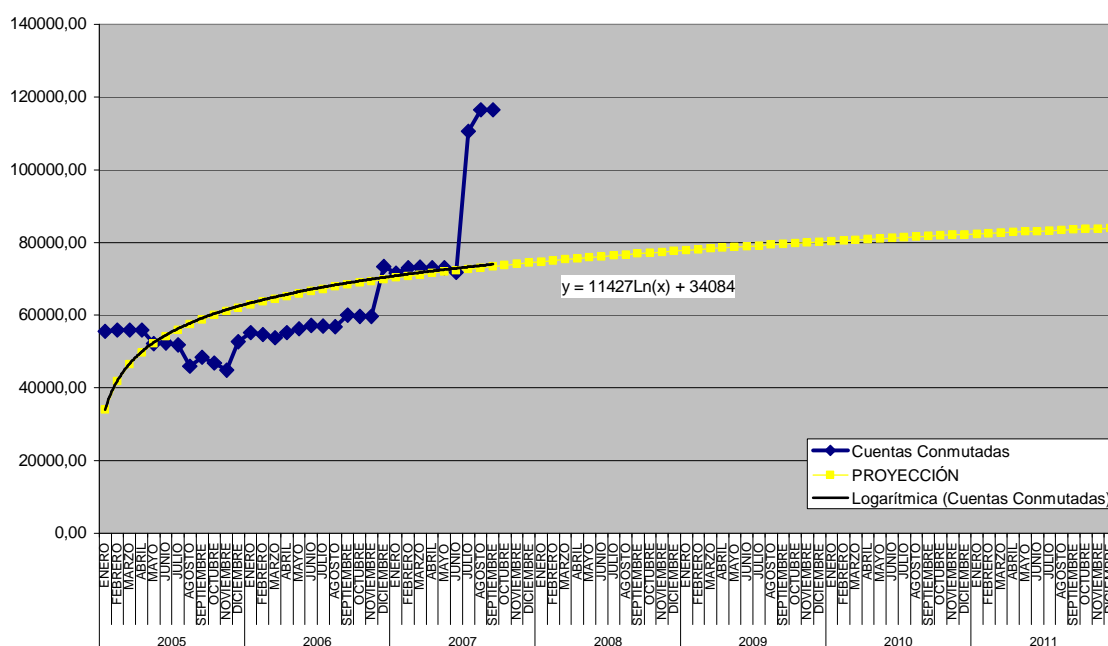


Figura 2.34 Demanda real y proyectada de cuentas conmutadas en Pichincha

Ahora para determinar las condiciones iniciales de la función, se tomará en cuenta el número de cuentas conmutadas que vendió Onnet UIO durante los años 2005 y 2006, como se muestra en la figura 2.35.

De manera similar se ha aplicado una función de tendencia logarítmica, que a diferencia del incremento de demanda en la provincia de Pichincha, Onnet UIO presenta un decremento significativo.

Se considera que las cuentas *Dial-Up*, tecnológicamente en un futuro no resultarán atractivas, debido a la baja tasa de conexión que permiten (máximo 56 kbps en condiciones favorables), y es claro que tal efecto se presenta en las ventas de cuentas *Dial-Up* en Onnet UIO; por ello se tomará como función de proyección para este tipo de cuentas la siguiente:

$$y = -468 \ln(x) + 6746$$

Ecuación 2.2 Proyección de Cuentas Conmutadas para Onnet UIO

Donde:

y: Representa el número de cuentas conmutadas existentes en un mes.

x: Indica el mes, considerando que x=1 es el mes de enero de 2005.

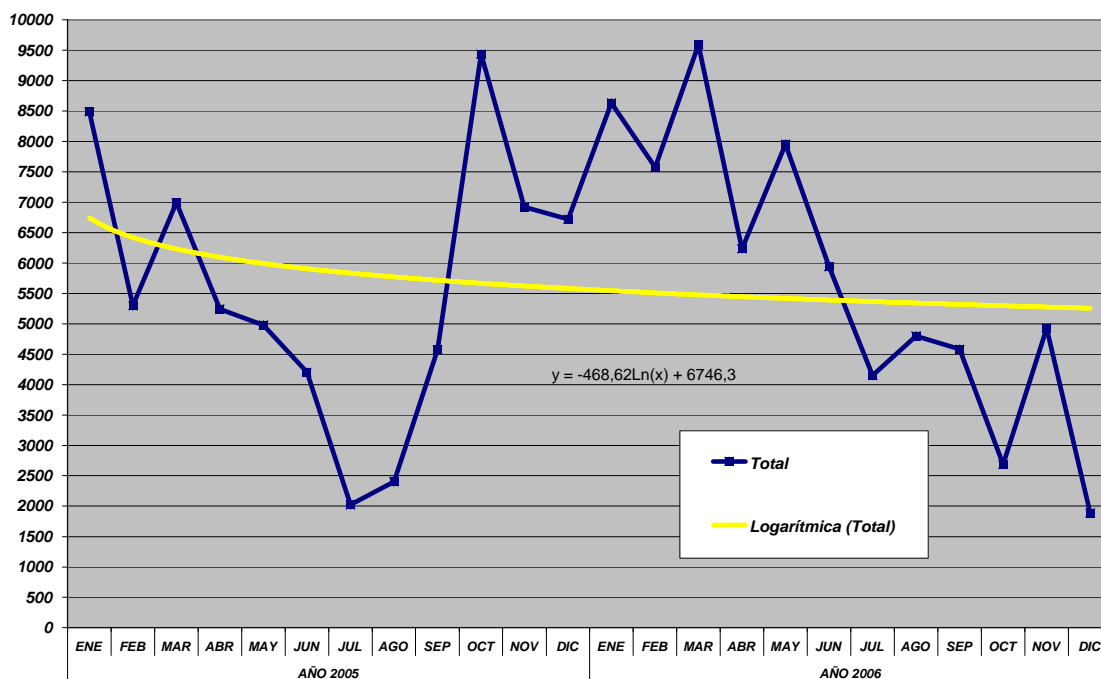


Figura 2.35 Cuentas conmutadas vendidas por Onnet UIO

En este proyecto no se realizará ningún rediseño sobre la red de acceso *dial-up*, como se mencionó anteriormente, las cuentas *dial-up* no prometen una gran demanda para el futuro debido a su baja tasa de conexión.

La tabla 2.10 indica los porcentajes de cuentas conmutadas y cuentas dedicadas (cuentas de banda ancha) de ciertos países latinoamericanos, es claro observar que Ecuador aún mantiene un mayor número de cuentas conmutadas sobre las dedicadas mientras que la realidad del resto de países en este aspecto es todo lo contrario.

Andinatel, empresa de telefonía en Ecuador, redujo en un 38% las tarifas para Internet en enero del 2008 [15] y esto vuelve más atractivo el servicio de Internet de banda ancha. En cambio, la tarifa de acceso a Internet vía *dial-up* depende del costo del consumo telefónico más el servicio de Internet, actualmente no se ha registrado reducción de costos en las tarifa telefónicas; pese a la eliminación del impuesto ICE²⁴ en los consumos de telefonía, el ahorro aún no es significativo en este tipo de acceso.

| País | Tipos de cuentas de acceso a Internet | |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| | % Cuentas Conmutadas | % Cuentas Dedicadas |
| Argentina [11] | 16.93 % | 83.07% |
| Chile ²⁵ [12] | 37.00% | 63.00% |
| Colombia [13] | 17.35 % | 82.65% |
| Ecuador [7] | 72.35% | 27.65% |
| Venezuela [14] | 29.37% | 70.63% |

Tabla 2.10 Porcentajes de cuentas conmutadas y dedicadas en países latinoamericanos

2.4.8.2.2 Función de proyección para Cuentas Dedicadas (ADSLs e Inalámbricos)

Se parte de la figura 2.36 que muestra el número de cuentas dedicadas en la provincia de Pichincha y la respectiva función de tendencia logarítmica.

²⁴ (Impuesto a los Consumos Especiales)

²⁵ El porcentaje de cuentas dedicadas para Chile es el porcentaje de cuentas de Internet banda ancha con velocidades superiores a los 256 kbps.

El mercado de venta de cuentas dedicadas, las mismas que ofrecen acceso a Internet de banda ancha, es alentador y la función que expresa tal efecto es:

$$y = 12529 \ln(x) - 9592.9$$

Ecuación 2.3 Proyección de crecimiento de Cuentas Dedicadas

Donde:

y: Representa el número de cuentas conmutadas existentes en un mes.

x: Indica el mes, considerando que x=1 es el mes de enero de 2005.

Nota: si $12529 \ln(x) - 9592.9 < 0$ entonces $y = 0$

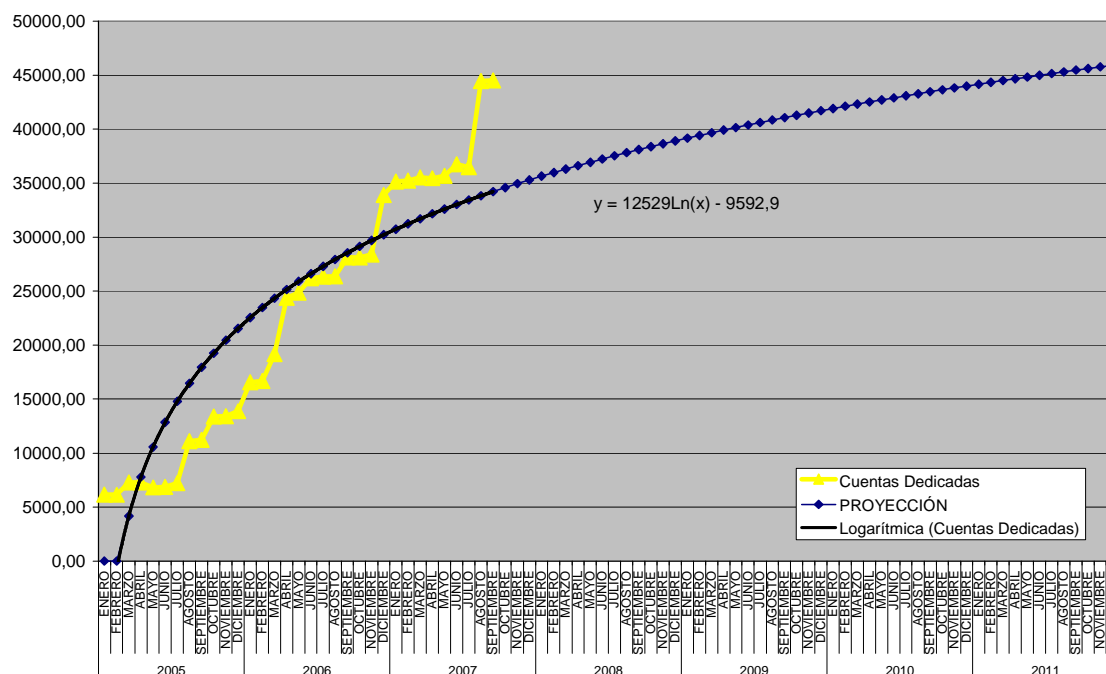


Figura 2.36 Demanda real y proyectada de cuentas dedicadas en Pichincha

A continuación se analizarán las condiciones iniciales de Onnet UIO en cuanto a cuentas dedicadas. Para ello se consideran como cuentas dedicadas el total de cuentas ADSL e Inalámbricas mensuales desde mayo de 2006 hasta abril de 2007.

La línea de tendencia que describe el crecimiento de cuentas dedicadas es:

$$y = 21.721 \ln(x) + 90.738$$

Ecuación 2.4 Proyección de Cuentas Dedicadas

Realizando una proyección a partir de la ecuación 2.4, Onnet UIO tan solo tendría 182 cuentas dedicadas para diciembre del 2011, dato que no sería justificable por la gran demanda existente en la provincia de Pichincha, específicamente en la ciudad de Quito.

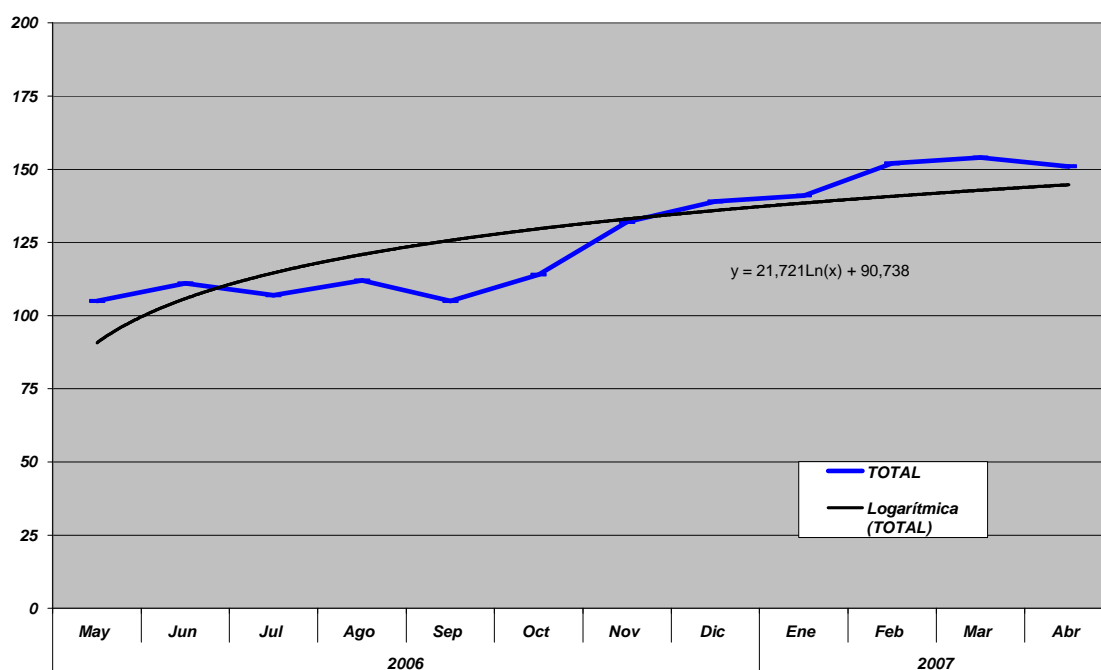


Figura 2.37 Cuentas dedicadas por mes en Onnet UIO

Se debe considerar que el factor de crecimiento es de $12529 * \ln(x)$ (Ver ecuación 2.3) para cuentas dedicadas en la provincia de Pichincha; la SUPTEL tiene registrado 53 ISPs con cobertura en la ciudad de Quito, lo que quiere decir, que si se considera una distribución del mercado uniforme, el factor de crecimiento por cada ISP sería de $(12529/53) * \ln(x)$, es decir, $236.4 * \ln(x)$.

Se tomará en cuenta que Onnet UIO iniciará con un total de 150 cuentas dedicadas, observando que en abril de 2007 poseía 151 cuentas de este tipo; finalmente la función que nos dará una proyección para los próximos años será:

$$y = 236.4 \ln(x) + 150$$

Ecuación 2.5 Proyección de crecimiento de Cuentas Dedicadas para un ISP en la provincia de Pichincha

Donde:

- y: Representa el número de cuentas dedicadas existentes en un mes.
- x: Indica el mes, considerando que $x=1$ es el mes de junio de 2008, considerando que desde mayo 2007 hasta diciembre de 2007 ya se han ejecutado las primeras implementaciones del rediseño que propone este proyecto.

La tabulación de datos proyectados en base a la ecuación 2.5 se detalla en el capítulo 3.

2.4.9 REQUERIMIENTOS ACTUALES DE ONNET UIO

- Actualmente la empresa tiene como requerimiento principal la independencia técnico – funcional del nodo principal ubicado en la ciudad de Guayaquil, esta independencia implica el dimensionamiento de servidores necesarios para un ISP, así como los servidores para ofrecer servicios adicionales como *Web hosting* y correo electrónico.
- Redimensionar las capacidades del sistema, para soportar el crecimiento gradual de clientes y evitar un aumento desordenado de los mismos. Se toma en cuenta que el crecimiento se basa en una función logarítmica, pero debe hacerse un análisis de datos con una frecuencia trimestral y determinar si se conserva el análisis de datos de este proyecto o deben considerarse modificaciones a la función de proyección.

- Tener un mecanismo de redundancia para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del servicio.
- Contar con políticas de monitoreo y seguridad de la red de datos para una mejor administración por parte de los técnicos del ISP.
- Contar con una intranet adecuada dentro del nodo Onnet UIO, la cual debería ayudar a administrar y monitorizar a la red de servicios.
- Mejorar el servicio y extender la cobertura del *backbone* inalámbrico, para incrementar la penetración de mercado del ISP en este tipo de acceso; en lo posible incrementar el 11% actual de clientes dedicados con acceso inalámbrico frente al 89% que poseen acceso con tecnología ADSL.

BIBLIOGRAFIA CAPÍTULO II

- [1] <http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-32167744-modem-punto-a-punto-rad-htu-e1l- JM>
- [2] http://www.alliancedatacom.com/adtran-products-details-1712-adtran_data
- [3] http://www.proxim.com/products/ap_4000/
- [4] <http://www.qpcom.com.co/asp/producto.asp?lang=2&idproducto=85>
- [5] <http://www.rad.com/Article/0,6583,29102,00.html>
- [6] http://www.clearpathbroadband.com/canopy_overview.html
- [7] <http://www.supertel.gov.ec>
- [8] Reporte Trimestral de Conectividad No.3: Internet en el Ecuador Proveedores y Costos de Acceso”, infodesarrollo.ec, Marzo 2007
- [9] <http://www.telconet.net/espanol/servicios/index.php>
- [10] Estación de Monitoreo Onnet UIO – What`s Up Red Inalámbrica
- [11] http://www.lanacion.com.ar/Archivo/nota.asp?nota_id=970128
- [12] <http://www.fernandoflores.cl/node/1757>
- [13] <http://www.gestiopolis.com/delta/esta/EST444.html>
- [14] Indicadores de penetración y uso de Internet en Venezuela, Cavecom-e, 2007.
- [15] <http://www.eluniverso.com/2008/01/10/0001/9/8036D7733AFD46F8A6C FE7 C07EABFFC0.aspx>

CAPÍTULO III

REDIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE SERVICIOS Y DE LA RED DE ACCESO INALÁMBRICO DE ONNET UIO

3.1 ESTABLECIMIENTO Y DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD Y CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO

Como ya es conocida la penetración del Internet dentro de la sociedad, ha sido abismal y continúa en auge; la necesidad de mayores anchos de banda y mejores formas de acceso a Internet es indudable. De ahí la importancia de que un ISP esté preparado para acoger y solventar estas necesidades, de tal forma que sea competitivo dentro de su mercado y ofrezca una satisfactoria experiencia en sus servicios a los clientes.

Como se ha podido observar en capítulos anteriores, la infraestructura actual del ISP Onnet UIO se ha ido relegando y ésta es insuficiente para satisfacer correctamente la demanda actual de clientes y lo imposibilita en su intento de una mayor penetración en el mercado de ISPs.

La estructura interna típica de un ISP se compone de dos zonas importantes, una que está dedicada a los servicios y otra dedicada a la administración. La zona dedicada a los servicios es la más frágil desde el punto de vista de la seguridad, puesto que está expuesta a todos los usuarios de la Internet que quieran acceder o utilizan un servicio determinado. En cambio, la zona de administración debe ser la más protegida, para no recibir ataques.

3.1.1 POLÍTICAS DE SEGURIDAD

Una política fundamental de seguridad nace de la amenaza latente de la exposición de la red y sus servidores a ataques desde el Internet y la Intranet, por tal motivo es necesario implementar mecanismos de seguridad para protegerlos, tales como normas de seguridad internas y externas para los

empleados y usuarios; así también la instalación de equipos de seguridad para prevenir ataques desde el exterior de la red.

Considerando que la red del ISP es susceptible de ataques desde el interior así como desde el exterior de la misma, entonces se definirán una política externa y una política interna de seguridad.

3.1.1.1 Política Interna de Seguridad

Una red debe ser segura desde su interior, debiendo esta seguridad ser reflejada hacia el exterior, para generar mayor confianza a los clientes que la utilizan; se considera la siguiente política interna de seguridad para este rediseño:

- Normar el acceso a los servicios e infraestructura de la red desde el interior del ISP; esta normalización permitirá organizar la red para evitar ataques desde el interior de la misma y garantizar la confidencialidad de la información generada internamente.

3.1.1.2 Política Externa de Seguridad

La mayor cantidad de datos que cursa por la infraestructura de red de un ISP son generados por los clientes. Las políticas que garantizarán la transmisión correcta de estos datos son:

- Normar un modelo que detalle como se ubicarán, clasificarán y denominarán los equipos de la infraestructura de red.
- Normar el acceso a la información que contiene la infraestructura de red, para garantizar la transmisión de datos generados por las redes que acceden a Internet a través de dicha infraestructura.
- Brindar seguridad perimetral y garantizar que la seguridad del ISP se extienda hacia el usuario (empleados y clientes).
- Ofrecer niveles de seguridad aceptable mediante la configuración de acceso y administración de las plataformas de servicio que posee el ISP.
- Ofrecer seguridad contra ataques que denieguen los servicios ofertados por el ISP; normándose el uso y configuración de servicios e infraestructura.

El detalle y la forma de implementar las políticas de seguridad se describen en el capítulo cuatro.

3.1.2 CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO [32]

Las políticas de seguridad se encuentran ligadas directamente con los criterios de calidad de servicio, debido a que una red segura tiende a ser una red disponible que ofrece la comodidad y confianza que necesita el usuario para estar satisfecho con los servicios que recibe.

Con lo antes mencionado el ISP debe garantizar la disponibilidad de red mediante contrato SLA (*Service Level Agreements*) o garantía de disponibilidad de red, que se refiere al tiempo en que el servicio tiene disponible la conectividad a Internet en el puerto de red asignado. La disponibilidad del servicio se calcula según la ecuación 3.1.

$$D = (T - T_d) \times 100\% / T$$

Ecuación 3.1 Disponibilidad del Servicio

donde:

D: es el tiempo de disponibilidad del servicio.

T: es el tiempo total mensual.

T_d: es el tiempo con pérdida total de conectividad.

Este tiempo de pérdida, será igual al que transcurre desde la apertura de la incidencia, hasta el cierre de dicha incidencia.

En caso de pérdida de disponibilidad real de este nivel de servicio, se aplicarán penalizaciones para el ISP, medidas en porcentaje de descuento sobre la facturación mensual del servidor en que falle la conectividad.

PENALIZACIONES:

99% > D ≥ 98% → 25% descuento.

98% > D ≥ 96% → 50% descuento.

96% > D ≥ 90% → 75% descuento.

D < 90% → 100% descuento.

Otro factor que interviene en la calidad de servicio es el tiempo de caída. El cómputo de esta magnitud se establecerá desde que se ha notificado al ISP del problema, o desde que ISP ha apreciado el problema (apertura del caso).

El tiempo de la incidencia finaliza cuando el ISP comprueba que dicho servicio se ha restaurado completamente (cierre del caso).

No se considera tiempo de caída aquel debido a problemas derivados de un mal uso de la red, o una mala configuración de la red por parte del Cliente.

Esta garantía se refiere exclusivamente a la red, y nunca por otros conceptos (fallos de hardware, fallo de configuración).

El cliente ha de solicitar por escrito la devolución del importe por la presente garantía, indicando el día en que se ha producido el corte, y el tiempo aproximado de corte.

El importe de la devolución será añadido a crédito en la cuenta del cliente, y será deducido de la siguiente factura por el servicio.

También se ofrecerá una disponibilidad 24/7²⁶ del resto de servicios ofertados por el ISP. Todas estas consideraciones se sustentan en la alta disponibilidad que se dará al ISP mediante mecanismos de redundancia y *backup* implementados en el rediseño.

Para conservar los niveles de calidad de servicio esperados es importante respetar los estados de compartición de canal que se tiene para cada cliente por lo que es fundamental el correcto dimensionamiento de la red de última milla con la que se llega a los mismos.

²⁶ **24/7**: Significa 24 horas del día los 7 días de la semana.

3.2 REDIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE SERVICIO

3.2.1 OBJETIVO DEL REDIMENSIONAMIENTO

El objetivo principal en esta parte del redimensionamiento es cumplir los requerimientos antes mencionados, para posibilitar al ISP brindar servicios de calidad a los clientes y así lograr una mayor penetración al mercado por parte de éste, principalmente en lo que tiene que ver con el:

- Dimensionamiento del enlace a Internet y de los equipos de conmutación y ruteo (*switches* y *routers*).
- Red de acceso y de distribución con altos niveles de QoS

Este redimensionamiento pretende brindar al ISP la suficiente capacidad para soportar un alto número de usuarios con acceso de banda ancha, a los cuales se les proporcionará una velocidad mínima considerable dependiendo del servicio contratado, para que la percepción del servicio por parte de ellos sea satisfactoria.

Se pretende lograr un crecimiento sustentable de la infraestructura de la red de servicios, ajustándose a la demanda calculada para los próximos cuatro años que se tiene pensado dure el proyecto, con lo que se estima aumentar en un gran número el total de cuentas contratadas con el ISP.

Tomando en cuenta las consideraciones hechas en el análisis de requerimientos del ISP, se hará el estudio de crecimiento de la siguiente manera:

- Análisis del monitoreo del funcionamiento del ISP en los años 2005 y 2006
- Análisis del comportamiento del mercado de Internet en la provincia de Pichincha y Quito durante los años 2006 y 2007
- Proyección del crecimiento de usuarios de Internet trimestralmente durante los años 2008 y 2009
- Proyección del crecimiento de usuarios de Internet semestralmente para el año 2010

- Proyección del crecimiento de usuarios de Internet anual para el año 2011

Con la proyección del crecimiento de usuarios de Internet, se realizará el redimensionamiento de enlaces, velocidad de entrada/salida a Internet y la reingeniería de equipos del ISP.

La reingeniería considerará redimensionar las características de los equipos que permiten brindar el servicio, como son: *routers*, *switches* y demás dispositivos de acceso ADSL y *Wireless*. Para soportar el crecimiento de la demanda, se determinará principalmente la capacidad de *backplane*²⁷, memoria, procesador y características de software. A partir de este análisis se podrá seleccionar la mejor opción para satisfacer la demanda, según su costo-beneficio.

Otro punto a considerar para mejorar el servicio, es determinar la capacidad necesaria del canal a Internet que dispondrá el ISP y los mecanismos de redundancia que debe poseer para garantizar el servicio.

Para realizar el redimensionamiento de la red de servicio, se tomará como referencia el modelo jerárquico de capas de Cisco, por encontrarlo como el que mas se acopla a la solución que se pretende brindar.

3.2.2 MODELO JERÁRQUICO DE CAPAS [8]

El modelo jerárquico de capas es un esquema que ayuda a los diseñadores y administradores de redes a tener una mejor visión de la red, desde varios puntos de vista principalmente tecnológicos y funcionales; además es un modelo didáctico que permite detallar las características y funciones que deben tener cada una de las capas de las cuales se conforma.

Las capas y características de cada una de ellas se detallan a continuación.

²⁷ **Backplane:** Placa de circuito integrado que implementa un mecanismo de intercomunicación de muy alta velocidad (del orden de gigabits/segundo). Sobre esta placa es posible insertar otras placas, los módulos o celdas, donde realmente se encuentran los recursos de computación, es decir, memoria, microprocesador y dispositivos de entrada/salida.[7]

3.2.2.1 Capa de Acceso

La capa de acceso es el punto en el que cada usuario se conecta a la red. Ésta es la razón por la cual la capa de acceso se denomina a veces capa de puesto de trabajo, capa de escritorio o de usuario. Los usuarios así como los recursos a los que éstos necesitan acceder con más frecuencia, están disponibles a nivel local. El tráfico hacia y desde recursos locales está confinado entre los recursos, *switches* y usuarios finales.

En la capa de acceso se puede encontrar múltiples grupos de usuarios con sus correspondientes recursos. En muchas redes no es posible proporcionar a los usuarios un acceso local a todos los servicios, como archivos de bases de datos, almacenamiento centralizado o acceso telefónico al Web. En estos casos, el tráfico de usuarios que demandan estos servicios se desvía a la siguiente capa del modelo (capa de distribución).

En el presente caso el ISP tiene distintas capas de acceso como es el caso de la red telefónica pública para el acceso *Dial-Up* y ADSL que son subcontratadas y no entrarán dentro del redimensionamiento. Únicamente se determinarán las capacidades que se necesitará contratar por causa del redimensionamiento del ISP y la red inalámbrica que es propiedad de Onnet y que si entra dentro del estudio de este proyecto.

3.2.2.2 Capa de Distribución

La capa de distribución marca el punto medio entre la capa de acceso y los servicios principales de la red. La función primordial de esta capa es realizar funciones tales como enrutamiento, filtrado y acceso WAN.

En un entorno como el propuesto, la capa de distribución abarca una gran diversidad de funciones, entre las que figuran las siguientes:

- Servir como punto de concentración para acceder a los dispositivos de capa de acceso.
- Enrutar el tráfico para proporcionar acceso a los departamentos o grupos de trabajo.

- Segmentar la red en múltiples dominios de difusión/multidifusión.
- Traducir los diálogos entre diferentes tipos de tecnologías, como ADSL y Ethernet
- Proporcionar niveles de seguridad y filtrado.

La capa de distribución puede resumirse como la capa que proporciona una conectividad basada en una determinada política, dado que determina cuándo y cómo los paquete pueden acceder a los servicios principales de la red.

La capa de distribución determina la forma más rápida para que la petición de un usuario (como un acceso al servidor de archivos) pueda ser remitida al servidor. Una vez que la capa de distribución ha elegido la ruta, envía la petición a la capa de núcleo. La capa de núcleo podrá entonces transportar la petición al servicio apropiado.

3.2.2.3 Capa Núcleo

La capa del núcleo, principal o *Core* se encarga de enviar el tráfico lo más rápidamente posible hacia los servicios apropiados. Normalmente, el tráfico transportado se dirige o proviene de servicios comunes a todos los usuarios. Estos servicios se conocen como servicios globales o corporativos, algunos de estos servicios pueden ser: *e-mail*, acceso a Internet o videoconferencia.

Cuando un usuario necesita acceder a un servicio corporativo, la petición se procesa al nivel de la capa de distribución. El dispositivo de la capa de distribución envía la petición del usuario al núcleo, éste se limita a proporcionar un transporte rápido hasta el servicio corporativo solicitado. El dispositivo de la capa de distribución se encarga de proporcionar un acceso controlado a la capa de núcleo.

El modelo jerárquico de capas permite dividir una red de información en módulos autónomos de funcionalidades bien definidas. De este modo se puede separar el problema del diseño de la red en sub-problemas con mayor facilidad de solución. [9]

3.2.3 PROPUESTA ESQUEMÁTICA DEL REDISEÑO DEL ISP

Siguiendo el modelo Jerárquico de Capas, en la figura 3.1 se muestra la estructura interna de la red del ISP que se quiere conseguir; se pueden identificar además cuatro zonas, que se enlazan a las distintas capas del sistema: la zona de usuarios, zona de servicios, zona de administración y zona Internet.

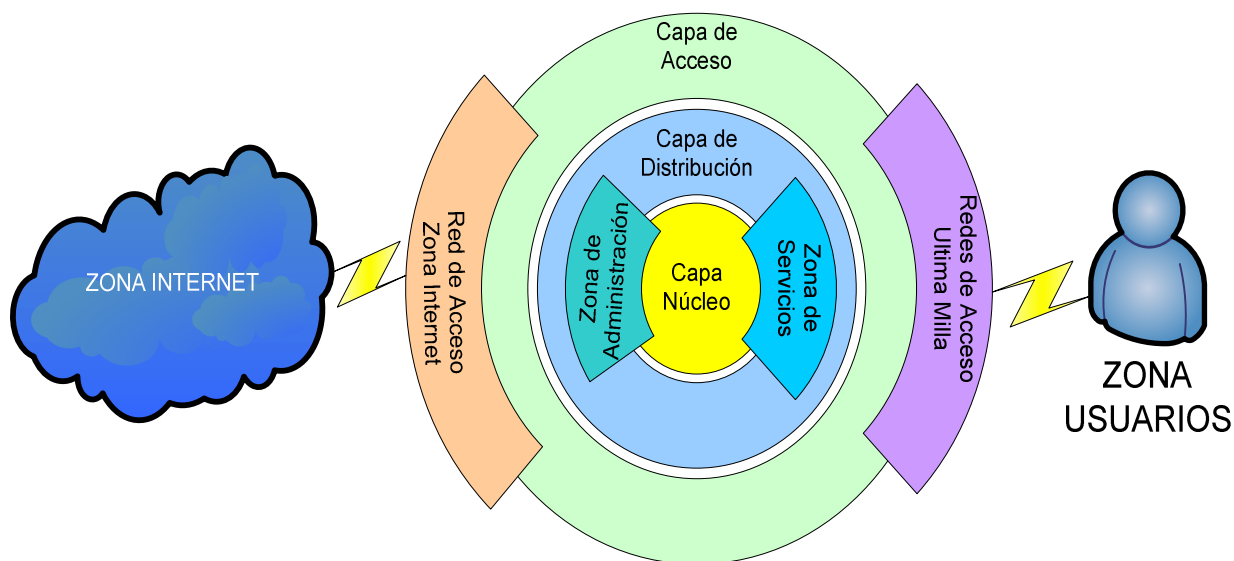


Figura 3.1 Propuesta Esquemática del Rediseño

La capa de núcleo está formada por varios sistemas de conmutación basados en *switches* independientes con capacidad suficiente para manejar el tráfico que pasará por ellos.

La capa de distribución está formada por los sistemas de enrutamiento, filtrado y control del consumo de ancho de banda.

La capa de acceso está formada por los enlaces a Internet, y las diferentes redes de acceso propias o arrendadas que disponga el ISP como son las últimas millas de cobre de Andinadatos y Teleholding o la red *wireless* que posee Onnet.

La zona de servicios alberga a los servicios básicos de red públicamente disponibles (DHCP, DNS, Correo Electrónico, etc.) y los servicios de valor agregado que se implementaran en el ISP.

La zona de administración contiene los sistemas necesarios para la administración y gestión de la plataforma del ISP en general, así como los sistemas que soportan las operaciones de la red.

La zona Internet incorpora la funcionalidad para conectarse con los proveedores de servicios para tener presencia y acceso a Internet.

La zona de usuarios permite el acceso a usuarios residenciales y corporativos a la red del ISP; está formada los equipos terminales de usuario.

La reingeniería se realiza de forma modular, de acuerdo con los parámetros de diseño y requisitos antes descritos.

En este capítulo se analizará principalmente las siguientes capas y zonas:

- Zona Internet
- Zona Usuario
- Capa Acceso
- Capa Distribución
- Capa Núcleo

3.2.3.1 Zona Internet

Con respecto al enlace a Internet, por razones de disponibilidad y calidad de servicio se prevee contratar un segundo enlace con un proveedor diferente; lo que posibilitará realizar balanceo de carga del tráfico y proporcionar redundancia con la finalidad de mantener el servicio en caso de falla de uno de los proveedores.

Ahora queda por dimensionar la capacidad de estos enlaces; desde el punto de vista del proveedor este dimensionamiento es muy importante pues representa gran parte de los costos operativos de un ISP. Igualmente desde el punto de

vista del usuario el dimensionamiento de los enlaces es importante, pues si es realizado correctamente brindará una calidad adecuada y satisfactoria al cliente en el uso del servicio.

El cálculo de la capacidad del enlace se ha basado en estimaciones y proyecciones sobre la cantidad y tipos de servicio que dispone el ISP actualmente y la demanda del servicio por parte del mercado de usuarios. Se ha realizado una proyección de 4 años para la estimación del ancho de banda requerido para satisfacer las necesidades de los clientes que se pretende obtener.

Cabe mencionar que el propósito primordial del rediseño es obtener una mayor penetración en el mercado por parte del ISP en lo que se refiere principalmente en acceso banda ancha (ADSL y *Wireless*), que como se ha podido observar es la tendencia del mercado. Por ello es necesario que el Departamento de *Marketing* desarrolle una estrategia adecuada para conseguir este fin, con el respaldo de la capacidad técnica del ISP en soportar tal crecimiento.

3.2.3.1.1 Dimensionamiento de la Capacidad de los Enlaces a Internet

En base a las ecuaciones 2.2 y 2.5 indicadas en el capítulo anterior de la sección 2.4.8.2 y de la tabla 3.1 se realizará la correspondiente tabulación de datos para el cálculo de las capacidades de los enlaces a Internet.

| Tipo de Cuenta | Función de proyección |
|----------------|----------------------------|
| Conmutada | $y = -468 * \ln(x) + 6746$ |
| Dedicada | $y = 236.4 * \ln(x) + 150$ |

Tabla 3.1 Funciones de Proyección

Como se observa en la tabla 3.1, las funciones consideradas son logarítmicas, cabe mencionar que se pueden realizar funciones de tendencias lineal, exponencial, potencial o polinomial; sin embargo, se ha seleccionado tendencias de tipo logarítmico.

Las figuras 2.34 y 2.36 del segundo capítulo, muestran que las demandas por cuentas conmutadas y dedicadas presentan un gran índice de crecimiento en el presente; no obstante, el mercado ecuatoriano se encuentra influenciado por situaciones de aspecto político, económico, social y cultural que actúan como variantes dentro de estas proyecciones. Esto no permite mantener un índice gradual de crecimiento en el futuro.

La selección de una función logarítmica se basa en el criterio de que ésta crece rápidamente a corto plazo pero a largo plazo tiende a ser una constante; la función es adecuada para modelar el mercado ecuatoriano actual por la gran demanda de acceso a Internet que existe en el presente y la expectativa moderada del mismo para el futuro.

Considerando las funciones y criterios mencionados se realizan las gráficas de proyección de demandas de cuentas conmutadas y dedicadas indicadas en las figuras 3.2 y 3.3

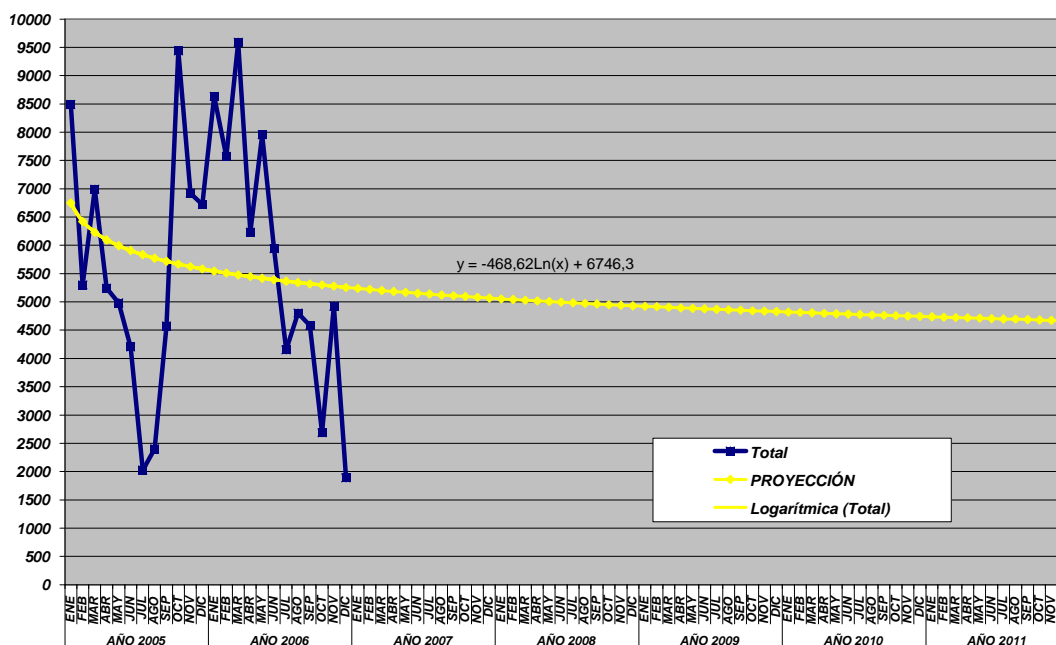


Figura 3.2. Proyección de Cuentas Conmutadas

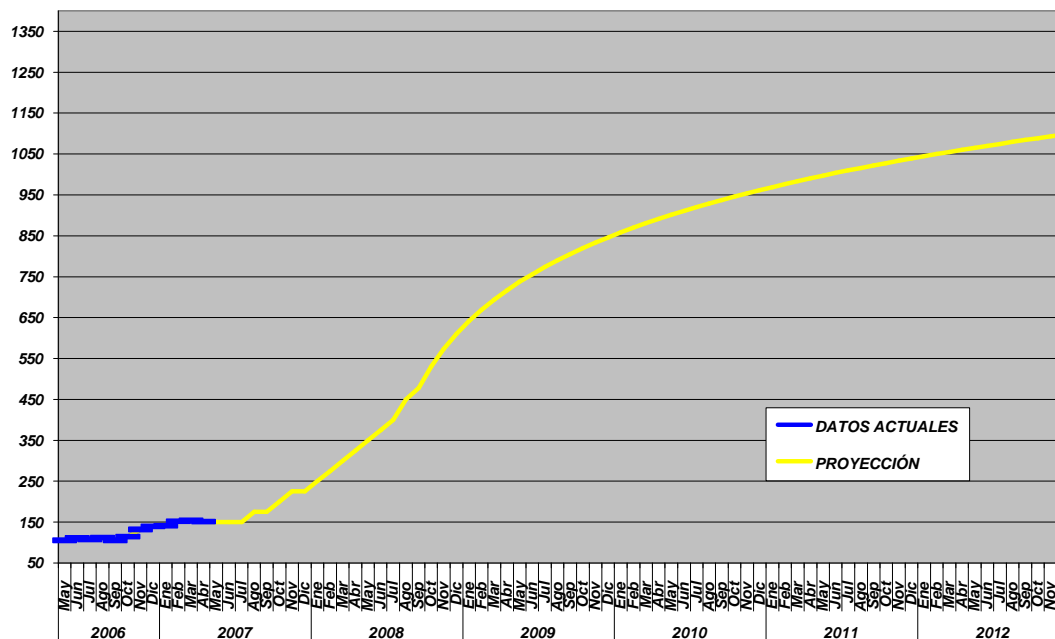


Figura 3.3 Proyección de Cuentas Dedicadas

a. Capacidad Dial-Up

Para el caso de cuentas conmutadas, en vista que la proyección de este tipo de cuentas muestra un decremento, se mantendrá la infraestructura actual del ISP para este tipo de acceso.

Se considera que el acceso a Internet a través de *dial-up* resulta poco atractivo en el presente, por las bajas tasa de conexión; frente a tecnologías de acceso a Internet de banda ancha.

La infraestructura actual del ISP permite la conexión de 210 usuarios simultáneos (180 en el nodo de El Batán y 30 en el nodo de la Villaflora); sin embargo, se tomará en consideración la tabla de datos 3.2 para determinar su simultaneidad.

Esta tabla ha obtenido de la recopilación de datos del ISP y en ella se puede apreciar que la máxima conexión de usuarios que poseen las cuentas *dial-up* se da entre las 15h00 y 24h00; en este lapso de tiempo se tiene una simultaneidad promedio de 148 usuarios, en el nodo El Batán; en el nodo

Villaflora se tiene una simultaneidad máxima de 30 usuarios como se indica en el capítulo 2.

| AÑO 2006 | CONEXION USUARIOS POR HORA | | | | | |
|------------|-----------------------------------|-------|--------|---------|---------|---------|
| | 0 - 6 | 6 - 9 | 9 - 12 | 12 - 15 | 15 - 18 | 18 - 24 |
| MAYO | | 65 | 91 | 109 | 189 | 160 |
| JUNIO | NO EXISTEN PRUEBAS EN ESTAS HORAS | 65 | 91 | 120 | 172 | 150 |
| JULIO | | 86 | 100 | 120 | 140 | 138 |
| AGOSTO | | 68 | 84 | 92 | 128 | 139 |
| SEPTIEMBRE | | 68 | 78 | 96 | 128 | 139 |
| OCTUBRE | | 72 | 100 | 117 | 163 | 130 |

Tabla 3.2 Conexiones de Usuarios Dial-Up 2006 Onnet

Se mantendrá como constante la simultaneidad de 178 usuarios, en base al decremento de las ventas de cuentas *dial-up* percibido en Onnet UIO; no se eliminará este tipo de acceso por el incremento de cuentas *dial-up* en la provincia de Pichincha. [10]

Se fijará como tasa de conexión por cada usuario 40 kbps, valor que está fundamentado en el límite de 56 kbps de capacidad de canal por usuario; además esta capacidad dependerá mucho del estado de la PSTN, razón por la cual no se ofrecerá un Internet de más de 40 kbps/usuario a través de este tipo de acceso.

Por tanto el total de E1s necesarios para cuentas conmutadas se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Total E1s} = (\text{Usuarios Simultáneos} * \text{Tasa de Conexión}) * 1\text{E1}/2048 \text{ Kbps}$$

Ecuación 3.2 Cálculo de E1 necesarios para cuentas conmutadas

$$\text{Total E1s} = 178 * 40 * 1\text{E1}/2048 \text{ Kbps} = 3.47$$

Total E1s = 3.5

b. Capacidad ADSL e Inalámbrica

Se pretende reforzar la infraestructura de red que ofrece el soporte para acceso ADSL e inalámbrico debido al crecimiento de cuentas dedicadas ofrecidas por

Onnet UIO y a la gran demanda de cuentas dedicadas en la provincia de Pichincha, como se mostró en las figuras 2.37 y 2.36 del capítulo 2 respectivamente.

Considerando las figuras 2.27 y 2.30 que muestran el número de clientes mensuales con acceso ADSL e inalámbrico respectivamente, se calculan los porcentajes de los diferentes tipos de cuentas dedicadas que posee Onnet UIO.

| Tipo de Acceso | Porcentaje |
|----------------|------------|
| ADSL | 89% |
| Inalámbrico | 11% |

Tabla 3.3 Porcentaje de Cuentas Dedicadas

La tabla 3.3 indica el porcentaje de cuentas con acceso ADSL e inalámbricas que posee Onnet UIO del total de cuentas dedicadas.

| Tipo de Acceso | Proveedor | Velocidad [kbps] | Compartición de canal | Porcentaje |
|----------------------------------|-------------|------------------|-----------------------|------------|
| ADSL 89% | Andinadatos | 128 | 1 – 16 | 46% |
| | | 128 | 1 – 4 | 2% |
| | | 256 | 1 – 16 | 19% |
| | | 256 | 1 – 4 | 4% |
| | | 512 | 1 – 16 | 1% |
| | Teleholding | 128 | 1 – 1 | 27% |
| | | 256 | 1 – 1 | 1% |
| Inalámbrico 11% | Onnet | 128 | 1 – 1 | 41% |
| | | 256 | 1 – 1 | 36% |
| | | 512 | 1 – 1 | 23% |

Tabla 3.4 Porcentajes por tipo de acceso para cuentas dedicadas

La tabla 3.4 indica los porcentajes en cada tipo de cuenta dedicada, este cálculo también se encuentra basado en las gráficas de las figuras 2.27 y 2.30 del capítulo 2 que muestran el número de clientes mensuales con acceso ADSL e inalámbrico.

En la tabla 3.5 se muestra el total de cuentas dedicadas que tendrá el ISP Onnet UIO desde el mes junio del 2008 hasta el mes de marzo del 2012.

La tabla 3.5 tienen los siguientes campos:

- Año: Indica el año en el que se está proyectando la demanda de cuenta dedicada.
- Periodo: Indica el periodo del año en el que se realiza la proyección, en el ejemplo mostrado a continuación se hace la proyección al final del segundo trimestre del año 2008 que finaliza en junio.
- Total: Indica el número total de cuentas dedicadas que existirá al final del periodo indicado; como se observa en la tabla 3.4, en el mes de junio del 2008 que es final del segundo trimestre del 2008 se tendrá 375 cuentas dedicadas.
- Número de Cuentas Dedicadas: Este campo se subdivide en otros campos que se encuentran en función de la tabla 3.5 que indica los tipos y subtipos de cuentas dedicadas y sus respectivos porcentajes; los datos son calculados en base al campo "Total", y los porcentajes detallados de las tablas 3.3 y 3.4.

Por ejemplo si se desea calcular cuántas cuentas dedicadas de tipo ADSL con ancho de banda de 128 kbps (*home*), se tiene que multiplicar el valor del campo total por el porcentaje correspondiente a cuentas dedicadas ADSL (89%) y por el porcentaje del subtipo de cuenta, en este caso 46% correspondiente a la cuenta con ancho de banda de 128 kbps tipo *home*.

Cuentas ADSL 128 kbps home = Total x % ADSL x % 128 kbps home

Para el trimestre finalizado en junio del 2008 el cálculo sería:

Cuentas ADSL 128 kbps home = 375 x 89% x 46%

Cuentas ADSL 128 kbps home = 153.5

Los porcentajes para cada tipo y subtipo de cuenta dedicada están detallados en las tablas 3.3 y 3.4.

| | | NÚMERO DE CUENTAS DEDICADAS | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|-----------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|-------------|--------------|-----|-----|-----|
| AÑO | PERIODO | TOTAL | ADSL 89% | | | | | | WIRELESS 11% | | | |
| | | | Andinadatos | | | | | Teleholding | | 128 | 256 | 512 |
| | | | 128 Home | 128 Plus | 256 Home | 256 Plus | 512 Home | 128 | 256 | 128 | 256 | 512 |
| | | | 46% | 2% | 19% | 4% | 1% | 27% | 1% | 41% | 36% | 23% |
| 2008 | TRIMESTRE (Jun) | 375 | 154 | 7 | 63 | 13 | 3 | 90 | 3 | 17 | 15 | 9 |
| | TRIMESTRE (Sep) | 478 | 196 | 9 | 81 | 17 | 4 | 115 | 4 | 22 | 19 | 12 |
| | TRIMESTRE (Dic) | 610 | 250 | 11 | 103 | 22 | 5 | 147 | 5 | 28 | 24 | 15 |
| 2009 | TRIMESTRE (Mar) | 694 | 284 | 12 | 117 | 25 | 6 | 167 | 6 | 31 | 27 | 18 |
| | TRIMESTRE (Jun) | 756 | 310 | 13 | 128 | 27 | 7 | 182 | 7 | 34 | 30 | 19 |
| | TRIMESTRE (Sep) | 805 | 330 | 14 | 136 | 29 | 7 | 194 | 7 | 36 | 32 | 20 |
| | TRIMESTRE (Dic) | 846 | 346 | 15 | 143 | 30 | 8 | 203 | 8 | 38 | 34 | 21 |
| 2010 | TRIMESTRE (Mar) | 881 | 361 | 16 | 149 | 31 | 8 | 212 | 8 | 40 | 35 | 22 |
| 2010 | SEMESTRE (Sep) | 938 | 384 | 17 | 159 | 33 | 8 | 225 | 8 | 42 | 37 | 24 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Mar) | 984 | 403 | 18 | 166 | 35 | 9 | 236 | 9 | 44 | 39 | 25 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar) | 1055 | 432 | 19 | 178 | 38 | 9 | 254 | 9 | 48 | 42 | 27 |

Tabla 3.5 Proyección del Número de Cuentas Dedicadas

La tabla 3.6 muestra las capacidades en E1s necesarias para cada subtipo de cuenta dedicada; en esta tabla se tiene los siguientes campos:

- Año: Indica el año en el que se está proyectando la capacidad en E1s de un determinado tipo de cuenta dedicada.
- Periodo: Indica el periodo del año en el que se realiza la proyección; se tiene como ejemplo la proyección al final del segundo trimestre del año 2008 que finaliza en junio.
- Total E1s: Indica la capacidad total en E1s que se necesitará al final de un periodo indicado. Se calcula este dato sumando las capacidades de todos los tipos de cuentas dedicadas.
- Capacidades para Cuentas Dedicadas: Este campo se subdivide en otros campos que indican el ancho de banda y compartición del canal; estos datos ayudan al cálculo de la capacidad de la respectiva cuenta dedicada.

El cálculo de capacidad se indica en la ecuación 3.2.

$$\text{Capacidad [E1s]} = \frac{(\# \text{ cuentas} \times \text{Ancho de Banda [kbps]})}{(\text{Nivel de compartición} \times 2048 \text{ [kbps]})}$$

Ecuación 3.3 Cálculo de E1 necesarios para cuentas dedicadas

Donde:

- # de cuentas: estos valores se toman de la tabla 3.5
- Ancho de banda²⁸: se indica en el encabezado de la tabla 3.6; puede ser 128 kbps, 256 kbps o 512 kbps.
- Nivel de compartición: también se indica en el encabezado de la tabla 3.6; puede ser 16, 4 o 1 si la cuenta es *home*, *plus* o canal dedicado respectivamente.
- 2048: es el factor de conversión entre kbps y E1s.

Por ejemplo para calcular la capacidad para cuentas dedicadas tipo ADSL con ancho de banda de 128 kbps (*home*) para el trimestre finalizado en junio del 2008 se tiene:

$$\text{Capacidad [E1s]} = \frac{(154 \times 128 \text{ [kbps]})}{(16 \times 2048 \text{ [kbps]})}$$

Capacidad para ADSL 128 kbps home [E1s] = 0.6

| | | CAPACIDADES PARA CUENTAS DEDICADAS | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|------------------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|-------------|--------------|-----|-----|-----|
| AÑO | PERIODO | TOTAL [E1s] | ADSL 89% | | | | | | WIRELESS 11% | | | |
| | | | Andinadatos | | | | | Teleholding | | 128 | 256 | 512 |
| | | | 128 Home | 128 Plus | 256 Home | 256 Plus | 512 Home | 128 | 256 | 128 | 256 | 512 |
| | | | 16-1 | 4-1 | 16-1 | 4-1 | 16-1 | 1-1 | 1-1 | 1-1 | 1-1 | 1-1 |
| 2008 | TRIMESTRE (Jun) | 13,0 | 0,6 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 5,6 | 0,4 | 1,1 | 1,9 | 2,4 |
| | TRIMESTRE (Sep) | 16,6 | 0,8 | 0,1 | 0,6 | 0,5 | 0,1 | 7,2 | 0,5 | 1,3 | 2,4 | 3,0 |
| | TRIMESTRE (Dic) | 21,2 | 1,0 | 0,2 | 0,8 | 0,7 | 0,1 | 9,2 | 0,7 | 1,7 | 3,0 | 3,9 |
| 2009 | TRIMESTRE (Mar) | 24,1 | 1,1 | 0,2 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 10,4 | 0,8 | 2,0 | 3,4 | 4,4 |
| | TRIMESTRE (Jun) | 26,2 | 1,2 | 0,2 | 1,0 | 0,8 | 0,1 | 11,4 | 0,8 | 2,1 | 3,7 | 4,8 |
| | TRIMESTRE (Sep) | 27,9 | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 0,9 | 0,1 | 12,1 | 0,9 | 2,3 | 4,0 | 5,1 |
| | TRIMESTRE (Dic) | 29,3 | 1,4 | 0,2 | 1,1 | 0,9 | 0,1 | 12,7 | 0,9 | 2,4 | 4,2 | 5,4 |
| 2010 | TRIMESTRE (Mar) | 30,5 | 1,4 | 0,2 | 1,2 | 1,0 | 0,1 | 13,2 | 1,0 | 2,5 | 4,4 | 5,6 |
| 2010 | SEMESTRE (Sep) | 32,5 | 1,5 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 0,1 | 14,1 | 1,0 | 2,6 | 4,6 | 5,9 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Mar) | 34,1 | 1,6 | 0,3 | 1,3 | 1,1 | 0,1 | 14,8 | 1,1 | 2,8 | 4,9 | 6,2 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar) | 36,6 | 1,7 | 0,3 | 1,4 | 1,2 | 0,1 | 15,8 | 1,2 | 3,0 | 5,2 | 6,7 |

Tabla 3.6 Proyección de la salida a Internet en Cuentas Dedicadas

²⁸ En el presente trabajo se asociará el término Ancho de Banda al concepto de Capacidad de Canal cuyas unidades se dan en bits por segundo (Bps)

c. Capacidad Total

De la información presentada en las tablas anteriores se puede estimar las capacidades de acceso que debe poseer el ISP para lograr soportar el crecimiento y penetración al mercado propuestos. Esta capacidad se presenta en la tabla 3.7.

| AÑO | PERÍODO | TOTAL E1s | | |
|-------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------|
| | | CUENTAS DEDICADAS | CUENTAS CONMUTADAS | TOTAL |
| 2008 | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 13,0 | 3,5 | 17 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 16,6 | | 20 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 21,2 | | 25 |
| 2009 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 24,1 | | 28 |
| | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 26,2 | | 30 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 27,9 | | 31 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 29,3 | | 33 |
| 2010 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 30,5 | | 34 |
| 2010 | SEMESTRE (Abr-Sep) | 32,5 | | 36 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Oct-Mar) | 34,1 | | 38 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar-Mar) | 36,6 | 40 | |

Tabla 3.7 Proyección de la Capacidad Total de E1

El campo “Cuentas Dedicadas” de la tabla 3.7 toma los datos de la tabla 3.6 del campo “Total [E1s]”. En el campo “Cuentas Conmutadas” se coloca el cálculo de capacidad para cuentas conmutadas especificados anteriormente.

Ahora como ya se mencionó se pretende contratar las capacidades de acceso a dos proveedores diferentes, repartiendo la carga para realizar un balanceo de carga, y proporcionado redundancia y mayor confiabilidad en caso de que un proveedor falle.

3.2.3.1.2 Acceso al Backbone de Internet

En el mercado se pueden examinar algunos proveedores de acceso al *backbone* de Internet, los cuales actuarían como proveedores del ISP, ya que ofrecen sus servicios tanto para clientes corporativos como a ISPs.

Entre los principales proveedores de acceso al *backbone* de Internet en el mercado se tiene a:

Telconet:[11] Es una empresa consolidada que puede proveer el acceso al *Backbone* de Internet de una manera confiable con un alto desempeño y altas velocidades, debido a que posee una red de Fibra Óptica con los siguientes beneficios:

- Canales de acceso directo hasta el NAP de las Américas, N x E1
- Latencia: 112 milisegundos hacia portales como Yahoo ó Google
- Confiabilidad: BER 10 e-12
- Pérdida de Paquetes: 0%
- Acceso a Internet: *Backbone* de Telefónica en el NAP de las Américas
- Concentración 1:1 garantizada
- Respaldo Satelital automático

Andinadatos:[12] También es una de las empresas más importantes del país y cuenta con una infraestructura lo suficientemente robusta y una gran cobertura que le permite ofrecer servicios de interconexión con el *backbone* de Internet y acceso al NAP de las Américas como se muestra en la figura 3.4

Infratel:[29] Es una empresa que emplea fibra óptica, enlaces de radio vía microondas y las redes MAN (*Metropolitan Area Network*) a través de la infraestructura FRAME RELAY para permitir la comunicación entre diferentes puntos; además posibilita transmitir voz y datos en tiempo real con sus subsidiarias.

Interactive:[30] Es una empresa que puede proveer el acceso al *Backbone* de Internet de una manera confiable con un alto desempeño y altas velocidades, debido a que posee una red de Fibra Óptica con los siguientes beneficios:

- Tecnología de punta.
- Red totalmente digital.
- Apoyo Técnico 100% profesional los 365 días del año, las 24 horas del día.

- Servicio de última milla proporcionado por Interactive.
- Acceso Directo al *Backbone* de Estados Unidos a través de Impsat USA, proveedor asociado tecnológico de Interactive.
- Interconexión con APROVI (Asociación Ecuatoriana de Proveedores de Internet) que es el *IP EXCHANGE* de Ecuador, el cual permite un intercambio de información a alta velocidad con los ISPs locales.
- *Backbone* Latinoamericano (Argentina, Colombia, Venezuela, Ecuador, México, Brasil)



Figura 3.4 Cobertura Internacional de Andinadatos

ECUANET: [31] Es una empresa que tiene infraestructura con nodos en Quito y Guayaquil, éstos se encuentran conectados al NAP DE LAS AMÉRICAS ubicado en Florida-USA a través de FIBRA ÓPTICA INTERNACIONAL.

Su capacidad internacional llega desde Quito y Guayaquil hasta Bogotá brindando una solución de fibra óptica de punta a punta y desde allí, a través

de operadores internacionales, se conecta con el NAP de las Américas en Florida.

Ofrece al mercado corporativo un completo abanico de soluciones entre las que se tiene:

- Accesos Nacionales e Internacionales a Internet
- Conexiones dedicadas nacionales e internacionales para transmisión de datos
- Servicios de última milla mediante microonda, cobre o anillos de fibra óptica metropolitana
- Servicios de Telepuerto

Una vez analizado el mercado de proveedores de acceso al *backbone* de Internet se ha seleccionado a Telconet y a Andinadatos para proveer al ISP la interconexión internacional, debido a que estas empresas demuestran tener una infraestructura más consolidada y mayor cobertura que las demás. Con esta doble conexión se proporcionará redundancia adicional a la que ofrecen estas dos empresas y se podrá realizar balanceo de carga entre ambas salidas para aprovechar el máximo estos servicios

3.2.3.2 Zona Usuario

Esta parte se refiere a los equipos terminales colocados en la zona de usuario para permitir el acceso a Internet a los mismos; estos dispositivos son por lo general módems analógicos o digitales, terminales DSUs o CPEs entre otros, dependiendo de la tecnología de última milla con la que se llegue al cliente.

3.2.3.3 Capa Acceso

Como ya se mencionó el ISP dispone de diversas redes de acceso como es el caso del acceso Dial-Up que proporciona Andinatel a través de sus líneas telefónicas, el acceso ADSL proporcionado por Andinadatos y Teleholding con sus líneas de cobre y el acceso *Wireless* que es una red propia del ISP.

Ahora estas redes de acceso son contratadas dependiendo de los requerimientos del cliente y del tipo de servicio que desee; las redes de acceso *Dial-Up* y ADSL no entran dentro del estudio por que éstas no son de propiedad del ISP y es un servicio contratado según los requerimientos del mismo.

Otro punto importante a considerar son las diferentes tecnologías que manejan los proveedores de última milla entre las cuales se encuentran Frame Relay, ATM, Metro Ethernet y MPLS; algunas de las cuales se encuentran en proceso de implementación y/o ampliación de su cobertura.

En el presente diseño se dimensionarán los equipos para que puedan trabajar sobre las tecnologías ya utilizadas por el ISP que son Frame Relay y ATM, tomando en cuenta que son los servicios con mayor cobertura y económicos que ofrecen estos proveedores.

Es importante recalcar la ampliación de la red de datos ADSL de Andinadatos lo que significa una mayor factibilidad de puertos para proporcionar este servicio como lo anuncia Andinadatos en su página oficial [13], esto permitirá aun ampliar más y consolidar el servicio de banda ancha en el Distrito Metropolitano de Quito.

Las gráficas 3.5 y 3.6 muestran la cobertura y servicios que posee Andinadatos en la ciudad de Quito, que es uno de los principales proveedores de última milla para Onnet.

Uno de los objetivos de este proyecto es proporcionar al ISP una infraestructura de acceso propia, con capacidad de soportar un crecimiento moderado en el servicio de Internet Banda Ancha *Wireless*; en otras palabras se proporcionara al ISP las características para que en un futuro pueda convertirse en *carrier*²⁹. Para cumplir esto deberá a más de la capacidad técnica disponer de los permisos y concesiones que estipula la SENATEL y el CONATEL, para promover una independencia de los proveedores de última

²⁹ **Carrier:** Empresa que dispone de la infraestructura y permisos necesarios para ofrecer servicios de acceso y comunicación de datos.

milla, razón por la que se tomará una especial atención a este punto en la segunda parte de este capítulo.

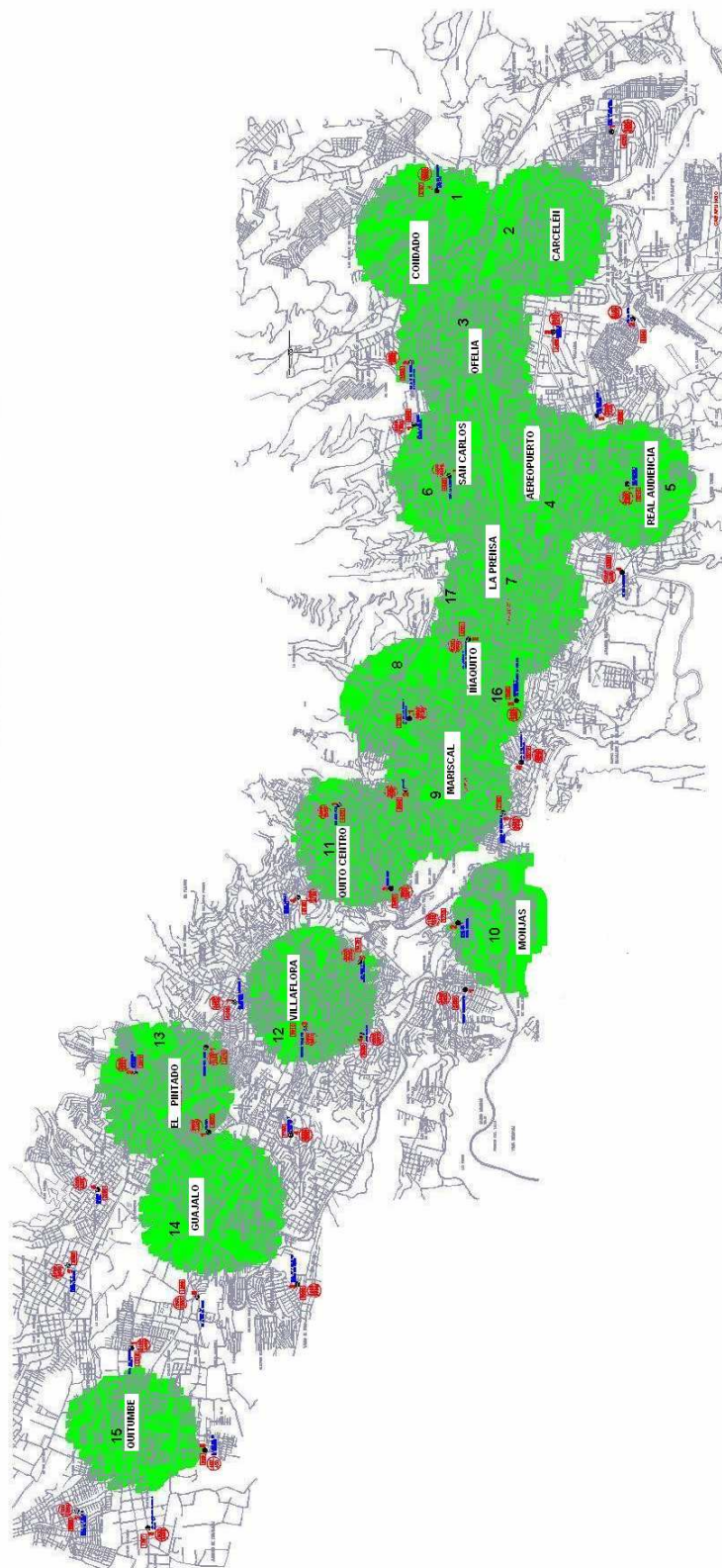


Figura 3.5 Cobertura ADSL-G Quito Andinadatos [13]



Figura 3.6 Servicios Andinadatos en Quito [13]

3.2.3.4 Capa de Distribución

Como ya se ha mencionado esta capa la construyen los sistemas de enrutamiento, filtrado y control de ancho de banda, por lo que se analizarán los equipos que pueden proporcionar tales características en sus aspectos de hardware y software y se elegirá la mejor opción para su funcionamiento teniendo en cuenta las necesidades del ISP.

Ahora se analizarán las capacidades de los equipos que necesita el ISP para satisfacer las características deseadas en el diseño, y se contrastarán con las características de los equipos disponibles en el ISP, seleccionando la mejor opción.

En esta capa se considera la instalación de un sistema de *firewall* como herramienta para implementar políticas de seguridad entre las zonas; este tema será analizado en el capítulo cuarto donde se profundizará sobre el tema de administración y seguridad en redes.

También se considera la implementación de un sistema de control de ancho de banda para forzar un perfil de tráfico que brinde a los usuarios una experiencia satisfactoria en el uso del servicio. Este sistema se implementará con los equipos de la capa de distribución (*routers*) por lo que se debe considerar estas características en el momento de la elección de los mismos.

3.2.3.4.1 Dispositivos de Distribución

Los principales dispositivos de distribución en el presente estudio son los *routers* que dispone el ISP para las diferentes redes de acceso que posee, los que dependiendo del volumen de tráfico a soportar y de la tecnología utilizada deberán ser seleccionados tomando en cuenta aspectos fundamentales como:

- Capacidad de Enrutamiento
- Protocolos de Enrutamiento y de ruteo que soporta
- Tipos de Interfaces Físicas
- Características de Seguridad
- Manejo de Calidad de Servicio QoS
- Tipo de Administración y Monitoreo, entre las principales

Como se indicó anteriormente se ha considerado disponer de tres redes de acceso cada una con diferentes protocolos de enlace de datos (Capa 2, Modelo OSI) y diversas tecnologías, por lo cual es importante seleccionar los equipos de distribución (*routers*) para satisfacer estos requerimientos.

Otro punto fundamental para la reingeniería del ISP es la de redundancia ya que se manejarán varios lazos físicos y lógicos, por lo que es de suma importancia que todos los equipos cuenten con protocolos para manejar estos entornos, protocolos como *Spanning Tree*³⁰ (STP) o alguna de sus variantes.

³⁰ **Spanning Tree Protocol (STP):** es un protocolo de red de capa 2 [OSI](#). Su función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes (necesarios en muchos casos para garantizar la disponibilidad de las conexiones). El protocolo permite a los dispositivos de interconexión activar o desactivar automáticamente los enlaces de conexión, de forma que se garantice que la topología está libre de lazos. STP es transparente a las estaciones de usuario.

Además se necesita tomar en cuenta el uso que presenta el procesador de los equipos utilizados, así como el tamaño de memoria necesaria para la instalación del sistema operativo requerido por los mismos. Es importante recalcar que la mayoría de este tipo de equipos almacena sus sistemas operativos en la memoria Flash en un formato comprimido, pero es cargada y descomprimida en la memoria RAM antes de comenzar a operar el equipo.

a. Routers para Acceso Dial-Up

Como se mencionó anteriormente los requerimientos para este tipo de acceso se mantendrán, aún cuando las proyecciones de este tipo de servicio, indican que tiende a ser menos atractivo para los clientes.

Haciendo referencia al cálculo de capacidad *Dial-Up* realizado anteriormente, se necesita de equipos con características que permitan volúmenes de tráfico de 3.5 E1. Además se necesita que manejen interfaces ISDN PRI E1 y soporten protocolos como PPP y Ethernet; así como protocolos de enrutamiento dinámico como RIP versión 2 o superiores.

Otra característica a tomar en cuenta para estos equipos es la de administración, seguridad y autenticación remota; el soporte de protocolos y estándares relacionados a estos aspectos es fundamental para un buen desempeño de este tipo de servicio.

b. Routers para Acceso ADSL

Este tipo de acceso será el que tendrá mayor crecimiento para aprovechar todos sus beneficios de servicio, y además por su amplia aceptación y crecimiento en el mercado. Para los requerimientos de equipos esto se lo realizará por etapas para lograr un crecimiento gradual y sostenible de las capacidades del ISP.

Se necesitarán varios *routers* que soporten diferentes tipos de protocolos de conmutación como Frame Relay y ATM; además deberán permitir una gran cantidad de tráfico para poder soportar el nivel de crecimiento que se espera tener con la reingeniería propuesta en este estudio. La estimación de tráfico se

muestra en la tabla 3.8, esta tabla ha sido calculada a partir de las capacidades mostradas en la tabla 3.6, sumándose las capacidades correspondientes para cada proveedor de última milla.

| AÑO | PERÍODO | ADSL | |
|-------------|---------------------|-------------|-------------|
| | | Andinadatos | Teleholding |
| 2008 | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 1,7 | 6,0 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 2,1 | 7,7 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 2,7 | 9,8 |
| 2009 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 3,1 | 11,2 |
| | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 3,4 | 12,2 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 3,6 | 13,0 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 3,8 | 13,6 |
| 2010 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 3,9 | 14,2 |
| 2010 | SEMESTRE (Abr-Sep) | 4,2 | 15,1 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Oct-Mar) | 4,4 | 15,9 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar-Mar) | 4,7 | 17,0 |

Tabla 3.8 Crecimiento de Tráfico Estimado por el Proyecto

Otra característica requerida para este tipo de equipos es que puedan manejar una serie de protocolos de enrutamiento dinámico como RIP Versión 2 y OSPF; además de poseer beneficios de administración, seguridad y autenticación remota.

c. Routers para Acceso Inalámbrico

Este tipo de acceso es el que se busca para lograr una mayor independencia en lo que se refiere a redes de última milla. Los requerimientos de estos equipos se realizarán también por etapas para lograr un crecimiento gradual y sostenible de las capacidades del ISP.

Estos equipos deben soportar diferentes tipos de protocolos de conmutación como Ethernet, así como permitir implementar VLANs; además se necesita que soporten una gran cantidad de tráfico como se puede visualizar en la tabla 3.9. Esta tabla ha sido calculada a partir de las capacidades mostradas en la tabla 3.6, sumándose las capacidades correspondientes de acceso inalámbrico.

| AÑO | PERÍODO | WIRELESS |
|-------------|---------------------|----------|
| 2008 | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 5,3 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 6,7 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 8,6 |
| 2009 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 9,8 |
| | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 10,7 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 11,4 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 11,9 |
| 2010 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 12,4 |
| 2010 | SEMESTRE (Abr-Sep) | 13,2 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Oct-Mar) | 13,9 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar-Mar) | 14,9 |

Tabla 3.9 Capacidad *Wireless*

Como se mencionó, es necesario que estos equipos manejen protocolos de enrutamiento dinámico como RIP Versión 2 y OSPF, además deben poseer beneficios de administración, seguridad y autenticación remota.

3.2.3.5 Capa Núcleo

Para permitir una rápida comunicación entre las diferentes zonas y capas del ISP la capa núcleo estará formada por sistemas de conmutación (*switches*) con capacidad suficiente para manejar el tráfico que por ellos atraviese. En la tabla 3.10 se muestran las proyecciones realizadas para el tráfico que cursará por el núcleo basándose en los datos de la tabla 3.7.

Además para el cálculo de la capacidad total de uso se ha considerado un porcentaje del 75% de simultaneidad, tomando en cuenta que la mayoría de la capacidad de los canales que dispone el ISP se utilizarán todo el tiempo y se encuentren contratados.

Además se considerará que para mejorar la disponibilidad, los equipos que brindan redundancia deberán estar conectados a más de un dispositivo de conmutación; por lo que, se utilizarán dos *switches* con la misma configuración y características para soportar tal disponibilidad.

| AÑO | PERÍODO | TOTAL E1s | | | |
|-------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------|------------------|
| | | CUENTAS DEDICADAS | CUENTAS CONMUTADAS | TOTAL | USO EFECTIVO 75% |
| 2008 | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 13,0 | 3,5 | 17 | 12 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 16,6 | | 20 | 15 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 21,2 | | 25 | 18 |
| 2009 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 24,1 | | 28 | 21 |
| | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 26,2 | | 30 | 22 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 27,9 | | 31 | 24 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 29,3 | | 33 | 25 |
| 2010 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 30,5 | | 34 | 26 |
| 2010 | SEMESTRE (Abr-Sep) | 32,5 | | 36 | 27 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Oct-Mar) | 34,1 | | 38 | 28 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar-Mar) | 36,6 | | 40 | 30 |

Tabla 3.10 Proyección de Tráfico para el Núcleo

Adicionalmente se utilizará el estándar 802.3ad (agregación de enlaces paralelos) para mejorar la disponibilidad al tener menores tiempos de recuperación ante fallas, proporcionando también balanceo de carga entre la capa de distribución y el *core*.

Como medio físico de conexión se requiere que los enlaces de *backbone* que conectan los dispositivos de la capa de distribución a la capa de núcleo, manejen velocidades de 100 Mbps, por lo que el cableado destinado para este fin deberá ser categoría 6; esta opción es técnica y económicamente más viable que otras alternativas como los enlaces en fibra óptica

3.2.4 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS

Con lo anteriormente expuesto se pueden determinar las características necesarias de cada uno de los equipos perteneciente a las diferentes capas y zonas definidas para el ISP.

El redimensionamiento del ISP se lo ha planificado realizar en varias etapas dentro del período de 4 años que durará el proyecto; estas etapas se definirán en capítulos posteriores.

3.2.4.1 Equipos de Capa de Core

Los requerimientos mínimos para esta capa son los siguientes:

- Dos *switches* multicapa
 - 16 MBytes de memoria
 - 10 Gbps en velocidad de *Switching*
 - *Throughput*³¹ de 5 Mpps (Millones de Paquetes por segundo)
 - Soporte de 8000 MAC Address
 - Soporte de *Jumbo Frame*³²
 - 24 Puertos Ethernet 10/100
 - 2 Puertos Giga Ethernet para *Uplink*
 - Manejo de tráfico de capas 2 y 3
 - Soporte de *Stacking*³³ de 8 Gbps
 - Soporte de enlaces agregados (LACP-802.3ad) y redundancia
 - Soporte de *Spanning Tree Protocol* (STP) y/o sus variantes
 - Características de seguridad como ACLs, IPsec, VLANs y encriptación
 - Autenticación remota, 802.1X³⁴ RADIUS
 - Soporte de CoS/QoS 802.1p³⁵ y priorización de Tráfico
 - Altamente escalable
 - Sistema de Energía Redundante
 - Altamente administrable (CLI, Web, Software) y monitorizable

³¹ **Throughput:** Se llama así al volumen de trabajo o de información que fluye a través de un sistema. Particularmente significativo en almacenamiento de información y sistemas de recuperación de información, en los cuales el rendimiento es medido en unidades como accesos por hora.[14]

³² **Jumbo Frame:** Paquete Ethernet de 9000 bytes

³³ **Stacking:** Apilamiento de equipos para balanceo y distribución de procesamiento de información.

³⁴ **802.1X:** [Norma IEEE](#) para control de admisión de red basada en puertos. Permite la [autenticación](#) de dispositivos conectados a un puerto [LAN](#), estableciendo una conexión punto a punto o previniendo el acceso por ese puerto si la autenticación falla. [15]

³⁵ **802.1P:** Estándar IEEE que proporciona priorización de tráfico y filtrado multicast dinámico. Esencialmente, proporciona un mecanismo para implementar Calidad de Servicio (QoS) a nivel de MAC (*Media Access Control*).[16]

- Sistema de seguridad
 - Características de *firewall*
 - Características de IPS/IDS (*Intrusion prevention system/Intrusion detection system*)
 - Soporte mínimo de dos segmentos de red
 - Actualización dinámica de vacunas digitales
 - Soporte mínimo de 100 MBytes de *throughput*
 - Altamente administrable y monitorizable
- Sistema de Control de Ancho de Banda
 - Control dinámico de canales de acceso
 - Capacidad de *Traffic shaping*³⁶ y monitoreo de canales.

3.2.4.2 Equipos de Capa de Distribución

Los requerimientos para esta capa dependen del tipo de tecnología empleada.

3.2.4.2.1 Equipos para Acceso Dial-Up

Las características técnicas de los dispositivos necesarios para cubrir las necesidades en este tipo de servicio son las siguientes:

Dos *routers* con las siguientes características mínimas básicas:

- Capacidad de manejo de tráfico de 15 Mbps
- 128 MBytes de memoria instalada
- 2 interfaces Seriales ISDN PRI E1,
- 2 interfaces Ethernet de 100 Mbps
- Manejo de diversos protocolos de enrutamiento como RIP2 y OSPF.
- Manejo de diversos protocolo de conmutación como PPP y Frame Relay
- Altamente escalable, soporte de tarjetas de expansión
- Soporte de VLANs (802.1Q)

³⁶ **Traffic shaping:** También conocido como catalogación de tráfico, propone conceptos de clasificación, colas, imposición de políticas, administración de congestión, calidad de servicio (QoS) y regulación.[18]

- Soporte de QoS
- Características de seguridad, encriptación y autenticación
- Altamente administrable y monitorizable
- Soporte de protocolos de señalización como SIP
- Soporte de protocolos de Transporte como UDP y TCP
- Soporte de protocolos de seguridad como IPSec
- Soporte de AAA con RADIUS
- Soporte simultáneo de 250 conexiones
- Soporte de 5 sesiones por cliente conectado
- Soporte de protocolos de Administración como SNMP Versión 2

3.2.4.2.2 Equipos para Acceso ADSL

Equipos Frame Relay:

Dos *routers* con las siguientes especificaciones mínimas generales:

- Capacidad de manejo de tráfico de 20 Mbps
- Uso promedio de procesador 60% con este volumen de tráfico
- Características ADSL
- 2 Interfaces seriales
- Soporte de tarjetas de expansión WAN
- 128 MBytes de memoria DRAM instalada
- 64 MBytes de memoria Flash
- 2 Interfaces Ethernet de 100 Mbps
- Manejo de diversos protocolos de enrutamiento como RIP2 y OSPF.
- Manejo de diversos protocolo de encapsulación como Frame Relay
- Soporte de DHCP y NAT
- Altamente escalable
- Soporte de QoS
- Características de seguridad, encriptación y autenticación
- Altamente administrable y monitorizable
- Soporte de transmisión de voz

Equipos ATM:

Un *router* con las siguientes especificaciones mínimas generales:

- Capacidad de manejo de tráfico de 60 Mbps
- Uso promedio de procesador 60% con este volumen de tráfico
- Características ADSL
- 2 interfaces seriales
- Soporte de tarjetas de expansión WAN
- 128 MBytes de memoria DRAM instalada
- 64 MBytes de memoria Flash instalada
- 2 Interfaces Ethernet de 100 Mbps
- Manejo de diversos protocolos de enrutamiento como RIP2 y OSPF.
- Manejo de diversos protocolo de encapsulacion como ATM
- Soporte de DHCP y NAT
- Altamente escalable
- Soporte de QoS
- Características de seguridad, encriptación y autenticación
- Altamente administrable y monitorizable

3.2.4.2.3 Equipos para Acceso Wireless

Para este tipo de acceso se tiene previsto un crecimiento aproximado de tres veces su capacidad actual en cuanto a ancho de banda. Para lo cual se necesitará de un equipo que disponga de las siguientes características.

Un *router* con las siguientes especificaciones generales mínimas:

- Capacidad de manejo de tráfico de 60 Mbps
- 64 MBytes de memoria instalada
- 2 interfaces Seriales
- 2 interfaces Ethernet de 100 Mbps
- Manejo de diversos protocolos de enrutamiento como RIP2, OSPF.
- Manejo de diversos protocolo de conmutación como PPP, Ethernet
- Soporte de DHCP y NAT

- Altamente escalable
- Soporte de QoS
- Características de seguridad, encriptación y autenticación
- Altamente administrable y monitorizable

3.2.5 PROPUESTA DE EQUIPOS

Hasta aquí se ha realizado el análisis de los equipos que posee el ISP y de los porcentajes de utilización de los mismos, así como la proyección del crecimiento que se desea tener para el ISP y con ello se ha dimensionado la capacidad de los enlaces necesarios para soportar tal demanda. Adicionalmente se han analizado las características requeridas en los equipos para soportar este crecimiento, Por ello ahora se puede realizar la respectiva propuesta de equipos, actualizaciones y expansiones que se necesitarán para esta reingeniería.

Como se ha podido observar existen algunos equipos que necesitan ser cambiados, actualizados o expandidos en sus capacidades tanto a nivel de hardware como de software, y otros deben ser reubicados para aprovechar sus características de la mejor manera.

3.2.5.1 Nuevo Switch de Core

Este estudio ha determinado que el mayor cambio que requiere el ISP es el de su *switch* principal, el cual deberá ser reemplazado por un nuevo *core* conformado por un juego de dos *switches* con características y configuraciones similares para obtener una mayor capacidad, permitir balanceo de carga, mayor flexibilidad y confiabilidad en el mismo.

Para este reemplazo se estudiarán tres propuestas de equipos que satisfagan los requerimientos mínimos antes mencionados y a partir de este estudio se escogerá la mejor opción. Cabe mencionar que la elección se la realizará mediante una calificación de 1 a 3 en cada característica evaluada, en donde 3 es la mayor puntuación. Esta evaluación se encuentra en el ANEXO B.

Los equipos que se han comparado para la capa de *core* son:

- CISCO CATALYST 2960
- 24TT-L3COM 5500 EI-28 port
- Enterasys SecurityStack A2 Switch Family A2H123-24

Los parámetros evaluados han sido los siguientes:

- Capacidad de memoria que dispone el equipo
- Velocidad de *Switching*
- Paquetes por segundo manejados
- Latencia
- Capacidad de *Switching* Capa 2
- Número de Interfaces
- Número de Capas que maneja
- Capacidad de *Stacking*
- Características de *Link Aggregation*
- Características de STP
- Capacidad de *Switching* Capa 3
- Manejo de Seguridad
- Manejo de VLANs
- Autenticación Remota
- Priorización de Tráfico
- Operación de Energía y PoE
- Administración
- Soporte Técnico

Después de la comparación realizada entre los tres equipos se concluyó que el equipo más conveniente para actuar como nuevo *core* del ISP es el Cisco 2960 24TTL-24 por cumplir con todas las características básicas requeridas y presentar los mejores beneficios y cualidades técnicas entre los equipos analizados.

La figura 3.7 muestra la familia de *switches* cisco seleccionada para actuar como nuevo *core* del ISP.



Figura 3.7 Cisco CATALYST 2960 24TT-L

3.2.5.2 Segundo Gateway de Salida

Otra parte fundamental para el éxito de esta reingeniería es el incremento de una salida totalmente independiente al Internet para manejar de una mejor manera el tema de alta disponibilidad, eliminar puntos únicos de falla y brindar redundancia. Por ello se ha considerado necesario otro equipo de acceso hacia el Internet; la mejor opción que se maneja en el mercado para este tipo de servicios son los *Universal Gateway* de Cisco. La eficiencia de estos equipos ha sido comprobada por el ISP, siendo su última versión el AS5350XM.



Figura 3.8 Cisco AS5350XM

El Cisco AS5350XM *Universal Gateway* es una plataforma que combina las funciones de terminador VPN, *firewall*, *router*, servidor de acceso y *gateway* de voz para crear una completa solución "*POP-in-a-box*". El Cisco AS5350 ofrece alto rendimiento y fiabilidad en un compacto 8-T1/7-E1.

Además este equipo dispone de capacidades de DSPs (*Digital Signal Processors*) para voz, datos y servicios de fax.

Estos equipos brindan flexibilidad en el desarrollo de servicios y optimización en la utilización de sus puertos para acceso universal.

El AS5350XM posee las siguientes características:

- Microprocesador de 250-MHz RISC
- Opción de fuente de poder redundante o simple.
- Tres *slots* para puertos *trunk* y/o universales
- Arquitectura con procesamiento distribuido y *motherboard* para optimizar el mismo.

El Cisco AS5350XM *Universal Gateway* provee tres métodos de *backhaul* WAN para enviar paquetes.

- Dos puertos 10/100 auto *sensing* Fast Ethernet
- Dos puertos seriales de 8 Mbps
- Tarjeta con características de Puerto T1 o E1

EL AS5350XM acepta y consolida todo tipo de tráfico, incluido tráfico analógico *dial-up*, tráfico digital ISDN, *wireless* y voz.

Adicionalmente, los dos puertos seriales en el *motherboard* y las tarjetas con características *Trunk* pueden ser usados para terminaciones de líneas arrendadas y agregaciones usando Frame Relay, HDLC o PPP.

Por otra parte posee características de seguridad como ACLs autenticación remota como RADIUS y TACACS; herramientas de administración como el *Universal Gateway Manager* (UGM) hacen de este equipo la mejor opción para los propósitos del rediseño.

3.2.5.3 Nueva Capa de Distribución

Otro aspecto fundamental a considerar es la capa de distribución actual del ISP, la cual dispone de algunos *routers* los cuales como ya se analizó poseen buenas características. Por esta razón este estudio ha considerado que se

encuentran en capacidad de soportar el crecimiento previsto sometiéndose, claro está, a algunas actualizaciones y expansiones en sus capacidades. A continuación se describen estos equipos.

3.2.5.3.1 Cisco 1841

El Cisco 1841 puede ser actualizado para que siga prestando funciones dentro de la nueva infraestructura del ISP. Para su actualización es necesario:

- La Instalación de una tarjeta de expansión WAN con soporte de encapsulación Frame Relay.
- Un aumento de memoria Flash a 128 MBytes y a 256 MBytes de DRAM.
- Actualización de la imagen a la ADVANCED ENTERPRISE SERVICE (c1841-adventerprisek9-mz) para dotarle de mayores y mejores prestaciones.

3.2.5.3.2 Cisco 1605, Cisco 1701 y Cisco 3640

Para el caso de estos *routers* Cisco que actúan como equipos de distribución para las redes de acceso Frame Relay, ATM e inalámbrica, es necesario realizar un cambio ya que estos equipos no pueden expandir sus características a las que se requieren para el rediseño. Por esta razón se estudiarán tres propuestas de diferentes fabricantes para la elección del equipo más adecuado, empleándose como en el caso anterior el esquema de puntuación explicado. Esta comparación se presenta el ANEXO C.

Los equipos que se han comparado para la capa de distribución son:

- 3COM 6040
- Cisco 2811 AC-IP
- Enterasys XRS 3150

Los parámetros evaluados han sido los siguientes:

- Número de Puertos
- Capacidad de Memoria

- Enrutamiento WAN
- Características de Seguridad
- Características de Energía
- Administración

Una vez hecha la comparación entre diferentes posibilidades de equipos se puede observar que el que más conviene para remplazar estos *routers* de distribución es Cisco 2811AC-IP por cumplir todas las características básicas requeridas y presentar los mejores beneficios y cualidades técnicas de entre los equipos analizados.



Figura 3.9 Plataforma Cisco 2811

3.2.5.4 Actualización de Software [17]

Otro punto importante es la actualización de *firmwares* y de sistemas operativos (CISCO-IOS, en caso de Plataforma Cisco) en todos los equipos del ISP para soportar los nuevos requerimientos de seguridad, balanceo de carga, alta disponibilidad y administración remota que se pretende para el ISP; por esta razón se requiere la instalación de “Imágenes Extendidas” en todos los Equipos.

Para realizar el proceso de actualización de las imágenes en los equipos de conmutación y ruteo en el caso de plataformas Cisco, el fabricante sugiere seguir las siguientes recomendaciones:

- Plan: Seleccionar los objetivos, identificar los recursos, perfiles de Hardware y Software de red, y crear un agenda para la migración hacia nuevas versiones.

- Diseño: Seleccionar las nuevas versiones del Cisco IOS y crear la estrategia para la migración hacia las nuevas versiones.
- Implementación: Programar y ejecutar la migración.
- Operar: Monitorear el proceso de migración y hacer copias de seguridad de las imágenes que se estén ejecutando en la red.

Todas estas consideraciones son tomadas en cuenta dentro del Plan de Migración que se lo realiza en capítulos posteriores.

Para la selección del IOS más conveniente se tiene el diagrama de la figura 3.10 como sugerencia de Cisco.

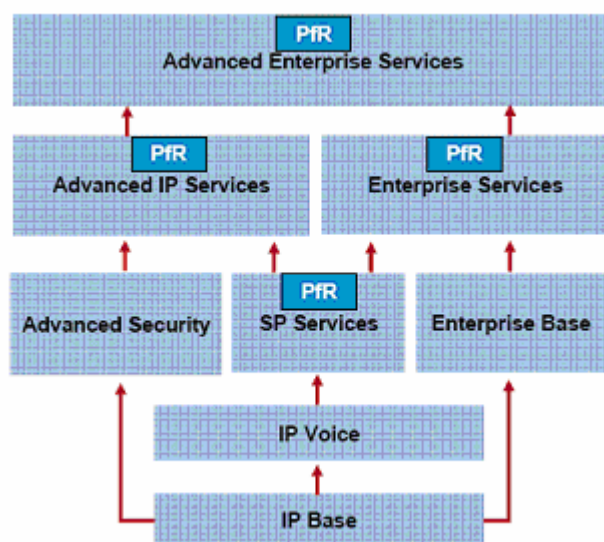


Figura 3.10 Cisco Packaging – Routers [17]

El diagrama de la figura 3.10 permite establecer la mejor ruta de migración del IOS hacia nuevas y mejores prestaciones que presentan versiones más especializadas de estos sistemas operativos. En el presente diseño, la migración se la hace desde la versión básica (*IP-Base*) hacia la versión de servicios empresariales (*Enterprise Service*).

La selección del IOS para cada equipo utilizado en el rediseño ha sido realizada con la ayuda de la herramienta Cisco IOS Software Selector

3.3 REDIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ACCESO INÁLAMBRICO

3.3.1 ESCENARIO

El sector donde se brinda cobertura inalámbrica por parte del ISP es el corredor nor-oriental de la ciudad de Quito; específicamente la zona comprendida desde el Batán hasta el Girón, recorriendo la avenida 6 de Diciembre en un perímetro de 300 metros a la redonda.

Para el rediseño de la red de acceso inalámbrico se ha considerado ampliar la cobertura de este servicio dentro del mismo sector. Esta ampliación se la realizará mediante el empleo de tecnología más robusta que la utilizada (Wi-Fi) y creada para este medio como es WiMax, como se pudo observar en capítulos anteriores.

El objetivo de realizar este rediseño y ampliación de cobertura es atraer a nuevos clientes para lograr una penetración mayor en el mercado por parte del ISP en este tipo de servicio; además se ha considerado muy oportuno el ofrecer este servicio en este sector debido a que se encuentra una gran variedad de posibles clientes tanto residenciales como corporativos.

3.3.2 CONSIDERACIONES GENERALES

El diseño en primer lugar considera establecer la estructura de la red, esto permitirá tener una idea clara de lo que se necesita realizar en instancias posteriores. Una vez estructurada la red es necesario ubicar sitios estratégicos para las estaciones base y definir su respectiva área de cobertura.

Es importante definir la banda de frecuencia dentro de la cual se va operar; en esta parte es necesario considerar la regulación establecida y vigente para los servicios que se van a prestar a través de la red, así como para la frecuencia escogida, dichas regulaciones han sido elaboradas por el CONATEL.

Debido a que se desea dar al ISP la propiedad de llegar con su propia infraestructura a los clientes (Red de Acceso) y esta característica contempla

ciertos requisitos tanto técnicos como legales, para lo cual en el caso específico del presente proyecto se tiene dos alternativas:

1.- Convertir al ISP en “Carrier”: Para lo cual tiene que cumplir con los requisitos señalados por la SENATEL, entre los principales se indican los siguientes:

- Para Personas Naturales y Jurídicas [33]
 - Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
 - Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto a la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.
 - Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).

Según la Resolución 605-30-CONATEL-2006, indica que para Concesiones Regionales; específicamente en la ciudad de Quito, el valor de la misma será de \$111.000. Además se deberá cancelar \$27.000 por concepto de Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato.

Por otra parte es necesario analizar los requisitos y costos que implica la utilización de bandas de frecuencia para Sistemas de Modulación de Banda Ancha, entre los que se tiene: [34]

- Información Legal
- Información Técnica
- Formularios
- Tarifas

De acuerdo al Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico. Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, en las bandas que el CONATEL determine, pagarán una

tarifa por uso de frecuencias por anticipado, por un período de un año, según la ecuación:

$$TA(US \$) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * NTE$$

Ecuación 3.4 Ecuación para el cálculo del valor de uso de frecuencias

2.- Declarar la infraestructura de la red de acceso del ISP bajo el nombre de una empresa que posea los permisos de “Carrier”: Esta alternativa ya esta siendo utilizada por el ISP y consiste en realizar alianzas estratégicas con alguna empresa que disponga de este tipo de permisos.

En este tipo de alianzas lo que se acuerda es, que la empresa que posee los permisos de “Carrier” declara la red de acceso de la otra empresa dentro de su infraestructura. En este caso Onnet retribuye en esta alianza con la prestación de su infraestructura en ciertos servicios para la empresa que actúa como “Carrier” y también puede incurrirse en ciertos pagos por parte del ISP.

En esta opción se ahorraría los gastos por conceptos de permisos para ser “Carrier”, y lo único que se tendría que tomar en cuenta son las tarifas por uso de las frecuencias.

Una vez analizada las dos alternativas, en este proyecto se recomiendan escoger la segunda, debido a que el ISP ya dispone de este tipo de alianzas estratégicas y de los beneficios económicos que esta presenta.

A continuación se procede a la elección de los equipos que serán empleados en la implementación de la red, es importante considerar equipos que se acoplen de mejor manera a los requerimientos del sistema.

En este punto se diseñará un sistema que integre todos los nodos de la red de manera eficaz, este sistema de integración es el “backbone” de la red inalámbrica.

3.3.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE LA RED INALÁMBRICA

La figura 3.12 muestra una idea de la posible estructura básica de la red inalámbrica, que ha sido considerada en función de la densidad de posibles usuarios y la ubicación geográfica de los mismos.

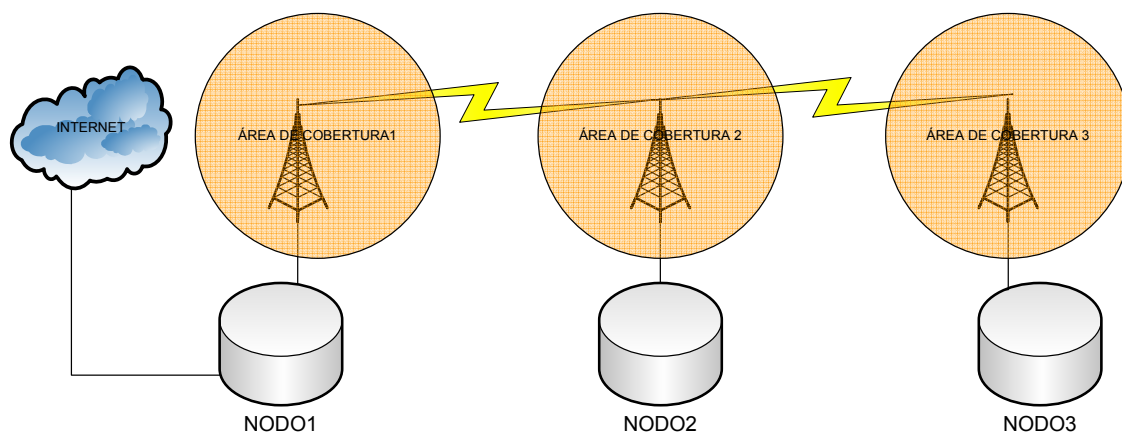


Figura 3.12 Estructura Básica de la Red Inalámbrica

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ACCESO

Para escoger la ubicación geográfica de las radio bases es necesario cumplir con ciertos requisitos:

- Línea de vista con la mayoría de los usuarios potenciales.
- Cubrir la zona en su totalidad.
- Evitar que las frecuencias de las celdas se superpongan y produzcan interferencias entre ellas.

Como el objetivo de este diseño es mejorar las capacidades de la red inalámbrica e incrementar la cobertura de la misma dentro del mismo sector, se ha considerado oportuno utilizar los mismos puntos estratégicos por encontrarlos adecuados y con las características necesarias para la nueva red.

Con lo anteriormente dicho se procede a dar las coordenadas geográficas y alturas de las edificaciones que serán utilizadas en el diseño de la red. Estos

datos han sido recopilados utilizando las herramientas de uso libre: Google Earth, Google Mapped, Global Mapper y realizando visitas de campo.

| Lugar de emplazamiento de las Radio Bases | Altura sobre el nivel del mar [m] | Altura de las edificaciones que actuarán como torres para las antenas [m] | Coordenadas Geográficas | |
|---|-----------------------------------|---|-------------------------|------------------|
| | | | Latitud | Longitud |
| Edificio Onnet | 2793,884 | 8 | 0° 10' 24,55" S | 78° 28' 29,96" W |
| Edificio Millenium | 2811,764 | 21 | 0° 10' 52,59" S | 78° 28' 31,65" W |
| Edificio El Girón | 2798,147 | 30 | 0° 12' 28,42" S | 78° 29' 27,28" W |

Tabla 3.11 Ubicación geográfica de las Radiobases

Los sitios que han sido elegidos para el emplazamiento de las estaciones base están en las siguientes direcciones:

- Edificio Onnet, ubicado en la calle Gonzalo Noriega N39-31 y Portete.



Figura 3.13 Ubicación del Edificio ONNET [1]



Figura 3.14 Edificio Onnet

- Edificio Millenium Plaza, ubicado en la Av. Eloy Alfaro N35-09 y Portugal.



Figura 3.15 Ubicación del Edificio Millenium Plaza [1]



Figura 3.16 Edificio Millenium Plaza

➤ Edificio El Girón, ubicado en la Av. 12 de Octubre N58-23 y Veintimilla.



Figura 3.17 Ubicación del Edificio El Girón [1]



Figura 3.18 Edificio El Girón

3.3.5 BANDA DE FRECUENCIA

La tecnología WiMAX opera en bandas con licencia como la de 3.5 GHz y en bandas sin licencia como la ICM

³⁷. Basándose en criterios técnicos, regulatorios y económicos, para el desarrollo del presente proyecto se ha escogido la banda ICM puesto que requiere menos trámite para su utilización y es una banda especificada para este fin (Sistemas de Modulación de Banda Ancha, Resolución 417-15-CONATEL 2005). Además estas frecuencias están establecidas como de título secundario, lo que facilita su obtención y solo tienen costos de registro por uso.

Es muy importante tener encuesta los trámites y permisos necesarios para la utilización de estas bandas, entre los que deben constar las respectivas

³⁷ **Banda ICM:** La especificación del IEEE ha elegido la banda ICM (uso Industrial, Científico y Médico) como banda de uso no licenciado a nivel mundial. [19]

homologaciones de los equipos utilizados, así como las solicitudes, formularios y registros que pide la SENATEL.

Las bandas con licencia son concesionadas por el CONATEL y en el futuro cuando la banda ICM se encuentre muy saturada se recomienda migrar a una banda licenciada con lo cual se conseguirá menos interferencia.

Para la utilización de este tipo de bandas se tiene que seguir las resoluciones establecidas por el CONATEL, el mismo que respecto a este tema indica:

“Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias”. [2]

| BANDA (MHz) | ASIGNACIÓN |
|---------------|-------------------|
| 902 – 928 | ICM |
| 2400 – 2483.5 | ICM |
| 5150 – 5250 | INI ³⁸ |
| 5250 – 5350 | INI |
| 5470 – 5725 | INI |
| 5725 – 5850 | ICM, INI |

Tabla 3.12 Bandas de Frecuencias asignadas por la SNT [1]

El CONATEL aprobará y establecerá las características técnicas de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en bandas distintas a las indicadas en la presente norma, previo estudio sustentado y emitido por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

El presente diseño utilizará la banda de 5,725 – 5,850 GHz ICM; ya que esta banda presenta mayor ancho de banda por canal (hasta 10 MHz), debido a la energía de la onda electromagnética en este espectro de frecuencias y según el equipo que se utilice.

³⁸ **Banda INI:** Bandas de frecuencia asignadas para la Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en la Banda de 5 GHz a título secundario, con el fin primario de facilitar el acceso a las TICs. [20]

3.3.6 ÁREA DE COBERTURA

Como se especificó anteriormente el diseño de la red tendrá un área de cobertura que va desde el sector del Batán (Edificio Onnet) hasta el sector del Girón (Edificio El Girón), entre estos dos puntos se tendrá otra estación base en el Edificio Millenium Plaza para aumentar la cobertura de la red y conseguir línea de vista para los enlaces de *backbone* de la red inalámbrica.

3.3.7 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LOS EQUIPOS

Para el sistema inalámbrico que se pretende diseñar se necesita de tres estaciones bases, las cuales estarán enlazadas por dos enlaces punto a punto que constituirán el *backbone* de la red; además se contará con antenas sectoriales que darán la cobertura para los usuarios de la misma. Las características mínimas que deben cumplir los equipos seleccionados para este propósito son:

- Banda de Frecuencia 5,8 GHz.
- Potencia referencial del Transmisor 30 dBm (1Watio)
- Sensibilidad mínima del Receptor -100 dBm
- Ancho del canal de 2 a 10 MHz
- Soporte de Calidad de Servicio (QoS)
- Ganancia mínima de la antena 15 dBi
- Soporte de mecanismos de encriptación
- Soporte de VLANs

3.3.8 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Existe una cantidad extensa de equipos que pueden ser utilizados en sistemas WiMAX. Muchos de los fabricantes conocidos a nivel mundial han desarrollado tecnología de punta para todo tipo de usuarios en los mercados más exigentes.

El proceso de selección de equipos entre un fabricante y otro, no es tarea sencilla. Se lo realiza siguiendo ciertos pasos, según lo disponga la empresa interesada en la compra de equipos y del propósito para el cual se está realizando la red.

El ANEXO E presenta equipos de varios fabricantes y las características más relevantes de los mismos. Se elegirá al que se acople mejor a los requerimientos mínimos y a las necesidades del diseño, utilizando el mismo sistema de puntuación antes empleado con el resto de equipos.

De los resultados de la comparación realizada en el ANEXO E se observa que las marcas AIRSPAN, NEX-G y APERTO trabajan en la banda de 5,8 GHz que es la que se utiliza para el diseño del proyecto. Es importante monitorear y administrar el ancho de banda de cada uno de los clientes, esta opción está disponible con los equipos AIRSPAN.

Al momento los equipos AIRSPAN tienen compatibilidad con el estándar IPv6 y además soportan actualización del software del estándar 802.16-2004 a 802.16-e.

Después de revisar las especificaciones técnicas de cada fabricante y de evaluar la puntuación que obtuvieron cada una, se llega a la conclusión que los equipos de Airspan y su línea AsMax se acoplan de mejor manera a los requerimientos de nuestro diseño.

Una vez seleccionado el fabricante y la línea de equipos, a continuación se describen las estaciones base y los CPE's que se considerarán en el diseño.

3.3.8.1 Estación Base HIPERMAX [3]

HiperMax está diseñado para operar sobre grandes áreas geográficas, utiliza un sistema altamente escalable y redundante.

Proporciona una amplia cobertura con un arreglo de antenas de 8 elementos; toda estación base HiperMax soporta el Sistema de Antenas Adaptivas (AAS), diversidad de transmisión y recepción multicanal. Además posee una plataforma que le permitirá utilizar Acceso Múltiple por División Espacial (SDMA), el cual usa el arreglo de antenas para mejorar la capacidad y el re-uso de frecuencias.

MicroMax-SOC ha sido diseñada para soportar baja densidad de tráfico, acceso de banda ancha rural, aplicaciones empresariales y DSL operando en bandas licenciadas y no licenciadas.

Una de las principales características de MicroMax BSR es que requiere menos de 28 vatios de potencia, haciéndolo ideal para alimentarse de energía a través de la línea de datos usando líneas SHDSL, de este modo se hace posible la entrega económica de servicios inalámbricos de banda ancha a comunidades rurales, superando el alcance de DSL.

La figura 3.20 muestra un esquema general de la infraestructura MicroMAX

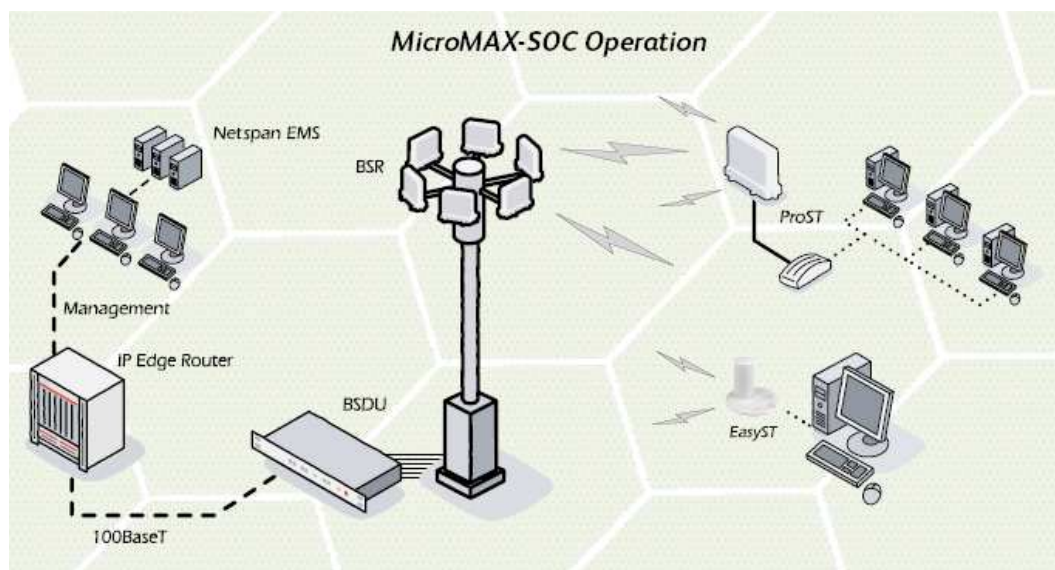


Figura 3.20 Esquema MicroMAX [3]

MicroMax ha sido considerada para zonas en las que la concentración de usuarios no es muy grande y el tráfico que generan no es muy alto.

3.3.8.3 EQUIPO TERMINAL DE USUARIO (CPE) [3]

El CPE (*Customer Premises Equipment*) de WiMAX es un terminal simple “*plug and play*”, similar a un módem xDSL. Proporciona la conectividad para los clientes situados a varios kilómetros de la estación base WiMAX, una antena al aire libre puede ser requerida para mejorar la calidad de transmisión.

Para servir a clientes alejados se requiere una antena directiva apuntando a la estación base de WiMAX. Para los clientes que solicitan voz además de servicios de banda ancha, el CPE específico permitirá la conexión del teléfono estándar o de los teléfonos de VoIP. Para las *laptops* el CPE consiste en una tarjeta insertable, mientras que para los equipos móviles será un chip WiMAX.



Figura 3.21 CPE WiMAX, para aplicaciones fijas y portátiles [3]

3.3.8.3.1 Equipo de usuario ProST-WiFi [3]

El ProST ha sido diseñado para un despliegue externo rápido y simple, para ser instalado por personal calificado en menos de una hora. Esta unidad es ideal cuando se necesita garantizar calidad de servicio. El ProST asegura alta disponibilidad de servicio en rangos mejorados, operando indistintamente en ambiente de propagación LOS⁴⁰ y NLOS⁴¹.

Para ofrecer un servicio básico, el ProST posee una configuración simple; sin embargo, para dar mejor servicio el ProST requerirá el sistema de administración para autenticar el equipo de usuario usando el estándar X.509⁴². La figura 3.22 da una idea de cómo trabaja el ProST.

⁴⁰ **LOS:** Línea recta entre la antena transmisora y la receptora.

⁴¹ **NLOS:** Siglas para *Near Line of Sight*, o cercano a línea de vista. Las tecnologías de radiofrecuencia utilizan el término NLOS para describir un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la señal. Los obstáculos que pueden obstaculizar la línea de vista incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras y/u objetos construidos por el hombre u obra de la naturaleza. [22]

⁴² **X.509:** En criptografía, X.509 es un estándar UIT-T para infraestructuras de claves públicas (*Public Key Infrastructure* o PKI). X.509 especifica, entre otras cosas, formatos estándar para certificados de claves públicas y un algoritmo de validación de la ruta de certificación. [23]

ProST-WiFi es el equipo terminal que será utilizado para los usuarios corporativos (256 Kbps y 512 Kbps) por las características antes mencionadas.

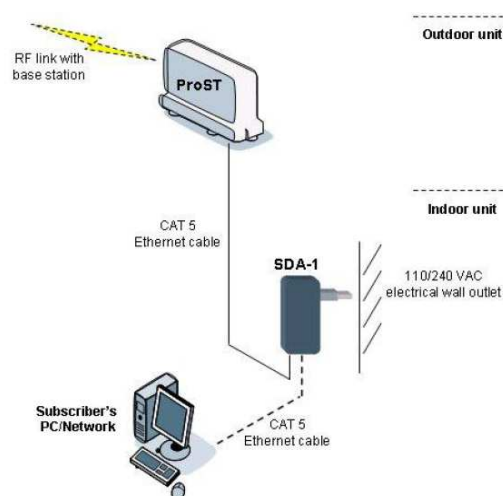


Figura 3.22 Equipo ProST con antena integrada [3]

3.3.8.3.2 Equipo de usuario Easyst [3]

EasyST es un CPE WiMAX diseñado para ser instalado fácilmente a un costado del PC del usuario final, tal como se puede apreciar en la figura 3.23.

Las principales características de EasyST:

- CPE WiMAX de fácil instalación por el usuario final
 - Desplegable en ambientes NLOS internos
 - *Plug and Play*
 - La instalación tarda menos de un minuto
- Diseño compacto
 - Utiliza chip Intel 802.16 ProWireless 5116
 - Punto de Acceso WiFi opcional IEEE 802.11b/g
 - Opcional VoIP para 1 o 2 - 4 líneas POTS
- Diferentes tipos de antenas
 - Antena auto selectiva de 7 dBi
 - Antena externa de 11.5 dBi
- Soporta subcanalización (OFDMA en *Uplink*)
- Lector universal de tarjetas SIM

- Operación Nómada
- Auto-configuración

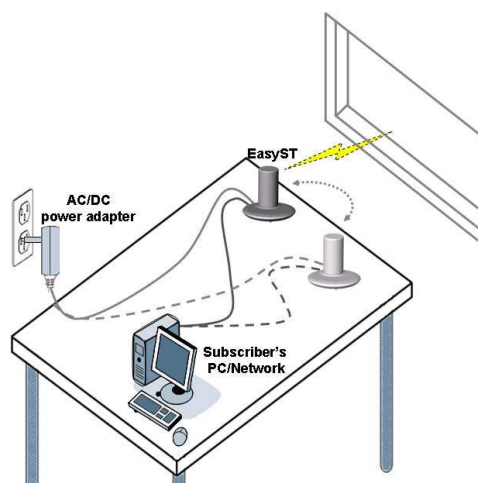


Figura 3.23 Equipo EasyST [3]

El equipo EasyST es el equipo terminal que será utilizado para los usuarios residenciales (128 Kbps).

3.3.9 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RED INALÁMBRICA

Como todo sistema de telecomunicaciones necesita de un sistema que controle y monitoree la red; se ha elegido para el presente diseño utilizar uno que ha sido elaborado por los mismos fabricantes de los equipos; lo cual permitirá un óptimo funcionamiento de la red.

Netspan es un administrador de red centralizado que soporta una arquitectura cliente/servidor y está basado en SNMP. El *Netspan Server* “corre” sobre la plataforma de un PC, haciendo uso de una Base de Datos SQL que almacena la configuración, estadísticas e historial de alarmas de la red de radio. Para acceder al servidor Netspan se lo hace desde cualquier navegador de Internet, usando el servicio de web del servidor Netspan.

Netspan soporta equipos que conforman el estándar WiMAX, y puede ser integrado con sistemas de administración existentes. Además soporta sistemas fijos y nómadas (móviles y portátiles) con actualizaciones.

El Sistema de Administración de Red Netspan está basado en una plataforma Microsoft.net que permite configuración, operación y mantenimiento como cliente web estándar. La figura 3.24 presenta un esquema de cómo Netspan administra los terminales de los clientes.

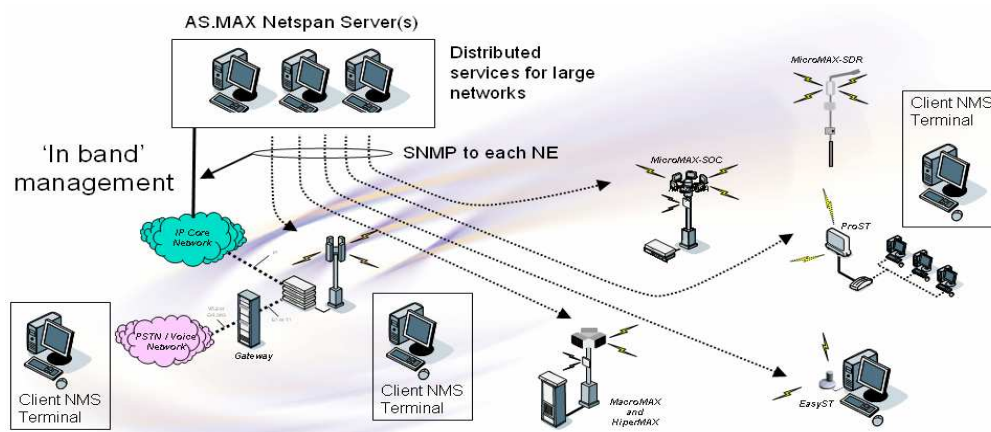


Figura 3.24 Terminales NMS de cliente distribuidos [3]

Permite el control centralizado de las estaciones base mediante reportes continuos de las mismas hacia el centro de operaciones donde estará ubicada la terminal de control. La figura 3.25 muestra cómo Netspan monitorea y administra las estaciones base de manera centralizada.

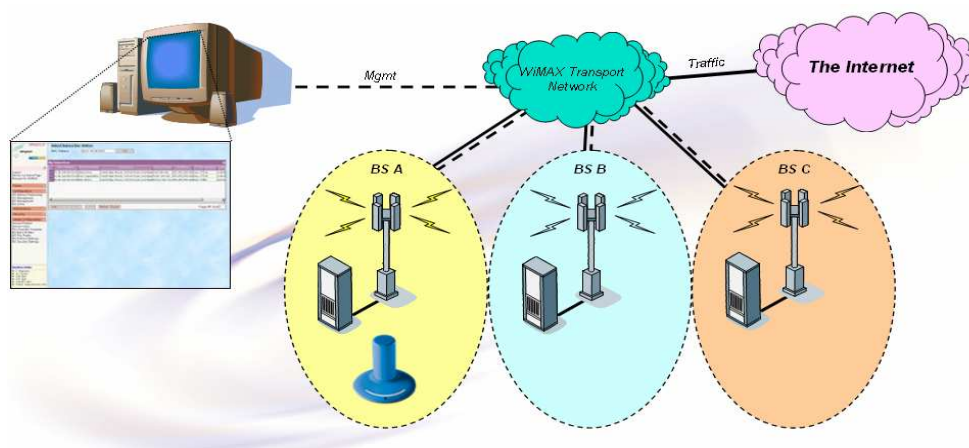


Figura 3.25 Modelo de Administración total de la Red incluyendo Estaciones Base [3]

3.3.10 ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE WIMAX

Los equipos antes mencionados podrán utilizar actualizaciones para operar con nuevas versiones de software ya sea bajo el estándar fijo o móvil, de acuerdo a las especificaciones de la tabla 3.13.

| Nombre | WiMAX Fijo | WiMAX Móvil |
|--|--|---|
| Estándar | 802.16-2004 | 802.16e-2005, |
| Capa Física | 256 FFT OFDM | 512 and 1024 FFT SOFDMA |
| Tamaño de Canal | 3.5 MHz, 7 MHz y 10 MHz | 5 MHz y 10 MHz |
| Método de Duplexación | TDD & FDD | TDD (actualmente) |
| Capa de Convergencia | Ethernet (Capa 2) | IP (Capa 3) |
| Escenarios de Aplicación | Fijo y nómada Posiblemente Portable | Portable y Móvil |
| Cliente | CPEs externos módems de escritorio | Tarjetas para Laptop, Dispositivos USB, Mini-PCI (para Laptops), PDAs, Handsets |
| Esquemas de Modulación | 64 QAM en <i>Uplink</i> y <i>Downlink</i> | 64 QAM en <i>Downlink</i> , 16 QAM en <i>Uplink</i> |
| Características del sistema | <i>Bridging</i> , transparente, <i>Roaming</i> ⁴³ nómada, Instalación personal | Soporte <i>Handover</i> ⁴⁴ , <i>Paging</i> ⁴⁵ , <i>Sleep Mode</i> |
| Características de CPEs para soportar técnicas de RF | Diversidad de Tx and Rx (opcional) Uplink Sub-canalización (opcional) AAS (opcional) | AAS (obligatorio) MIMO (obligatorio) |

Tabla 3.13 Actualización de WiMAX fijo a WiMAX móvil

⁴³ **Roaming:** También conocido como itinerancia es un concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra. El concepto de *roaming* o itinerancia, cuando es utilizado en las redes Wi-Fi, significa que el dispositivo Wi-Fi cliente puede desplazarse e ir registrándose en diferentes bases o puntos de acceso.[24]

⁴⁴ **Handover:** Se denomina *Handover* (también *Handoff*) al sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente. Este mecanismo garantiza la realización del servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura.[25]

⁴⁵ **Paging:** Sistema que tiene como meta principal la transmisión inalámbrica de breves mensajes a un terminal portátil. Este sistema es conveniente para usuarios que cambian constantemente de sitio. [26]

3.3.11 DISEÑO DEL “BACKBONE” DE LA RED INÁLAMBRICA

Las estaciones base necesitan de un sistema que las integre y sea independiente de la tecnología empleada. Se pueden usar enlaces de fibra óptica, así como enlaces de microondas; el presente proyecto propone el diseño de un “backbone” utilizando tecnología WiMAX con enlaces punto-punto para integrar todas las estaciones base.

Se realizará un enlace desde la estación base 1 (EB1) situada en el edificio donde opera el proveedor hacia una estación base 2 (EB2) ubicada en el Edificio Millenium; desde aquí se enlazará hacia la estación base 3 (EB3) en el edificio El Girón mediante enlaces punto-punto.

La figura 3.26 muestra un recorrido total del enlace de *backbone* de 4,24 Km sobre el sector nor-oriental de Quito.

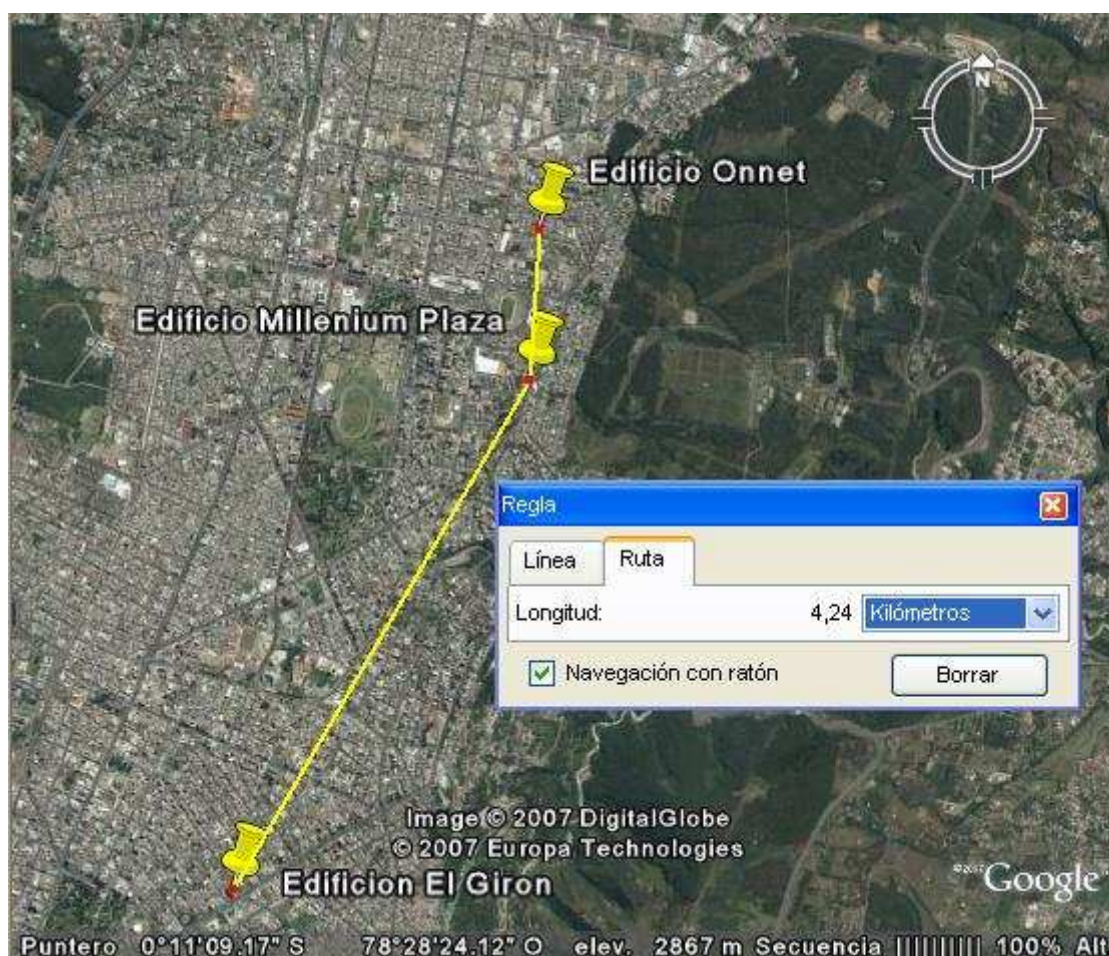


Figura 3.26 Recorrido del enlace de *Backbone* [4]

La figura 3.27 muestra la ubicación geográfica de las estaciones base y da la idea de las distancias de los enlaces

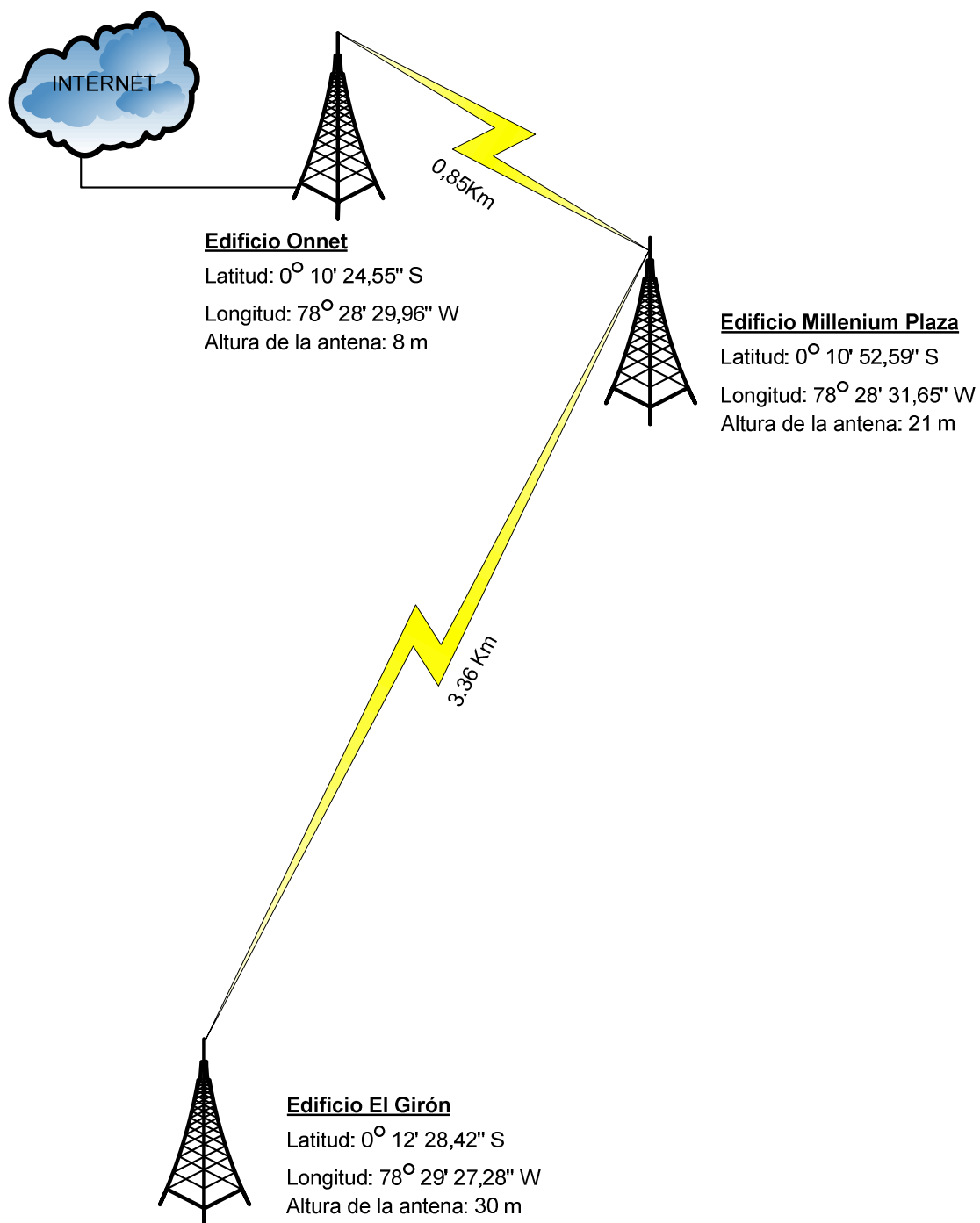


Figura 3.27 Esquema General del *Backbone* Inalámbrico

3.3.11.1 Cálculo de los Sistemas de Microondas [5]

A continuación se detallan las características de los sistemas de microondas y todos los aspectos a considerar en el diseño.

Para el balance del sistema es necesario entender un concepto muy importante como es el margen de umbral del sistema. El margen de umbral es una medida de la confiabilidad del sistema, ya que incorpora varios parámetros de interés en el diseño de enlaces y representa la pérdida neta de un sistema de radio. En su forma más simple y aplicando solo al equipo, representa la diferencia entre la potencia de umbral del receptor y la potencia umbral del sistema; para una tasa de error dada BER (*Bit Error Rate*). Este valor de ganancia debe ser mayor o igual al margen de desvanecimiento.

Matemáticamente, se lo puede representar así:

$$P_U = P_{TX} - A_{WGTotal} - A_{BTotal} + G_{TX} - A_O + G_{RX}$$

Ecuación 3.5 Ganancia del Sistema

$$M_U = P_{RX} - P_U \geq FM$$

- En donde:
- P_U \Rightarrow Ganancia del sistema (dB).
 - P_{TX} \Rightarrow Potencia de salida del transmisor (dBm).
 - P_{RX} \Rightarrow Potencia mínima de entrada del receptor para un objetivo de calidad determinado (dBm).
 - A_O \Rightarrow Pérdida de trayectoria de espacio libre entre antenas (dB).
 - A_{WG} \Rightarrow Pérdida en el alimentador de guías de onda (dB) entre la red de distribución y la antena respectiva.
 - A_B \Rightarrow Pérdidas total de acoplamiento o ramificación (dB).
 - FM \Rightarrow Margen de desvanecimiento para un determinado objetivo de confiabilidad.
 - G_{TX} \Rightarrow Ganancia de la antena transmisora (dB) relativa a un radiador isotrópico.

G_{RX} \Rightarrow Ganancia de la antena receptora (dB) relativa a un radiador isotrópico.

MU \Rightarrow Margen de umbral.

3.3.11.1.1 Pérdida de Trayectoria de Espacio Libre

Es la pérdida percibida por una onda electromagnética a medida que se propaga en línea recta a través de un vacío sin ninguna absorción o reflexión de energía de los objetos cercanos. La ecuación de la pérdida de espacio libre es la siguiente:

$$A_o(dB) = 92.4 + 20\log f(GHz) + 20\log D(Km)$$

Ecuación 3.6 Pérdida de Trayectoria

3.3.11.1.2 Margen de Desvanecimiento

Al margen de desvanecimiento se lo llama factor de “acolchonamiento”, el mismo que considera características no ideales y de la propagación de ondas como la propagación de múltiples trayectorias (pérdidas de múltiples trayectorias) y sensibilidad a superficie rocosa.

Es muy importante la consideración del margen de desvanecimiento en la determinación de la ganancia de un sistema, puesto que influye en las condiciones atmosféricas causando situaciones temporales anormales en la misma y produciendo alteraciones en la pérdida de trayectoria en el espacio libre. Además el margen de desvanecimiento depende de los objetivos de confiabilidad del sistema. Matemáticamente se lo puede representar como se indica en la ecuación 3.7.

$$FM = 30\log D + 10\log(6ABf) - 10\log(1 - R) - 70$$

Ecuación 3.7 Margen de Desvanecimiento

En donde: $30\log D$ \Rightarrow Efecto de múltiples trayectorias.

$10\log(6ABf)$ \Rightarrow Sensibilidad a superficie rocosa.

| | | |
|-----------------|---|--|
| $10\log(1 - R)$ | ⇒ | Objetivos de confiabilidad. |
| FM | ⇒ | margen de desvanecimiento. |
| D | ⇒ | Distancia (Km.). |
| f | ⇒ | Frecuencia (GHz). |
| R | ⇒ | Confiabilidad expresada como decimal (99.995% = 0.99995 de confiabilidad). |
| (1 - R) | ⇒ | Objetivo de confiabilidad para una trayectoria. |
| A | ⇒ | Factor de Rugosidad |
| | | A = 4 sobre agua o en un terreno muy parejo. |
| | | A = 1 sobre terreno normal |
| | | A = 0.25 sobre terreno montañoso y disparejo. |
| B | ⇒ | Factor para convertir una probabilidad del peor mes, una probabilidad anual. |
| | | B = 1 para convertir una disponibilidad anual a una base para el peor mes. |
| | | B = 0,5 para áreas calientes y húmedas |
| | | B = 0.25 para áreas normales tierra adentro. |
| | | B = 0.125 para áreas montañosas o muy secas. |

3.3.11.1.3 Zona de Fresnel

Es el área elíptica que rodea el camino visual; el tamaño de la zona varía de acuerdo a la longitud del camino y la frecuencia de la señal. Puede calcularse y debe tomarse en cuenta al momento de diseñar los enlaces para evitar pérdidas extras, como se presenta en la figura 3.28.

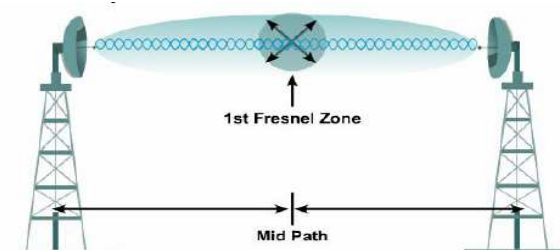


Figura 3.28 Zona de Fresnel

Mientras más grande sea la separación entre las antenas; mayor debe ser la altura de las antenas. La curvatura de la tierra se convierte en una preocupación para enlaces mayores a 11 Km, y a los 25 Km desaparece la línea de vista; por lo tanto, debe considerarse la curvatura de la tierra cuando se calcula la altura de montaje de las antenas.

En la figura 3.29 se presenta un esquema de la zona de Fresnel libre.



Figura 3.29 Zona de Fresnel Libre

3.3.11.1.4 Software Radio Mobile [6]

Para el diseño de la red se utilizará el software gratuito llamado “Radio Mobile v8.5.8” que permite el análisis y simulación del área de cobertura de un sistema de radio frecuencia y traza el perfil de las posibles trayectorias.

Radio Mobile utiliza mapas con elevaciones de terreno en forma digital (SRTM: *Shuttle Radar Topografy Misión*) con los que calcula el área de cobertura, indicando así los niveles de potencia recibida en enlaces de radio; determina los puntos de reflexión de un enlace, y calcula el presupuesto de potencia. Además construye automáticamente el perfil de un enlace de radio entre dos puntos conocidos de forma digital, emplea una extensa base de datos de elevaciones para determinar la existencia de línea de vista entre dos puntos.

Radio Mobile ejecuta los cálculos que permiten automatizar cualquier enlace en cualquier banda de frecuencia, desde HF hasta SHF, y permite observar el efecto de cambiar la ganancia de las antenas, altura de las mismas, atenuación de los cables, etc. Una vez trazado el perfil, calcula el despeje del 60% de la primera zona de Fresnel que permite una buena comunicación.

El programa evalúa si el enlace de radio es posible entre dos sitios dados, y proporciona el *performance* de ese enlace tomando en cuenta:

- a. Las características de los equipos de radio.
- b. La teoría de propagación de ondas de radio (usando el modelo de predicción de propagación del Instituto para las Ciencias de las Telecomunicaciones de EEUU (ITS), más conocido como el modelo Longley-Rice. [27] [28]. Este modelo obtiene la pérdida “media” de propagación utilizando información sobre la geometría del terreno entre el receptor y transmisor, y las características refractivas de la tropósfera. Para predecir la potencia de la señal dentro del “horizonte”(LOS) se utiliza principalmente el modelo de reflexión terrestre de 2 rayos.

Los valores sugeridos para los parámetros de superficie se presentan en la tabla 3.14.

3.3.11.1.5 Cálculo de la Primera zona de Fresnel para cada enlace

Para el cálculo de la primera zona de Fresnel se utiliza el software Radio Mobile v 8.5.8 en la banda de frecuencia de 5780 MHz; cada perfil topográfico presenta la distancia entre transmisor y receptor, alturas de las estaciones sobre el nivel del mar, altura de las torres.

| Atributos del suelo | Conductividad del suelo | Permitividad relativa |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| Suelo promedio | .005 | 15 |
| Suelo pobre | .001 | 4 |
| Suelo bueno | .02 | 25 |
| Agua dulce | .01 | 25 |
| Agua de mar | 5 | 25 |

Tabla 3.14 Valores Sugeridos para los parámetros de superficie

a. Enlace Onnet - Millenium

Las figuras 3.30 y 3.31 dan una idea del enlace Onnet - Millenium, así como distancia entre los puntos.



Figura 3.30 Enlace Onnet-Millenium [4]

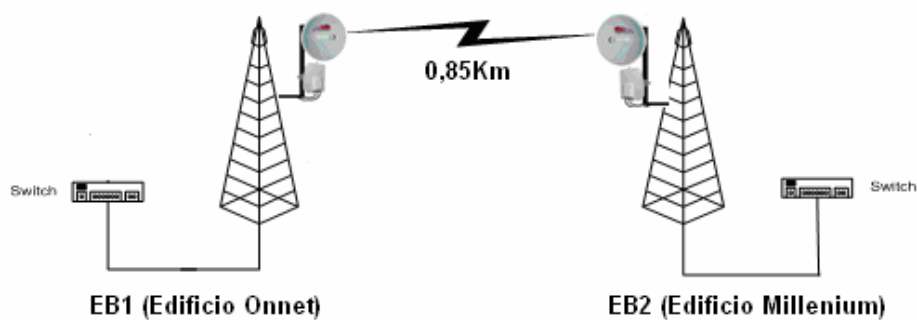


Figura 3.31 Diagrama del enlace Onnet-Millenium

La figura 3.32 presentan la configuración de los parámetros de las características de los equipos utilizados, como son: las frecuencias, la polarización de la antena, el modo estadístico a seguir, pérdidas adicionales utilizadas para modelos urbanos y tipo de clima de la región del enlace Onnet-Millenium.

Lista de todas las redes

- Enlace Onnet-Millennium
- Enlace Millennium-Girón
- Red 3
- Red 4
- Red 5
- Red 6
- Red 7
- Red 8
- Red 9
- Red 10
- Red 11
- Red 12
- Red 13
- Red 14
- Red 15
- Red 16
- Red 17
- Red 18
- Red 19
- Red 20
- Red 21
- Red 22
- Red 23
- Red 24
- Red 25

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros Sistemas Estilo

Nombre de la red: Enlace Onnet-Millennium

Refractividad de la superficie (Unidades-N): 301

Frecuencia mínima (MHz): 5725

Conductividad del suelo (S/m): 0,005

Frecuencia máxima (MHz): 5850

Permitividad relativa al suelo: 15

Polarización:

- Vertical
- Horizontal

Clima:

- Ecuatorial
- Continental sub-tropical
- Marítimo sub-tropical
- Desierto
- Continental templado
- Marítimo templado sobre la tierra
- Marítimo templado sobre el mar

Modo estadístico:

- Intento % de tiempo: 50
- Accidental % de ubicaciones: 50
- Difusión % de situaciones: 70

Pérdida adicional:

- Ciudad
- Bosque %: 10

Figura 3.32 Configuración de los parámetros de los equipos del enlace Onnet-Millennium [6]

La figura 3.33 presentan la configuración de los parámetros de las características de las antenas utilizadas, como son: La Potencia del Transmisor, Umbrales de desvanecimiento, ganancias y pérdidas en general del enlace Onnet-Millennium.

Lista de todos los sistemas

- Sistema 1
- Sistema 2
- Sistema 3
- Sistema 4
- Sistema 5
- Sistema 6
- Sistema 7
- Sistema 8
- Sistema 9
- Sistema 10
- Sistema 11
- Sistema 12
- Sistema 13
- Sistema 14
- Sistema 15
- Sistema 16
- Sistema 17
- Sistema 18
- Sistema 19
- Sistema 20
- Sistema 21
- Sistema 22
- Sistema 23
- Sistema 24
- Sistema 25

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros Sistemas Estilo

Nombre del sistema: Sistema 1

Potencia del Transmisor (Watt): 1 (dBm) 30

Umbral del receptor (μ V): 2,2387 (dBm) -100

Pérdida de la línea (dB): 0,5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena: corner.ant Ver

Ganancia de antena (dBi): 21 (dBd) 18,85

Altura de antena (m): 8 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m): 1 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a radiosys.dat Remover del radiosys.dat

Figura 3.33 Configuración de los parámetros de las antenas del enlace Onnet-Millennium [6]

La figura 3.34 presenta el perfil topográfico del enlace punto-punto Onnet-Millenium en el que se puede observar la primera zona de Fresnel libre.

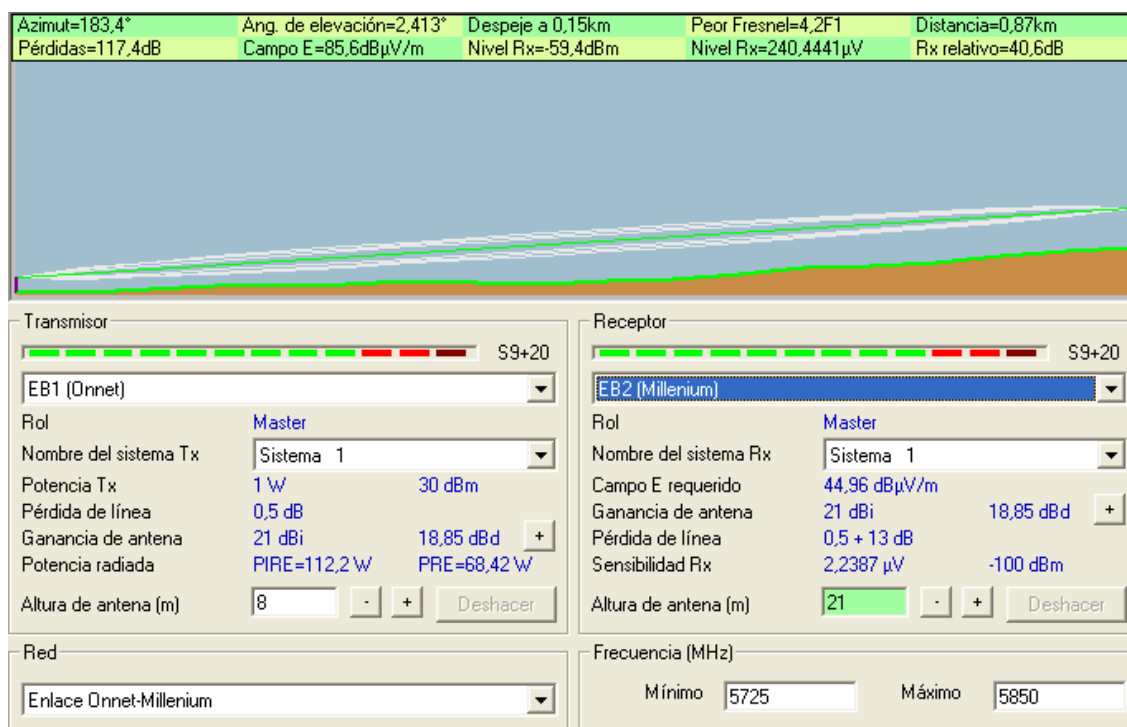


Figura 3.34 Zona de Fresnel enlace Onnet-Millenium [6]

La figura 3.35 presenta detalles del enlace Onnet-Millenium mostrados por el programa Radio Mobile.

La figura 3.36 presenta la relación entre nivel de señal y distancia del enlace Onnet-Millenium que muestra el programa Radio Mobile.

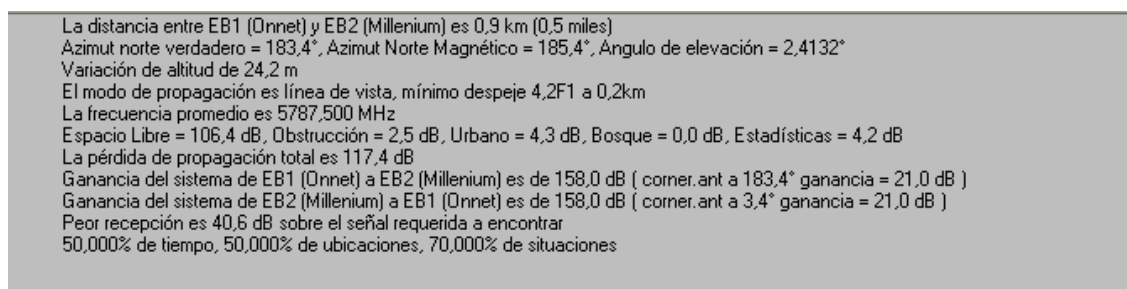


Figura 3.35 Detalles del Enlace Onnet-Millenium [6]

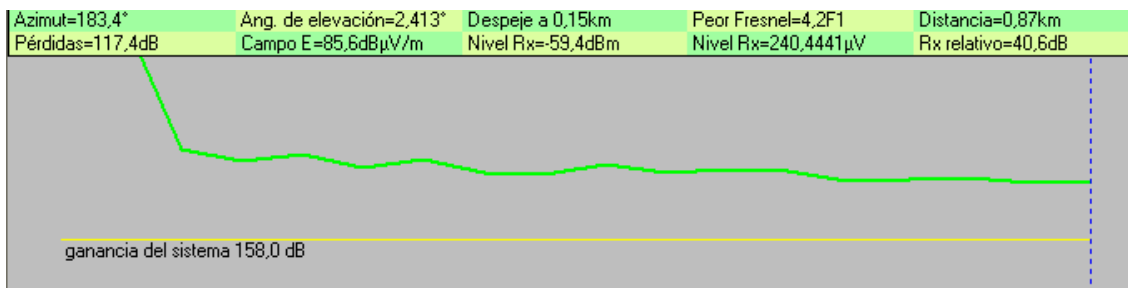


Figura 3.36 Relación señal distancia del Enlace Onnet-Millenium [6]

b. Enlace Millenium - Girón

Las figuras 3.37 y 3.38 dan una idea del enlace Millenium-Girón, así como la distancia entre los puntos.

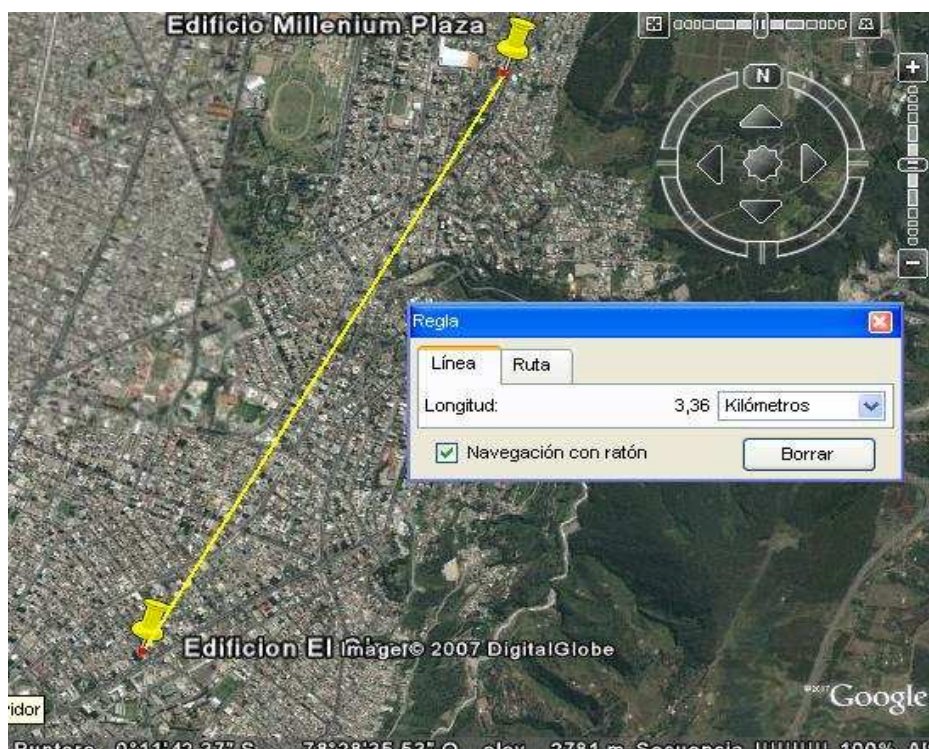


Figura 3.37 Enlace Millenium-Girón [4]

La figura 3.39 al igual que la figura 3.32 presentan la configuración de los parámetros de las características de los equipos utilizados para el enlace Millenium-Girón.

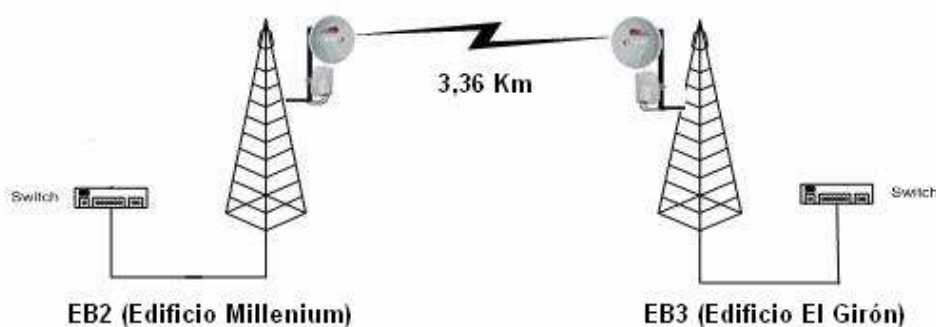


Figura 3.38 Diagrama del enlace Millenium-Girón

Captura de pantalla de la configuración de parámetros de un enlace inalámbrico. El panel muestra los siguientes parámetros:

- Lista de todas las redes:** Incluye 'Enlace Onnet-Millenium' y 'Enlace Millenium-Girón' (seleccionado), así como redes Red 3 a Red 25.
- Parámetros por defecto:** Copiar Red, Pegar Red, Cancelar, OK.
- Parámetros:**
 - Nombre de la red: Enlace Millenium-Girón
 - Refractividad de la superficie (Unidades-N): 301
 - Frecuencia mínima (MHz): 5725
 - Conductividad del suelo (S/m): 0,005
 - Frecuencia máxima (MHz): 5850
 - Permitividad relativa al suelo: 15
 - Polarización: Vertical, Horizontal
 - Clima: Ecuatorial, Continental sub-tropical, Marítimo sub-tropical, Desierto, Continental templado, Marítimo templado sobre la tierra, Marítimo templado sobre el mar
 - Modo estadístico: Intento (% de tiempo: 50), Accidental (% de ubicaciones: 50), Móvil (% de situaciones: 70), Difusión (% de situaciones: 70)
 - Pérdida adicional: Ciudad, Bosque (%: 10)

Figura 3.39 Configuración de los parámetros de los equipos del enlace Millenium-Girón [6]

La figura 3.40 al igual que la figura 3.33 presentan la configuración de los parámetros de las características de las antenas utilizadas para el Onnet-Millenium.

La figura 3.41 presenta el perfil topográfico del enlace punto-punto Millenium-Girón en el que se puede observar la primera zona de Fresnel libre.

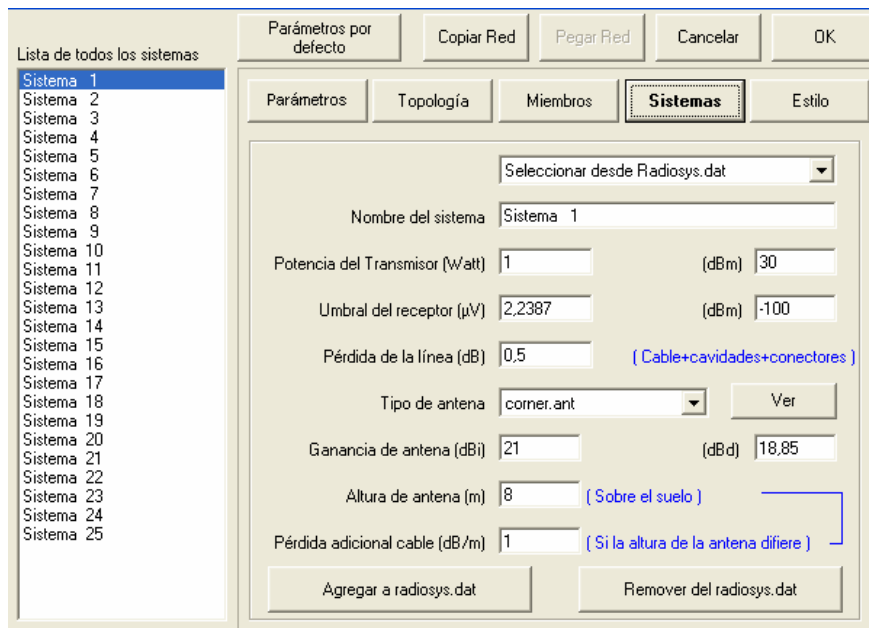


Figura 3.40 Configuración de los parámetros de las antenas del enlace Millenium-Girón

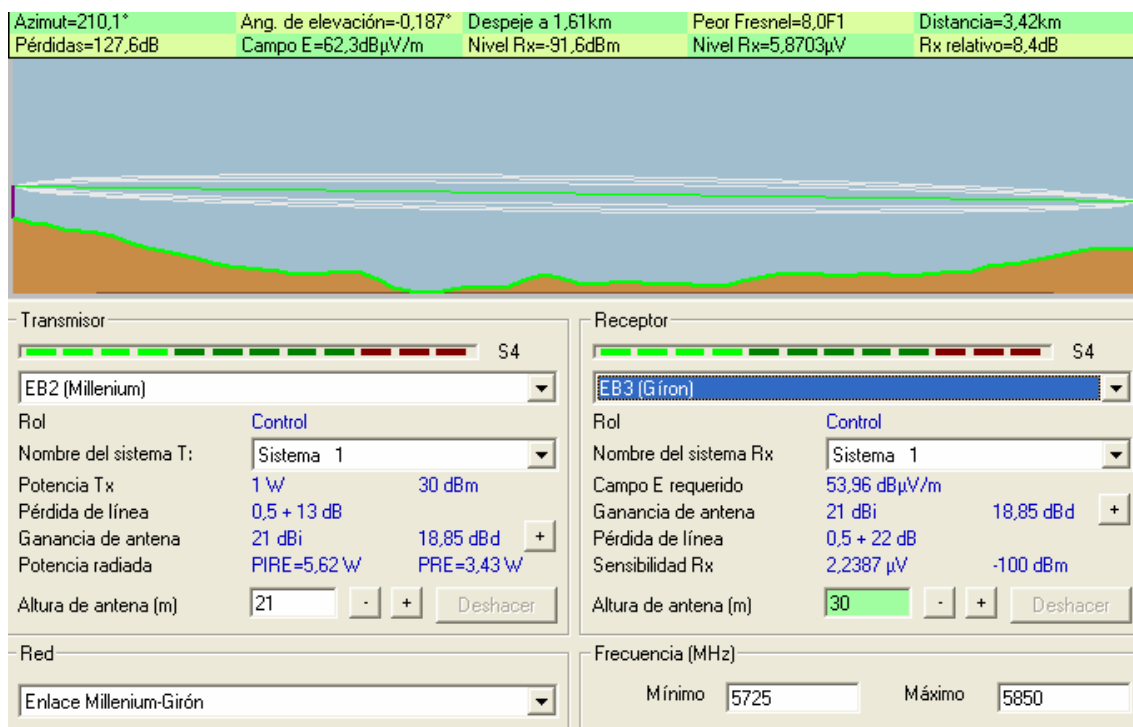


Figura 3.41 Enlace Pichincha-Operador [6]

La figura 3.42 presenta detalles del enlace Millenium-Girón mostrados por el programa Radio Mobile.

La distancia entre EB2 (Millenium) y EB3 (Girón) es 3,4 km (2,1 miles)
 Azimut norte verdadero = 210,1°, Azimut Norte Magnético = 212,1°, Angulo de elevación = -0,1870°
 Variación de altitud de 48,4 m
 El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 8,0F1 a 1,6km
 La frecuencia promedio es 5787,500 MHz
 Espacio Libre = 118,3 dB, Obstrucción = 5,2 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 4,1 dB
 La pérdida de propagación total es 127,6 dB
 Ganancia del sistema de EB2 (Millenium) a EB3 (Girón) es de 136,0 dB (corner.ant a 210,1° ganancia = 21,0 dB)
 Ganancia del sistema de EB3 (Girón) a EB2 (Millenium) es de 136,0 dB (corner.ant a 30,1° ganancia = 21,0 dB)
 Peor recepción es 8,4 dB sobre el señal requerida a encontrar
 50,000% de tiempo, 50,000% de ubicaciones, 70,000% de situaciones

Figura 3.42 Detalles Enlace Millenium-Girón [6]

La figura 3.43 presenta la relación entre nivel de señal y distancia del enlace Millenium-Girón que muestra el programa Radio Mobile.

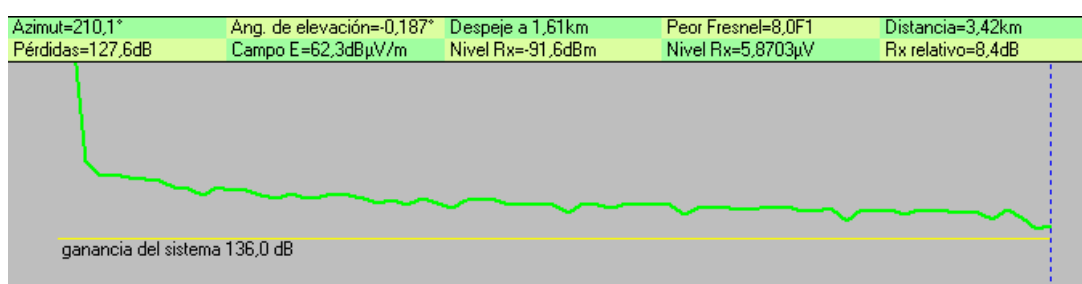


Figura 3.43 Relación señal distancia del Enlace Millenium-Onnet [6]

Las figuras 3.44 y 3.45 presentan el enlace del *backbone* para la red inalámbrica y la cobertura del mismo mostrados por el programa Radio Mobile.

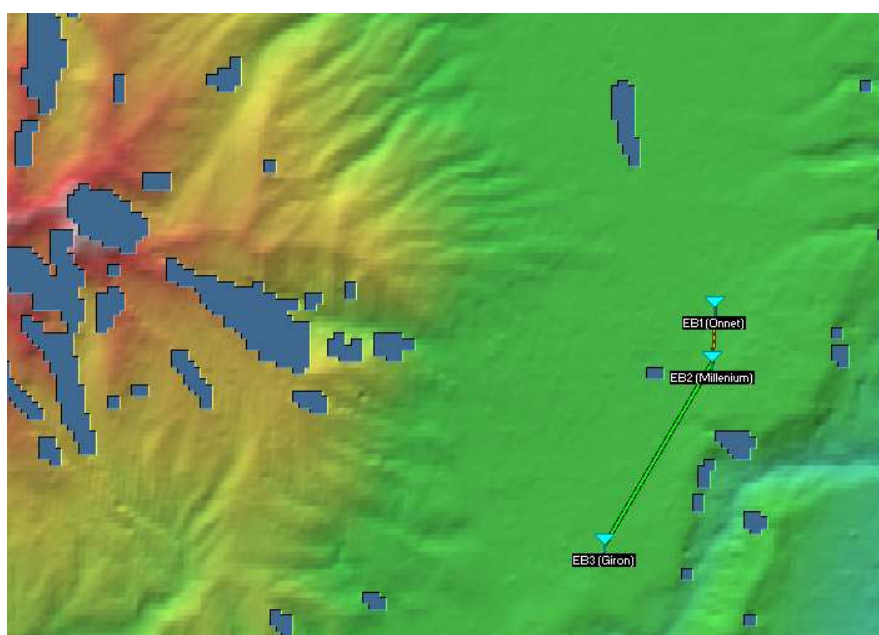


Figura 3.44 Enlaces del *backbone* Inalámbrico [6]

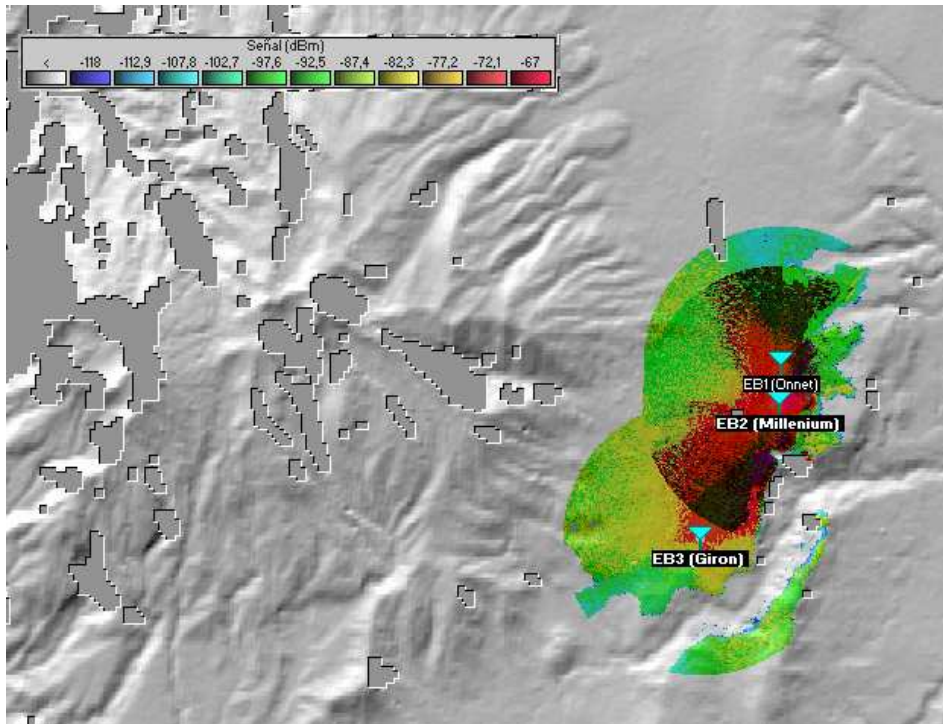


Figura 3.45 Cobertura del Enlaces del *backbone* Inalámbrico [6]

3.3.11.2 Diseño de las Celdas

Con los cálculos anteriores, se garantiza que los clientes pueden ser atendidos por cada estación base con los márgenes adecuados, para valores típicos de ganancia de antena, pérdidas y potencia promedio de los equipos.

El siguiente paso de diseño será el de cobertura de cada estación base. Esta cobertura estará determinada principalmente por los ángulos de apertura de las antenas de las estaciones base, la distribución geográfica de los usuarios y la geografía de la zona.

Para las estaciones base se emplean antenas sectoriales con grados de apertura de 30° , 60° , 90° , 120° ó 180° , dependiendo esto de la zona a ser cubierta y de la densidad de usuarios de la misma.

3.3.11.2.1 Áreas de Cobertura de las Radio bases

Cada radiobase de acuerdo a su posición geográfica cubrirá una zona específica del Distrito Metropolitano de Quito donde se encuentran los posibles usuarios potenciales del sistema.

El rango de cobertura aproximado para cada radiobase localizada en un entorno en el que existe gran densidad de edificios altos será de 3 Km. y en lugares en los que las edificaciones no son de gran altura o en entornos suburbanos serán de 4 Km. sin necesidad de línea de vista.

Para el presente diseño se pretende tener dos estaciones bases en un principio EB1 (Edificio Onnet) y EB3 (Edificio El Girón), por considerar que proporcionan el crecimiento propuesto para los 4 años contemplados en el proyecto. El nodo EB2 (Edificio Millenium) puede quedar para futuros crecimientos de cobertura y demanda; este nodo es útil también como salto para la comunicación del *backbone* principal, ya que no existe línea de vista entre la EB1 y el EB2.

a. Área de cobertura Radiobase EB1 (Edificio Onnet)

La zona coloreada en la figura 3.46 representa el área de cobertura y según la simbología, el nivel de potencia de la señal emitida por la radio base.

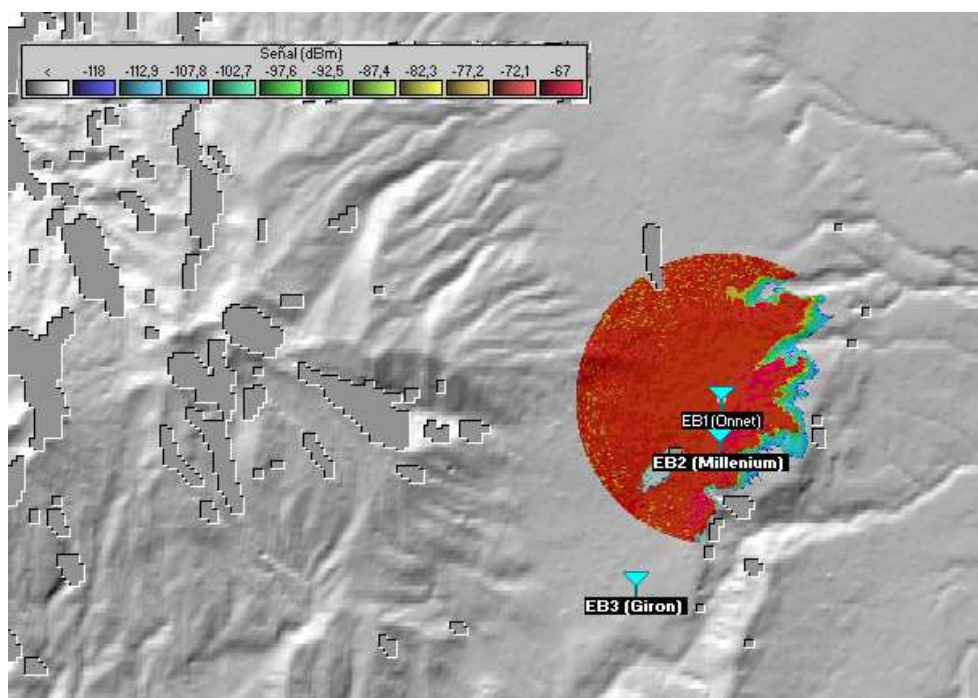


Figura 3.46 Cobertura del radio base EB1 (Edificio Onnet) [6]

Debido a la densidad de usuarios de esta zona la estación base está dividida en 2 sectores de 180° cada uno, proporcionando de esta manera una cobertura omnidireccional (360°); de acuerdo a las especificaciones del fabricante cada

sector tendrá dos canales, uno principal y otro redundante; cada canal podrá dar servicio a 256 usuarios, con la capa física OFDM actual.

En este caso la estación base cubrirá aproximadamente un radio de 3 Km.; el direccionamiento del arreglo de antenas se describe en la tabla 3.15

| ANTENA | APERTURA DEL HAZ | AZIMUTH |
|--------|------------------|---------|
| 1 | 270 ° - 90 ° | 0 ° |
| 2 | 90 ° - 270 ° | 180 ° |

Tabla 3.15 Direccionamiento de Arreglo de Antenas EB1

b. Área de Cobertura Radiobase EB3 (Edificio el Girón)

La zona coloreada de la figura 3.47 representa el área de cobertura y, según la simbología, el nivel de potencia de la señal emitida por la radiobase.

De forma similar a la estación EB1 se dividirá la zona de cobertura en 2 sectores de 180° cada uno, proporcionando de esta manera una cobertura omnidireccional (360°), manteniendo las mismas consideraciones que se hicieron anteriormente.

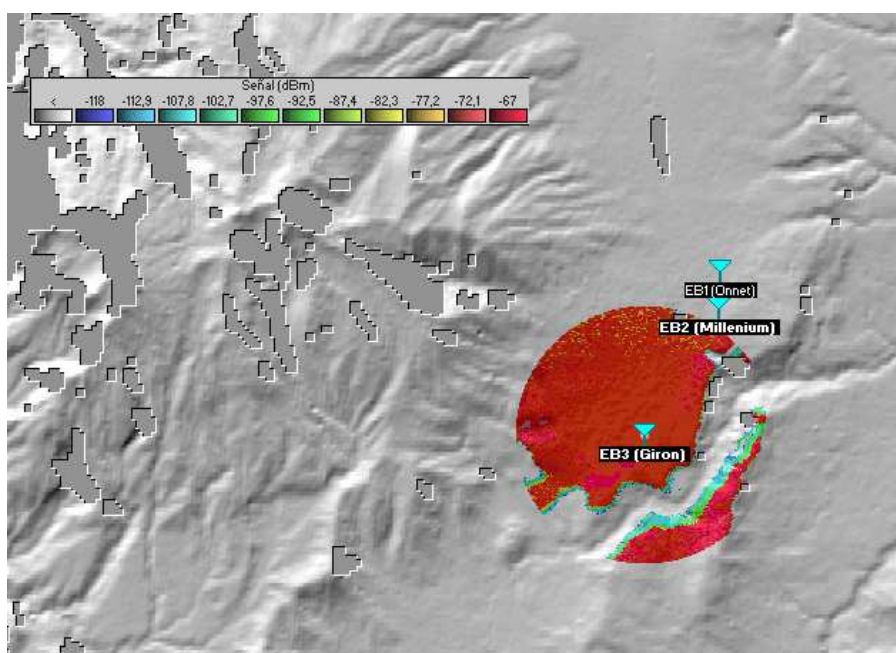


Figura 3.47 Cobertura del radio base EB3 (Edificio El Girón) [6]

Al igual que en el caso de la EB1 la estación base cubrirá aproximadamente un radio de 3 Km.; el direccionamiento del arreglo de antenas se describe en la tabla 3.16.

| ANTENA | APERTURA DEL HAZ | AZIMUTH |
|--------|------------------|---------|
| 1 | 290 ° - 110 ° | 20° |
| 2 | 110 ° - 290 ° | 210° |

Tabla 3.16 Direccionamiento de Arreglo de Antenas EB3

c. Cobertura Total

La zona coloreada de la figura 3.48 muestra la cobertura total de la nueva red inalámbrica.

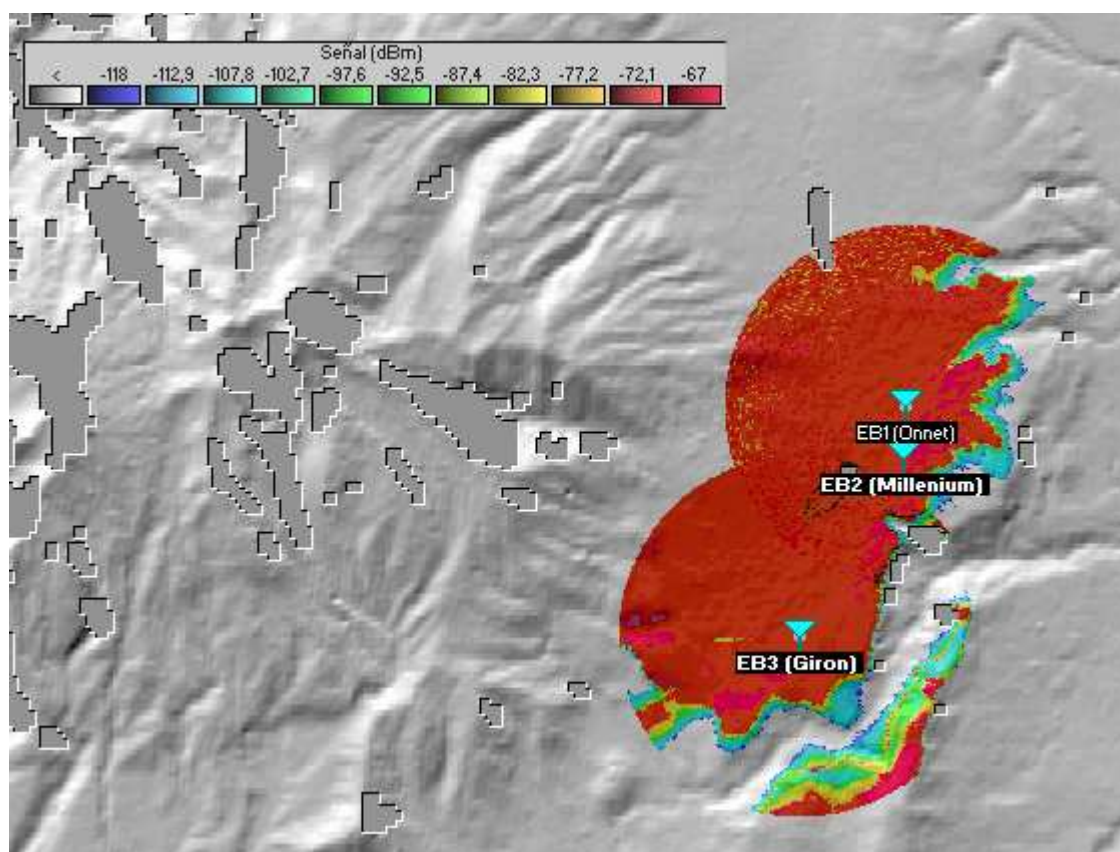


Figura 3.48 Diagrama del área de cobertura total del sistema

Según el crecimiento estimado por las proyecciones realizadas en capítulos anteriores, se recomienda hacer la implementación de la red inalámbrica por

etapas; de esta manera se reducirá el impacto económico que ésta representa y se hace un crecimiento a la par del nivel de penetración que se espera tener con el proyecto

3.3.11.3 Distribución de Frecuencias

En las tablas 3.17 y 3.18 se indica la distribución de frecuencia de las diferentes radio bases, y en las figuras 3.49 y 3.50 se presentan las celdas y las frecuencias que utilizará cada una, tomando en cuenta que el ancho de banda de los canales será de 10 MHz.

| EB1 | Frecuencia (MHz) |
|-----|------------------|
| F1 | 5730 |
| F2 | 5740 |

Tabla 3.17 Distribución de frecuencias Radiobase EB1

| EB3 | Frecuencia (MHz) |
|-----|------------------|
| F3 | 5750 |
| F4 | 5760 |

Tabla 3.18 Distribución de frecuencias Radiobase EB3

La frecuencia de 5780 MHz no ha sido utilizada en el plan de frecuencias debido a que es empleada para los enlaces punto a punto.

3.3.11.4 Consideración de Diseño de Capa 2 y 3

Esta sección se refiere a la utilización de VLANs dentro de la red de acceso inalámbrica para segmentar el dominio de *broadcast* y de esta manera lograr un mejor desempeño de la red. Para ello se utilizarán las características de creación de VLANs que dispone las estaciones bases y el nuevo *router* de distribución para la red Inalámbrica.

Es fundamental emplear un nuevo esquema de direccionamiento, que permitirá brindar mayor control y mejores prestaciones a la red. Este esquema se detallara en el capítulo cuarto.



Figura 3.49 Distribución de Frecuencias Radio Base EB1 [4]



Figura 3.50 Distribución de Frecuencias Radio Base EB3 [4]

DIAGRAMA GENERAL DE LA RED INALÁMBRICA

En la figura 3.51 se puede observar un esquema general de la estructura de la nueva Red Inalámbrica.

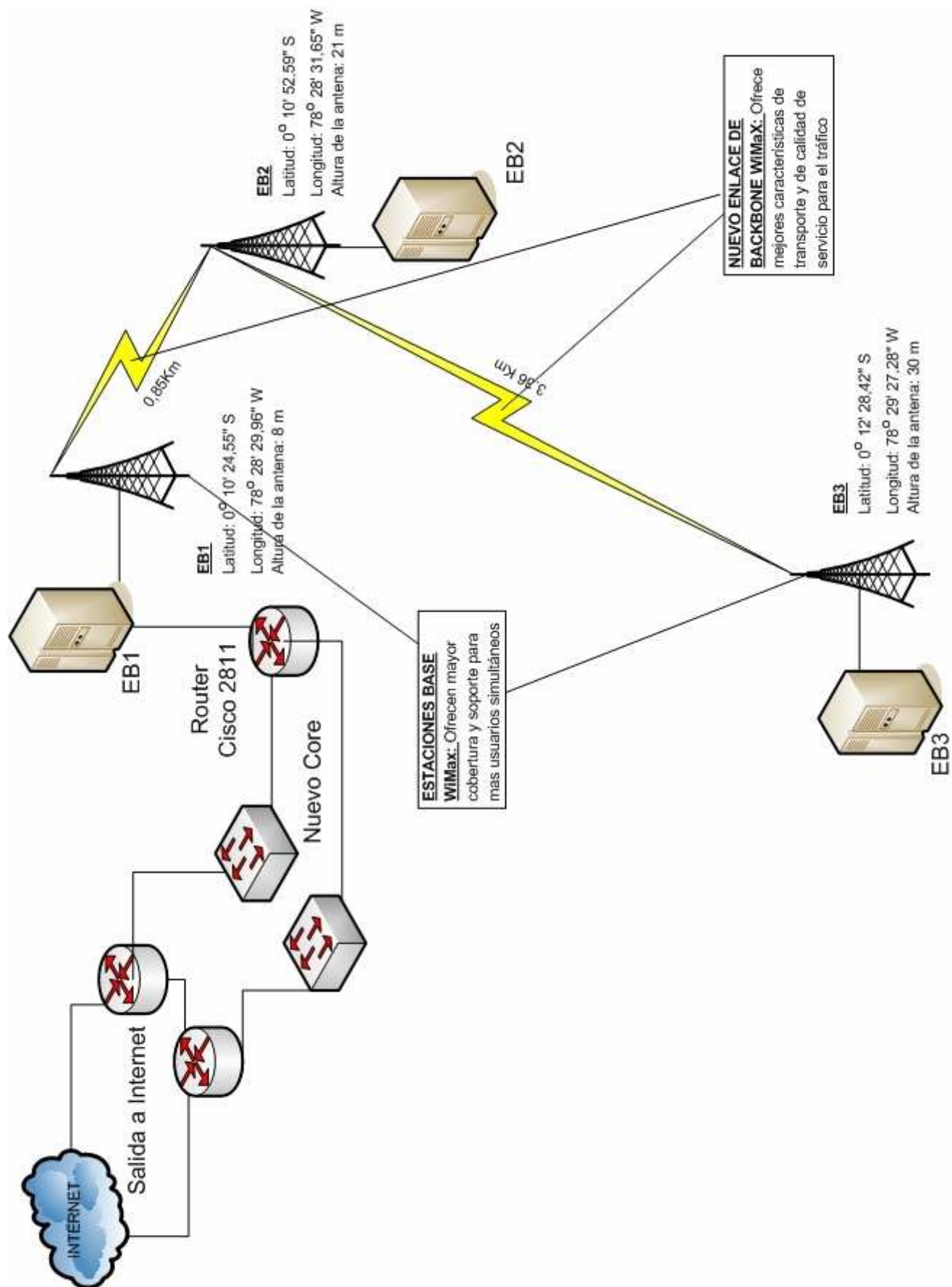


Figura 3.51 Diagrama general de la nueva Red Inalámbrica

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO III

- [1] GoogleMaped, Google – Datos del Mapa © 2007 LeadDog Consulting Europa Technologies
- [2] RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005, capítulo 3, artículo 6
- [3] <http://www.airspan.com> The Innovation Behind Broadband Wireless
- [4] Google Earth, Google – Datos del Mapa © 2007 LeadDog Consulting Europa Technologies
- [5] Tomasi Wayne, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Propagación de las Ondas de Radio 1996.
- [6] Software Radio Mobile v 8.5.8
- [7] <http://es.wikipedia.org/wiki/Backplane> *Backplane*
- [8] SMITH Philip, “Cisco ® ISP Essentials”, Cisco Press, 2002, ISBN: 1-58705041-2
- [9] <http://www.aprenderedes.com/?p=25> Modelo Jerárquico
- [10] <http://www.supertel.gov.ec> Estadísticas de cuentas conmutadas
- [11] <http://www.telconet.net> Proveedor de acceso al *Backbone* de Internet
- [12] <http://www.andinadatos.net> Proveedor de acceso al *Backbone* de Internet
- [13] http://www.andinadatos.com.ec/index.php?option=com_content&task=view *w* Servicios y cobertura de Andinadatos
- [14] <http://es.wikipedia.org/wiki/Throughput> *Throughput*
- [15] http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1X IEEE 802.1X
- [16] http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1p IEEE 802.1P
- [17] <http://www.cisco.com> Migración del IOS
- [18] http://es.wikipedia.org/wiki/Traffic_shaping *Traffic shaping*
- [19] <http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/> Banda ICM
- [20] <http://www.conatel.gov.ec/website/baselegal/resoluciones/2005/a430-15> *CONATEL-2005.pdf* Banda INI
- [21] http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP VoIP
- [22] <http://www.gestiopolis.com/delta/term/TER318.html> NLOS
- [23] <http://es.wikipedia.org/wiki/X.509> X509

- [24] <http://es.wikipedia.org/wiki/Itinerancia> *Roaming*
- [25] <http://es.wikipedia.org/wiki/Handover> *Handover*
- [26] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/martinez_m_c/capitulo *Paging*
- [27] *Georges A. Hufford, Anita G. Longley and William A. Kissick. A Guide to the Use of the ITS Irregular Terrain Model in the Area Prediction Mode, National Telecommunications and Information Administration (NTIA)*
- [28] *Anita G. Longley. Radio Propagation in Urban Area, Institute of Telecommunication Sciences, Office of Telecommunications, Boulder, Colorado 80302.*
- [29] <http://www.infratel.com.ec/NET.htm> Servicios y Productos
- [30] <http://www.interactive.net.ec/productos/ba/index.htm> Servicios y Productos
- [31] http://www.ecuanet.com/internet_corporativo.htm Servicios y Productos
- [32] http://www.ispgrup.es/contrato_sla.html Contrato de Garantía de Calidad en el Servicio
- [33] http://www.conatel.gov.ec/website/servicios/portadores.php?cod_cont=250
- [34] [http://www.conatel.gov.ec/website/servicios/serv_varios/banda_ancha.php?](http://www.conatel.gov.ec/website/servicios/serv_varios/banda_ancha.php)

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA INTRANET ONNET-UIO

Este capítulo se concentra en el rediseño de la zona de administración y zona de servicios. El rediseño de estas zonas incluye dimensionamiento de servidores, esquemas de direccionamiento, consideraciones de administración y seguridades en la Intranet del ISP Onnet UIO.

4.1 DISEÑO DE LA GRANJA DE SERVIDORES

Esta etapa del rediseño del ISP es fundamental para posibilitar una mejora y ampliación de los servicios que se ofrece a los clientes. Además proporcionará una mayor fortaleza a la infraestructura que posibilitará soportar el crecimiento planteado por este proyecto.

Actualmente la Intranet de Onnet UIO presenta la topología que se muestra en la figura 4.1.

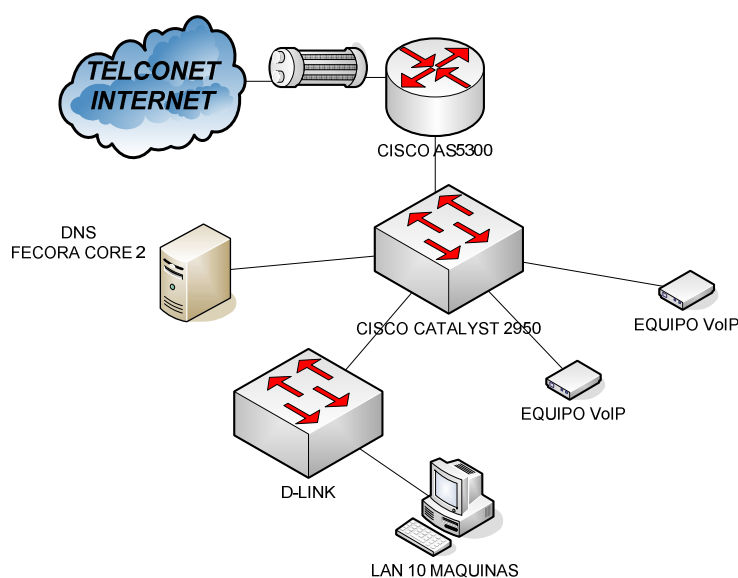


Figura 4.1 Intranet actual Onnet UIO

La red LAN del ISP cuenta con un total de 10 PCs y un servidor DNS; las PCs por lo general son para trabajos individuales del personal de Onnet (gerentes, jefes, supervisores técnicos, secretarias, contabilidad, facturación). Los

servidores de Autenticación-Facturación, Correo y Web se encuentran en la ciudad de Guayaquil (Onnet GYE) como se detalló en el capítulo 2.

4.1.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE SERVIDORES

Los criterios considerados para la selección son: el tipo de sistema operativo, el tipo de aplicaciones y hardware sobre el cual operarán. El proceso que ayudará la selección de servidores será el de “Planeación de Capacidad”, definido en el capítulo 1.

Como se mencionó en el capítulo 1, la fortaleza del servidor radicará en su capacidad para atender la demanda de clientes concurrentes y la calidad con la que ellos perciben el servicio; por lo tanto, es imperativo conocer el número de cuentas que tiene el ISP y consecuentemente calcular el número de usuarios concurrentes.

4.1.1.1 Determinación de concurrencia de cuentas dedicadas

Cada cliente del ISP se manejará con la denominación de “cuenta”; la tabla 4.1 resume el total de cuentas dedicadas para los próximos 4 años, los datos obtenidos parten de la tabla 3.5 del capítulo 3.

| AÑO | PERÍODO | TOTAL DE CUENTAS DEDICADAS |
|-------------|---------------------|----------------------------|
| 2008 | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 375 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 478 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 610 |
| 2009 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 694 |
| | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 756 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 805 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 846 |
| 2010 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 881 |
| 2010 | SEMESTRE (Abr-Sep) | 938 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Oct-Mar) | 984 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar-Mar) | 1055 |

Tabla 4.1 Cuentas Dedicadas

Considerando la tabla 3.5 del capítulo 3, se tiene que el 89% de cuentas dedicadas son con acceso ADSL y el 46% de estas cuentas son de 128 kbps tipo *home*; es decir, que aproximadamente el 40% ($89\% \times 46\%$) del total de cuentas dedicadas son de clientes residenciales (128 kbps tipo *home*).

Conociendo que el 40% de cuentas son de clientes residenciales, entonces, el 60% corresponde a clientes corporativos.

Para determinar la concurrencia es necesario considerar la simultaneidad de acceso en horas de elevada conexión, o denominadas también horas pico. Se considera como horas pico las horas comprendidas entre 10h00 – 14h00 y 16h00 – 20h00. Por lo general en estas horas la mayoría de cuentas que suelen conectarse son las corporativas y en menor porcentaje las residenciales.

Se estimará un 40% de simultaneidad para cuentas residenciales y un 90% para las cuentas corporativas; esto corresponde a un 16% del total de la capacidad del ISP para cuentas residenciales y a un 54% para cuentas corporativas, lo que determina un 70% del total de cuentas dedicadas conectadas en horas pico.

4.1.1.2 Determinación de concurrencia de cuentas conmutadas

Adicionalmente en el capítulo 3 se explicó que las horas de máxima conexión para cuentas conmutadas son entre las 15h00-24h00 y la simultaneidad en este tiempo es de 148 cuentas en el nodo de El Batán y de 30 cuentas en el nodo de La Villaflora; sumando 178 cuentas conmutadas simultáneas.

4.1.1.3 Determinación total de usuarios concurrentes

La tabla 4.2 indica el total de usuarios simultáneos o concurrentes que se conectarán al ISP en horas pico. Además se tabula el total de cuentas dedicadas mostrada en la tabla 4.1; a partir de este dato se calcula la

simultaneidad del 70% y se suma la simultaneidad de cuentas conmutadas que es 178 para obtener el total de cuentas simultáneas.

Según la SUPTEL cada cuenta, sea ésta dedicada o conmutada, tiene un número de usuarios; este número de usuarios fue fijado en 5 entre abril y noviembre del 2006 y en 4 entre diciembre del 2006 hasta septiembre del 2007. Con fines de diseño se tomará 5 usuarios por cuenta. [1]

| AÑO | PERÍODO | TOTAL DE CUENTAS DEDICADAS | SIMULTANEIDAD 70% DE CUENTAS DEDICADAS | SIMULTANEIDAD DE CUENTAS CONMUTADAS | TOTAL DE CUENTAS SIMULTÁNEAS | USUARIOS SIMULTÁNEOS (5 USUARIOS POR CUENTA) |
|-------------|---------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|--|
| 2008 | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 375 | 263 | 178 | 441 | 2205 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 478 | 334 | | 512 | 2560 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 610 | 427 | | 605 | 3025 |
| 2009 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 694 | 486 | | 664 | 3320 |
| | TRIMESTRE (Abr-Jun) | 756 | 529 | | 707 | 3535 |
| | TRIMESTRE (Jul-Sep) | 805 | 564 | | 742 | 3710 |
| | TRIMESTRE (Oct-Dic) | 846 | 592 | | 770 | 3850 |
| 2010 | TRIMESTRE (Ene-Mar) | 881 | 617 | | 795 | 3975 |
| 2010 | SEMESTRE (Abr-Sep) | 938 | 656 | | 834 | 4170 |
| 2010 y 2011 | SEMESTRE (Oct-Mar) | 984 | 689 | | 867 | 4335 |
| 2011 y 2012 | AÑO (Mar-Mar) | 1055 | 739 | | 917 | 4585 |

Tabla 4.2 Usuarios Simultáneos

En la tabla 4.2 se muestra el total de cuentas simultáneas en los respectivos períodos; a partir de estos datos se calcula el número de usuarios simultáneos multiplicando el número de cuentas simultáneas por 5 usuarios que posee cada cuenta (según la SUPTEL [1]).

4.1.2 SERVIDORES PARA EL ISP ONNET UIO

Es necesario listar los servidores básicos para el funcionamiento correcto del ISP, así como los servidores adicionales para la oferta de servicios de valor agregado que ofrecerá la empresa.

La tabla 4.3 muestra los servidores de valor agregado; se denominan servidores de valor agregado debido a que el servicio soportado y ofertado por esta infraestructura es facturado al cliente por su utilización.

Los servidores de valor agregado suelen ser: *e-mail*, *web-hosting* y FTP.

| Servidores de Valor Agregado | |
|---|---|
| Servidor | Descripción |
| E-mail (Correo electrónico) | Este servicio es muy importante, por lo general se asignan cuentas de correo a los suscriptores, y el tamaño de almacenamiento de las mismas dependerán del tipo de servicio que posee el suscriptor. |
| Web-Hosting | Típicamente este servidor se encarga de hospedar y administrar sitios Web, para que los clientes publiquen sus aplicaciones. |
| FTP (<i>File Transfer Protocol</i>) | Este servidor permitirá la transferencia de archivos, típicamente desde un servidor hasta el cliente. FTP; generalmente está asociado con el servidor Web y su utilidad principal será la distribución de archivos (software, <i>papers</i> , etc). |

Tabla 4.3 Servidores de servicios de valor agregado

Se denominan servidores básicos a aquellos servidores que permiten el funcionamiento del ISP.

Es necesario que un ISP posea servidores tales como: DNS para la traducción de nombres de dominio en direcciones IP, *web-caché* para permitir el ahorro de ancho de banda, servidor de administración de red para facilitar la gestión de la red de datos, servidor para controlar el acceso de clientes con cuentas *dial-up* y de bases de datos para almacenamiento adecuado de la información.

Los servidores básicos se detallan en la tabla 4.4.

4.1.3 SISTEMA OPERATIVO DE LOS SERVIDORES

Es conveniente seleccionar el mismo sistema operativo para todos los servidores, para así tener un único soporte técnico; además se considerará como otro factor el costo de licencia del mismo.

Cabe mencionar que Onnet UIO tan sólo posee un servidor DNS, cuyo Sistema Operativo es *Fedora Core 2*. Onnet Gye posee el resto de servidores

funcionando sobre la misma plataforma operativa y esto es una ventaja debido a que se tendrá el soporte técnico en el sistema operativo *Fedora*. Se selecciona el sistema operativo "*Fedora Core 4*" considerando los siguientes criterios:

- Sistema operativo sin costo de licencia.
- Facilidad en soporte técnico por parte de los técnicos de Onnet Gye e información disponible en Internet.

| Servidores Básicos | |
|---|---|
| Servidor | Descripción |
| DNS (<i>Domain Name Server</i>) | Consisten en una base de datos distribuida, jerárquica y replicada que traduce el nombre de dominio a su dirección IP y viceversa. Los usos más comunes son la asignación de nombres de dominio a direcciones IP y localización de servidores <i>e-mail</i> de cada dominio. |
| Web-caché | Este tipo de servidor permitirá el ahorro de ancho de banda para el ISP, en él se almacenarán de manera temporal páginas Web con el afán de reducir tiempos de espera en descarga. |
| Administración de Red (NMS, <i>Network Management Station</i>) | Este servidor proporciona herramientas para monitorear, revisar y mejorar procesos, documentar topología de la red, administrar y respaldar las configuraciones de equipos. |
| Autenticación, Autorización, Accounting (Servidor AAA) | Este servidor controlará, autorizará y registrará los accesos de los usuarios a los servicios ofrecidos por el ISP. Aquí estarán establecidas las configuraciones de los planes de tarificación por la prestación de servicios de acceso a Internet (tiempo de conexión), <i>web-hosting</i> , <i>e-mail</i> , etc. |
| Bases de datos | Un servidor de base de datos es indispensable para almacenar información de las cuentas de clientes, sus contraseñas de acceso, tipo de servicio y saldos que poseen; esto para el caso del Servidor AAA. También es tentativo en caso de crecimiento un servidor de base de datos para el Servidor Web y FTP, debido a que a más de portales Web de publicidad también existirán empresas que necesiten soluciones Web con aplicaciones de negocios como comercio electrónico. |

Tabla 4.4 Servidores para operación del ISP

La tabla 4.5 detalla los requerimientos de hardware para la instalación de *Fedora Core 4*.

| Requerimientos de Hardware | | |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| CPU | Fabricantes y modelos soportados | <ul style="list-style-type: none"> • Pentium, Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, Pentium 4 y superiores. • Variantes de AMD. |
| | Velocidades recomendadas | <ul style="list-style-type: none"> • 200 MHz para modo texto • 400 MHz para modo gráfico |
| | Compatibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Procesadores de 64 bits, como AMD64 (<i>Athlon 64, Operon</i>), Intel EM64T (<i>Intel Extended Memory 64 Technology</i>) |
| Discos Duros | Sistemas x86 de 32 bits | <ul style="list-style-type: none"> • Instalación típica (mínima): 620 MBytes • Servidor: 1.1 GBytes • Estación de trabajo: 3.0 GBytes • Instalación típica (completa): 6.9 GBytes |
| | Sistemas x86_64 de 64 bits | <ul style="list-style-type: none"> • Instalación típica (mínima): 900 MBytes • Servidor: 1.5 GBytes • Estación de trabajo: 3.4 GBytes • Instalación típica (completa): 7.5 GBytes |
| Memoria | Sistemas x86 de 32 bits | <ul style="list-style-type: none"> • Mínimo para modo texto: 64 MBytes • Mínimo para modo gráfico: 192 MBytes • Recomendado para modo gráfico: 256 MBytes |
| | Sistemas x86_64 de 64 bits | <ul style="list-style-type: none"> • Mínimo para modo texto: 128 MBytes • Mínimo para modo gráfico: 256 MBytes • Recomendado para modo gráfico: 512 MBytes |

Tabla 4.5 Requerimientos de CPU, discos y memoria para *Fedora Core 4* [2]

A partir de los requerimientos mostrados en la tabla anterior, se definen las siguientes características generales que tendrán los servidores del ISP:

- CPU : Mínimo 400 MHz.
- Disco Duro : Espacio de 2.0 GBytes para el S.O.
- Memoria : Mínimo 512 Mbytes para soportar modo gráfico.

4.1.4 HARDWARE DE LOS SERVIDORES

Una vez indicados los servidores con los que contará el ISP y las características generales que deben tener, se detallarán las características específicas para su funcionamiento óptimo.

4.1.4.1 Dimensionamiento de Servidores DNS

4.1.4.1.1 Generalidades para servidores DNS

Como se mencionó anteriormente, un servidor DNS se encargará de la traducción de nombres de dominio a su correspondiente dirección IP y viceversa.

Los servidores realizan dos tipos de consultas:

- Consulta recursiva: en esta consulta la respuesta es la dirección IP, el servidor intentará por cualquier medio resolver la consulta, esto incluye la consulta hacia otros servidores.
- Consulta iterativa: la respuesta a esta consulta será directamente la dirección IP o la dirección de otros servidores capaces de resolver. [3]

Se generalizan dos tipos de servidor, un primario y un secundario. El primario tienen una copia maestra de la base de datos de dominio y solo él puede modificarla, en cambio, el secundario copia la información del primario.

En el ISP se implementarán dos servidores DNS 1 y DNS 2, respectivamente serán el primario y secundario; sin embargo, cuando uno de los servidores falle será reemplazado por el otro, esto indica que ambos deberán tener la capacidad de realizar y responder a consultas recursivas e iterativas.

Considerando que las consultas recursivas involucran mayor retardo, en base a ellas se efectuará el respectivo dimensionamiento.

4.1.4.1.2 Software DNS

Entre los servidores DNS más comunes se encuentran:

- BIND
(*Berkeley Internet Name Daemon*)
- *PowerDNS*
- *MaraDNS*
- *djbdns*
- *pdndns*
- *MyDNS*

Los sistemas operativos para servidores ya incluyen el servidor DNS; sin embargo, BIND es el servidor DNS más usado en Internet, en especial para sistemas UNIX [4]. La versión más reciente puede ser descargada en www.isc.org.

4.1.4.1.3 Cálculo de procesador (CPU), memoria y disco para servidores DNS

Los requerimientos de hardware para un servidor DNS suelen ser modestos, sin embargo, para el cálculo se escoge un procesador de referencia. El procesador de referencia es un *Intel Dual Core* de 1.6 GHz, debido a que es uno de los procesadores más comunes actualmente en el mercado; a diferencia de otros procesadores como los *Pentium*, cuyas versiones están tendiendo a desaparecer.

Para el cálculo de CPU se considera la tabla 4.2; en esta tabla se estima un aproximado de 4600 usuarios concurrentes para el mes de marzo del año 2012.

Para el cálculo de CPU se emplean las ecuaciones explicadas en el capítulo 1, referente al proceso de Planeación de Capacidad. Los datos que deben considerarse para el empleo de estas ecuaciones son:

- Velocidad del procesador. Como se mencionó anteriormente, se toma como referencia un procesador *Intel Dual Core* de 1.6 GHz, por lo tanto la velocidad será de 1600 MHz.

- Número de procesadores. Considerando que se toma un procesador de tecnología *Intel* de doble núcleo y esta tecnología hace la simulación de un solo procesador físico en dos virtuales; por lo tanto el número de procesadores será 2.
- % de disponibilidad. Como se mencionó en el capítulo 2 este valor típicamente suele ser del 95%, porcentaje adecuado para el uso óptimo del procesador.
- Operaciones. Se considerará 2, este número representa que cada consulta DNS implica dos operaciones que son consulta y respuesta.
- Tiempo. Como criterio de diseño se considera que un cliente realiza la apertura de una página Web cada 15 segundos, lo que indica que cada 15 segundos el usuario realiza una consulta DNS.
- Uso de página por operación. Este parámetro es típico para páginas Web, sin embargo, en este caso se considerará 1; que representa un equivalente para el servidor DNS.
- Peticiones por ciclo. En el capítulo 1 se indica que el 68% de una petición HTTP es ejecutada por cada Megaciclo; el criterio para este diseño considera un 65%.
- Usuarios concurrentes. Se tomará en cuenta 4600 usuarios concurrentes, en base a la extrapolación indicada en la tabla 4.2.

La tabla 4.6 indica el proceso para el cálculo de CPU, en la columna izquierda se indica el parámetro a calcular, mientras que en la columna derecha se detallan los valores para el cálculo y la respuesta.

| CÁLCULO DE CPU | | | | | | |
|---|---|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|--|
| <i>Uso del CPU</i> [MHz] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>% disponibilidad</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.95 |
| | | 3040 [MHz] | | | | |
| <i>Operaciones por segundo</i> [Op / (s x usuario)] | = | <i>Operaciones</i> | | / | | <i>Tiempo</i> |
| | | 2 | | / | | 60 [s] |
| | | 0.03333 [Op / (s x usuario)] | | | | |
| <i>Peticiones por operación</i> [Pet / Op] | = | <i>Operaciones</i> | | X | | <i>Uso página por operación</i> |
| | | 2 | | X | | 1 |
| | | 2 [Pet / Op] | | | | |
| <i>Peticiones por segundo</i> [Pet / s] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>Peticiones por ciclo</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.65 [Pet / Mciclo] |
| | | 2080 [Pet / s] | | | | |
| <i>Consumo del CPU por operación</i> [MHz x Op x s] | = | <i>Uso del CPU</i> | x | <i>Peticiones por operación</i> | / | <i>Peticiones por segundo</i> |
| | | 3040 [MHz] | x | 2 [Pet / Op] | / | 2080 [Pet/s] |
| | | 2.92 [MHz x s/Op] | | | | |
| <i>Utilización CPU por usuario</i> [MHz/usuario] | = | <i>Operaciones por segundo</i> | | x | | <i>Consumo del CPU por operación</i> |
| | | 0.03333 [Op / (s x usuario)] | | x | | 2.92 [MHz x s/Op] |
| | | 0.097 [MHz/usuario] | | | | |
| <i>Umbral de utilización del CPU</i> (75% velocidad del procesador) | ≥ | <i>Usuarios Concurrentes</i> | | x | | <i>Utilización del CPU por usuario</i> |
| | | 4600 [usuarios] | | x | | 0.097 [MHz/usuario] |
| | | 2400 [MHz] | | | | |
| | | ≥ | | | | 446.2 [MHz] |

Tabla 4.6 Cálculo del procesador para el servidor DNS

Al final de la tabla 4.6 se realiza la comparación entre el umbral de utilización del CPU vs. la utilización de CPU por todos los usuarios. Si se cumple esta comparación se procede a la selección del respectivo procesador. Cabe señalar que el umbral de utilización del CPU se halla entre el 60% y 80%

(refiérase al capítulo 1); se considera como criterio de este diseño el promedio de 75%.

El consumo de procesador por parte de un servidor DNS es **446.2 MHz** para la atención de 4600 usuarios concurrentes; en cuanto a memoria se considerará la requerida por el sistema operativo (**512 Mbytes**) y finalmente se estima **100 Mbytes** de espacio libre en disco duro para almacenamiento de las bases de datos de los nombres de dominio.

4.1.4.2 Dimensionamiento del Servidor *Web-caché*

4.1.4.2.1 Generalidades para servidores *Web-caché*

Como se indicó anteriormente, este servidor almacenará páginas Web que son frecuentemente visitadas, lo que permitirá brindar un acceso más rápido a las mismas y ahorrar ancho de banda por acceso a contenido Web tanto local como internacional.

| TOP | SITIO WEB | TAMAÑO PÁGINA DE BIENVENIDA | PAGINAS POR VISITA | % USUARIOS DE INTERNET QUE VISITAN EL SITIO POR DÍA |
|------------------|---|-----------------------------|--------------------|---|
| 10 | IESS | 54 | 12,3 | 0,0435 |
| 17 | Porta | 72,3 | 4,4 | 0,0235 |
| 20 | Diario El Universo | 558 | 4,1 | 0,0265 |
| 23 | Pichincha.com | 381 | 4,4 | 0,0165 |
| 24 | Multitrabajos.com | 126 | 11,3 | 0,009 |
| 31 | Servicio de Rentas Internas del Ecuador | 161 | 5,4 | 0,011 |
| 36 | ESPOL | 192 | 4,9 | 0,0075 |
| 37 | Diario El Comercio | 796 | 2,9 | 0,018 |
| 45 | Diario Hoy | 659 | 3,6 | 0,014 |
| 49 | Diario La Hora | 611 | 4 | 0,0135 |
| 57 | Porfinempleo.com | 449 | 7,1 | 0,005 |
| 66 | Produbanco | 307 | 3,4 | 0,0075 |
| 75 | Banco de Guayaquil | 202 | 2,3 | 0,009 |
| 80 | Universidad Técnica Particular de Loja | 531 | 10 | 0,006 |
| 85 | Diario Extra | 555 | 5,3 | 0,006 |
| 90 | Patio Tuerca | 145 | 16,5 | 0,003 |
| PROMEDIOS | | 362 | 6 | 0,014 |

Tabla 4.7 Páginas ecuatorianas dentro del *Top 100* [5]

Para dimensionar este servidor se consideró el *ranking* de páginas Web más visitadas en el Ecuador (ver ANEXO F). La tabla 4.7 solo muestra los sitios Web ecuatorianos más visitados en Ecuador obtenidos del ANEXO F.

La tabla 4.7 posee los siguientes campos:

- TOP. Indica la ubicación del sitio Web dentro del *ranking* total de las páginas más visitadas en Ecuador.
- Tamaño de la página de bienvenida. Es el tamaño de la página de bienvenida del sitio Web y está expresada en kbytes.
- Páginas por visita. Indica el número de páginas que se visitan por cada sitio Web.
- % de usuarios de Internet que visitan el sitio por día. Muestra el porcentaje de usuarios que abren un determinado sitio Web por día
- ⁴⁶.

La tabla 4.7 representa una muestra del ANEXO F y en base a esta muestra se calculan los promedios del tamaño de la página de bienvenida, páginas visitadas por sitio y porcentaje de usuarios de Internet que accedan a un sitio.

4.1.4.2.2 Software Web-caché

Los servidores *Web-caché* más comunes son:

- *Apache*
- *Microsoft Internet Security and Acceleration Server*
- *Squid*

Se selecciona la aplicación *Apache* porque guarda una importante ventaja por ser un software de código abierto para plataformas Unix, Windows y Macintosh; además es el servidor HTTP del 48% de sitios Web en el mundo, facilitando de esta manera su enorme soporte técnico desde Internet. [6]

4.1.4.2.3 Cálculo de procesador (CPU), memoria y disco para el servidor Web-caché

⁴⁶ Estos datos son obtenidos de la página www.alexacom

Para los cálculos correspondientes se tomará en cuenta los criterios y datos considerados para el dimensionamiento del servidor DNS; sin embargo, se tienen las siguientes variaciones:

- Operaciones. Se considera que en promedio un usuario en cada sesión WEB realiza 7 operaciones, tales como: ingreso a la página de bienvenida, apertura de otra página del mismo sitio, búsqueda general, búsqueda específica, añadir ítems, listar ítems y descarga de detalles de cada ítem.
- Tiempo. Para el caso de un servidor *Web-caché* se estima que un usuario normal reside en una sesión Web un tiempo promedio de 10 minutos, tiempo en el que realiza las 7 operaciones mencionadas anteriormente; se piensa que generalmente un usuario utiliza la misma página Web para realizar dos operaciones.
- Peticiones por ciclo. Se considera que el 65% de una petición HTTP es ejecutada en cada Megaciclo.

En la tabla 4.8 se muestra el cálculo del consumo de procesador del servidor *Web-caché*; efectuados los correspondientes cálculos se tiene que el consumo de procesador del servidor es de **1098.02 MHz** y estará en capacidad de atender un promedio de 4600 usuarios concurrentes.

Se considera para este servidor un adicional de **512 Mbytes** a más de los 512 Mbytes requeridos por el sistema operativo, para evitar sobrecargar al procesador.

Para determinar la capacidad de almacenamiento del disco duro, se toma en cuenta la cantidad de páginas Web que almacenará el servidor; se considerará almacenar las páginas más visitadas de los 100 sitios Web más visitados del Ecuador.

Como se muestra en la tabla 4.7, cada sitio Web tiene un promedio de 6 páginas por visita y el tamaño promedio de la página de bienvenida es de 362 KB; es decir, por cada sitio Web se destinará 2172 KB (362 KB x 6), entonces para almacenar las páginas de 100 sitios se necesitará 217200 KB (2172 KB x 100) equivalentes a 213 Mbytes.

Para flexibilizar el tamaño de disco, se considerará un 40% adicional que da como resultado la cantidad aproximada de **300 Mbytes** necesarios en disco.

| CÁLCULO DE CPU | | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|--|
| <i>Uso del CPU</i> [MHz] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>% disponibilidad</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.95 |
| | | 3040 [MHz] | | | | |
| <i>Operaciones por segundo</i> [Op / (s x usuario)] | = | <i>Operaciones</i> | | / | | <i>Tiempo</i> |
| | | 7 | | / | | 600 [s] |
| | | 0.01167 [Op / (s x usuario)] | | | | |
| <i>Peticiones por operación</i> [Pet / Op] | = | <i>Operaciones</i> | | x | | <i>Uso página por operación</i> |
| | | 7 | | x | | 2 |
| | | 14 [Pet / Op] | | | | |
| <i>Peticiones por segundo</i> [Pet / s] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>Peticiones por ciclo</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.65 [Pet / Mciclo] |
| | | 2080 [Pet / s] | | | | |
| <i>Consumo del CPU por operación</i> [MHz x Op x s] | = | <i>Uso del CPU</i> | x | <i>Peticiones por operación</i> | / | <i>Peticiones por segundo</i> |
| | | 3040 [MHz] | x | 14 [Pet / Op] | / | 2080 [Pet/s] |
| | | 20.46 [MHz x s/Op] | | | | |
| <i>Utilización CPU por usuario</i> [MHz/usuario] | = | <i>Operaciones por segundo</i> | | x | | <i>Consumo del CPU por operación</i> |
| | | 0.01167 [Op / (s x usuario)] | | x | | 20.46[MHz x s/Op] |
| | | 0.2387 [MHz/usuario] | | | | |
| <i>Umbral de utilización del CPU</i> | ≥ | <i>Usuarios Concurrentes</i> | | x | | <i>Utilización del CPU por usuario</i> |

| CÁLCULO DE CPU | | | | |
|--------------------------------|---|----------------------|---|----------------------|
| (75% velocidad del procesador) | | 4600 [usuarios] | x | 0.2387 [MHz/usuario] |
| 2400 [MHz] | ≥ | 1098.02 [MHz] | | |

Tabla 4.8 Cálculo del procesador para el servidor *Web-caché*

4.1.4.3 Dimensionamiento del Servidor de Administración de Red

4.1.4.3.1 Generalidades para el servidor de Administración de Red

Este servidor tendrá las herramientas y utilidades del sistema operativo y aplicaciones adicionales para monitorear las actividades de los dispositivos de la red y tráfico cursante por sus interfaces, así como registrar dicha información para el respectivo levantamiento de estadísticas y análisis de nuevos requerimientos de la red que aparezcan a lo largo del tiempo.

Un servidor de administración de red tiene acceso restringido, por lo tanto no se deberá preocupar por la concurrencia a sus servicios, el acceso es exclusivo para el personal del departamento técnico de Onnet UIO.

Este servidor de administración de red debe permitir el acceso remoto y seguro a los administradores de red, monitorear el tráfico en las interfaces de red, almacenar los registros de actividades de los equipos y aprovechar las ventajas del protocolo SNMP, de las MIBs y agentes instalados.

La capacidad en hardware dependerá de los requisitos del sistema operativo y de las aplicaciones complementarias, sin olvidarse que el tráfico generado por este servidor debe ser mínimo para no saturar la red.

4.1.4.3.2 Software para Administración de Red

A continuación se resaltarán las herramientas del sistema operativo y aplicaciones que deberán instalarse para complementar las utilidades que ofrece el sistema operativo instalado.

a. Herramientas y utilidades del sistema operativo

Cabe resaltar que los sistemas operativos contienen comandos útiles que ayudan a monitorear el estado y actividades de equipos que se encuentran conectados en una misma red.

En el ANEXO G se detallan los comandos más generales y comandos SNMP para sistemas UNIX distribución LINUX.

b. Herramientas analizadoras de tráfico

Al interior del ISP es necesario un analizador de tráfico que permita obtener información del tráfico que cursa por los dispositivos de red para realizar el respectivo seguimiento; los dispositivos pueden ser de la red LAN o WAN.

Existen aplicaciones que permiten obtener este tipo de información, entre las que se tienen MRTG (*Multi Router Traffic Grapher*) o CACTI, ambas soluciones son de código abierto y consisten en la generación de las gráficas de tráfico que pueden ser observadas desde cualquier *browser*.

MRTG a diferencia de CACTI es altamente difundido y el soporte técnico sobre esta herramienta se halla fácilmente en Internet; además esta herramienta ya es utilizada por el personal técnico de Onnet UIO; justificándose así la preferencia por esta herramienta.

En MRTG por cada interfaz monitoreada se generan archivos de tipo: HTML (1 archivo), GIB (4 archivos), LOG (1 archivo) y OLD (1 archivo); que suman un total de 7 archivos.

Los archivos generados brindan información del seguimiento realizado por el dispositivo en determinados intervalos de tiempo, el mismo que puede ser configurado; por defecto el tiempo de monitoreo es cada 5 minutos y el dato es almacenado progresivamente para generar resúmenes por hora, diarios, semanales y mensuales.

MRTG genera resúmenes por hora, diarios, semanales y mensuales realizando promedios de los datos registrados cada 5 minutos; estos promedios son realizados cada 30 minutos, 2 horas y por día respectivamente.

MRTG puede ser instalado sobre una plataforma operativa Windows o Unix.

Los requerimientos de hardware serán los necesarios para el sistema operativo; sin embargo, se debe pensar en la reservación de espacio en disco duro. Como se mencionó anteriormente se genera un total de 7 archivos que conjuntamente tienen un volumen aproximado de 150 KBytes.

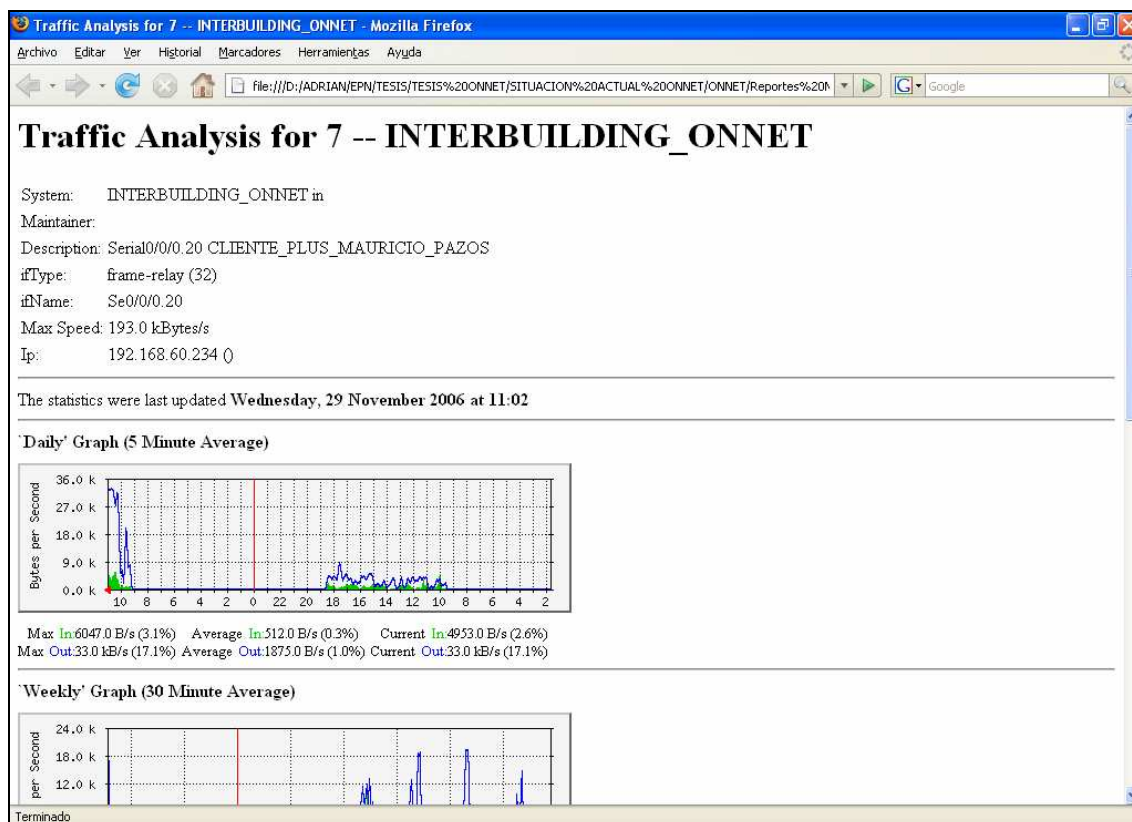


Figura 4.2 Ejemplo de un archivo HTML del análisis de tráfico con MRTG [8]

Los archivos son actualizados cada cinco minutos, pero para un buen seguimiento es recomendable registrar esta información semanalmente; por lo tanto, por cada interfaz se necesitará 7800 KBytes/año⁴⁷; el número de

⁴⁷ 7800 KBytes/año es el resultado del producto entre 150 KBytes y 52 semanas que posee un año.

interfaces a monitorear serán las de cada cliente y de los dispositivos del ISP. A continuación se muestra el cálculo del total de capacidad necesaria.

Total Espacio = 7800 KBytes/añual x (4600 clientes + 30 dispositivos del ISP)

Total Espacio = 36.11 GBytes/añual

Se consideró el número de cuentas que se tendrá en el año 2012 y se estima un aproximado de 30 dispositivos entre los que figurarán *routers*, servidores y equipos inalámbricos.

c. Consola de Administración

También denominadas NMS (*Network Management System*), la consola de administración permitirá administrar los dispositivos del ISP (*routers*, *switches*, servidores, etc.). Una NMS se constituye en una interfaz del protocolo SNMP y sobre todo aprovecha las ventajas de la información que devuelven cada uno de los agentes instalados en los dispositivos del ISP.

El registro de actividades de los dispositivos y generación de alarmas son características que vienen incluidas en la NMS; según sus requerimientos se seleccionará el hardware y plataforma operativa.

Las NMS más conocidas en el mercado son:

- *Nagios* (código abierto)
- *OpenNMS* (código abierto)
- *Big Brother* (plataformas Unix y Windows)
- *Loriot* (plataforma Windows)
- *What's Up Gold* (plataforma Windows)
- *Tivoli Net View IBM* (plataformas Unix y Windows)

Se tienen NMS de código abierto y otras que incluyen costo de licencia. Considerando que el sistema operativo es basado en UNIX, es necesario seleccionar una NMS compatible; no obstante, queda abierta la decisión por

una consola que funcione sobre Windows, pero esto recurrirá en la compra de dos licencias tanto para el sistema operativo como para la consola.

Las consolas basadas en Unix como *OpenNMS* o *Nagios* no exigen mayores requerimientos tales como la inclusión de librerías y levantamiento de un servidor Web; en cambio, consolas basadas en Windows como *Loriot* o *What's Up Gold* requieren fortalezas en cuanto a procesador, memoria y disco para el soporte de una interfaz gráfica amigable. En general se recomienda procesadores de 2000 MHz o superiores, 512 Mbytes de memoria y 500 Mbytes en disco. [7]

d. Acceso Remoto

Un servidor debe permitir el acceso remoto solo a usuarios autorizados (administradores de red y/o supervisores técnicos), una opción es el levantamiento de un servidor VPN (*Virtual Private Network*) para que personal del Departamento Técnico pueda conectarse desde sus hogares a monitorear y controlar la red.

Se tienen varias posibilidades de conexiones VPN: cliente-servidor, cliente-LAN, LAN-LAN. En el presente caso es aconsejable una conexión cliente-servidor, donde el cliente es la estación de trabajo del supervisor técnico fuera de las instalaciones del ISP.

El servidor VPN puede funcionar sobre GNU/Linux, Windows NT o 2000 Server, así como los clientes se ejecutan en cualquiera de esas plataformas; los requerimientos de hardware para la VPN serán los mismos que para el sistema operativo.

e. Monitoreo de la red inalámbrica

Se adquirirá el software NetSpam, para el monitoreo de los equipos de la red inalámbrica; entre sus requerimientos está el poder trabajar en la plataforma de

un computador personal y disponer de un sistema de base de datos para el almacenamiento de reportes.

La información almacenada estará en una base de datos integrada por un servidor que puede ser SQL de Microsoft o PostgreSQL (para evitar costos de licencias). Los requerimientos de hardware para PostgreSQL son generalmente 600 MHz de procesador, 128 Mbytes de memoria y 10 GBytes para sistema operativo e información de registros.

4.1.4.3.3 Cálculo de procesador, memoria y disco para servidor de Administración de Red

El sistema operativo seleccionado es “*Fedora Core 4*” y sus requerimientos de hardware son:

- CPU : Pentium 4 o superior.
- Disco Duro : Espacio de 2.0 GBytes para el S.O.
- Memoria : Mínimo 512 Mbytes para soportar modo gráfico.

Se debe considerar 31.6 GBytes para almacenamiento de los archivos del analizador de tráfico (MRTG); tomando en cuenta que la consola NMS será la aplicación más importante en el servidor de administración se considerará un procesador de 2000 MHz, 512 Mbytes de memoria adicional (a más de los 512 Mbytes para S.O.) y 500 Mbytes en disco.

Sin embargo, los 31.6 GBytes para los archivos del programa MRTG se consideran como espacio dimensionado para un año. Sin embargo, una vez finalizado cada año, la información obtenida puede ser respaldada en otros medios como DVDs para liberar espacio en el disco duro.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Total de Almacenamiento | = | Espacio para archivos MRTG + Espacio para la NMS + Espacio para el S.O. + Espacio para software de monitoreo de red inalámbrica |
|-------------------------|---|---|

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Total de Almacenamiento | = | 31.6 GBytes + 0.5 GBytes + 2 GBytes + 10 GBytes |
|-------------------------|---|---|

| | | |
|-------------------------|---|-------------|
| Total de Almacenamiento | = | 44.1 GBytes |
|-------------------------|---|-------------|

El total de espacio de almacenamiento calculado es aproximadamente 44.1 GBytes; no obstante, puede aproximarse a 50 GBytes para obtener cierta flexibilidad.

Finalmente un servidor que puede ofrecer de manera óptima las tareas de administración de red debe cumplir con las siguientes características:

- CPU : Procesador de 2400 MHz o superior
- Disco Duro : 50 GBytes
- Memoria : 1 GBytes

4.1.4.4 Dimensionamiento del Servidor de Autenticación, Autorización, *Accounting* (AAA) y base de datos

4.1.4.4.1 Generalidades para el servidor AAA y base de datos

Este servidor autenticará, autorizará y registrará el acceso de los usuarios; también deberá permitir configurar y establecer los planes de tarificación para la facturación correspondiente a los servicios ofrecidos; por lo tanto este servidor también manejará concurrencia de clientes.

4.1.4.4.2 Software del servidor AAA y base de datos

Algunos servidores AAA son:

- *freeRADIUS*
- *Novell RADIUS Server*
- IAS de Windows
- *ARDIAL Radius-Server*

Se selecciona el programa *freeRADIUS* debido a que puede ser soportado en plataformas UNIX o MacOS y ha sido desarrollado para pequeños sitios con 10

usuarios hasta sitios empresariales con miles de usuarios; además *freeRADIUS* es sin costo de licencia, fácilmente escalable desde sistemas con mínimas cantidades de memoria hasta sistemas con millones de usuarios y soporta muchos protocolos de autenticación con servidores comerciales como SQL, LDAP; tales autenticaciones son vía PAP, CHAP, etc. [9]

La información almacenada estará en una base de datos integrada por un servidor que puede ser SQL de Microsoft o PostgreSQL (para evitar costos de licencias); los requerimientos de hardware para PostgreSQL son generalmente 600 MHz de procesador, 128 Mbytes de memoria y 10 GBytes de espacio en disco por instalación y almacenamiento. [10]

4.1.4.4.3 Cálculo de procesador, memoria y disco del servidor AAA y base de datos

Para calcular la capacidad de procesamiento de este servidor se considera el nivel de concurrencia; los tipos de cuentas que se autentican con este servidor son las cuentas conmutadas, debido a la naturaleza de la venta de los códigos de acceso y tiempos de conexión definidos en el plan o tarjeta prepago.

Para el cálculo de procesador se considerará los criterios empleados para el dimensionamiento del servidor DNS pero con las siguientes variaciones:

- Operaciones. Se consideran 4 operaciones implicadas, éstas son: autenticación, autorización, registro del acceso y adicionalmente se ejecutará la operación de contador de tiempo-saldo.
- Tiempo. Se considera como un criterio de diseño que cada 60 segundos el servidor auditará el saldo de conexión de determinado usuario para evaluar su saldo de conexión.
- Uso de página por operación. Este parámetro es típico para páginas Web, sin embargo, en este caso se considerará 1; que representa un equivalente para este servidor.
- Usuarios concurrentes. Se tomará en cuenta 178 usuarios concurrentes, que es el número de cuentas conmutadas simultáneas que se indica en la tabla 4.2.

Como se calcula en la tabla 4.9 el consumo de procesador por parte del servidor AAA es aproximadamente **70 MHz** para atender a 178 cuentas conmutadas simultáneas; en cuanto a memoria se considerará la requerida por el sistema operativo (**512 Mbytes**) y finalmente se necesitarán **2 GBytes** libres en disco duro para almacenamiento de las bases de datos de las cuentas de conexión.

| CÁLCULO DE CPU | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|----------|---------------------------------|----------|--|
| <i>Uso del CPU</i> [MHz] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>% disponibilidad</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.95 |
| | | 3040 [MHz] | | | | |
| <i>Operaciones por segundo</i> [Op / (s x usuario)] | = | <i>Operaciones</i> | | / | | <i>Tiempo</i> |
| | | 4 | | / | | 60 [s] |
| | | 0.0666 [Op / (s x usuario)] | | | | |
| <i>Peticiones por operación</i> [Pet / Op] | = | <i>Operaciones</i> | | X | | <i>Uso página por operación</i> |
| | | 4 | | X | | 1 |
| | | 4 [Pet / Op] | | | | |
| <i>Peticiones por segundo</i> [Pet / s] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>Peticiones por ciclo</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.65 [Pet / Mciclo] |
| | | 2080 [Pet / s] | | | | |
| <i>Consumo del CPU por operación</i> [MHz x Op x s] | = | <i>Uso del CPU</i> | x | <i>Peticiones por operación</i> | / | <i>Peticiones por segundo</i> |
| | | 3040 [MHz] | x | 4 [Pet / Op] | / | 2080 [Pet/s] |
| | | 5.85 [MHz x s/Op] | | | | |
| <i>Utilización CPU por usuario</i> [MHz/usuario] | = | <i>Operaciones por segundo</i> | | x | | <i>Consumo del CPU por operación</i> |
| | | 0.0666 [Op / (s x usuario)] | | x | | 5.85 [MHz x s/Op] |
| | | 0.3897 [MHz/usuario] | | | | |
| <i>Umbral de utilización del CPU</i> | ≥ | <i>Usuarios Concurrentes</i> | | x | | <i>Utilización del CPU por usuario</i> |

| CÁLCULO DE CPU | | | | |
|--------------------------------|---|----------------|---|----------------------|
| (75% velocidad del procesador) | | 178 [usuarios] | x | 0.3897 [MHz/usuario] |
| 2400 [MHz] | ≥ | 69.366 [MHz] | | |

Tabla 4.9 Cálculo del procesador para el servidor AAA

4.1.4.5 Dimensionamiento del Servidor *E-mail*

4.1.4.5.1 Generalidades del servidor *E-mail*

Se tomará en cuenta el número total de 1055 cuentas dedicadas para el mes de marzo 2012, como se muestra en la tabla 4.2. Como se mencionó anteriormente el 60% de estas cuentas son corporativas y el 40% residenciales; lo que equivale a decir que 633 cuentas dedicadas serán corporativas y 422 serán residenciales en marzo del 2012.

A cada cuenta residencial se le asignarán hasta dos cuentas de correo electrónico y a las corporativas 10, por lo tanto se estima que el ISP manejaría las siguientes cantidades de cuentas de correo:

- Cuentas de correo electrónico residenciales (422 x 2) : 844
- Cuentas de correo electrónico corporativas (633 x 10) : 6330

Sin embargo se debe considerar la simultaneidad de acceso de usuarios con cuentas de correo. Como ya se había mencionado la simultaneidad de acceso será del 40% para cuentas residenciales y del 90% para cuentas corporativas, por lo tanto se manejarán las siguientes cantidades:

- Número de acceso a cuentas *e-mail* residenciales (844 x 0.4): 338
- Número de acceso a cuentas *e-mail* corporativas (6330 x 0.9): 5697

En horas pico la simultaneidad de acceso al servidor de correo electrónico será de 6035 (338 + 5697), en números aproximados se considerará la cantidad de 6100.

A partir de las cantidades indicadas se realizó el respectivo dimensionamiento.

4.1.4.5.2 Software del servidor E-mail

Entre los servidores de correo electrónico más populares se pueden mencionar:

- *Postfix* (Unix)
- *Sendmail* (Unix)
- *Exim* (Unix)
- *Qmail* (Unix)
- *Microsoft Exchange Sever* (Windows)
- *MailEnable* (Windows)

Se selecciona *Postfix* por ser un software de código abierto que actualmente se constituye en una alternativa rápida, fácil de administrar y segura frente a la amplia utilización de *Sendmail* (también de código abierto) o a servidores comerciales como *Microsoft Exchange* y *MailEnable*. [11]

4.1.4.5.3 Cálculo de procesador, memoria y disco del servidor E-mail

Como se ha realizado en los cálculos anteriores se considerarán criterios y datos similares a los utilizados en el dimensionamiento del servidor DNS; no obstante, se aplican las siguientes variaciones:

- Operaciones. Un cliente *E-mail* típicamente en una sesión realiza alrededor de 7 operaciones, como son: ingreso, visualización de ítems del buzón de entrada, apertura de un correo, redactar un nuevo correo, agregar contactos, eliminación y almacenamiento de correo.
- Tiempo. Se estima que el tiempo promedio que utiliza un usuario para realizar las operaciones indicadas puede ser 15 minutos.
- Usuarios concurrentes. Se considera 6100 usuarios concurrentes como se explica anteriormente.

La tabla 4.10 muestra el cálculo del consumo de procesador que se genera en un servidor de correo electrónico *E-mail* que cumple con los criterios indicados anteriormente.

El consumo de procesador por parte del servidor *E-mail*, como se muestra en la tabla 4.10, es aproximadamente de **1500 MHz** para atender a 6100 usuarios concurrentes; en cuanto a memoria se considerará **512 Mbytes** adicional a la requerida por el sistema operativo, con el motivo de evitar saturaciones al procesador.

| CÁLCULO DE CPU | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|-----------------------------|---|----------------------------------|
| Uso del CPU [MHz] | = | Velocidad Procesador | x | Número de Procesadores | x | % disponibilidad |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.95 |
| | | 3040 [MHz] | | | | |
| Operaciones por segundo [Op / (s x usuario)] | = | Operaciones | / | | | Tiempo |
| | | 7 | / | | | 900 [s] |
| | | 0.007777 [Op / (s x usuario)] | | | | |
| Peticiones por operación [Pet / Op] | = | Operaciones | X | | | Uso página por operación |
| | | 7 | X | | | 2 |
| | | 14 [Pet / Op] | | | | |
| Peticiones por segundo [Pet / s] | = | Velocidad Procesador | x | Número de Procesadores | x | Peticiones por ciclo |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.65 [Pet / Mciclo] |
| | | 2080 [Pet / s] | | | | |
| Consumo del CPU por operación [MHz x Op x s] | = | Uso del CPU | x | Peticiones por operación | / | Peticiones por segundo |
| | | 3040 [MHz] | x | 14 [Pet / Op] | / | 2080 [Pet/s] |
| | | 20.46 [MHz x s/Op] | | | | |
| Utilización CPU por usuario [MHz/usuario] | = | Operaciones por segundo | x | | | Consumo del CPU por operación |
| | | 0.007777 [Op / (s x usuario)] | x | | | 20.46 [MHz x s/Op] |

| CÁLCULO DE CPU | | | |
|---|---|---------------------------------|----------------------|
| | | 0.15911 [MHz/usuario] | |
| Umbral de utilización del CPU (75% velocidad del procesador) | ≥ | Usuarios Concurrentes | x |
| | | 6100 [usuarios] | x |
| | | Utilización del CPU por usuario | |
| | | | 0.2387 [MHz/usuario] |
| 2400 [MHz] | ≥ | 1456.07 [MHz] | |

Tabla 4.10 Cálculo del procesador para el servidor *E-mail*

Como criterio de diseño se estima que los tamaños de buzón de los correos debería ser de 10 Mbytes para cuentas residenciales y 50 Mbytes para cuentas corporativas. Además se considera 100 Mbytes para clientes que deseen contratar como servicio exclusivo; se estima que un 25% de clientes corporativos contratarán este tipo de servicio.

| | | |
|--------------|---|---|
| Tamaño Disco | = | (Cuentas <i>e-mail</i> Residenciales x 10 Mbytes) + (Cuentas <i>e-mail</i> Corporativas x 50 Mbytes) + (25% x Cuentas <i>e-mail</i> Corporativas x 50 Mbytes) |
|--------------|---|---|

| | | |
|--------------|---|---|
| Tamaño Disco | = | (844 x 10 Mbytes) + (6330 x 50 Mbytes) + (25% x 6330 x 100 Mbytes) |
|--------------|---|---|

| | | |
|--------------|---|---------------------------------|
| Tamaño Disco | = | (8440 + 316500 + 158250) Mbytes |
|--------------|---|---------------------------------|

| | | |
|--------------|---|---------------|
| Tamaño Disco | = | 483190 Mbytes |
|--------------|---|---------------|

El tamaño en disco necesario se aproxima a **500 GBytes**.

4.1.4.6 Dimensionamiento del Servidor *Web-Hosting* y FTP

4.1.4.6.1 Generalidades del Servidor *Web-Hosting* y FTP

La concurrencia a este tipo de servidor dependerá del número de visitas que reciban las páginas alojadas, para ello se tomará datos de la tabla 4.7 y se considera que en Ecuador existen 993180 usuarios de Internet [12]. Con los datos comentados se tiene la tabla 4.11.

| TOP | SITIO WEB | TAMAÑO PÁGINA DE BIENVENIDA | PAGINAS POR VISITA | % USUARIOS DE INTERNET QUE VISITAN EL SITIO POR DÍA | VISITAS ECUADOR (993180 USUARIOS INTERNET) |
|------------------|---|-----------------------------|--------------------|---|--|
| 10 | IESS | 54 | 12,3 | 0,0435 | 432 |
| 17 | Porta | 72,3 | 4,4 | 0,0235 | 233 |
| 20 | Diario El Universo | 558 | 4,1 | 0,0265 | 263 |
| 23 | Pichincha.com | 381 | 4,4 | 0,0165 | 164 |
| 24 | Multitrabajos.com | 126 | 11,3 | 0,009 | 89 |
| 31 | Servicio de Rentas Internas del Ecuador | 161 | 5,4 | 0,011 | 109 |
| 36 | ESPOL | 192 | 4,9 | 0,0075 | 74 |
| 37 | Diario El Comercio | 796 | 2,9 | 0,018 | 179 |
| 45 | Diario Hoy | 659 | 3,6 | 0,014 | 139 |
| 49 | Diario La Hora | 611 | 4 | 0,0135 | 134 |
| 57 | Porfinempleo.com | 449 | 7,1 | 0,005 | 50 |
| 66 | Produbanco | 307 | 3,4 | 0,0075 | 74 |
| 75 | Banco de Guayaquil | 202 | 2,3 | 0,009 | 89 |
| 80 | Universidad Técnica Particular de Loja | 531 | 10 | 0,006 | 60 |
| 85 | Diario Extra | 555 | 5,3 | 0,006 | 60 |
| 90 | Patio Tuerca | 145 | 16,5 | 0,003 | 30 |
| PROMEDIOS | | 362 | 6 | 0,014 | 136 |

Tabla 4.11 Estadísticas de Sitios Web Ecuatorianos

La tabla 4.11 es similar a la tabla 4.7, con la diferencia, que se tiene adicionalmente un campo que indica el número de visitas en Ecuador; este campo es el producto entre el campo “% de Usuarios de Internet que visitan el sitio por día” y los 993180 usuarios de Internet en Ecuador.

4.1.4.6.2 Software del Servidor Web-Hosting y FTP

Los servidores Web que más figuran son:

- *Apache*
- *Lighttpd*
- *IIS (Internet Information Services)*
- *Thttpd*
- *Cherokee*

Se selecciona el servidor Apache por ser de código abierto para plataformas UNIX, Windows y Macintosh, su selección es conveniente por su enorme soporte técnico en Internet, considerándose como el servidor HTTP del 48% de sitios Web en el mundo. [6]

El sistema operativo *Fedora Core 4* permite el levantamiento del servidor FTP, el mismo que puede ser accesible mediante un navegador (*Internet Explorer*,

Firefox, Netscape, etc); lo importante en un servidor FTP es el control de acceso, se debe tener cuidado con la configuración del “usuario anónimo”.

El usuario anónimo debe tener permisos restringidos, no obstante, deben establecerse las políticas de creación y mantenimiento de usuarios y direcciones IP. Los servidores FTP más comunes en el mercado son: ProFTPD, *Dragon Server, FtpMax, WS_FTP Server, FTP Serv-U*, etc. Sin embargo, ProFTPD puede ser seleccionado por ser un servidor FTP seguro, flexible, modular y fácil de configurar. [14]

4.1.4.6.3 Cálculo de procesador, memoria y disco del Servidor Web-Hosting y FTP

Considerando la tabla 4.11, un sitio Web en Ecuador tiene un promedio de 136 visitas diarias; como criterio de diseño se menciona que estas visitas se generan en horas pico, que son entre las 10h00 – 14h00 y 16h00 – 20h00, es decir 8 horas; a partir de estos criterios se determina el siguiente factor:

$$\text{Visitas por hora} = 136 \text{ visitas diarias} / 8 \text{ horas diarias}$$

$$\text{Visitas por hora} = 17 \text{ visitas} / \text{hora}$$

También se estima que el 50% de los clientes con cuentas corporativas solicitan el servicio de *Web Hosting*; se tendrá un total de 317 sitios hospedados (50% x 633 cuentas corporativas⁴⁸).

Para los cálculos correspondientes se considerarán los criterios y datos del dimensionamiento del servidor *Web-caché* pero especificando las siguientes variaciones:

- Operaciones. Un usuario normal en una sesión Web realiza operaciones tales como: ingreso a la página de bienvenida, apertura de otra página del mismo sitio, búsqueda general, búsqueda específica, añadir ítems, listar ítems, mostrar específicamente un ítem, descargar / dejar archivos,

⁴⁸ Ver la sección 4.1.4.5.1, donde se explica el número de cuentas dedicadas corporativas para marzo de 2008.

tareas de compra y escribir a los contactos de la página; este total de operaciones suman 10.

- Tiempo. Se piensa que en promedio un usuario se mantiene en un sitio Web por un tiempo de 10 minutos realizando normalmente las operaciones indicadas en el ítem anterior.
- Uso de página por operación. Se considerará 2, porque normalmente la misma página es utilizada para la realización de dos operaciones.
- Usuarios Concurrentes. La concurrencia al servidor es aproximadamente de 1000 usuarios; este valor se basa en el número de visitas por hora calculada anteriormente y del número de sitios que se hospedarán en el servidor.

El número de visitas por hora es de 17, este valor debe ser expresado en visitas por cada 10 minutos, que es el valor de duración de una sesión Web como se explicó anteriormente; por lo tanto, en cada hora existirán 6 sesiones de 10 minutos.

Visitas por cada 10 minutos = $17 \text{ [visitas / hora]} / 6 \text{ [sesiones / hora]}$

Visitas por cada 10 minutos = 2.83 [sesiones / hora]

Como se calculó anteriormente se tendrán 317 sitios hospedados en el servidor y la concurrencia a cada unos de estos sitios será de 2.83 [sesiones/hora]; el producto de ambos valores da como resultado la concurrencia total que es aproximadamente de 898 usuarios concurrentes.

La tabla 4.12 muestra el cálculo de procesador para el servidor *Web-hosting*, al final de la tabla se nota que el consumo de procesador es **438.3 MHz** para atender a 900 usuarios concurrentes.

Cabe mencionar que la cantidad de memoria que se considerará **512 MBytes** adicional a la requerida por el sistema operativo, con el objetivo de reducir la sobrecarga del procesador debido a que será un servidor de alta concurrencia.

Para determinar la capacidad en disco se considerarán los datos de la tabla 4.11, cada sitio Web tiene un promedio de 6 páginas, y la página de bienvenida tiene un tamaño promedio de 362 KBytes; es decir, cada sitio Web tiende a ocupar 2.12 GBytes (6 x 362 KBytes). Se ofrecería el plan de *Web-Hosting* de 2.5 GBytes.

Considerando que existirán 317 sitios hospedados como se estimó anteriormente (50% del total de cuentas dedicadas), es necesaria una capacidad de **792.5 GBytes** en disco (2.5 Gbytes x 317).

Se recomienda ofrecer el servicio de diseño del sitio esto ayudará a reducir los espacios de alojamiento, logrando optimización en la capacidad del disco y descarga del sitio en el cliente; además de poder ofrecer planes de menor costo y captar mayor mercado.

| CÁLCULO DE CPU | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|----------|-------------------------------|----------|---------------------------------|
| <i>Uso del CPU</i> [MHz] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>% disponibilidad</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.95 |
| | 3040 [MHz] | | | | | |
| <i>Operaciones por segundo</i> [Op / (s x usuario)] | = | <i>Operaciones</i> | | / | | <i>Tiempo</i> |
| | | 10 | | / | | 600 [s] |
| | 0.016667 [Op / (s x usuario)] | | | | | |
| <i>Peticiones por operación</i> [Pet / Op] | = | <i>Operaciones</i> | | X | | <i>Uso página por operación</i> |
| | | 10 | | X | | 2 |
| | 20 [Pet / Op] | | | | | |
| <i>Peticiones por segundo</i> [Pet / s] | = | <i>Velocidad Procesador</i> | x | <i>Número de Procesadores</i> | x | <i>Peticiones por ciclo</i> |
| | | 1600 [MHz] | x | 2 | x | 0.65 [Pet / Mciclo] |
| | 2080 [Pet / s] | | | | | |

| CÁLCULO DE CPU | | | | | | |
|--|----------|----------------------------------|----------|--|----------|-------------------------------|
| <i>Consumo del CPU por operación</i> [MHz x Op x s] | = | <i>Uso del CPU</i> | x | <i>Peticiones por operación</i> | / | <i>Peticiones por segundo</i> |
| | | 3040 [MHz] | x | 20 [Pet / Op] | / | 2080 [Pet/s] |
| | | 29.23 [MHz x s/Op] | | | | |
| <i>Utilización CPU por usuario</i> [MHz/usuario] | = | <i>Operaciones por segundo</i> | x | <i>Consumo del CPU por operación</i> | | |
| | | 0.016667 [Op / (s x usuario)] | x | 29.23 [MHz x s/Op] | | |
| | | 0.487 [MHz/usuario] | | | | |
| <i>Umbral de utilización del CPU</i> (75% velocidad del procesador) | ≥ | <i>Usuarios Concurrentes</i> | x | <i>Utilización del CPU por usuario</i> | | |
| | | 900 [usuarios] | x | 0.487 [MHz/usuario] | | |
| 2400 [MHz] | ≥ | 438.3 [MHz] | | | | |

Tabla 4.12 Cálculo del procesador para el servidor *Web-Hosting* y FTP

4.1.5 TOPOLOGÍA DE LA INTRANET

Conociendo las capacidades necesarias para cada uno de los servidores, es imperativo detallar cómo se agruparán los servidores en un mismo hardware y la topología en la que se organizarán. En la figura 4.3 se muestra la topología de la estructura interna del ISP.

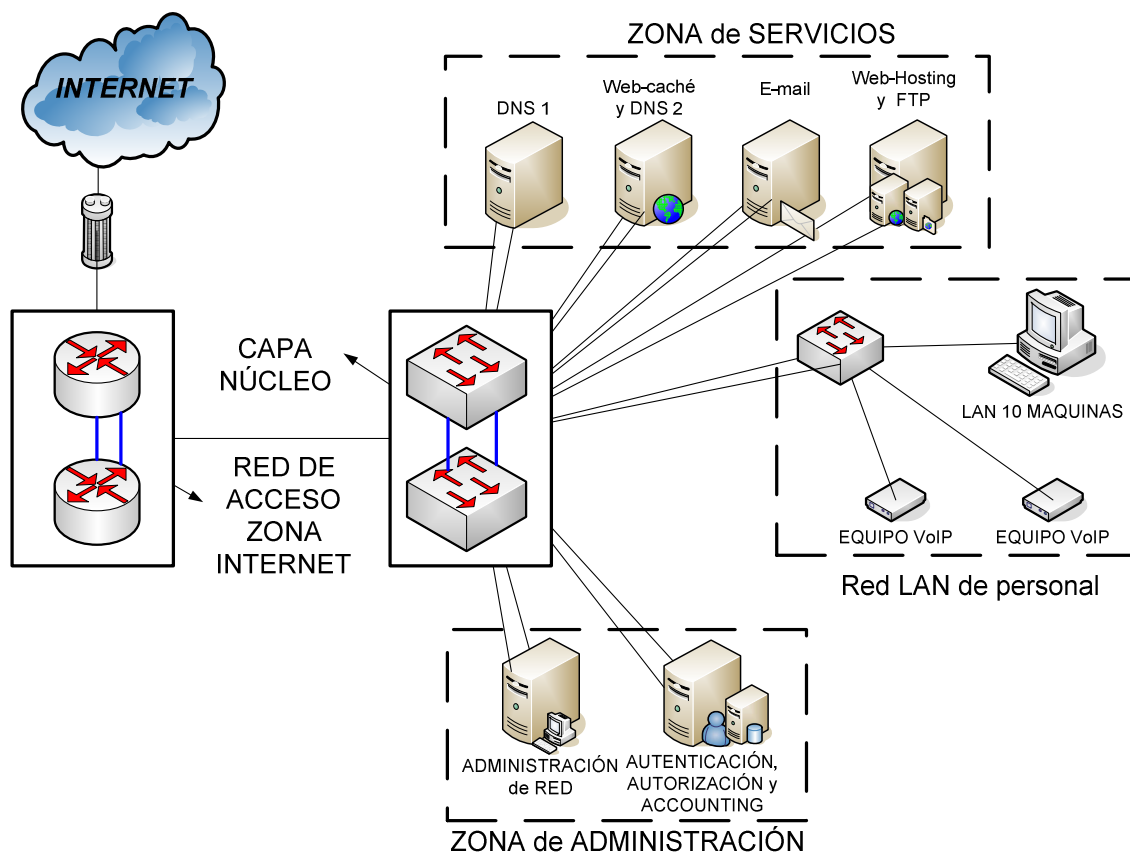


Figura 4.3 Topología de la nueva red de Onnet UIO

En la figura 4.3 es claro observar una clasificación en zonas de la red interna del ISP Onnet UIO, el objetivo de esta clasificación es la segmentación de tráfico y evitar congestiones en los canales de comunicación; la segmentación permitirá una mejor administración y control, considerándose este aspecto como un criterio de calidad de servicio.

La red interna del ISP constará de tres zonas:

- Zona de Servicios
- Zona de Administración
- Red LAN de personal

Dado los resultados obtenidos del dimensionamiento de servidores se tiene la flexibilidad de tener dos tipos de servidores en un solo dispositivo de hardware como es el caso del servidor DNS 2 y *Web-caché*; este caso es posible debido

a que en el cálculo ambos tipos de servidores conjuntamente pueden hacer uso de la capacidad que brinda un solo procesador; sin embargo, no es aplicable el criterio de fusión para el servidor DNS 1 para evitar punto únicos de falla.

4.1.5.1 Zona de Servicios

En la tabla 4.13 se detalla el hardware más adecuado para los servidores de la zona de servicios; el hardware detallado en la tabla 4.13 ya considera las características que debe tener para soportar el sistema operativo seleccionado:

- DNS 1. Servidor DNS principal, este servidor realizará las funciones principales del servicio DNS.
- Web-caché y DNS 2. Este ordenador poseerá dos servidores, *Web-caché* y DNS, ambos servicios pueden compartir el mismo procesador, por lo calculado anteriormente.
- E-mail. La gran demanda de procesamiento y espacio de almacenamiento exigen un ordenador independiente.
- Web-hosting y FTP. Es común tener este par de servicios en un mismo hardware; sin embargo, debe analizarse la demanda y pensarse en la posibilidad de separación.

4.1.5.2 Zona de Administración

La característica de los equipos de esta zona se especifican en la tabla 4.14; el hardware detallado en la tabla 4.13 ya considera las características que debe tener para soportar el sistema operativo seleccionado: los servicios a soportar en esta zona son: Administración de Red y Servicio AAA (Autenticación, Autorización y Registro).

| Zona de Servicios | | | |
|-------------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Servidor | Requerimientos Hardware | Hardware Final | Observación |
| | | | |

| Zona de Servicios | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|--|-----------------------------------|
| Servidor | Requerimientos Hardware | | Hardware Final | Observación |
| DNS 1 | DNS | CPU: 540 MHz Memoria: del S.O Disco Duro: 100 Mbytes | CPU: Pentium 4-1.6 GHz Memoria: 1 GBytes Disco Duro: 160 GBytes NIC: 2 eth 100 Mbps | Se reutilizará el servidor actual |
| Web-caché y DNS 2 | <i>Web-caché</i> | CPU: 1500 MHz Memoria: 512 MBytes para aplicación + 512 MBytes para S.O. Disco Duro: 300 Mbytes | CPU: <i>Dual Core</i> 1.6 GHz Memoria: 1 GBytes Disco Duro: 160 GBytes NIC: 2 eth 100 Mbps | Adquirir |
| | DNS | CPU: 540 MHz Memoria: del S.O Disco Duro: 100 Mbytes | | |
| E-mail | <i>Email</i> | CPU: 1500 MHz Memoria: 512 MBytes para aplicación + 512 MBytes para S.O. Disco Duro: 500 GBytes | CPU: <i>Dual Core</i> 1.6 GHz Memoria: 1 GBytes Disco Duro: 500 GBytes NIC: 2 eth 100 Mbps | Adquirir |
| Web-Hosting y FTP | <i>Web-Hosting y FTP</i> | CPU: 500 MHz Memoria: 512 MBytes para aplicación + 512 MBytes para S.O. Disco Duro: 793 GBytes | CPU: <i>Dual Core</i> 1.6 GHz Memoria: 1 GBytes Disco Duro: 1000 GBytes NIC: 2 eth 100 Mbps | Adquirir |

Tabla 4.13 Servidores de la Zona de Servicios⁴⁹

| Zona de Administración | | | | |
|------------------------|-------------------------|--|----------------|-------------|
| Servidor | Requerimientos Hardware | | Hardware Final | Observación |

⁴⁹ Las características de hardware final se basan en procesadores *Intel Dual Core* de 1.6 GHz; no obstante, pueden considerarse tecnologías de capacidades similares. La selección de tecnología *Intel Dual Core* es debido a su gran presencia en el mercado actual.

| Zona de Administración | | | | |
|------------------------|-------------------------|---|---|-------------|
| Servidor | Requerimientos Hardware | | Hardware Final | Observación |
| Administración de Red | Analizador de tráfico | CPU: del S.O. Memoria: del S.O Disco Duro: 31.6 GBytes | CPU: <i>Dual Core</i> 1.6 GHz Memoria: 1 GBytes Disco Duro: 80 GBytes NIC: 2 eth 100 Mbps | Adquirir |
| | NMS | CPU: 2.0 GHz Memoria: 512 Mbytes Disco Duro: 500 Mbytes | | |
| | VPN | CPU: del S.O. Memoria: del S.O Disco Duro: S.O. | | |
| | Base de Datos | CPU: 600 MHz Memoria: 128 MBytes Disco Duro: 10 GBytes | | |
| AAA | AAA | CPU: 80 MHz Memoria: S.O. Disco Duro: 2 GBytes | CPU: <i>Dual Core</i> 1.6 GHz Memoria: 1 GBytes Disco Duro: 160 GBytes NIC: 2 eth 100 Mbps | Adquirir |
| | Base de Datos | CPU: 600 MHz Memoria: 128 Disco Duro: 10 GBytes | | |

Tabla 4.14 Servidores de la Zona de Administración ⁵⁰

4.1.5.3 RED LAN DE PERSONAL

En la tabla 4.15 se detallan los equipos de la zona de usuarios internos.

4.2 ESQUEMAS DE DIRECCIONAMIENTO Y SEGMENTACIÓN

4.2.1 DIRECCIONAMIENTO

Para realizar el esquema de direccionamiento se determina el número de cuentas dedicadas y conmutadas que tiene el ISP; además se las distribuye en los respectivos *routers* de acceso en función del ancho de banda que cada uno soporta.

⁵⁰ Tanto en la tabla 4.13 como en la tabla 4.14 es notable la selección común de discos de 160 GBytes y de memoria de 1 GByte; esta selección se basa en la disponibilidad de estos dispositivos en el mercado; así como, considerando que la diferencia de costos con versiones menores no es significativa.

| Zona de Usuarios Internos | |
|----------------------------------|--|
| Elementos | Descripción |
| 10 PCs | Se mantendrán las 10 computadoras existentes, las mismas que son para actividades diarias del personal del ISP. Cabe mencionar que 3 de estas computadoras son utilizadas por los supervisores técnicos, las mismas que deben poseer los permisos suficientes para acceso a la zona de administración. |
| 2 Equipos VoIP | Son utilizados para la comunicación VoIP con las oficinas de Onnet Gye. |

Tabla 4.15 Elementos de la Zona de Usuarios Internos

4.2.1.1 Datos y criterios para el direccionamiento

Tomando en cuenta la tabla 3.5 del capítulo 3, para el mes de marzo del 2012 se tiene proyectado una cierta cantidad de cuentas dedicadas; estas cantidades se detallan en la tabla 4.16.

| Tipo de cuenta | Número de cuentas | Capacidad total E1s |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 128 <i>home</i> (16-1) | 432 | 1.7 |
| 128 <i>plus</i> (4-1) | 19 | 0.3 |
| 256 <i>home</i> (16-1) | 178 | 0.7 |
| 256 <i>plus</i> (4-1) | 38 | 1.2 |
| 512 <i>home</i> (16-1) | 9 | 0.14 |
| 128 (1-1) Teleholding | 254 | 15.9 |
| 256 (1-1) Teleholding | 9 | 1.12 |
| 128 (1-1) Wireless | 48 | 3 |
| 256 (1-1) Gíreles | 42 | 5.3 |
| 512 (1-1) Gíreles | 27 | 6.8 |

Tabla 4.16 Cuentas dedicadas para marzo de 2012

En la tabla 4.16 la capacidad total de E1s se calcula a partir del producto entre número de cuentas y ancho de banda, y la relación del nivel de compartición⁵¹ y el factor de conversión (2048 kbps = E1).

En la tabla 4.17 se indica la distribución de cuentas en cada uno de los *routers*; en esta tabla se indica que cada cuenta de acceso es una subred, así como el campo “Subredes – E1” muestra el número de subredes que soportará cada *router* y la capacidad de E1s que consumirá; la capacidad de E1s resulta de la suma de los valores indicados en la tabla 4.16.

| Tipo de cuenta | Número de cuentas | Router | Subredes - E1s |
|----------------------------|-------------------|----------------|----------------|
| 128 <i>home</i> (16-1) | 432 | Cisco 1841 | 432 – 1.7 |
| 128 <i>plus</i> (4-1) | 19 | Cisco 2811 (1) | 244 – 2.34 |
| 256 <i>home</i> (16-1) | 178 | | |
| 256 <i>plus</i> (4-1) | 38 | | |
| 512 <i>home</i> (16-1) | 9 | | |
| 128 (1-1) Teleholding | 254 | Cisco 2811 (2) | 263 – 17.02 |
| 256 (1-1) Teleholding | 9 | | |
| 128 (1-1) Wireless | 48 | Cisco 2811 (3) | 117 – 15.1 |
| 256 (1-1) Wireless | 42 | | |
| 512 (1-1) Wireless | 27 | | |
| Conmutadas (El Batán) | 148 | Cisco 2811 (3) | 148 – 3 |
| Conmutadas (La Villaflora) | 30 | Cisco 2811 (3) | 30 – 0.5 |

Tabla 4.17 Subredes de la red de acceso

Cada cuenta de acceso debe ser una subred y consiste en 2 direcciones de *host*; es decir, es una conexión punto a punto en la última milla, para ello se necesita una subred de máscara /30, lo que permite tener dos direcciones IP utilizables, la del cliente y *gateway* de salida.

⁵¹ El nivel de compartición en la tabla 4.16 se encuentra entre paréntesis en el campo “Tipo de Cuenta”

Explicando la tabla 4.18, la columna de dispositivos⁵² presentes son resultado del diseño y la columna de dispositivos futuros indican un crecimiento estimado

Para el caso de las zonas de servicios y administración se proyecta separar los servidores en hardware independiente; así como añadir servidores de bases de datos e indexación; en el caso de la capa de distribución se piensa en aumentar un *router* para flexibilizar el crecimiento.

| Subred | Zona o Capa | Dispositivos presentes | Dispositivos futuros | % de crecimiento |
|--------|----------------------------------|------------------------|----------------------|------------------|
| 1 | Red LAN de personal | 12 | 25 | 108% |
| 2 | Zona de Servicios | 4 | 7 | 75% |
| 3 | Zona de Administración | 2 | 5 | 150% |
| 4 | Capa de Distribución y de Acceso | 5 | 6 | 20% |

Tabla 4.18 Subredes y dispositivos de la Intranet

4.2.1.2 Establecimiento del direccionamiento

4.2.1.2.1 Subredes de Acceso

La suma de todas las subredes que se detallan en la tabla 4.17 es de 1234; como se mencionó cada subred contendrá 2 dispositivos.

El método a utilizarse es la creación de subredes o *subnetting*.

A las 1234 subredes deben sumarse 2 (subred 0 y subred todos 1), por lo que se tienen 1236 subredes que se deben representar en 11 bits ($2^{11}=2048$) y no con 10 bits que solo permiten 1024 direcciones ($2^{10}=1024$).

Cada subred tiene 2 dispositivos, la dirección de red y *broadcast*; por lo tanto para dispositivos se necesitan 2 bits ($2^2=4$).

⁵² En este contexto se considera como dispositivo a cualquier equipo de red en el que se pueda configurar una dirección IP, tal como un *host*, *router*, etc.

Considerando que 13 bits (11 para dirección de subred + 2 para hosts) no son suficientes en una dirección privada clase C, se seleccionará el rango de direcciones IP privadas clase B (172.16.0.0/16 – 172.31.0.0/16). Una dirección clase B da la posibilidad de utilizar 2 bits para dispositivos y 14 para subredes, es decir, se tendrá la flexibilidad de crear un total de 16384 (resultado de 2^{14}) subredes y cada una con 2 dispositivos.

| | | |
|----------|---------------------------------|--------------|
| | SUBRED | HOSTS |
| 172. 16. | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 |

La tabla 4.19 muestra un resumen de las direcciones IP de las 16384 subredes resultantes.

| Subred | Dirección IP |
|----------|-----------------|
| 1 | 172.16.0.0 |
| 2 | 172.16.0.4 |
| 3 | 172.16.0.8 |
| 4 ... | 172.16.0.12... |
| 64 | 172.16.0.252 |
| 65 | 172.16.1.0 |
| 66... | 172.16.1.4... |
| 128 | 172.16.0.252 |
| 129... | 172.16.2.0... |
| 192... | 172.16.2.252... |
| 16321... | 172.16.255.0... |
| 16384 | 172.16.255.252 |

Tabla 4.19 Cálculo de direcciones IP de la red de acceso

En la tabla 4.20 se muestra la asignación de las direcciones IP; cabe señalar que la tabla indica las subredes necesarias en función de la cantidad de clientes y dispositivos de la intranet; así como las subredes posibles.

| Router | Subredes necesarias | Rango IP | Máscara | Subredes posibles |
|--|----------------------------|---|----------------|--------------------------|
| Direcciones IP reservadas para tareas de administración y pruebas. ⁵³ | 64 | 172.16.0.0 172.16.0.252 | /30 | 64 |
| Todos los <i>routers</i> | 5 | La interfaz de cada <i>router</i> tomará la primera dirección de subred del rango asignado. | | 6 |
| Cisco 1841 (red de acceso ADSL FR) | 432 | 172.16.1.0 172.16.8.252 | /30 | 512 |
| Cisco 2811 (1) (red de acceso ADSL ATM) | 244 | 172.16.9.0 172.16.16.252 | /30 | 512 |
| Cisco 2811 (2) (red de acceso ADSL ATM) | 263 | 172.16.17.0 172.16.24.252 | /30 | 512 |
| Cisco 2811 (3) (red de acceso inalámbrico) | 117 | 172.16.25.0 172.16.28.252 | /30 | 256 |
| Cisco AS5300 (<i>dial-up</i> nodo El Batán) | 148 | 172.16.29.0 172.16.32.252 | /30 | 256 |
| Cisco AS5300 (<i>dial-up</i> nodo La Villaflora) | 30 | 172.16.33.0 172.16.33.252 | /30 | 64 |

Tabla 4.20 Asignación de direcciones IP para la red de acceso

El número de subredes necesarias se obtiene de la tabla 4.17; el dato de subredes posibles se calcula a partir de las subredes que permite el rango IP, estos rangos IP están resumidos en la tabla 4.19.

Las asignaciones de las direcciones IP consiste en un aspecto de diseño a nivel lógico, la tabla 4.19 muestra la organización de las subredes calculadas.

⁵³ Se reservan 64 direcciones de subred para actividades de administración.

4.2.1.2.2 Subredes de la Intranet

En la tabla 4.18, se tiene un total de 4 subredes, por lo que se utiliza el método VLSM (*Variable Length Subnet Mask*), con el objetivo de asignar las direcciones IP a los dispositivos de la Intranet, para tener la ventaja de crear subredes con la utilización de máscaras variables. De esta manera se permitirá al administrador de red anticiparse al crecimiento físico de la Intranet maximizando la eficiencia del direccionamiento.

Además se empleará una dirección clase C privada, debido al reducido número de dispositivos que se tiene en la intranet.

En la figura 4.4 se muestra el número de dispositivos necesarios y el número máximo permitido por el direccionamiento utilizado, para cada una de las subredes indicadas en la tabla 4.18.

| | | |
|--|---|---|
| Subred: 1 Host: 25 Host max: 30 | Subred: 2 Host: 7 Host max: 14 | LIBRE (64 direcciones) |
| | Subred: 3 Host: 5 Host max: 6 | |
| | Subred: 4 Host: 5 Host max: 6 | |
| | LIBRE (128 direcciones) | |

Figura 4.4 División en subredes de la Intranet

Como se observa en la tabla 4.21 en cada subred se tiene un número máximo de dispositivos y no todas las direcciones se utilizarían; estas direcciones se utilizarían con fines administrativos y de pruebas.

| Subred | Nombre de la subred | Direcciones IP | | | |
|--------|---|------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| | | Dirección Subred | Rango IP válido | Dirección Broadcast | Máscara |
| 1 | Red LAN de personal (12 – 25 dispositivos) | 192.168.0.0 | 192.168.0.1 192.168.0.30 | 192.168.0.31 | 255.255.255.224 /27 |
| 2 | Zona de Servicios (4 - 7 dispositivos) | 192.168.0.32 | 192.168.0.33 192.168.0.46 | 192.168.0.47 | 255.255.255.240 /28 |
| 3 | Zona de Administración (2 – 5 dispositivos) | 192.168.0.48 | 192.168.0.49 192.168.0.54 | 192.168.0.55 | 255.255.255.248 /29 |
| 4 | Capa de Distribución y de Acceso ⁵⁴ (5 - 6 dispositivos) | 192.168.0.56 | 192.168.0.57 192.168.0.62 | 192.168.0.63 | 255.255.255.248 /29 |

Tabla 4.21 Asignación de direcciones IP en la Intranet

La figura 4.5 muestra didácticamente como serán las asignaciones de las direcciones IP que se especifican en las tablas 4.20 y 4.21. La figura 4.5 contiene un diagrama total de la nueva infraestructura de la red de datos de Onnet UIO y detalla de mejor manera las direcciones IP, máscaras de red y subredes que deben ser configuradas en cada dispositivo.

4.2.2 SEGMENTACIÓN

La segmentación consistirá en la definición de VLANs⁵⁵ (*Virtual LAN*) con el propósito de segmentar el dominio de *broadcast* y lograr un mejor uso del canal de conexión, así como proveer una barrera de seguridad entre los dominios.

La comunicación entre VLANs será facilitada a través del *router* de la Capa de Acceso y la segmentación en VLANs será creado por los equipos de la Capa Núcleo; la tabla 4.22 indica los segmentos en los que se dividirá la red.

La figura 4.6 indica la segmentación mostrada en la tabla 4.22; esta división se fundamenta en el buen y restringido uso que se le debe dar al canal de comunicación.

⁵⁴ Se asigna como dirección de *Gateway* la 192.168.0.62

⁵⁵ Las VLANs consiste en un método para crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física.

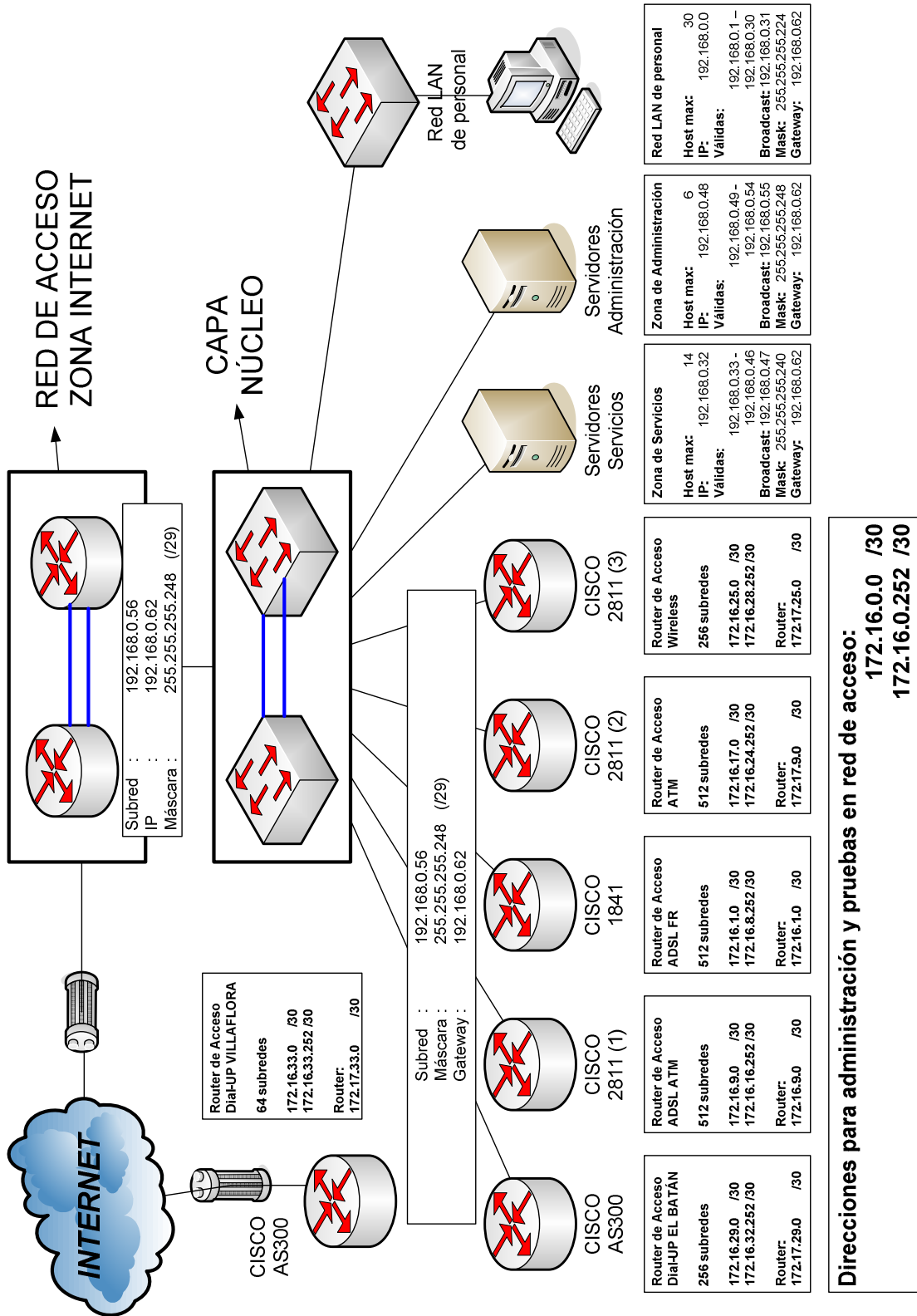


Figura 4.5 Esquema total de direccionamiento

| Segmento | Subred |
|---------------------|------------------------|
| Segmento 1 ó VLAN 1 | Red LAN de personal |
| Segmento 2 ó VLAN 2 | Zona de Servicios |
| Segmento 3 ó VLAN 3 | Zona de Administración |
| Segmento 4 ó VLAN 4 | Capa de Distribución |

Tabla 4.22 Segmentación de la red Onnet UIO

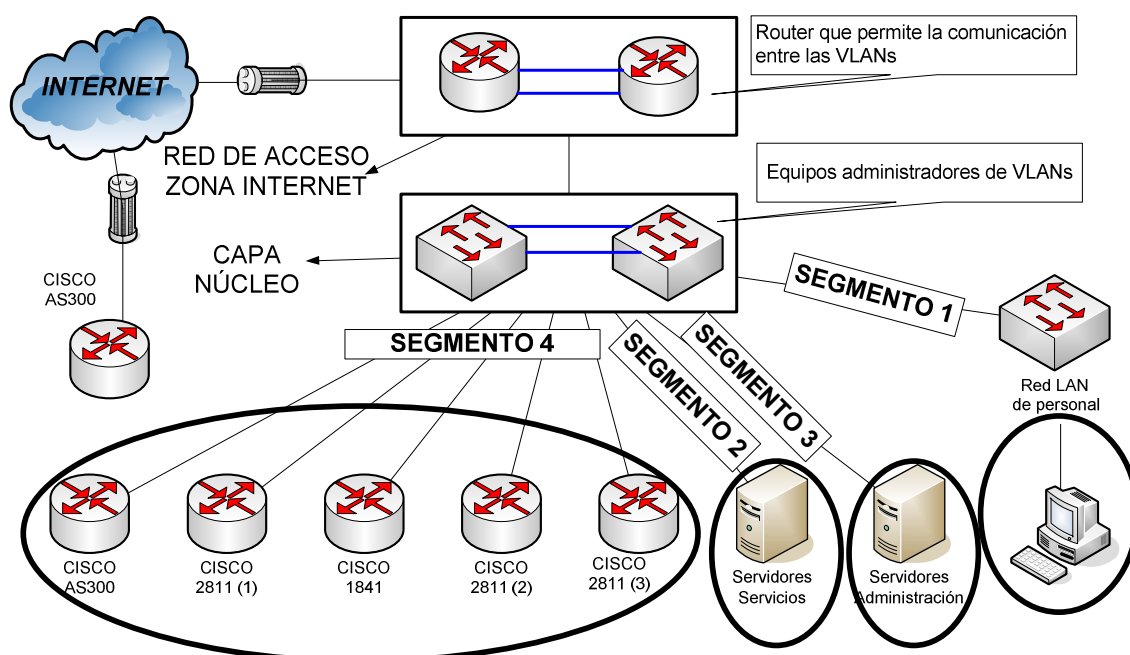


Figura 4.6 Segmentación de la Intranet

Se considera que los usuarios en la Red LAN de personal no poseerán las mismas políticas de acceso y seguridad que los usuarios que puedan encontrarse en la capa de administración; así como, la restricción de accesos a los servidores de la zona de servicios debe ser diferente a los de la zona de administración.

4.3 CONSIDERACIONES DE ADMINISTRACIÓN Y MONITOREO

La administración de una red de datos consiste en la organización, control, supervisión, registros de datos, ejecución de acciones preventivas y correctivas; con ello se logrará un uso eficiente de los componentes de red mediante el uso de diferentes herramientas.

4.3.1 TAREAS DE ADMINISTRACIÓN DE RED

Se tiene un conjunto de tareas que deben cumplirse en la administración de redes de manera cíclica, como se muestra en la figura 4.7; la ejecución cíclica de estos pasos permitirá una realimentación de información para el mejoramiento continuo de la administración y actualización del estado de la red.

La figura 4.7 muestra tres grupos de tareas; estas tareas se encuentran en función de las innovaciones que se necesiten ejecutar en la red, así como, de los involucrados en cada tarea.

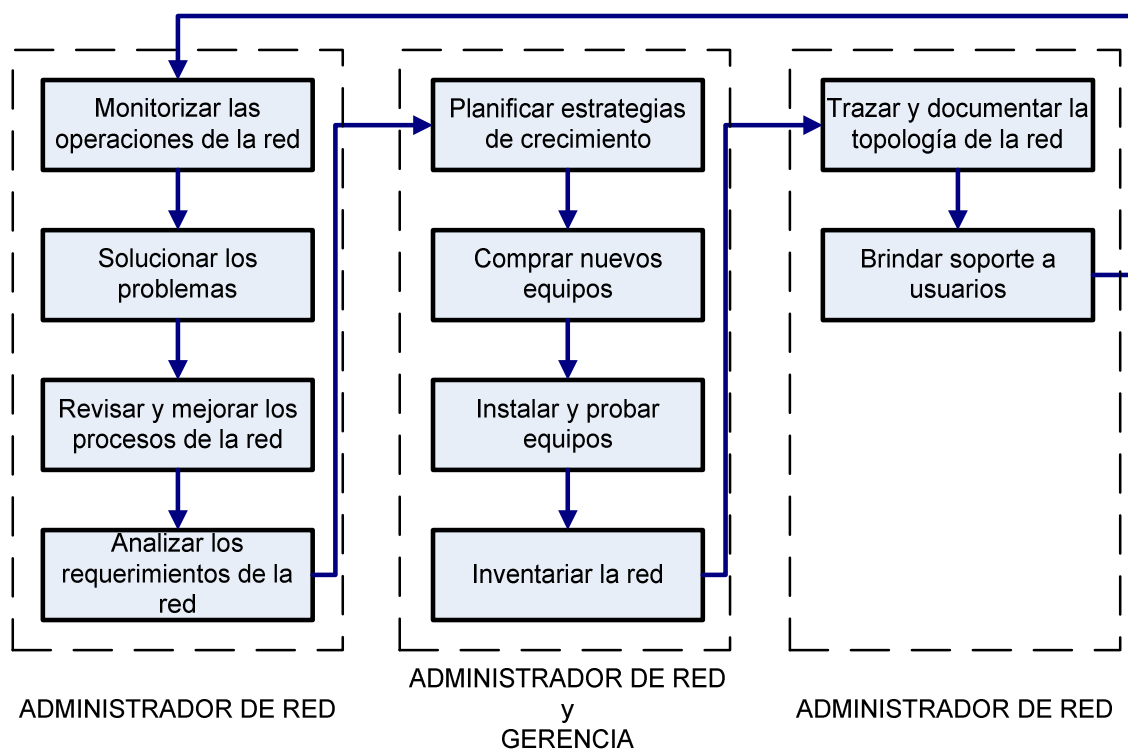


Figura 4.7 Tareas de la administración de una red [15]

Los involucrados más importantes son el administrador de red y la gerencia. El administrador de red es el encargado de la parte operativa, mientras que gerencia tiene la capacidad de decisión en caso de innovaciones; se pueden observar las tareas específicas de ambos involucrados en la figura 4.7.

Es primordial definir un modelo para el cumplimiento de las funciones y tareas del administrador de la red. El modelo seleccionado es el Modelo de Gestión Funcional, debido a que contemplará aspectos importantes sobre cómo administrar la configuración, rendimiento, fallas, reportes, seguridad e inventario de la red de datos.

4.3.2 MODELO DE GESTIÓN FUNCIONAL

El modelo a seguirse se fundamenta en los siguientes puntos:

- Administración de la configuración
- Administración del Rendimiento
- Administración de las fallas
- Administración de reportes
- Administración de la seguridad
- Administración de Inventarios

4.3.2.1 Administración de la Configuración

El objetivo es monitorear la red y la configuración de los elementos de la misma (hardware y software), para que puedan ser administrados.

Las tablas 4.23 y 4.24 muestran los protocolos y características que serán configurados en los equipos, sean éstos servidores, *routers*, modems, *switches*, etc. que se encuentran presentes en las diferentes capas y zonas definidas en la red de datos de Onnet UIO.

La tabla 4.23 específicamente indica los protocolos y características a configurarse en los dispositivos de las zonas de la intranet y de las redes de acceso; se observa que el protocolo que debe habilitarse es SNMP, esto es debido a que se encuentra presente en la mayoría de dispositivos empleados en la red, a más de ser el protocolo más difundido.

| División | Equipo | Protocolos y Características |
|------------------------|----------------------------|---|
| Zona de Servicios | 4 Servidores | ✓ SNMP ✓ Agente UCD |
| Zona de Administración | Servidor de Administración | ✓ SNMP ✓ Consolas Administración ✓ Agente UCD |
| | Servidor AAA | ✓ SNMP ✓ Agente UCD |
| Red LAN de personal | 10 computadores | ✓ Agente UCD o Microsoft (según el caso) |
| Redes de acceso | Modems ADSL | ✓ SNMP |

| | | |
|--|-------------------|--------|
| | CPE ⁵⁶ | ✓ SNMP |
|--|-------------------|--------|

Tabla 4.23 Administración de la configuración de los dispositivos de las zonas de la Intranet de Onnet UIO y de las redes de acceso

El agente UCD es otra característica a ser configurada en los servidores que se indican en la tabla 4.23. Como ya se mencionó, el sistema operativo seleccionado es “*Fedora Core 4*” de distribución Linux, en el que es posible levantar el agente UCD; sin embargo, si se decide por otro sistema operativo debe habilitarse el agente correspondiente.

La tabla 4.24 muestra cómo será la administración de la configuración de los dispositivos de las capas de la red Onnet UIO; basándose en el diseño explicado en el capítulo 3 y en este capítulo se realizan las configuraciones indicadas.

Se almacenarán respaldos de las configuraciones de los dispositivos en el servidor de administración de red y en dispositivos portables tales como DVDs, con el objetivo de prevenir inconvenientes en la pérdida de configuración de los equipos.

⁵⁶ CPE. Dispositivo con la que un cliente *wireless* ingresa dentro de la red de acceso inalámbrico.

| División | Equipo | Protocolos y Características |
|----------------------|---|---|
| Zona Internet | 2 routers de borde | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Redundancia de enlaces. ✓ Balance de carga. ✓ <i>Spanning-Tree Protocol</i>. ✓ VLAN ✓ Listas de Control de Acceso (ACL) ✓ QoS |
| Capa de Distribución | 5 routers de acceso (ADSL y Dial-Up) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ SNMP v2 ✓ Redundancia de enlaces ✓ Balance de carga ✓ <i>Spanning-Tree Protocol</i> ✓ VLANs ✓ Listas de Control de Acceso (ACL) ✓ QoS |
| | EB1 ⁵⁷ y EB3 (Wireless) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ SNMP ✓ VLANs ✓ QoS ✓ Configuración Punto-Multipunto ✓ Configuración Punto-Punto |
| | EB2 (Wireless) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ SNMP ✓ VLANs ✓ QoS ✓ Configuración Punto-Punto |
| Capa Núcleo | 2 switches | <ul style="list-style-type: none"> ✓ SNMP v2 ✓ Redundancia de enlaces ✓ Balance de carga ✓ <i>Spanning-Tree Protocol</i> ✓ VLAN ✓ Listas de Control de Acceso (ACL) ✓ QoS |

Tabla 4.24 Administración de la configuración de los dispositivos de las capas de la red Onnet UIO

Las características indicadas en la tabla 4.24 permitirán cumplir con los objetivos del rediseño, entre los cuales se tiene:

⁵⁷ EB. Abreviación de Estación Base, se utilizan 3 EBs para ofrecer el acceso inalámbrico en última milla, la EB1 se ubica en El Batán (oficinas de Onnet UIO), EB2 (actúa como *bridge* entre EB1-EB3) en el edificio Millenium Plaza y la EB3 en el edificio El Girón.

- Redundancia de enlaces para garantizar la disponibilidad del servicio.
- Balances de carga para combinar las características de equipos similares.
- Características que eliminen los dominios de *broadcast* para uso efectivo del canal.
- Uso de listas de control de acceso y otras características de seguridad disponibles para restringir el acceso a las configuraciones de los equipos.

4.3.2.2 Administración del Rendimiento

El análisis consiste en el monitoreo de **la** red; los parámetros a monitorearse son: utilización de enlaces, caracterización del tráfico, administración de desempeño local en los servidores y dispositivos.

El monitoreo continuo y registro de los reportes permitirán el levantamiento de estadísticas y la generación de informes que determinarán la actualización de software y/o hardware que necesite la infraestructura de red en un momento dado.

La tabla 4.25 muestra las herramientas de los sistemas operativos UNIX, así como las aplicaciones mencionadas en el diseño del servidor de administración de red.

A partir de las estadísticas obtenidas con las herramientas indicadas, el administrador de red podrá identificar dispositivos sobrecargados, deterioro de los servicios, tráfico inusual que cruza por la red y perfiles de usuario; esta información ayudará a realizar planes preventivos (mantenimiento) o compra de nuevos dispositivos (si es el caso).

Cualquier tarea de mantenimiento o cambio de dispositivos debe realizarse en horas nocturnas y con previo aviso, para no afectar la calidad del servicio que se vende, debido al menor número de clientes conectados en estas horas.

| Parámetros | Herramientas |
|-----------------------------------|---|
| Utilización de enlaces | ✓ MRTG |
| Caracterización del tráfico | Comandos Unix: ✓ Ethereal (tcpdump) ✓ Smokeping ✓ nmap, etc. Agente: ✓ RMON (.1.3.6.1.2.1.16) ✓ MIB interface (.1.3.6.1.2.1.2) ✓ Comerciales (CDP-Cisco) Otros: ✓ Realizar bitácoras de llamadas de clientes y pruebas periódicas de conexión (por ejemplo para <i>Dial-Up</i>) |
| Administración de desempeño local | Comandos Unix ⁵⁸ : ✓ top, pstree, vmstat, etc. (procesador) ✓ mem info, swap in, swap out, jobs (memoria) ✓ stat, df, du (discos) Agente: ✓ UCD (servidores) ✓ MIB Host (.1.3.6.1.2.1.25) |

Tabla 4.25 Administración del rendimiento

4.3.2.3 Administración de Fallas

La administración de fallas consiste en el monitoreo de alarmas, localización de fallas, realizar pruebas de diagnóstico y finalmente ejecutar un plan correctivo.

RMON⁵⁹ tiene un grupo MIB de alarmas referentes al trabajo con paquetes, útil para los *routers* presentes en la red; en el caso de los servidores se puede utilizar SYSLOG (ver la definición el ANEXO G) para notificaciones de errores.

Deben definirse niveles de severidad, los mismos que pueden ser:

⁵⁸ Se pueden generar *daemons* en base a los comandos UNIX, el resultado de estos *daemons* pueden ser por ejemplo archivos con información de procesamiento, memoria y disco que se registren cada cierto tiempo y serán almacenados tanto en cada servidor como en el servidor de administración de red.

⁵⁹ RMON. Estándar de monitoreo remoto.

- Crítico
- Mayor
- Menor
- Indefinido

El monitoreo continuo de la red permitirá definir los umbrales⁶⁰ de operación adecuada de los dispositivos, así se tiene los siguientes casos:

- Los procesadores funcionan correctamente entre 60% y 80% de su capacidad.
- La redes Ethernet entre el 50% y 60%.
- Espacio en discos, se considera adecuado 75% y 85% de ocupación de espacio. [13]

Convencionalmente los equipos poseen el objeto MIB “*sys location*” para detectar la localización del dispositivo en falla y realizar las respectivas pruebas de diagnóstico. Estas pruebas pueden ser con el apoyo de comandos como ping, fping, traceroute, ethereal, y otras utilidades incluidas en la NMS.

En función de los resultados se procede a ejecutar o no el plan correctivo, en caso afirmativo debe ser inmediato; una corrección de fallas puede ser el levantamiento de enlaces *back-up* (si falla el enlace principal) en horas pico, exclusivo para clientes corporativos.

4.3.2.4 Administración de reportes

Toda acción preventiva o correctiva exige la creación, seguimiento, manejo y finalización de reportes. El formato de una hoja de reportes debe registrar fechas de hallazgos y observaciones, de emisión del reporte, del cumplimiento

⁶⁰ Los umbrales que se definirán son en procesamiento, tráfico en canales de comunicación, temperatura y humedad para el funcionamiento correcto de los dispositivos. Los umbrales en algunos casos ya son definidos por los fabricantes del hardware o software.

de acciones preventivas o correctivas y de evidencia del cumplimiento de las acciones.

Además un reporte debe indicar los detalles del hallazgo, el análisis de las causas, el tipo de acciones tomadas, de la evidencia del cumplimiento; así como las firmas de los responsables.

En el ANEXO H se muestra el ejemplo de un formato de una hoja de reportes.

4.3.2.5 Administración de la seguridad

Es necesario documentar y conocer las políticas de seguridad, los procedimientos para cumplimiento y cómo prevenir ataques, detener intrusos, responder ante incidentes, etc.

Se deben evitar las configuraciones por defecto, contraseñas débiles, inexistencia de respaldos de configuración, puertos abiertos innecesarios, registro de eventos incompletos, etc. para aumentar en cierto grado el nivel de seguridad en el acceso y administración de la configuración de los equipos de la infraestructura de la red Onnet UIO.

Los aspectos de seguridad son tratados en la sección 4.4 de este capítulo.

4.3.2.6 Administración de Inventarios

Es indispensable tener documentada toda la información detallada de la red de datos; información tal como: topología, esquemas de direccionamiento, contactos de proveedores, contactos de técnicos y reportes.

Una herramienta que facilita este proceso de documentación es NetDoT (*Network Documentation Tool*), que conforma un utilitario más de la lista de aplicaciones de código abierto para plataformas UNIX; sin embargo existen otras alternativas como el uso de bitácoras o documentos con formatos propios de la empresa.

4.3.3 NIVELES DE ACUERDO DE SERVICIO

Considerando que en nuestro medio no están totalmente regulados los servicios de telecomunicaciones, es necesario firmar entre clientes y proveedores acuerdos mutuos.

Un acuerdo de nivel de servicio debe contener:

- Definiciones y objetivos
- Grupos de trabajo
 - Implementación
 - Administración
- Condiciones del servicio
 - Tiempo de instalación desde firma del contrato
 - Límites de responsabilidad (comunes, clientes y proveedores)
 - Seguridad
 - Confidencialidad
- Mantenimiento y actualización
- Cómo será el desempeño del servicio
- Cómo se manejarán los posibles problemas y penalidades.

Las condiciones serán fijadas entre cliente y proveedor; sin embargo, el diseño asegura alta disponibilidad debido a los enlaces redundantes en la capa de acceso a Internet y en la capa núcleo del diseño indicado en el capítulo 3; además de la disposición de una salida *backup* de Internet para cuando el enlace falle.

4.4 SEGURIDADES DENTRO DE LA INTRANET

4.4.1 POLÍTICAS DE SEGURIDAD

Es indispensable definir la Política de Seguridad, que esencialmente es el conjunto formal de reglas que resumen cómo el ISP Onnet UIO protegerá sus

redes y sistemas para brindar a sus clientes confiabilidad y disponibilidad. La figura 4.8 muestra el perímetro de seguridad que se define para la red Onnet UIO.

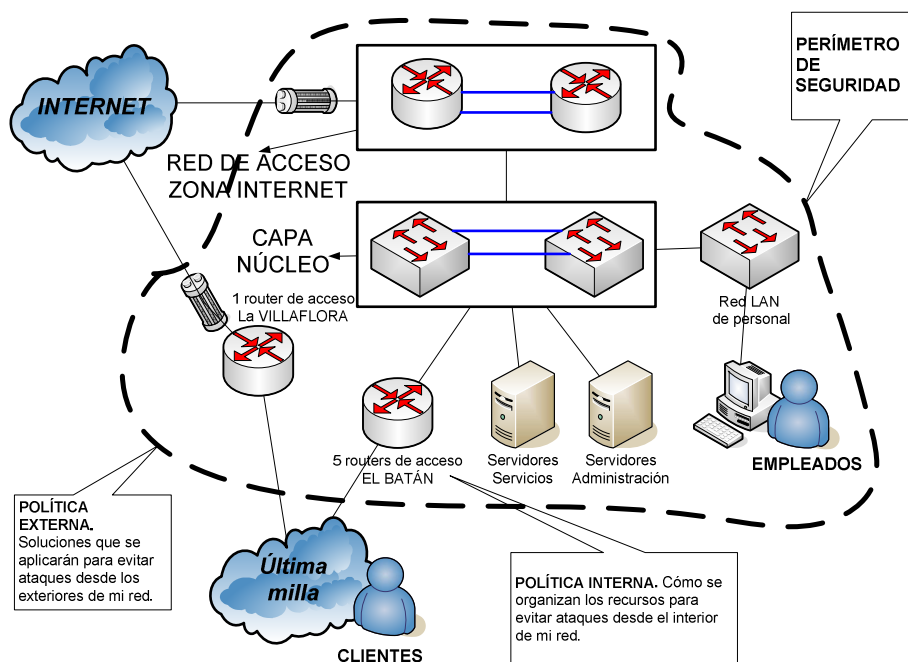


Figura 4.8 Perímetro de Seguridad

El perímetro de seguridad que se muestra en la figura 4.8 se basa en los tipos de ataques que pueden sucederse; estos ataques pueden generarse tanto en el interior como en el exterior de la red. La definición del perímetro permite clasificar los tipos de ataques que pueden haber.

En función del perímetro de seguridad se definen dos tipos de políticas:

- Política Interna
- Política Externa

4.4.1.1 Política Interna de Seguridad

4.4.1.1.1 Declaración de la Política

“Organización de la red del ISP para evitar ataques internos”.

4.4.1.1.2 Propósito

Evitar ataques por parte de los empleados de la empresa, estos ataques pueden ser: *trap-door* (puerta trasera), *spoof* (engaño), ping de la muerte, bomba lógica, *SYN flooding*, etc.

Los ataques mencionados pueden provocar la “negación de servicio” de los servidores y recursos de la red que ofrecen el servicio de acceso.

4.4.1.1.3 Cobertura

Esta política se aplicará sobre el personal de la empresa y dispositivos presentes al interior del perímetro de seguridad

4.4.1.1.4 Cumplimiento

Se considera el cumplimiento de la política interna en el uso adecuado de los recursos de la red por parte de los empleados de la empresa, el tráfico interno será monitoreado por el administrador de red.

4.4.1.1.5 Procedimiento

Las políticas internas de seguridad se cumplirán mediante la organización adecuada de empleados y dispositivos de red del ISP, el control se basará en los siguientes aspectos:

- Seguridad del personal
- Seguridad Física
- Seguridad Lógica

a. Seguridad del personal

Éste es un aspecto muy importante, es indispensable capacitar al personal en el uso de las tecnologías de información; se deberá asegurar que los empleados conozcan los riesgos de seguridad.

Cada empleado debe conocer los riesgos por confidencialidad de la información propia del ISP, definición de responsabilidades, reconocimiento de áreas, servicios y aplicaciones restringidas (tráfico P2P, páginas Web permitidas, etc.), conocimiento de los requisitos de seguridad organizacional, responsabilidades legales y correcto uso de las instalaciones.

El personal al ser capacitado conocerá las penalidades por violación de las normas de seguridad, todo personal nuevo deberá recibir el respectivo curso de inducción.

El personal técnico es el responsable en la creación de las cuentas de acceso al sistema (*user name-password*) en servidores, configuración de acceso en sus respectivas estaciones de trabajo, respaldo de información generada por personal retirado y eliminación de esas cuentas.

b. Seguridad Física

La seguridad física comprende desde el acceso en la puerta de ingreso a la empresa hasta las puertas de cada departamento.

Deben definirse espacios de recepción a clientes, así como espacios a los que los empleados pueden acceder.

El cuarto de telecomunicaciones y servidores debe tener acceso restringido; este cuarto debe ser protegido en cuanto a acceso (dispositivos de autenticación en la puerta) y respetar las condiciones a favor de los equipos (temperatura, humedad, materiales piroclásticos, etc.), instalaciones y respaldos de energía eléctrica. Además debe definirse celosamente los lugares donde se guardarán respaldos de información.

Todos los servidores y dispositivos de red deben estar al interior del cuarto de telecomunicaciones, a excepción de los equipos de la red inalámbrica, que necesariamente deben estar en el exterior de las mediaciones del ISP para poder llegar hasta donde está el cliente.

c. *Seguridad Lógica*

Se aprovecharán las configuraciones de seguridad presentes en las características de los equipos.

La tabla 4.26 muestra los parámetros a configurarse en cada elemento de la infraestructura de red, adicionalmente se indica la ventaja que se obtiene al configurar tales características. Las características de estos equipos fueron consideradas en el diseño realizado en el capítulo 3.

| Elemento | Configurar: | Ventajas |
|-------------------------------------|--|--|
| <i>Routers</i> de Capa Distribución | <ul style="list-style-type: none"> ✓ IDS (Sistema de detección de Intrusos) ✓ Control de comunicación entre VLANs⁶¹. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El uso de ACL (Lista de Control de Acceso) con filtrado por direcciones IP. |
| <i>Switches</i> de Capa Núcleo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ IDS (Sistema de detección de Intrusos) ✓ Segmentación de la red en VLANs. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El uso de ACL (Lista de Control de Acceso) con filtrado por direcciones IP. |
| Servidores | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se hace un control a nivel de aplicación, mediante la gestión de usuarios y acceso remoto. ✓ Casos particulares como: encriptación Web (SSL, SHTTP, certificados digitales) en <i>Web-Hosting</i> si lo requiere; seguridad <i>e-mail</i> (PEM, PGP, MIME-certificados, etc). | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dar acceso al servidor de administración para los supervisores técnicos desde sus estaciones de trabajo. |

Tabla 4.26 Configuraciones de seguridad

Las ACL (listas de control de acceso), permitirán la negación de acceso desde un segmento de red a otro, sin embargo, el proceso inverso puede ser permitido. A partir de la figura 4.6 de “Segmentación”, se establece la tabla 4.27.

Además; en la tabla 4.27 se definen los segmentos en la red, así como, la subred en la que se encuentra en dicho segmento; esto indicará información

⁶¹ Refiérase a la sección 4.2.2 de este capítulo

acerca del tipo de dispositivos y usuarios que se encuentran operando en determinado segmento.

La tabla 4.27 indica los tipos de accesos entre los diferentes segmentos de la red; se debe considerar que cada segmento posee servidores o equipos activos de red tales como *routers*, *switches*, dispositivos inalámbricos, etc. que tendrán restricciones de acceso, sea éste para uso o configuración.

| Desde: | Hasta: | Acceso |
|------------|------------|-------------------------------|
| Segmento 1 | Segmento 2 | SI (controlado) |
| Segmento 1 | Segmento 3 | SI (controlado) ⁶² |
| Segmento 1 | Segmento 4 | NO |
| Segmento 2 | Segmento 1 | SI (controlado) |
| Segmento 2 | Segmento 3 | NO |
| Segmento 2 | Segmento 4 | SI (controlado) |
| Segmento 3 | Segmento 1 | SI |
| Segmento 3 | Segmento 2 | SI |
| Segmento 3 | Segmento 4 | SI |
| Segmento 4 | Segmento 1 | NO |
| Segmento 4 | Segmento 2 | SI (controlado) |
| Segmento 4 | Segmento 3 | NO |

Tabla 4.27 Tipo de acceso entre segmentos

4.4.1.2 Política Externa de Seguridad

4.4.1.2.1 Declaración de la Política

“Controlar el tráfico entrante desde Internet y de los usuarios para evitar ataques externos”.

⁶² Solo se da acceso a las estaciones de trabajo de los supervisores técnicos, esto debe controlarse mediante un filtrado de direcciones IP entre los segmentos 1 y 3 que lo realizará el *router* de la Capa de Acceso.

4.4.1.2.2 Propósito

Evitar ataques externos tales como: ping de la muerte, virus, gusanos, caballos de Troya, *spoof* (engaño), *spam*, etc. que pueden provocar la “negación de servicio” de servidores y recursos de la red.

4.4.1.2.3 Cobertura

Esta política se aplicará en el borde del perímetro de seguridad, tanto en el nodo de El Batán como en el de la Villaflora.

4.4.1.2.4 Cumplimiento

Se considera como cumplimiento de la política externa el efectivo monitoreo y notificación de ataques; estas notificaciones serán generadas por el dispositivo de seguridad presente en el borde del perímetro.

4.4.1.2.5 Procedimiento

Las políticas externas de seguridad se cumplirán mediante la configuración adecuada del dispositivo de seguridad en el borde del perímetro, se asegurarán tres puntos fuera del perímetro de seguridad:

- Seguridad en el nodo El Batán
- Seguridad en el nodo La Villaflora
- Seguridad de la red de acceso inalámbrico

a. Seguridad en el nodo El Batán

Debido a que los *routers* de la Capa de Acceso sólo ofrecen filtrado a nivel de direcciones IP y no contiene vacunas digitales, es necesario un dispositivo que realice el respectivo filtraje de virus, etc.

Estos dispositivos de seguridad en los bordes suelen ser a nivel de hardware y software; debido a la mayor concentración de tráfico en el nodo de El Batán

será necesario un dispositivo a nivel de hardware para evitar introducir mayores retardos en la red.

A partir de la tabla 3.7 del capítulo 3, se tiene que para marzo del 2012 la capacidad total de canal será de 40 E1s, es decir, aproximadamente 82 Mbps (realizando la conversión respectiva); estos 82 Mbps será la cantidad de tráfico que cursará fuera del perímetro de seguridad.

Como se indicó el dispositivo, a nivel de hardware, debe poseer características de *firewall* para que permita bloquear puertos claves como:

- Puertos DNS (53/udp) en servidores que no son DNS.
- Transferencias de zonas DNS (53/tcp) excepto para DNSs secundarios.
- LDAP (389/tcp y 389/udp).
- Los puertos SMTP (25/tcp).
- POP (109/tcp y 110/tcp) e IMAP (143/tcp) en máquinas que no son servidores de correo.
- FTP (21/tcp), HTTP (80/tcp) y SSL (443/tcp), etc.

Sin embargo se considerará un *firewall* a nivel de software para ofrecer redundancia y evitar un único punto de fallo.

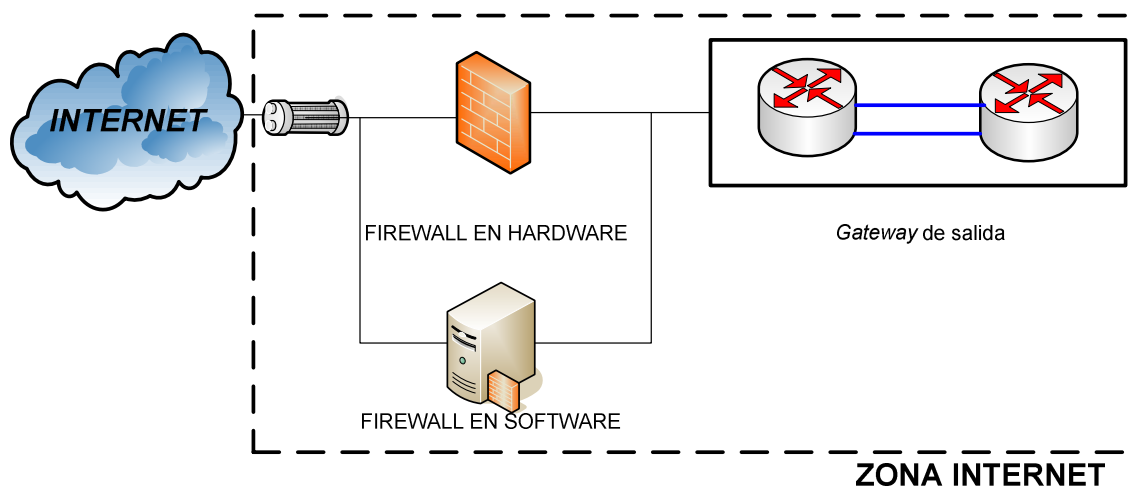


Figura 4.9 Esquema de seguridad de borde

a.1 Firewall a nivel de hardware

Se requerirá un *firewall* que se complemente con sistemas de detección de intrusos (IDS) y maneje el *throughput* de 82 Mbps como se mencionó anteriormente.

En la tabla 4.28 se detallan tres equipos disponibles en el mercado, se realiza una comparación de las características como: *throughput*, soporte de Sistema Detector de Intrusos (IDS), soporte de NAT que es una característica importante como dispositivo de borde y que posea el protocolo SNMP para que sea administrable como el resto de dispositivos de la infraestructura.

| Modelo | Throughput 100 Mbps | IDS | NAT | SNMP |
|---|------------------------|-----|-----|------|
| CISCO PIX 525E SECURITY APPLIANCE superior 100 Mbps | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| TippingPoint X506 100 Mbps | ✓ | ✓ | | ✓ |
| NetScreen-IDP 100 200 Mbps | ✓ | ✓ | | ✓ |

Tabla 4.28 Características de los equipos de seguridad

De los equipos comparados, la marca “CISCO” con su equipo “PIX 525E SECURITY APPLIANCE” cumple con las características necesarias. Por esto se ha escogido este equipo.

a.2 Firewall a nivel de software

Considerando el hardware común de los servidores dimensionado para la zona de servicios, se piensa en las siguientes características para un ordenador que hará las funciones de *firewall*:

- CPU : Dual Core 1.6 GHz
- Memoria : 1 GByte

- Disco Duro : 160 GBytes
- NIC: : 4 tarjetas 100/1000 Mbps

El tipo de procesador se justifica debido a que los procesadores de *firewall* a nivel de hardware típicamente son de 300 MHz; la cantidad de memoria de 1 GByte se toma en cuenta para evitar sobrecargar al procesador.

Además se ha considerado 4 tarjetas de red de 100/1000 Mbps, este dato se justifica por que al menos debe manejar una entrada y salida de datos, así como dos tarjetas adicionales para respaldo.

Considerando que la plataforma operativa común del resto de servidores seleccionada y sugerida es *Fedora Core 4*, para este *firewall* a nivel de software se puede manejar el paquete de "Linux IPTABLES".

Para proteger de posibles ataques por parte de los usuarios o clientes del ISP se configurarán las opciones de seguridad de los *routers* de la capa de distribución.

b. Seguridad en el nodo de la Villaflora

En el nodo de la Villaflora se maneja una simultaneidad de 30 usuarios *Dial-up*, considerando que en este nodo existe un único *router* de acceso, se aprovechará las características de seguridad del mismo para proteger este nodo.

c. Seguridad de la red de acceso inalámbrico

Como se indicó en el capítulo 3, se tendrá en la red de acceso inalámbrico 3 Estaciones Bases (EB), como se detalla en la tabla 4.29 sus respectivas formas de conexión y ubicación.

Como una consideración de calidad de servicio se aprovechará el uso de VLANs, esta característica ya está incluida en estos equipos. Se utilizan

VLANs con el objetivo de segmentar el dominio de *broadcast* y evitar congestiones en el canal de comunicación inalámbrico.

| Estación Base | Forma de conexión | Ubicación |
|---------------|---|---------------------------------|
| EB1 | ✓ Punto - Multipunto ✓ Punto – Punto | Oficinas Onnet UIO, El Batán |
| EB2 | ✓ <i>Bridge</i> ⁶³ | Edificio Millenium Plaza |
| EB3 | ✓ Punto – Punto ✓ Punto – Multipunto | Edificio El Girón |

Tabla 4.29 Formas de conexión y ubicación de las estaciones inalámbricas

La comunicación entre las VLANs será a través del *router* de acceso inalámbrico, presente en la capa de distribución.

El uso de VLANs también se convierte en un criterio de seguridad, porque cada cliente de acceso inalámbrico pertenecerá a una VLAN diferente y con la ayuda de las ACLs permitidas entre las características del equipo se prohibirán los accesos entre todos estos segmentos.

Además los equipos utilizados manejan el algoritmo de encriptación AES (*Advanced Encryption Standard*) de 128 bits; se aprovechará esta característica para evitar el ingreso de personas que no son clientes.

Al momento de instalación de un cliente de acceso inalámbrico se configurará el uso del algoritmo especificado, así como el equipo del cliente será protegido por una contraseña de acceso, que será de conocimiento único del personal técnicos de Onnet UIO.

⁶³ Considera dos formas de conexión punto-punto.

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO IV

- [1] www.supertel.gov.ec
- [2] <http://docs.fedoraproject.org/release-notes/fc4/errata/#sn-hardware-reqs>
- [3] <http://www.saulo.net/pub/tcpip/b.htm>
- [4] <http://es.wikipedia.org/wiki/BIND>
- [5] www.alexa.com
- [6] http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache
- [7] www.loriotpro.com
- [8] Reporte obtenido de los registros de monitoreo de Onnet UIO
- [9] The freeRADIUS Project, <http://freeradius.org>
- [10] www.postgresql.org
- [11] <http://es.wikipedia.org/wiki/Postfix>
- [12] www.supertel.gov.ec, dato de usuarios totales de Internet para septiembre del 2007.
- [13] Microsoft Corporation, MCSE Training Kit: Designing Highly Available Web Solutions with Microsoft Windows 2000 Server Technologies, Charper 7: Capacity Planning, 10 de marzo de 2001
- [14] ProFTPD, Un servidor FTP para profesionales; Daniel Esteban Coletti; <http://www.proftpd.org> (sitio oficial de ProFTPD)
- [15] Apunte de la materia de Administración y Gestión de Redes, Ing. Xavier Calderón.

CAPÍTULO V

PLAN DE MIGRACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS

La implantación de una arquitectura orientada a servicios debe realizarse en las organizaciones de forma incremental, sin interferir en la marcha normal de arquitecturas tradicionales, y a través de la introducción de proyectos pilotos evaluables, ya que su éxito condicionará su ampliación para ir abarcando áreas aplicativas más extensas. [1]

5.1 OBJETIVO

Este punto tiene como objetivo principal generar el Plan Maestro para la migración de la infraestructura del Proveedor de Internet Onnet UIO, con lo que se lograra una actualización y crecimiento sostenible de su red para obtener un aumento en su penetración en el mercado de acceso a Internet.

El alcance del plan comprende la generación de:

- Actualización del inventario de la plataforma del ISP
- Programa de información al cliente (Divulgación y sensibilización)
- Priorización de actividades
- Cronograma de actividades
- Flujograma para la Migración de la Plataforma tecnológica del ISP Onnet
– Quito

5.2 CONSIDERACIONES GENERALES

La figura 5.1 condensa la estrategia a seguir para la elaboración del Plan de Migración.

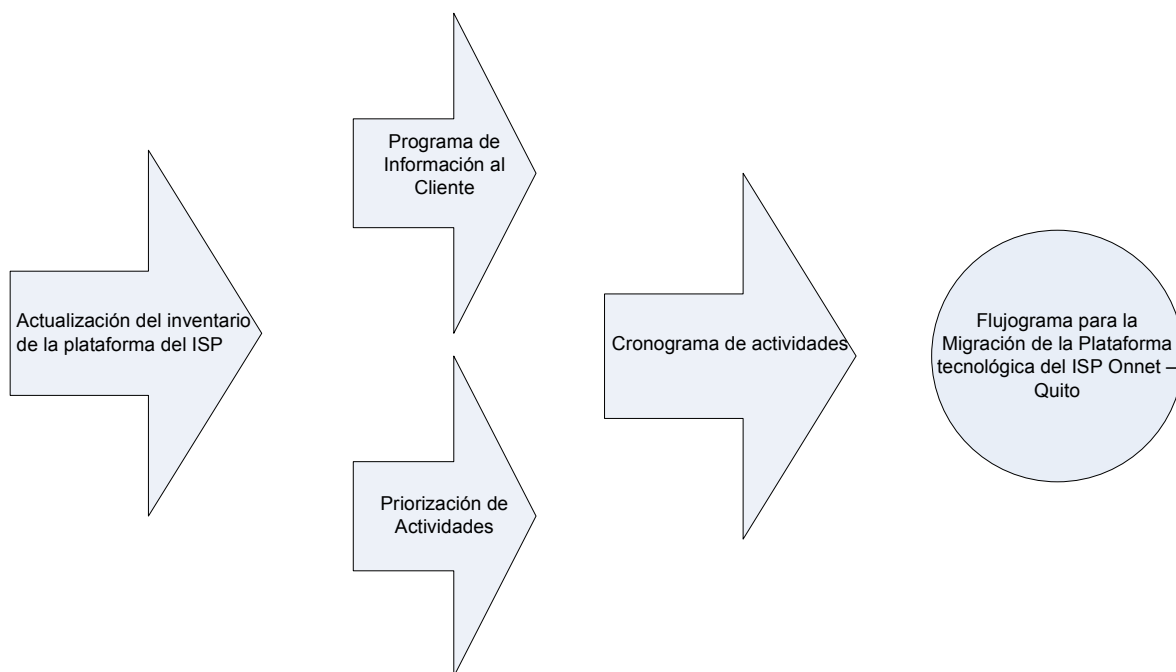


Figura 5.1 Estrategia Para la Elaboración del Plan de Migración

5.2.1 ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE LA PLATAFORMA DEL ISP

Esta parte se refiere a realizar el inventario del equipo que será parte de la nueva plataforma del ISP, esto incluye al equipo recién adquirido para el redimensionamiento, así como al equipo reutilizado; además el inventario detalla su función y ubicación dentro de la red.

| UBICACIÓN | EQUIPO | FUNCIÓN | OBSERVACIÓN |
|--------------------------|---------------------------------|--|------------------------------------|
| NÚCLEO | <i>Switch</i> 2 x Cisco 2960 | Conmutación rápida del tráfico de la red | Equipos Nuevos |
| ACCESO A INTERNET | <i>Router</i> Cisco AS 5300 | Acceso a Internet a través del proveedor 1 | Equipo antiguo en la misma función |
| | <i>Router</i> Cisco AS 5350 | Acceso a Internet a través del proveedor 2 | Equipo Nuevo |

| UBICACIÓN | EQUIPO | FUNCIÓN | OBSERVACIÓN |
|-----------------------------|---|--|---|
| CAPA DE DISTRIBUCIÓN | <i>Router</i> Cisco AS 5300 | Acceso Dial-UP Villaflora | Equipo antiguo en la misma función |
| | <i>Router</i> Cisco AS 5300 | Acceso Dial-UP Batán | Equipo antiguo en la misma función |
| | <i>Router</i> Cisco 2811 | Acceso ADSL-ATM | Equipo Nuevo |
| | <i>Router</i> Cisco 2811 | Acceso ADSL-FR | Equipo Nuevo |
| | <i>Router</i> Cisco 1841 | Acceso ADSL-FR | Equipo antiguo en la misma función |
| | <i>Router</i> Cisco 3640 | Acceso Inalámbrico | Equipo antiguo en la misma función |
| RED INALÁMBRICA | <i>Switch</i> Cisco 2950 | Conmutación y creación de VLANs para la red inalámbrica | Equipo antiguo migrado a la red inalámbrica |
| | 2 x Radio Base AIRSPAN-HiperMax | Proporciona la última milla para acceso inalámbrico | Equipo nuevo |
| | 4 Antenas Sectoriales de 180° | Proporcionan la cobertura inalámbrica | Equipo nuevo |
| | 4 Antenas Directivas | Proporcionan los enlaces del <i>backbone</i> para la red inalámbrica | Equipo nuevo |
| | 59 Equipos CPEs Inalámbricos Easy ST 85 Equipos CPEs Inalámbricos Prosa + 85 SDA1 | Equipos terminales de usuario | Equipo nuevo |
| INTRANET | 7 Servidores | Proporcionan los servicios de correo, WEB, DNS, etc. | Equipos nuevos |
| | Firewall-IPS Cisco Pix 525 | Establecen parámetros de seguridad a la red y los usuarios | Equipos nuevos |

Tabla 5.1 Actualización del Inventario

5.2.2 PROGRAMA DE INFORMACIÓN AL CLIENTE (Divulgación y Sensibilización)

Este tema tiene que ver con la información desplegada sobre el proyecto tanto para los trabajadores administrativos, técnicos, personal de atención clientes y principalmente a los clientes del ISP y al público en general.

Esta información debe ser proporcionada desde la parte Gerencial conjuntamente con el Departamento Técnico, que es el encargado de desarrollar la migración, para que el Departamento de *Marketing* desarrolle una estrategia para la promoción de las nuevas capacidades y servicios del ISP y de esta manera lograr la penetración al mercado esperada.

La figura 5.2 muestra el flujo de comunicación al interior de la empresa para generar la información del proceso de migración de la infraestructura del ISP para los empleados, clientes y público en general.

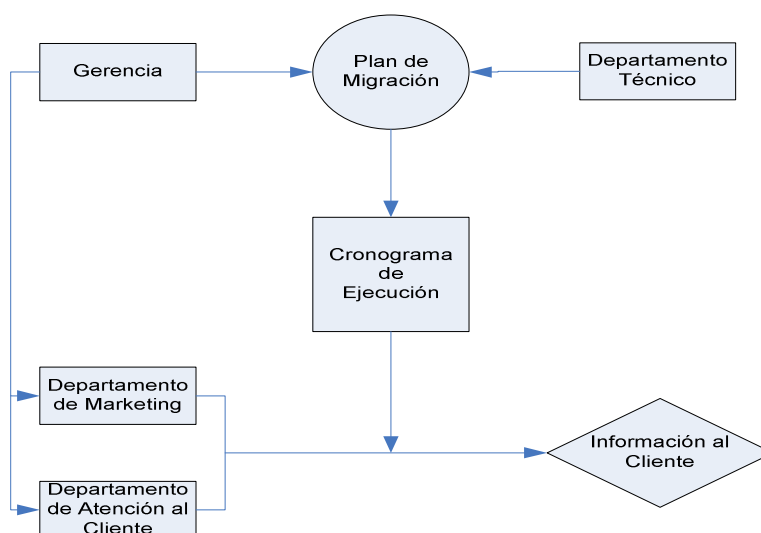


Figura 5.2 Flujo de Información para la Divulgación de Migración de la Infraestructura

También es importante tener en cuenta las fechas en las que se van a realizar la migración y divulgación al público; además se debe considerar el tiempo de fuera de servicio que ocasionarían las diferentes etapas de la migración. Este tiempo debería ser reducido al mínimo dentro del Plan de Migración, y las actividades más críticas del mismo se deberán realizar en horas no laborables para de esta manera afectar lo menos posible a los clientes.

Es importante proporcionar al cliente la información de las actividades que se va realizar y su objetivo así como publicar las nuevas capacidades y servicios que ofrecerá el ISP para lograr la penetración en el mercado deseada.

A continuación se establecen las actividades principales que se deben cumplir por parte del Departamento de *Marketing* para publicitar las nuevas capacidades y servicios del ISP; estas actividades se deben cumplir en lapsos previos, actuales y posteriores a la implementación de las diferentes etapas de la migración:

- Divulgación de Información General del Proyecto
- Divulgación de las nuevas capacidades logradas con cada etapa implementada
- Divulgación de los nuevos servicios que se implementarán con cada etapa
- Divulgación de las fechas de corte e interrupción de los servicios causados por las diferentes etapas de implementación y pruebas de la misma.

Esta información debería ser difundida a través de medios de comunicación masivos como televisión, radio y prensa escrita y complementada con promociones para hacer factible la atracción del público en general.

En la sección 5.2.4 se presenta un cronograma general de implementación del Plan de Información y Publicidad para los períodos considerados en el proyecto.

5.2.3 PRIORIZACIÓN DE ACTIVIDADES

La priorización es de suma importancia debido a que permite la realización de un plan de migración que pueda acoplarse a percances o sucesos no previstos sin afectar mayormente al cumplimiento del proyecto.

A continuación se presenta una lista donde se jerarquiza actividades por su importancia para el cumplimiento del proyecto:

- Crecimiento de la capacidad de acceso al *Backbone* de Internet
- Redimensionamiento de la Red de Distribución
- Migración hacia el nuevo *Core*
- Creación de la Granja de Servidores
- Seguridad de la red

Estas cinco actividades son las que por su importancia no deben sufrir mayor imprevistos ni retrasos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

5.2.4 CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES

En la tabla 5.2 se detalla el cronograma de las principales actividades que se deben realizar en el tiempo que durará el proyecto para lograr la implementación de la migración de la infraestructura del ISP Onnet UIO.

La tabla 5.2 se encuentra separada en columnas que indican: los objetivos principales, las diferentes etapas que conlleva la migración a si como las actividades para la implementación de cada etapa. La columna de período de ejecución, indica en qué período se ejecutará cada actividad; además cada período se encuentra codificado en diferentes colores para una mejor lectura de la tabla.

| ITEM | OBJETIVO GENERAL | ETAPA | ACTIVIDADES | PERÍODO DE EJECUCIÓN |
|------|---|---|--|----------------------|
| 1 | CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL ACCESO AL BACKBONE DE INTERNET Y DE LOS ENLACES DE ÚLTIMA MILLA | 1.1.- Crecimiento para el Primer Año (2008-2009) | <p>1.1.1.- Redimensionamiento de los enlaces de acceso al <i>backbone</i> de Internet y de los enlaces de última milla para los primeros cuatro períodos. En esta etapa los períodos son trimestrales y el crecimiento se lo hace de esa manera, con los siguientes incrementos programados en el proyecto:</p> <p>ENLACE A INTERNET</p> <ul style="list-style-type: none"> Primer Período → 17 E1 Segundo Período → 20 E1 Tercer Período → 25 E1 Cuarto Período → 28 E1 <p>ENLACE DE ÚLTIMA MILLA</p> <ul style="list-style-type: none"> Primer Período → 13 E1 Segundo Período → 17 E1 Tercer Período → 21 E1 Cuarto Período → 24 E1 | Período 1 |
| | | | | Período 2 |
| | | | | Período 3 |
| | | | | Período 4 |
| | | 1.2.- Crecimiento para el Segundo Año (2008-2009) | <p>1.2.1.- Redimensionamiento de los enlaces de acceso al <i>backbone</i> de Internet y de los enlaces de última milla para los segundos cuatro períodos. En esta etapa los períodos siguen siendo trimestrales y el crecimiento se lo hace de esa manera, con los siguientes incrementos programados en el proyecto:</p> <p>ENLACE A INTERNET</p> <ul style="list-style-type: none"> Quinto Período → 30 E1 Sexto Período → 31 E1 Séptimo Período → 33 E1 Octavo Período → 34 E1 <p>ENLACE DE ÚLTIMA MILLA</p> <ul style="list-style-type: none"> Quinto Período → 26 E1 Sexto Período → 28 E1 Séptimo Período → 29 E1 Octavo Período → 31 E1 | Período 5 |
| | | | | Período 6 |
| | | | | Período 7 |
| | | | | Período 8 |
| | | 1.3.- Crecimiento para el Tercer Año (2009-2010) | <p>1.3.1.- Redimensionamiento de los enlaces de acceso al <i>backbone</i> de Internet y de los enlaces de última milla para los períodos 9 y 10. En esta etapa los períodos son semestrales y el crecimiento se lo hace de esa manera, con los siguientes incrementos programados en el proyecto:</p> <p>ENLACE A INTERNET</p> <ul style="list-style-type: none"> Noveno Período → 36 E1 | Período 9 |
| | | | | Período 10 |

| ITEM | OBJETIVO GENERAL | ETAPA | ACTIVIDADES | PERÍODO DE EJECUCIÓN |
|----------|--|---|--|----------------------|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Décimo Período → 38 E1 ENLACE DE ÚLTIMA MILLA <ul style="list-style-type: none"> Noveno Período → 33 E1 Décimo Período → 34 E1 | |
| | | 1.4.- Crecimiento para el Cuarto Año (2010-2011) | 1.3.1.- Redimensionamiento de los enlaces de acceso al <i>backbone</i> de Internet y de los enlaces de última milla para el último período. En esta etapa el período es anual y el crecimiento se lo hace de esa manera, con los siguientes incrementos programados en el proyecto: ENLACE A INTERNET <ul style="list-style-type: none"> Décimo Primer Período → 40 E1 ENLACE DE ÚLTIMA MILLA <ul style="list-style-type: none"> Décimo Primer → 37 E1 | Período 11 |
| 2 | IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA RED DE SERVICIOS | 2.1.- Implementación del nuevo Core | 2.1.1.-Pruebas de capacidades de equipos 2.1.2.-Apertura de caso de soporte 2.1.3.-Configuración de los nuevos <i>switches</i> de <i>Core</i> los que actuarán como una sola unidad 2.1.4.- Pruebas de configuración y de estabilidad del sistema 2.1.5.-Integración del nuevo <i>Core</i> con la red 2.1.5.-Monitoreo del funcionamiento del nuevo <i>Core</i> 2.1.6.- Aprobación/Denegación de la implementación del nuevo <i>Core</i> | Período 0 |
| | | 2.2.- Implementación de la Nueva Red de Distribución | 2.2.1.-Pruebas de capacidades de equipos nuevos (Cisco 2811) 2.2.2.-Apertura de caso de soporte 2.2.3.-Configuración de los nuevos equipos (Cisco 2811) 2.2.4.-Prueba de configuraciones y estabilidad del sistema 2.2.5.- Actualización de los antiguos <i>routers</i> de distribución hardware y software (Cisco 1841) 2.2.6.-Pruebas para la verificación de la actualización 2.2.7.- Actualización de la configuración de los equipos antiguos (Cisco 1841) 2.2.8.- Pruebas de actualización de configuración y estabilidad del sistema 2.2.9.- Integración total del nuevo sistema de | Período 0 |

| ITEM | OBJETIVO GENERAL | ETAPA | ACTIVIDADES | PERÍODO DE EJECUCIÓN |
|------|---|---|---|----------------------|
| | | | distribución con la red 2.2.10.- Monitoreo del funcionamiento del nuevo sistema de distribución 2.2.11.- Aprobación/Denegación de la implantación de la nueva Red de Distribución | |
| | | 2.3.- Implementación del Nuevo sistema de Gateway | 2.3.1.-Pruebas de capacidades de equipos nuevos (Cisco AS5350XM) 2.3.2.-Apertura de caso de soporte 2.3.3.-Configuración de los nuevos equipos (Cisco AS5350XM) 2.3.4.-Prueba de configuraciones y estabilidad del sistema 2.3.5.- Actualización de los antiguos <i>routers</i> de distribución hardware y software (Cisco AS5300) 2.3.6.-Pruebas para la verificación de la actualización 2.3.7.- Actualización de la configuración de los equipos antiguos (Cisco AS5300) 2.3.8.- Pruebas de actualización de configuración y estabilidad del sistema 2.3.9.- Integración total del nuevo sistema de Gateway con la red 2.3.10.- Monitoreo del funcionamiento del nuevo sistema de Gateway 2.3.11.- Aprobación/Denegación de la implantación de la nuevo sistema de Gateway | Período 0 |
| 3 | IMPLEMENTACIÓN DE NUEVA LA RED DE ACCESO INALÁMBRICO | 3.1.- PRIMERA FASE INALÁMBRICA Migración hacia el nuevo Backbone Inalámbrico (Wi- Max) | 3.1.1.- Pruebas de capacidades de los nuevos equipos (Radio Base HiperMax) 3.1.2.- Apertura de caso de soporte 3.1.3.- Configuración de los nuevos equipos 3.1.4.- Prueba de Configuración y estabilización del sistema 3.1.5.- Análisis de Espectro 3.1.6.- Establecimiento de los enlaces de Backbone EB1-EB2 y EB2-EB3 3.1.7.- Integración de la nueva red de acceso inalámbrica con la red 3.1.8.-Monitoreo del funcionamiento del nueva red de acceso inalámbrica 3.1.9.- Aprobación/Denegación de la migración del nuevo Backbone Inalámbrico | Período 3 |
| | | 3.2.- SEGUNDA FASE INALÁMBRICA | 3.2.1.- Pruebas de capacidades de los nuevos equipos (Antenas Sectoriales Wi-Max) 3.2.2.- Apertura de caso de soporte 3.2.3.- Configuración de los nuevos equipos | Período 5 |

| ITEM | OBJETIVO GENERAL | ETAPA | ACTIVIDADES | PERÍODO DE EJECUCIÓN |
|------|--|---|--|----------------------|
| | | Implementación de la Primera Zona de Cobertura Wi-Max (EB1 Edificio Onnet) | 3.2.4.- Prueba de Configuración y estabilización del sistema 3.2.5.- Análisis de Espectro 3.2.6.- Despliegue de la zona de cobertura EB1 3.2.7.- Integración de la nueva etapa de la red de acceso inalámbrica con la red del ISP 3.2.8.-Monitoreo del funcionamiento del nueva zona de cobertura EB1 3.2.9.- Aprobación/Denegación de la implementación de la zona de cobertura EB1 | |
| | | 3.3.- TERCERA FASE INALÁMBRICA Implementación de la SEGUNDA Zona de Cobertura Wi-Max (EB3 Edificio El Girón) | 3.3.1.- Pruebas de capacidades de los nuevos equipos (Antenas Sectoriales Wi-Max) 3.3.2.- Apertura de caso de soporte 3.3.3.- Configuración de los nuevos equipos 3.3.4.- Prueba de Configuración y estabilización del sistema 3.3.5.- Análisis de Espectro 3.3.6.- Despliegue de la zona de cobertura EB3 3.3.7.- Integración de la nueva etapa de la red de acceso inalámbrica con la red del ISP 3.3.8.-Monitoreo del funcionamiento del nueva zona de cobertura EB3 3.3.9.- Aprobación/Denegación de la implementación de la zona de cobertura EB3 | Período 9 |
| 4 | IMPLEMENTACIÓN DE LA GRANJA DE SERVIDORES | 4.1.- Creación de la Granja de Servidores | 4.1.1.- Instalación de Sistemas Operativos y software adicionales 4.1.2.-Apertura de caso de soporte 4.1.3.- Pruebas de capacidades de los nuevos equipos (Servidores) 4.1.4.- Configuración de los nuevos equipos 4.1.5.-Prueba de Configuración y estabilización del sistema 4.1.6.- Integración de la nueva granja de servidores con la red del ISP 4.1.7.- Monitoreo del funcionamiento de la nueva granja de servidores 4.1.8.- Aprobación/Denegación de la implantación de la nueva granja de servidores | Período 0 |
| 5 | ESQUEMA DE SEGMENTACIÓN Y DIRECCIONAMIENTO | 5.1.- Migración al nuevo sistema de segmentación y direccionamiento de la red | 5.1.1.- Introducción del nuevo esquema de segmentación 5.1.2.- Introducción del nuevo esquema de direccionamiento 5.1.3.-Pruebas de conectividad entre los diferentes de dominios creados 5.1.4.- Aprobación/Denegación del nuevo esquema de segmentación y direccionamiento | Período 0 |

| ITEM | OBJETIVO GENERAL | ETAPA | ACTIVIDADES | PERÍODO DE EJECUCIÓN |
|------|---------------------|---|---|----------------------|
| 6 | SEGURIDAD DE LA RED | 6.1.- Implementación de los esquemas de seguridad dentro y fuera de la red | 6.1.1.- Configuración de los nuevos equipos para reflejar las políticas de seguridad propuestas 6.1.2.- Apertura de caso de soporte 6.1.3.- Prueba de Configuración y estabilización del sistema 6.1.4.- Integración de la nuevo sistema de seguridades con la red 6.1.5.- Monitoreo del funcionamiento del nuevo sistema de seguridades 6.1.6.- Aprobación/Denegación de la implementación del sistema de seguridad de la red del ISP | Período 0 |

Tabla 5.2 Cronograma de Actividades para la Migración de la Infraestructura

5.2.5 FLUJOGRAMA DEL PROYECTO

En las figuras 5.3 a la 5.7 se presentan los flujogramas de ejecución para la migración de la infraestructura del ISP (colores cronograma) y del programa de información y publicidad para el cliente (naranja).

Es importante tener en cuenta que las fechas y plazos propuestos en los flujogramas son tentativos y se encuentran sujetos a modificaciones que por razones justificadas lo amerite. También es fundamental mantener la secuencia y sincronización que tiene cada uno para poder cumplir los objetivos deseados.

5.3 COSTOS DEL REDISEÑO

En esta parte se consideran los costos que involucra el desarrollo del proyecto, en sus etapas de implementación del rediseño y de la operación del ISP, estos datos serán útiles para la elaboración del Flujo de Fondos y Evaluación del Proyecto.

AÑO 2009

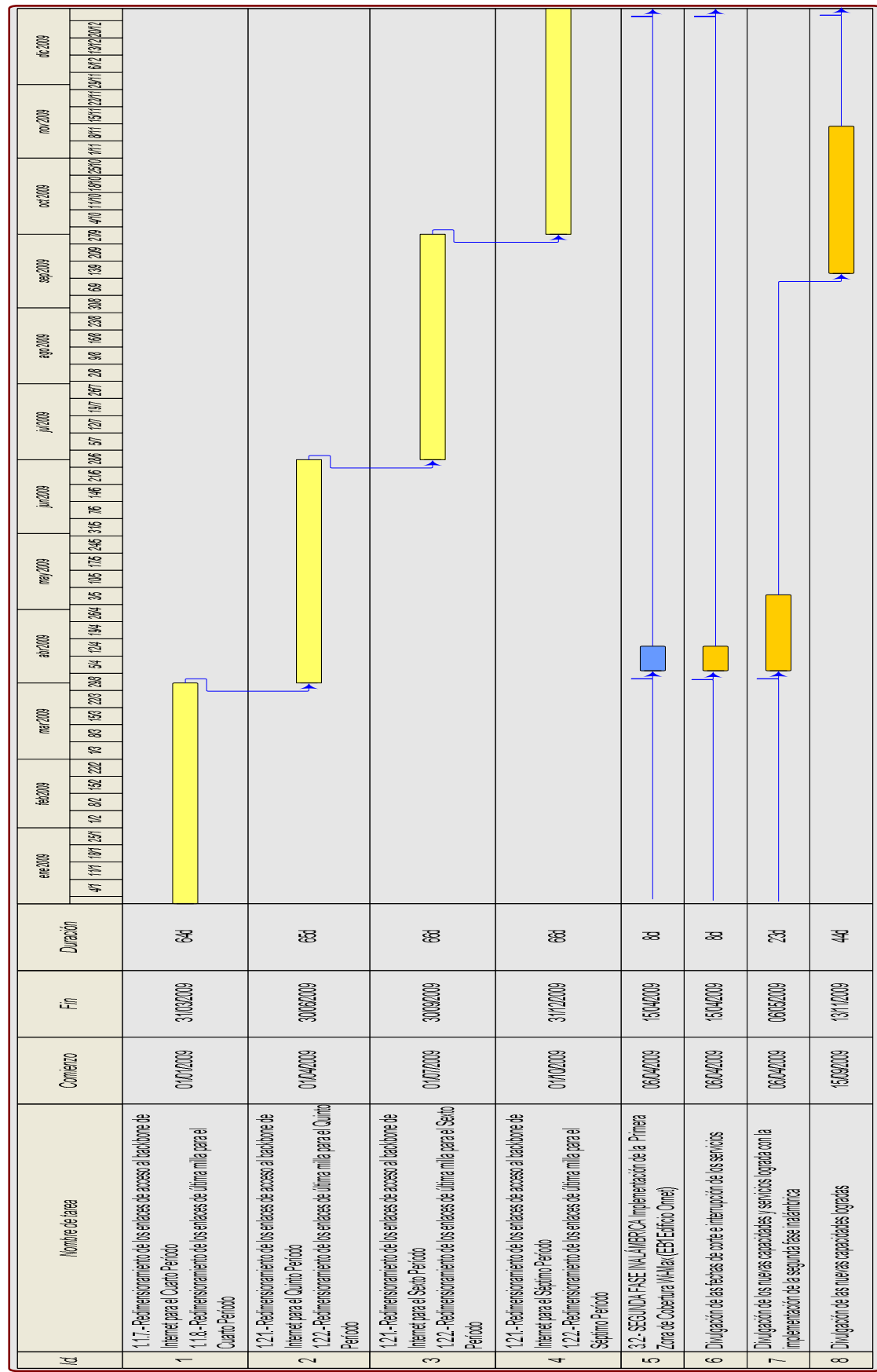


Figura 5.4 Flujoograma del Año 2009

AÑO 2010

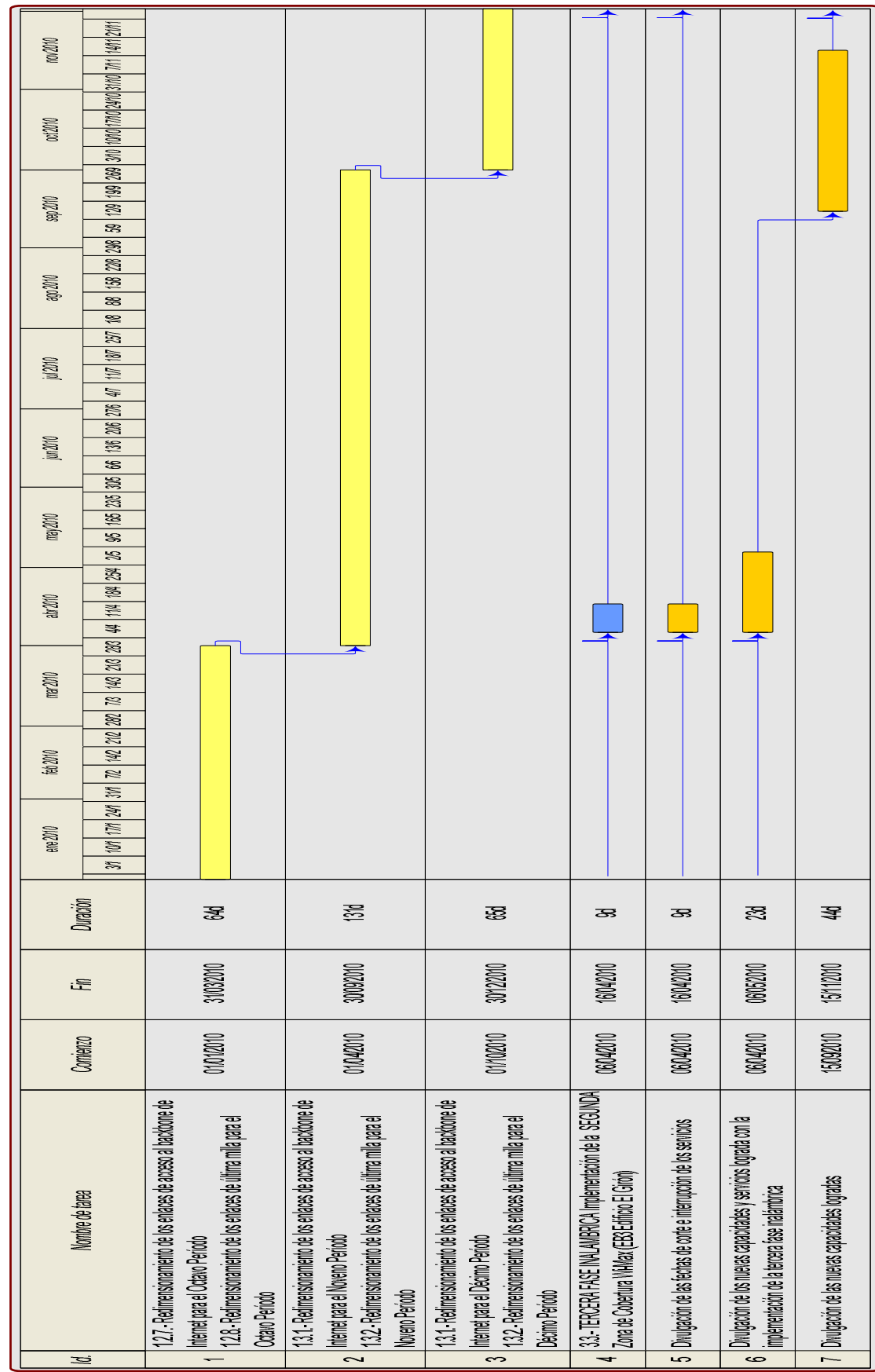


Figura 5.5 Flujoograma del Año 2010

Para los detalles de los costos, previamente es necesario conocer el número de clientes esperados y los períodos en los que se ha dividido el proyecto. En la tabla 5.3 se detalla el número de cuentas dedicadas que se proyecta para los distintos períodos.

| Año | Período | Número de Clientes Esperados (Cuentas Dedicadas) |
|-------------|----------------|---|
| 2008 | 0 | - |
| | 1 | 375 |
| | 2 | 478 |
| | 3 | 610 |
| 2009 | 4 | 694 |
| | 5 | 756 |
| | 6 | 805 |
| | 7 | 846 |
| 2010 y 2011 | 8 | 881 |
| | 9 | 938 |
| | 10 | 984 |
| 2011 y 2012 | 11 | 1055 |

Tabla 5.3 Número de usuarios fijados por períodos

Cabe mencionar que todos los costos que se indicarán posteriormente ya incluyen el IVA (Impuesto al Valor Agregado).

5.3.1 COSTOS DE LOS EQUIPOS

En la tabla 5.4, se detallan el número de equipos, costos unitarios y el costo total que involucran los equipos citados en el rediseño de este proyecto.

| EQUIPO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO USD | COSTO TOTAL USD |
|---|----------|--------------------|-------------------|
| Switch Cisco 2960 | 2 | 1500 | 3000 |
| Universal Gateway Cisco AS5350XM | 1 | 2000 | 2000 |
| Router Cisco 2811 | 3 | 3000 | 9000 |
| Radio Base AIRSPAN-HiperMAX (180°) | 4 | 21167 | 84668 |
| Radio Base AIRSPAN-HiperMAX (pto-pto) | 4 | 21167 | 84668 |
| Antenas parabólicas | 8 | 1500 | 12000 |
| Servidores: Duo Core 1,6 GHz; 1 Gbyte de memoria, 160 Gbytes de disco duro, 2 tarjetas de red 100/1000 Mbps | 5 | 460 | 2300 |
| Servidor: Duo Core 1,6 GHz; 1 Gbyte de memoria, 500 Gbytes de disco duro, 2 tarjetas de red 100/1000 Mbps | 1 | 510 | 510 |
| Servidor: Duo Core 1,6 GHz; 1 Gbyte de memoria, 1000 Gbytes de disco duro, 2 tarjetas de red 100/1000 Mbps | 1 | 625 | 625 |
| Firewall-Cisco PIX 525 | 1 | 2000 | 2000 |
| | | TOTAL USD: | 200.771,00 |

Tabla 5.4 Costo de equipos para la nueva red

5.3.2 COSTOS DE SOFTWARE

En la tabla 5.5, se detalla el costo del software NetSpan, este software será utilizado para la administración de la red inalámbrica.

En la tabla 5.5 también se incluye el costo de horas de consultoría en software libre, debido a que en los servidores se instalarán un sistema operativo y aplicaciones de plataforma abierta.

⁶⁴ Los costos de las horas de consultoría software libre son obtenidos de la empresa "Refoundation Consulting Group".

| EQUIPO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO USD | COSTO TOTAL USD |
|--|----------|--------------------|------------------|
| <i>NetSpan</i> (Administrador de Red Inalámbrica) | 1 | 15.500,00 | 15.500,00 |
| Consultorías software libre | 20 horas | 60 | 1200 |
| | | TOTAL USD: | 16.700,00 |

Tabla 5.5 Costos de software para la nueva red

5.3.3 COSTOS DE LOS EQUIPOS TERMINALES INALÁMBRICOS

La tabla 5.6 detalla el ejemplo de cálculo de los costos de los equipos terminales CPEs inalámbricos para los tres primeros períodos del proyecto que se suscitarán en el año 2008.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | EQUIPO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO USD | COSTO TOTAL USD | COSTO USD |
|------|---------|-----------------|---------------|----------|--------------------|-----------------|-----------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | <i>ProST</i> | 19 | 490 | 9.310,00 | 15.785,00 |
| | | | <i>SDA-1</i> | 19 | 35 | 665,00 | |
| | | | <i>EasyST</i> | 14 | 415 | 5.810,00 | |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | <i>ProST</i> | 5 | 490 | 2.450,00 | 4.285,00 |
| | | | <i>SDA-1</i> | 5 | 35 | 175,00 | |
| | | | <i>EasyST</i> | 4 | 415 | 1.660,00 | |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | <i>ProST</i> | 7 | 490 | 3.430,00 | 5.750,00 |
| | | | <i>SDA-1</i> | 7 | 35 | 245,00 | |
| | | | <i>EasyST</i> | 5 | 415 | 2.075,00 | |

Tabla 5.6 Ejemplo del cálculo de precios de los CPEs Inalámbricos

Debido a que el despliegue y la penetración del servicio de Internet con acceso inalámbrico se realizará por etapas, la adquisición de CPEs inalámbricos también debe hacerse de esta manera.

Las cantidades indicadas en la tabla 5.6 se obtienen a partir de la tabla 3.5 del capítulo 3; estas cantidades son la diferencia del incremento de clientes entre períodos, además se estima que del total de clientes proyectados en un período se logrará captar un 80%.

Cabe mencionar que se ha clasificado a los clientes con acceso inalámbrico en dos, los corporativos (512 y 256 kbps) y residenciales (128 kbps); los CPEs corporativos constan de un *ProST* y un *SDA-1* mientras que el CPE residencial es un *EasyST*. La tabla 5.7 indica los costos por período.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERIODO | COSTO USD |
|-------------|----------------|-----------------|-----------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 15.785,00 |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 4.285,00 |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 5.750,00 |
| 2009 | CUARTO | TRIMESTRAL | 3.345,00 |
| | QUINTO | TRIMESTRAL | 2.405,00 |
| | SEXTO | TRIMESTRAL | 2.405,00 |
| | SÉPTIMO | TRIMESTRAL | 1.880,00 |
| 2010 | OCTAVO | TRIMESTRAL | 1.465,00 |
| 2010 | NOVENO | SEMESTRAL | 2.405,00 |
| 2011 | DÉCIMO | SEMESTRAL | 1.880,00 |
| 2011 y 2012 | DÉCIMO PRIMERO | ANUAL | 2.930,00 |

Tabla 5.7 Costos por período de los CPEs inalámbricos para todo el proyecto

5.3.4 COSTO DE OPERACIÓN

En este punto se estimarán los costos de operación de los servicios del ISP, estos costos son:

- Costo del personal básico para la operación del ISP.
- Costo de los enlaces a Internet.
- Costo de la red de última milla y permisos
- Costo de servicios básicos e imprevistos.

5.3.4.1 Costo del personal básico para la operación del ISP

En estos rubros se estimarán costos generales del personal que se encargará de la operación, funcionamiento, *marketing* y atención a cliente dentro del ISP. Para ello se tomarán valores referenciales de los posibles sueldos para poder considerar estos rubros dentro del flujo de fondos.

| ÁREA | CANTIDAD DE TRABAJADORES | SUELDO USD | TOTAL DE SUELDO USD |
|-----------------------------------|--------------------------|------------|---------------------|
| GERENCIAL | 2 | 1500 | 3000 |
| ADMINISTRATIVA y <i>MARKETING</i> | 5 | 350 | 1750 |
| TÉCNICA | 4 | 400 | 1600 |
| VENTAS Y ATENCIÓN AL CLIENTE | 5 | 300 | 1500 |
| TOTAL USD: | | | 7850 |

Tabla 5.8 Estimación de sueldos mensuales para el personal de Onnet UIO

5.3.4.2 Costos de los enlaces a Internet

Se deben determinar los costos mensuales que se cancelarán a los proveedores de Internet de acuerdo a la capacidad contratada, la cual irá creciendo a medida que el ISP consiga mayor penetración en el mercado. El valor de cada enlace E1 se ha estimado según el mercado en 1000 USD con lo que se puede proyectar los costos de este rubro para el tiempo que dure el proyecto en la tabla 5.9. Se estima contratar el 80% de la cantidad de E1s proyectados.

5.3.4.3 Costo de la red de última milla y permisos

Son los valores que se deben cancelar mensualmente a los proveedores de última milla como Andinadatos y Teleholding. Estos valores dependerán de la

capacidad contratada, la cual irá creciendo a medida que el ISP va consiguiendo mayor penetración en el mercado.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | CANTIDAD DE E1s PROYECTADOS | CANTIDAD DE E1s A CONTRATAR (80%) | COSTO UNITARIO MENSUAL USD | COSTO PERÍODO USD |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 17 | 13,6 | 1000 | 40.800,00 |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 20 | 16,0 | 1000 | 48.000,00 |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 25 | 20,0 | 1000 | 60.000,00 |
| 2009 | CUARTO | TRIMESTRAL | 28 | 22,4 | 1000 | 67.200,00 |
| | QUINTO | TRIMESTRAL | 30 | 24,0 | 1000 | 72.000,00 |
| | SEXTO | TRIMESTRAL | 31 | 24,8 | 1000 | 74.400,00 |
| | SÉPTIMO | TRIMESTRAL | 33 | 26,4 | 1000 | 79.200,00 |
| 2010 | OCTAVO | TRIMESTRAL | 34 | 27,2 | 1000 | 81.600,00 |
| 2010 | NOVENO | SEMESTRAL | 36 | 28,8 | 1000 | 172.800,00 |
| 2010 y 2011 | DÉCIMO | SEMESTRAL | 38 | 30,4 | 1000 | 182.400,00 |
| 2011 y 2012 | DÉCIMO PRIMERO | ANUAL | 40 | 32,0 | 1000 | 384.000,00 |

Tabla 5.9 Costos estimados de los enlaces a Internet⁶⁵

Las tablas 5.10, 5.11 y 5.12 muestran los ejemplos del cálculo de los costos de operación, costos de inscripción – instalación y costos de los modems para los enlaces de última milla. Los ejemplos son los respectivos cálculos para los tres primeros períodos del proyecto que se suscitarán en el 2008. En la tabla 5.13 se indican estos costos para todos los períodos del proyecto.

Las cantidades indicadas en la tabla 5.10 se obtienen a partir de la tabla 3.5 del capítulo 3; estas cantidades son el 80% del número total de cuentas ADSLs proyectadas.

⁶⁵ El costo estimado es de 1000 USD por cada E1, cabe mencionar que el valor oscila entre los 660 y 1099 USD, estas tarifas son obtenidas de los proveedores IMPSAT, TRANSTELCO y ANDINADATOS.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | TIPO DE ACCESO | CANTIDAD | COSTO MENSUAL USD | COSTO TOTAL USD | COSTO PERÍODO USD | |
|------|---------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 123 | 20,00 | 2460,00 | 40.113,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 5 | 56,00 | 280,00 | | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 51 | 24,00 | 1224,00 | | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 11 | 76,00 | 836,00 | | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 3 | 27,00 | 81,00 | | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 72 | 110,00 | 7920,00 | | |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 3 | 190,00 | 570,00 | 50.721,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 156 | 20,00 | 3120,00 | | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 7 | 56,00 | 392,00 | | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 65 | 24,00 | 1560,00 | | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 14 | 76,00 | 1064,00 | | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 3 | 27,00 | 81,00 | | |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 92 | 110,00 | 10120,00 | 64.578,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 3 | 190,00 | 570,00 | | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 200 | 20,00 | 4000,00 | | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 9 | 56,00 | 504,00 | | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 83 | 24,00 | 1992,00 | | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 17 | 76,00 | 1292,00 | | |
| | | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 4 | 27,00 | 108,00 | |
| | | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 117 | 110,00 | 12870,00 | |
| | | | | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 4 | 190,00 | 760,00 | |

Tabla 5.10 Ejemplo de cálculo de los costos de los enlaces de última milla⁶⁶

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | TIPO DE ACCESO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO USD | COSTO TOTAL USD | COSTO PERÍODO USD |
|------|---------|-----------------|-----------------------|----------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 61 | 50,00 | 3050,00 | 8.850,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 3 | 100,00 | 300,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 25 | 50,00 | 1250,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 5 | 100,00 | 500,00 | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 1 | 50,00 | 50,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 36 | 100,00 | 3600,00 | |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 100,00 | 100,00 | 4.950,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 34 | 50,00 | 1700,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 1 | 100,00 | 100,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 14 | 50,00 | 700,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 3 | 100,00 | 300,00 | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 1 | 50,00 | 50,00 | |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 20 | 100,00 | 2000,00 | 6.300,00 |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 100,00 | 100,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 43 | 50,00 | 2150,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 2 | 100,00 | 200,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 18 | 50,00 | 900,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 4 | 100,00 | 400,00 | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 1 | 50,00 | 50,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 25 | 100,00 | 2500,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 100,00 | 100,00 | |

Tabla 5.11 Ejemplo de cálculo de costos de inscripción de enlaces de última milla⁶⁷

⁶⁶ Los costos son proporcionados por ANDINADATOS

⁶⁷ Los costos son proporcionados por ANDINADATOS

Las cantidades indicadas en la tabla 5.11 se obtienen a partir de la tabla 3.5 del capítulo 3; estas cantidades son la diferencia del incremento de clientes entre períodos; además se estima que del total de clientes proyectados en un período se logrará captar un 80%. Se toma la diferencia debido a que el pago de inscripción del enlace de última milla se efectúa en una sola ocasión.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | TIPO DE ACCESO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL | COSTO PERÍODO |
|-----------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|----------|----------------|-------------|---------------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 61 | 40,00 | 2440,00 | 5.280,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 3 | 40,00 | 120,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 25 | 40,00 | 1000,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 5 | 40,00 | 200,00 | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 1 | 40,00 | 40,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 36 | 40,00 | 1440,00 | |
| | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 40,00 | 40,00 | 2.960,00 | | |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 34 | | 40,00 | 1360,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 1 | | 40,00 | 40,00 |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 14 | | 40,00 | 560,00 |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 3 | | 40,00 | 120,00 |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 1 | | 40,00 | 40,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 20 | 40,00 | 800,00 | |
| | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 40,00 | 40,00 | 3.760,00 | | |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 43 | | 40,00 | 1720,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 2 | | 40,00 | 80,00 |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 18 | | 40,00 | 720,00 |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 4 | | 40,00 | 160,00 |
| 512 COMPARTICIÓN 16-1 | | | 1 | 40,00 | | 40,00 | |
| 128 COMPARTICIÓN 1-1 | | | 25 | 40,00 | 1000,00 | | |
| 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 40,00 | 40,00 | | | | |

Tabla 5.12 Ejemplo de cálculo de costos de modems para enlaces de última milla

De manera similar se consideran las cantidades en la tabla 5.12, con la diferencia que se realiza el cálculo de costos por la compra de modems para enlaces de última milla.

La tabla 5.13 indica los costos por período del pago por operación, instalación y costo promedio del modem para los enlaces de última milla ADSLs para toda la duración del proyecto.

Los costos de permisos de última milla ya son considerados en la contratación del servicio con los respectivos proveedores; es necesario aclarar que los servicios de última milla son subcontratados a otras empresas y ellas son responsables de poseer los correspondientes permisos. Para el caso de la red

inalámbrica, pese a que la banda utilizada para los enlaces de *backbone* es de uso libre, se necesita pagar los registros de uso del espectro y presentación de formularios a la SENATEL que se muestran en el ANEXO I.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | COSTO USD (Pago de operación de última milla) | COSTO USD (Costo promedio de modems) | COSTO USD (Pago de inscripción de última milla) |
|-------------|----------------|-----------------|--|---|--|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 40.113,00 | 5.280,00 | 8.850,00 |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 50.721,00 | 2.960,00 | 4.950,00 |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 64.578,00 | 3.760,00 | 6.300,00 |
| 2009 | CUARTO | TRIMESTRAL | 73.773,00 | 2.400,00 | 4.000,00 |
| | QUINTO | TRIMESTRAL | 80.193,00 | 1.720,00 | 2.900,00 |
| | SEXTO | TRIMESTRAL | 85.836,00 | 1.360,00 | 2.250,00 |
| | SÉPTIMO | TRIMESTRAL | 90.012,00 | 1.120,00 | 1.900,00 |
| 2010 | OCTAVO | TRIMESTRAL | 93.408,00 | 960,00 | 1.600,00 |
| 2010 | NOVENO | SEMESTRAL | 199.722,00 | 1.640,00 | 2.750,00 |
| 2010 y 2011 | DÉCIMO | SEMESTRAL | 209.118,00 | 1.280,00 | 2.150,00 |
| 2011 y 2012 | DÉCIMO PRIMERO | ANUAL | 450.456,00 | 2.080,00 | 3.500,00 |

Tabla 5.13 Costos de pagos de operación, inscripción y modems para enlaces de última milla para todos los períodos del proyecto

Para el cálculo del costo del registro por uso del espectro se utiliza de la ecuación 5.1, que permite obtener el valor de la tarifa anual. [2]

$$TA(\text{US \$}) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * NTE$$

Ecuación 5.1 Cálculo de la tarifa por uso de frecuencias en sistemas de modulación de banda ancha

Donde:

| | |
|------------|--|
| TA (US\$) | Tarifa anual en dólares de los Estados Unidos de América. |
| K_a | Factor de ajuste por inflación. Es considerado un factor de 1. |
| α_6 | Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (de acuerdo a la Tabla 1, del Anexo 5 de la Resolución No. 769-31-CONATEL-2003 , este coeficiente tiene un valor de 6.40). |
| β_6 | Coeficiente de corrección para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, el valor máximo de este coeficiente es 1.0. |
| B | Constante de servicio para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (de acuerdo a la Tabla 2, del Anexo 5 de la Resolución No. 769-31-CONATEL-2003 , esta constante tiene un valor de 12). |
| NTE | Es el número total de Estaciones Fijas, de Base, Móviles y Estaciones Receptoras de Triangulación, de acuerdo al sistema. En el diseño inalámbrico de este proyecto el número total de estaciones por año se muestra en la tabla 5.14. |

| AÑO | ESTACIONES BASES | CPEs INALÁMBRICOS ADQUIRIDOS POR AÑO | TOTAL NTEs / AÑO |
|------|------------------|--------------------------------------|------------------|
| 2008 | 3 | 54 | 57 |
| 2009 | 3 | 17 | 74 |
| 2010 | 3 | 8 | 82 |
| 2011 | 3 | 4 | 86 |
| 2012 | 3 | 6 | 92 |

Tabla 5.14 NTEs por año

Los valores de la tabla 5.14 se detallan de la siguiente manera:

Estaciones bases: Se consideran tres estaciones bases, denominadas EB1, EB2 y EB3; especificados en diseño inalámbrico realizado en el capítulo 3 de este proyecto.

CPEs Inalámbricos: Estas cantidades obtienen a partir del desarrollo de la tabla 5.6 (Ejemplo del cálculo de precios de los CPEs Inalámbricos), se suma el número de CPEs inalámbricos que se deben adquirir por año.

Total NTEs: Este total se calcula sumando el número de estaciones bases y el número de CPEs inalámbricos totales por año (se debe considerar una suma acumulada).

La tabla 5.15 muestra el costo tarifa por uso de frecuencias en sistemas de modulación de banda ancha, este cálculo es en base a los parámetros explicados de la ecuación 5.1 y con los datos de la tabla 5.14.

| AÑO | TARIFA USO DEL ESPECTRO (USD) |
|------|-------------------------------|
| 2008 | 4377,6 |
| 2009 | 5683,2 |
| 2010 | 6297,6 |
| 2011 | 6604,8 |
| 2012 | 7065,6 |

Tabla 5.15 Tarifa anual por uso del espectro para sistemas de modulación de banda ancha

5.3.4.4 Costos de Servicios Básicos e Imprevistos

Estos rubros se refieren a los consumos que tiene el ISP por servicios básicos como son luz, agua, teléfono y un fondo para imprevistos; estos valores se detallan en la tabla 5.16. El fondo para imprevistos será utilizado en casos como reposición de equipos por robo, incendio, etc.; si este fondo no es utilizado, debe ser empleado como parte de la inversión del proyecto o para capacitación.

| RUBRO | COSTO MENSUAL USD |
|----------------------|-------------------|
| Servicios básicos | 2000 |
| Fondo de imprevistos | 1000 |
| TOTAL MENSUAL | 3000 |

Tabla 5.16 Costo estimado mensual para servicios básicos e imprevistos

5.3.5 CÁLCULO DE DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE LOS ACTIVOS

Los activos fijos de la empresa están expuestos a depreciación conforme transcurre el tiempo. El tiempo de depreciación considerado para hardware y software de la infraestructura del ISP es de 3 años a partir de su adquisición, es decir, los equipos que se compran al inicio de la inversión se irán depreciando desde abril de 2008 hasta marzo de 2012.

La tabla 5.17 muestra el cálculo de la depreciación de los activos fijos tales como *switches*, *routers*, modems y CPEs inalámbricos. Cabe mencionar que los modems para enlaces de última milla y CPEs inalámbricos se irán adquiriendo en cada período conforme exista incremento en la demanda del servicio de acceso a Internet. En la tabla es evidente observar el período en el que se realizan las compras de los activos y su depreciación para los períodos subsecuentes.

La tabla 5.17 también indica la amortización de los activos nominales, en este caso el activo nominal es el software para administración de la red inalámbrica.

5.3.6 COSTOS DE LOS SERVICIOS OFRECIDOS

En la tabla 5.20 se detallan las proyecciones de los costos a cobrar por los servicios que va a ofrecer el ISP y por las instalaciones que se realizarán en los diferentes períodos. Estos valores están establecidos en base a los precios vigentes que utiliza el ISP.

Tabla 5.17 Cálculo de depreciación y amortización de activos

| ACTIVO | PERIODO | COSTO INICIAL | TIEMPO DE PERÍODO | TRIMESTRE | TRIMESTRE | TRIMESTRE | TRIMESTRE | TRIMESTRE | TRIMESTRE | TRIMESTRE | TRIMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | ANO |
|----------------|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | AÑOS DE DEPRECIACION | PERIODO 1 | PERIODO 2 | PERIODO 3 | PERIODO 4 | PERIODO 5 | PERIODO 6 | PERIODO 7 | PERIODO 8 | PERIODO 9 | PERIODO 10 | PERIODO 11 |
| Equipos de red | | 200.771,00 | 3 | 16730,9 | 16730,9 | 16730,9 | 16730,9 | 16730,9 | 16730,9 | 16730,9 | 16730,9 | 33461,8 | 33461,8 | 0,0 |
| CPEs | PERIODO 1 | 15785,0 | 3 | 1315,4 | 1315,4 | 1315,4 | 1315,4 | 1315,4 | 1315,4 | 1315,4 | 1315,4 | 2630,8 | 2630,8 | 0,0 |
| | PERIODO 2 | 4285,0 | 3 | | 357,1 | 357,1 | 357,1 | 357,1 | 357,1 | 357,1 | 357,1 | 714,2 | 714,2 | 357,1 |
| | PERIODO 3 | 5750,0 | 3 | | | 479,2 | 479,2 | 479,2 | 479,2 | 479,2 | 479,2 | 958,3 | 958,3 | 958,3 |
| | PERIODO 4 | 3345,0 | 3 | | | | 278,8 | 278,8 | 278,8 | 278,8 | 278,8 | 557,5 | 557,5 | 836,3 |
| | PERIODO 5 | 2405,0 | 3 | | | | | 200,4 | 200,4 | 200,4 | 200,4 | 400,8 | 400,8 | 801,7 |
| | PERIODO 6 | 1880,0 | 3 | | | | | | 156,7 | 156,7 | 156,7 | 313,3 | 313,3 | 626,7 |
| | PERIODO 7 | 2405,0 | 3 | | | | | | | 200,4 | 200,4 | 400,8 | 400,8 | 801,7 |
| | PERIODO 8 | 1465,0 | 3 | | | | | | | | 122,1 | 244,2 | 244,2 | 488,3 |
| | PERIODO 9 | 2405,0 | 3 | | | | | | | | | 400,8 | 400,8 | 801,7 |
| | PERIODO 10 | 1880,0 | 3 | | | | | | | | | | 313,3 | 626,7 |
| | PERIODO 11 | 2930,0 | 3 | | | | | | | | | | | 976,7 |
| MODEMS | PERIODO 1 | 5280,0 | 3 | 440,0 | 440,0 | 440,0 | 440,0 | 440,0 | 440,0 | 440,0 | 440,0 | 880,0 | 880,0 | 0,0 |
| | PERIODO 2 | 2960,0 | 3 | | 246,7 | 246,7 | 246,7 | 246,7 | 246,7 | 246,7 | 246,7 | 493,3 | 493,3 | 246,7 |
| | PERIODO 3 | 3760,0 | 3 | | | 313,3 | 313,3 | 313,3 | 313,3 | 313,3 | 313,3 | 626,7 | 626,7 | 626,7 |
| | PERIODO 4 | 2400,0 | 3 | | | | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 400,0 | 400,0 | 600,0 |
| | PERIODO 5 | 1720,0 | 3 | | | | | 143,3 | 143,3 | 143,3 | 143,3 | 286,7 | 286,7 | 573,3 |
| | PERIODO 6 | 1360,0 | 3 | | | | | | 113,3 | 113,3 | 113,3 | 226,7 | 226,7 | 453,3 |
| | PERIODO 7 | 1120,0 | 3 | | | | | | | 93,3 | 93,3 | 186,7 | 186,7 | 373,3 |
| | PERIODO 8 | 960,0 | 3 | | | | | | | | 80,0 | 160,0 | 160,0 | 320,0 |
| | PERIODO 9 | 1640,0 | 3 | | | | | | | | | 273,3 | 273,3 | 546,7 |
| | PERIODO 10 | 1280,0 | 3 | | | | | | | | | | 213,3 | 426,7 |
| | PERIODO 11 | 2080,0 | 3 | | | | | | | | | | | 693,3 |
| | | | TOTAL DEPRECIACION | 18486,3 | 19090,1 | 19882,6 | 20361,3 | 20705,1 | 20975,1 | 21268,8 | 21470,9 | 43616,0 | 44142,7 | 12135,0 |
| ACTIVO | COSTO INICIAL | AÑOS DE DEPRECIACION | PERIODO 1 | PERIODO 2 | PERIODO 3 | PERIODO 4 | PERIODO 5 | PERIODO 6 | PERIODO 7 | PERIODO 8 | PERIODO 9 | PERIODO 10 | PERIODO 11 | |
| SOFTWARE | 15.500,00 | 3 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 2583,3 | 2583,3 | 0,0 | |
| | | TOTAL AMORTIZACION | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 1291,7 | 2583,3 | 2583,3 | 0,0 | |

Las tablas 5.18 y 5.19 muestran un ejemplo del cálculo de los valores para la tabla 5.20, los ejemplos fueron realizados para el primer período del proyecto. Para el cálculo de cantidades se considera que existirá una captación del mercado del 80% sobre el total de cuentas proyectadas obtenidas de la tabla 3.5.

En la tabla 5.18 se estima que del total de clientes corporativos el 25% adquirirán el servicio de *Web-hosting* y un 50% readquirirán el servicio *e-mail*.

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | TIPO DE ACCESO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO MENSUAL | COSTO TOTAL | INGRESOS POR SERVICIOS |
|------|---------|-----------------|-----------------------|----------|------------------------|-------------|------------------------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 123 | 45,00 | 5535,00 | 124.622,61 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 5 | 90,00 | 450,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 51 | 70,00 | 3570,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 11 | 150,00 | 1650,00 | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 3 | 100,00 | 300,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 72 | 130,00 | 9360,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 3 | 290,00 | 870,00 | |
| | | | 128 INALÁMBRICO | 14 | 70,00 | 980,00 | |
| | | | 256 INALÁMBRICO | 12 | 140,00 | 1680,00 | |
| | | | 512 INALÁMBRICO | 8 | 280,00 | 2240,00 | |
| | | | DIAL-UP | 1 | 12915,87 | 12915,87 | |
| | | | Web Hosting | 44 | 25,00 | 1100,00 | |
| | | | Planes Email | 89 | 10,00 | 890,00 | |

Tabla 5.18 Ejemplo de cálculo de los costos por cobrar por los servicios ofrecidos para el primer período del proyecto

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | TIPO DE ACCESO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO MENSUAL | COSTO TOTAL | COSTO PERÍODO |
|------|---------|-----------------|-----------------------|----------|------------------------|-------------|---------------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 128 COMPARTICIÓN 16-1 | 61 | 100,00 | 6100,00 | 20.700,00 |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 4-1 | 3 | 150,00 | 450,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 16-1 | 25 | 100,00 | 2500,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 4-1 | 5 | 150,00 | 750,00 | |
| | | | 512 COMPARTICIÓN 16-1 | 1 | 100,00 | 100,00 | |
| | | | 128 COMPARTICIÓN 1-1 | 36 | 200,00 | 7200,00 | |
| | | | 256 COMPARTICIÓN 1-1 | 1 | 200,00 | 200,00 | |
| | | | 128 WIRELESS | 7 | 200,00 | 1400,00 | |
| | | | 256 WIRELESS | 6 | 200,00 | 1200,00 | |
| | | | 512 WIRELESS | 4 | 200,00 | 800,00 | |

Tabla 5.19 Ejemplo de cálculo de los costos por cobrar por instalaciones para el primer período del proyecto

| AÑO | PERÍODO | TIPO DE PERÍODO | INGRESOS POR SERVICIOS | INGRESOS POR INSTALACIÓN |
|--------------------|----------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 2008 | PRIMERO | TRIMESTRAL | 124.622,61 | 20.700,00 |
| | SEGUNDO | TRIMESTRAL | 146.897,61 | 11.500,00 |
| | TERCERO | TRIMESTRAL | 175.967,61 | 14.700,00 |
| 2009 | CUARTO | TRIMESTRAL | 195.872,61 | 9.450,00 |
| | QUINTO | TRIMESTRAL | 209.312,61 | 6.650,00 |
| | SEXTO | TRIMESTRAL | 221.342,61 | 5.400,00 |
| | SÉPTIMO | TRIMESTRAL | 230.342,61 | 4.300,00 |
| 2010 | OCTAVO | TRIMESTRAL | 237.947,61 | 3.750,00 |
| 2010 | NOVENO | SEMESTRAL | 503.195,22 | 6.350,00 |
| 2010 y 2011 | DÉCIMO | SEMESTRAL | 522.515,22 | 5.000,00 |
| 2011 y 2012 | DÉCIMO PRIMERO | ANUAL | 1.111.570,44 | 8.050,00 |

Tabla 5.20 Proyección de ingresos por los servicios ofrecidos e instalaciones para todo el proyecto

5.4 FLUJO DE FONDOS

5.4.1 INTRODUCCIÓN

El principio fundamental de la Evaluación de Proyectos consiste en medir el valor de la comparación de los beneficios y costos proyectados, en el horizonte de planeamiento (tiempo de planeación). Por consiguiente, evaluar un proyecto de Inversión es medir su valor económico, financiero o social a través de ciertas técnicas e indicadores de evaluación; estos indicadores determinarán la viabilidad de la inversión, previa a la toma de decisiones respecto a la ejecución o no del proyecto.

El flujo de fondos de un proyecto es la información que se utiliza para realizar el análisis de rentabilidad y por lo tanto constituye el aspecto crítico de la evaluación de un proyecto.

Usualmente se lo calcula en base a datos anuales, aunque esto varía dependiendo del proyecto; se lo hace diferenciando los ingresos y egresos ubicándolos de la manera más precisa dentro de los períodos proyectados. Para el presente proyecto los períodos de evaluación serán trimestrales.

El flujo de fondos constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, debido a que sus resultados permitirán evaluar la realización del proyecto.

La información básica para la construcción del flujo de fondos proviene de los estudios de mercado, técnico, organizacional, así como también de los cálculos de los beneficios.

5.4.2 CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO

En la tabla 5.21 se muestra el detalle del Flujo de Fondos para todos los períodos que contempla el proyecto. Se destaca que los períodos semestrales y anual se desglosan en subperíodos trimestrales para facilitar el cálculo de los indicadores VAN, TIR, relación costo/beneficio y PIR.

En el flujo de fondos se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Ingreso de operación. Es la suma de los costos por cobrar o ingresos por los servicios ofrecidos e instalaciones, los valores son obtenidos de la tabla 5.20.
- Costo de operación. Es la suma de los costos por pagar, los costos tomados en cuenta son: modems para enlace de última milla ADSL, CPEs inalámbricos, pagos del personal, fondo para imprevistos,

capacitaciones, mantenimiento de cuentas bancarias⁶⁸, salida de Internet, inscripción de enlaces de última milla, pagos mensuales por enlaces de última milla y pagos anuales por uso del espectro de frecuencias.

- Depreciación y Amortización. Se considera los valores calculados en la tabla 5.17.
- Utilidad Bruta. Corresponde al ingreso de operación restado el costo de operación, depreciación y amortización.
- Participación a trabajadores. Se calcula el 15% de la utilidad bruta si ésta no es menor a cero.
- Utilidad antes de impuestos. Es la utilidad bruta restada de la participación a trabajadores.
- Impuesto a la circulación de capitales (ICC). Este impuesto está fijado por el SRI (Servicios de Rentas Internas) en 1%, el cálculo es solo si la utilidad antes de impuestos es mayor a cero.
- Utilidad antes del impuesto a la renta. Es la utilidad antes de impuestos restado el ICC.
- Impuesto a la renta. Es el 25% de la utilidad antes del impuesto a la renta.
- Utilidad Neta. Es la utilidad antes del impuesto a la renta restado el impuesto a la renta.
- Costo de la inversión. En el costo de la inversión se considera la suma del costo de equipos activos de red (*switches, routers, firewall*, equipos inalámbricos) y costos de software. La inversión se realiza en el período 0.

5.5 INDICADORES DE RENTABILIDAD

Se analizarán los indicadores más importantes que permiten medir la rentabilidad de un proyecto.

⁶⁸ Capacitaciones. Se estima una asignación de 100 USD mensuales para capacitación, también puede considerarse el uso del fondo de imprevistos cuando éstos no han sido utilizados.

Mantenimiento de cuentas bancarias. Se estima una asignación de 50 USD.

Tabla 5.21 Flujo de Fondos proyectado para el tiempo de duración del proyecto

| FLUJO DE FONDOS NETO PURO | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SIGNO | DESCRIPCIÓN | Periodo 0 | Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Periodo 5 |
| + | Ingreso de operación | 0,00 | 145322,61 | 158397,61 | 190667,61 | 205322,61 | 215962,61 |
| - | Costo de operación | 34892,60 | 130008,00 | 135573,00 | 145158,00 | 154121,20 | 151778,00 |
| - | Depreciación | 0,00 | 18486,33 | 19090,08 | 19882,58 | 20361,33 | 20705,08 |
| - | Amortizacion de activos diferidos | 0,00 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 |
| | Utilidad antes de participación e impuestos (Utilidad Bruta) | -34892,60 | -4463,39 | 2442,86 | 24335,36 | 29548,41 | 42187,86 |
| - | Participacion a trabajadores(15% de Utilidad) | 0 | 0,00 | 366,43 | 3650,30 | 4432,26 | 6328,18 |
| | Utilidad antes de impuestos | -34892,60 | -4463,39 | 2076,43 | 20685,06 | 25116,15 | 35859,68 |
| - | Impuesto a la circulación de capitales(1% de los ingresos totales) | 0,00 | 0,00 | 20,76 | 206,85 | 251,16 | 358,60 |
| | Utilidad antes del impuesto a la renta | -34892,60 | -4463,39 | 2055,67 | 20478,21 | 24864,99 | 35501,08 |
| - | Impuesto a la renta (25%) | 0,00 | 0,00 | 513,92 | 5119,55 | 6216,25 | 8875,27 |
| | Utilidad Neta (Utilidad Bruta pagado los impuestos) | -34892,60 | -4463,39 | 1541,75 | 15358,65 | 18648,74 | 26625,81 |
| + | Depreciación | 0,00 | 18486,33 | 19090,08 | 19882,58 | 20361,33 | 20705,08 |
| + | Amortizacion de activos diferidos | 0,00 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 |
| - | Costo de Inversion | 239218,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FFP | | -274110,70 | 15314,61 | 21923,50 | 36532,90 | 40301,74 | 48622,56 |

| Periodo 6 | Periodo 7 | Periodo 8 | Periodo 9.1 | Periodo 9.2 | Periodo 10.1 | Periodo 10.2 | Periodo 11.1 | Periodo 11.2 | Periodo 11.3 | Periodo 11.4 |
|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 226742,61 | 234642,61 | 241697,61 | 254772,61 | 254772,61 | 263757,61 | 263757,61 | 279905,11 | 279905,11 | 279905,11 | 279905,11 |
| 152763,00 | 156638,00 | 166655,60 | 142411,50 | 142411,50 | 147836,50 | 154441,30 | 139903,25 | 139903,25 | 139903,25 | 146968,85 |
| 20975,08 | 21268,83 | 21470,92 | 21808,00 | 21808,00 | 22071,33 | 28676,13 | 3033,75 | 3033,75 | 3033,75 | 10099,35 |
| 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 51712,86 | 55444,11 | 52279,43 | 89261,44 | 89261,44 | 92558,11 | 79348,51 | 136968,11 | 136968,11 | 136968,11 | 122836,91 |
| 7756,93 | 8316,62 | 7841,91 | 13389,22 | 13389,22 | 13883,72 | 11902,28 | 20545,22 | 20545,22 | 20545,22 | 18425,54 |
| 43955,93 | 47127,49 | 44437,51 | 75872,23 | 75872,23 | 78674,39 | 67446,23 | 116422,89 | 116422,89 | 116422,89 | 104411,37 |
| 439,56 | 471,27 | 444,38 | 758,72 | 758,72 | 786,74 | 674,46 | 1164,23 | 1164,23 | 1164,23 | 1044,11 |
| 43516,37 | 46656,22 | 43993,14 | 75113,50 | 75113,50 | 77887,65 | 66771,77 | 115258,66 | 115258,66 | 115258,66 | 103367,26 |
| 10879,09 | 11664,05 | 10998,28 | 18778,38 | 18778,38 | 19471,91 | 16692,94 | 28814,67 | 28814,67 | 28814,67 | 25841,81 |
| 32637,28 | 34992,16 | 32994,85 | 56335,13 | 56335,13 | 58415,74 | 50078,83 | 86444,00 | 86444,00 | 86444,00 | 77525,44 |
| 20975,08 | 21268,83 | 21470,92 | 21808,00 | 21808,00 | 22071,33 | 28676,13 | 3033,75 | 3033,75 | 3033,75 | 10099,35 |
| 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 1291,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3476,00 | 5511,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 54904,03 | 57552,66 | 55757,44 | 75958,80 | 73923,80 | 81778,74 | 80046,63 | 89477,75 | 89477,75 | 89477,75 | 87624,79 |

5.5.1 VAN (VALOR ACTUAL NETO)

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de fondos futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

Al ser un método que tiene en cuenta el valor en el tiempo del dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, deben ser actualizados a la fecha del inicio del proyecto. La tasa de interés será fijada por la persona que evalúa el proyecto de inversión conjuntamente con los inversores o dueño.

La tasa de interés puede ser:

- El interés del mercado. Consiste en tomar una tasa de interés a largo plazo, la cual se puede obtener del mercado.
- La tasa de rentabilidad de la empresa. Se considera que el tipo de interés a utilizar dependerá de la forma en que se financie la inversión. Si se financia con capital ajeno, la tasa de interés podría ser la que refleja el costo de capital ajeno.

Existe un factor fundamental para el cálculo de la tasa de interés, que es el capital de riesgo. Si existe riesgo, la tasa de interés debe ser “mayor” a la de un proyecto que no tenga riesgo.

Fórmula:

$$\text{VAN} = - A + [\text{FC1} / (1+i)^1] + [\text{FC2} / (1+i)^2] + \dots + [\text{FCn} / (1+i)^n]$$

Ecuación 5.2 Cálculo del VAN

Donde:

| | | |
|------------|---|---|
| <i>A</i> | : | <i>Ingreso Inicial</i> |
| <i>i</i> | : | <i>Tasa de interés</i> |
| <i>FC#</i> | : | <i>Flujo de Fondos Netos al período #</i> |
| <i>n</i> | : | <i>Número de Períodos</i> |

5.5.2 TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)

Es la tasa que iguala la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados (igualando al egreso inicial). También se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero.

Esta tasa es un criterio de rentabilidad y no de ingreso monetario neto como lo es el VAN. Ayuda a medir en términos relativos la rentabilidad de una inversión.

Es una tasa propia del proyecto, del flujo de fondos; esto significa que no lo fija el inversor, sino que está implícito en el flujo de fondos.

Fórmula:

$$A = FC1 / (1 + TIR)^1 + FC2 / (1 + TIR)^2 + \dots + FCn / (1 + TIR)^n$$

Ecuación 5.3 Cálculo del TIR

Donde:

| | | |
|------------|---|------------------------------|
| <i>A</i> | : | <i>Ingreso Inicial</i> |
| <i>FC#</i> | : | <i>Flujo de Fondos Netos</i> |
| <i>n</i> | : | <i>Número de Períodos</i> |

Para el cálculo del TIR se efectúan tanteos con diferentes tasas de descuento consecutivas hasta que el VAN sea cercano o igual a cero y obtengamos un VAN positivo y uno negativo.

5.5.3 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

La relación beneficio/costo, muestra la rentabilidad en términos relativos y la interpretación del resultado se expresa en centavos ganados por cada dólar invertido en el proyecto.

Esta relación se calcula al dividir la sumatoria de los valores del Valor Actual Neto y el valor de la inversión inicial.

$$B / C = \frac{\sum_{1}^N VAN_n}{Inversión _ Inicial}$$

Ecuación 5.4 Cálculo del B/C

Donde:

- B / C : Relación Beneficio / Costo
- VAN : Valor Actual Neto
- N : número de períodos del proyecto

Esta relación como regla de decisión para un proyecto, indica la cantidad de dólares que se está percibiendo o perdiendo por cada dólar de inversión, y por ende este valor tiene que ser mayor que uno para determinar que un proyecto es factible económicamente.

5.5.4 PIR (PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN)

Para calcular el período de recuperación de la inversión se debe ir acumulando los “flujo neto de efectivo” hasta cubrir el monto de la inversión.

5.5.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO

5.5.5.1 *Proyectos Aceptados*

Los proyectos de inversión son aceptados para el financiamiento de crédito cuando los indicadores de evaluación arrojan los siguientes resultados:

- VAN > 0
- TIR > Tasa de descuento

El primer indicador, significa que los beneficios proyectados son superiores a sus costos; mientras que el segundo, significa que la tasa interna de rendimiento es superior a la tasa bancaria o tasa corriente. Por último el tercero ilustra que los beneficios generados por los proyectos son mayores a los costos incurridos de implementación.

5.5.5.2 *Proyectos Postergados*

Los proyectos de inversión son postergados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

- VAN = 0
- TIR = Tasa de descuento

En este caso, los beneficios y costos de los proyectos están en equilibrio, por tanto, se recomienda corregir algunas variables como mercado, tecnología, financiamiento e inversión.

5.5.5.3 *Proyectos Rechazados*

Los proyectos de inversión son rechazados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

- VAN < 0
- TIR < Tasa de descuento

En este caso, significa que los beneficios de los proyectos son inferiores a sus costos y la tasa interna de rendimiento es inferior a la tasa bancaria, siendo rechazado definitivamente el proyecto.

Cabe destacar que el estudio de elaboración y la evaluación de proyectos de inversión pública y privada se inician con la identificación de la idea o perfil del proyecto, continua con la formulación y evaluación del estudio de pre-factibilidad y finaliza con la preparación y evaluación de estudio de factibilidad.

Indudablemente, para disponer de cada uno de los niveles de estudio se requiere el manejo de técnicas y criterios de evaluación de proyectos, los cuales sugieren el cumplimiento cabal de las normas y pautas metodológicas de evaluación diseñados por la oficina de planificación; por lo tanto, los responsables de la evaluación de proyectos deben ser técnicos especializados para dicha labor, con la finalidad de determinar las alternativas de inversión para la ejecución o no del proyecto.

Adicionalmente los indicadores B/C y PIR complementan al resto de indicadores en la evaluación de la rentabilidad del proyecto.

5.5.6 CÁLCULOS DEL VAN, TIR, B/C Y PIR

Aplicando las ecuaciones anteriormente indicadas y con el flujo de fondos calculado que se muestra en la figura 5.8, se procede a obtener los indicadores de rentabilidad para el proyecto que se indican en la tabla 5.22.

| | |
|--|---------------|
| VAN (Valor Actual Neto; $i=14\%$ anual) | 30674.78 |
| TIR (Tasa Interna de Retorno) | 15.57% |
| B/C (Relación Beneficio/Costo) | 0.12 |
| PIR (Período de Recuperación de la Inversión) | 6.98 Períodos |

Tabla 5.22 Indicadores de rentabilidad del proyecto

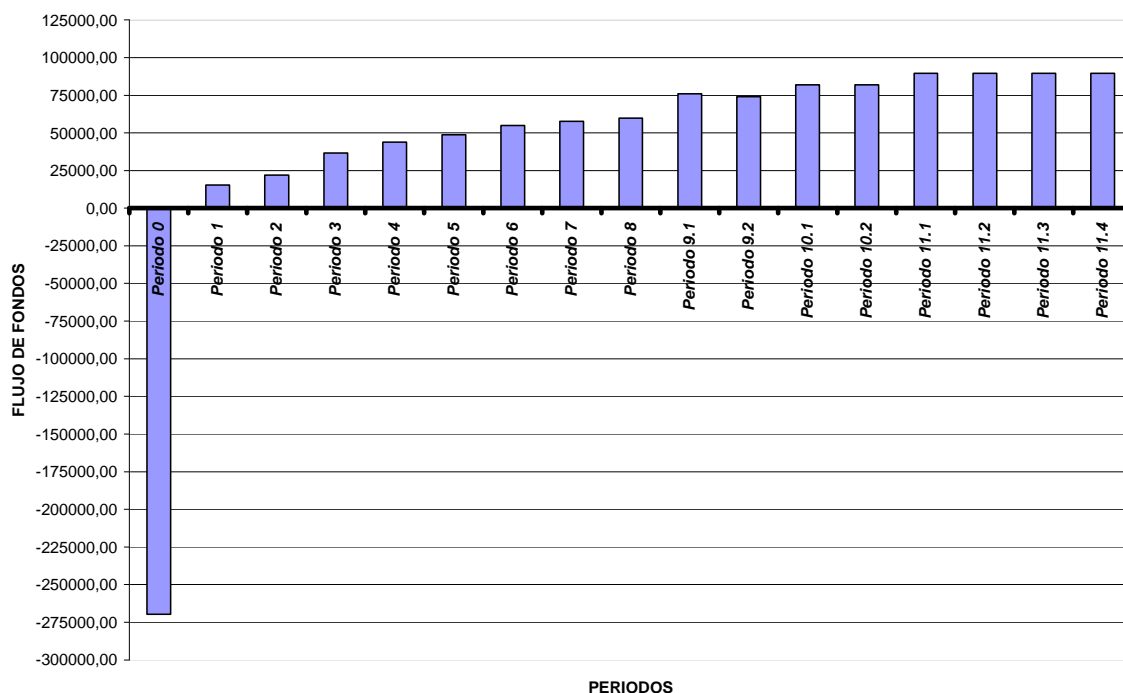


Figura 5.8 Diagrama del Flujo de Fondos Neto Puro

Al analizar los resultados, se puede observar claramente la rentabilidad del proyecto; debido a que el VAN es mucho mayor que cero y el TIR es considerablemente mayor que la tasa de interés utilizada.

En el proyecto la relación B/C se calcula a partir de la sumatoria del VAN dividido para la inversión realizada. La relación B/C calculada indica que por cada dólar invertido en el proyecto se percibe una ganancia de \$ 0.16.

Para el cálculo del PIR se acumuló el flujo neto de efectivo de los seis primeros períodos y parte del séptimo para cubrir el total de inversión realizada en el período 0. Exactamente el PIR es de 6.84 períodos⁶⁹, lo que quiere decir que la recuperación es en aproximadamente 21 meses.

⁶⁹ Cada período es trimestral en el flujo de fondos.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO V

- [1] <http://www.neoplatform.es/migration-plan.html> Plan de Migración
- [2] Reglamento de Derechos de Concesión y tarifas por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (Resolución No. 769-31-CONATEL-2003) y su Anexo 5.
http://www.conatel.gov.ec/website/baselegal/leyes.php?nomb_grupo=leyes&cod_nivel=n1&cod_cont=26

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Red Actual. El propósito del análisis de la situación actual de una red es establecer los nuevos requerimientos de los usuarios, que constituye el referente para el inicio del diseño, redimensionamiento y crecimiento de ésta; de ahí la importancia de un estudio profundo de la situación actual y de las perspectivas que se tienen para cualquier infraestructura tecnológica como es el caso de la red de un ISP.
- Mercado Internet. Como se verificó gracias al análisis de estadísticas de la Superintendencia de Telecomunicaciones y del ISP Onnet UIO, el mercado de Internet de Banda Ancha es prometedor y es un atractivo negocio para ofrecer un servicio de calidad con amplia cobertura y precio razonable. Ésta es una de las principales justificaciones de la realización del proyecto.

Dentro de este punto cabe recalcar la utilización de proyecciones matemáticas para calcular la demanda de servicio en los años de duración del proyecto, éstas no han sido las típicas y simplistas proyecciones lineales las cuales calculan la demanda de un servicio como una línea recta. El modelo propuesto utiliza datos reales proporcionados por la SUPTEL y por el ISP, con los que se ajustan curvas de demanda del servicio, consiguiendo una proyección más realista del comportamiento del mercado.

- Velocidad y tipos de conexión. Un parámetro clave en la utilidad de un ISP es la variedad de tipos de conexión y velocidades ofrecidas. Es importante definir la capacidad del enlace requerida por las empresas o usuarios que actuarán como clientes del ISP y sus proyecciones de crecimiento en el tiempo. Es debido a este motivo que el criterio de usar

varias tecnologías de acceso (Última Milla) permite la diversificación y la multiplicación de opciones para el cliente, el cual será atendido en cualquiera de sus requerimientos y permitirá al ISP ser más competitivo dentro del mercado.

En el desarrollo de este proyecto se enfocó en el uso de las tecnologías de acceso ADSL e Inalámbrica, debido a que son tecnologías consolidadas dentro de nuestro mercado y que proporcionan un rápido despliegue y mayor cobertura que otros tipos de tecnología en el país.

- Dimensionamiento. Para brindar una buena calidad de servicio es necesario evaluar la capacidad de transporte y procesamiento de ancho de banda que posee el ISP. Para tener una idea global acerca de este aspecto es necesario conocer el tráfico que está cursado por la red del ISP en horas pico y compararlo con la capacidad potencial de transporte. Un criterio típicamente usado en redes Internet es mantener durante el horario pico una capacidad ociosa promedio cercana al 30% de la capacidad total de la red con el objeto de manejar adecuadamente ráfagas de tráfico. Si el tráfico comienza a aumentar y la capacidad ociosa promedio disminuye, la probabilidad de congestión al interior de la red crece.

Además es necesario tener presente que no siempre una mayor velocidad nominal significará un mejor servicio, ya que esto último dependerá del estado de la red global del ISP, en los que se incluyen las redes de acceso, la red de servicios, el banco de servidores y el acceso a Internet.

- Redundancia. Un enlace a Internet es una conexión compleja que involucra simultáneamente un gran número de recursos de red. La falla de cualquiera de estos recursos provoca la caída de la conexión global. Por lo tanto, el desempeño a largo plazo del servicio Internet ofrecido por un ISP depende en gran medida del nivel de redundancia de su red. Esta redundancia debe ser analizada centrandó la atención en aspectos

tales como: enlaces de comunicación, equipos de *switching*, equipos de *routing*, servidores e interconexiones con otros ISPs.

- Diversidad. Este aspecto suele confundirse con redundancia, sin embargo, son conceptos distintos. Diversidad tiene que ver con ubicación física de recursos de red diversificada (en diferentes puntos físicos). De esta forma, un enlace de red puede ser redundante pero no tener diversidad. En base a este criterio la descentralización de los recursos de red es importante para prevenir caídas del servicio por concentración de recursos de ahí la importancia de disponer de varios POPs (Puntos de Presencia).
- Conectividad nacional. Si bien se dice que el 60% de los servidores de Internet residen en Estados Unidos, es necesario crear contenido local, lo cual podría evitar el excesivo uso del canal internacional y de esta manera abaratar costos de operaciones existentes. En general, para que el acceso a contenidos y usuarios residentes en el país sea expedito, se requiere de enlaces de conexión que permitan transportar la información haciendo uso de recursos de red nacionales, la creación de granjas de servidores capaces de soportar tal demanda y por supuesto la promoción de creación y uso de contenidos locales. Estas condiciones son incipientes aun en Ecuador aunque se prevé un fuerte aumento en los próximos años debido a las reformas legales que se encuentran en desarrollo.
- Planeación de Capacidad. En el presente proyecto se realizó un breve estudio del proceso "*Capacity Planning*" (Planeación de Capacidad). Este proceso ayudó a realizar el dimensionamiento en hardware de los servidores que poseerá el ISP. Se resalta que este método se basa en estimaciones resultantes del análisis de ejemplos expuestos en Internet, datos analizados de los posibles clientes del ISP, características del hardware disponible en el mercado, análisis del perfil típico de un usuario de Internet, así como del ingenio en la consideración de ciertos aspectos, entre otros.

Sin duda alguna la planeación de capacidad ofrece un panorama inicial de dimensionamiento, constituyéndose en el primer paso, pero también debe ser el siguiente y el final; es decir, el éxito de este método se basa en el monitoreo continuo y respeto a los umbrales fijados para el buen funcionamiento del hardware que ofrece el servicio. El monitoreo periódico permitirá planificar con tiempo suficiente los nuevos cambios y migraciones, así como determinar con mayor precisión el perfil del usuario de Internet, que al inicio fue en base a estimaciones.

- Conectividad internacional. Éste es uno de los aspectos que encarece el servicio de Internet y es una de las causas principales de los bajos índices de penetración en el mercado ecuatoriano. Es imperioso multiplicar y diversificar los enlaces que posee nuestra nación hacia el *backbone* de Internet. Iniciativas como la instalación de nuevos enlaces de fibra óptica desde nuestro territorio al cable Panamericano permitirán reducir el costo de este servicio para los próximos años.
- Determinación de nuevos datos. Los rediseños de este proyecto se basan en las líneas de tendencia generadas a partir de datos cuyas fuentes son la SUPTEL y Onnet UIO. Es necesario manejar estadísticas de mercado en pleno funcionamiento del ISP, esto permitirá dimensionar los equipos con menos errores a lo largo del tiempo, analizándose nuevos requerimientos periódicamente, determinando el número y tipo de clientes que utilizan cierta tecnología de acceso.
- Calidad de servicio. Dentro de calidad de servicio se hace referencia más que a factores técnicos a factores institucionales. Un ISP que se acredite de ofrecer Calidad de Servicio debe contar con servicio continuo, 24 horas al día, siete días a la semana. Esto es imprescindible para asegurar un tiempo de respuesta a fallas adecuado para servicios sensibles; además es importante reforzar las políticas institucionales de calidad, seguridad, administración y atención al cliente.

- Conclusiones Financieras. Un proyecto se considera rentable cuando el TIR es mayor o igual a la tasa de descuento considerada, además que el VAN sea mayor a cero y que la Relación Costo Beneficio sea mayor a 1. Del análisis de los indicadores económicos de este proyecto se puede concluir que el mismo es sumamente rentable y puede tener una recuperación de inversión dentro de un plazo razonable. En este proyecto se asumió que la tasa interna de retorno es del 18% y dado que la tasa de interés es del 14%, se concluye que la tasa interna de retorno calculada es aceptable y hace rentable al proyecto. Otro factor importante es que la recuperación de la inversión es en 22 meses, se recupera la inversión antes de la mitad del tiempo de ejecución del proyecto.
- Panorama País. Como conclusión final de este trabajo se debe indicar que queda plenamente justificado todo el análisis desarrollado, tomando en cuenta la necesidad de brindar mejores y más avanzados servicios a la comunidad en general y dejando en claro que el valor del precio del Servicio de Internet depende de muchos factores. La masificación dependerá de los cambios legales en las leyes de telecomunicaciones, liberación de los enlaces de última milla, creación de más enlaces al *Backbone* principal de Internet, creación de contenido local haciendo factible la convergencia de servicios dentro del marco legal. Éstos son algunos de los principales temas a tratarse si se quiere reducir la brecha digital que nos separa de la llamada Sociedad de la Información del siglo XXI.

6.2 RECOMENDACIONES

- Por todo lo expuesto en el proyecto y por los valores alentadores de los indicadores de rentabilidad se recomienda la implementación del mismo por parte de la empresa Onnet UIO.
- Se recomienda para proyectos futuros realizar un análisis de mercadeo. La captación real de clientes no sólo depende de estadísticas y bases históricas sino de la estrategia de mercado que se maneja para obtener

clientes, actualmente existen interesantes formas de obtener clientes, las convencionales son a través de publicidad en televisión, radio o prensa escrita, carteles en lugares de venta, etc. y las novedosas redes de mercadeo.

- Se recomienda que en base a los datos de este proyecto se estudien otras posibilidades de tecnologías de acceso como Cable Módem, MPLS, Metro Ethernet, etc. que podrían ofrecer una plataforma multiservicio para el futuro.
- Se propone realizar un estudio de regulación de las tecnologías de acceso inalámbricas. Onnet UIO posee una red propia para ofrecer servicios de valor agregado, es necesario conocer las implicaciones legales del levantamiento de esta red.
- Se recomienda la realización de un proyecto de ampliación de cobertura para aumentar el número de estaciones base de la red de acceso inalámbrico del ISP Onnet UIO. De esta forma se fortalecerá la infraestructura del ISP para un futuro crecimiento del mismo.
- Tomando en cuenta las conclusiones post-diseño, se recomienda realizar un análisis de tarifas para el servicio de Internet Banda Ancha, que se adecúe a los futuros cambios, entre ellos se menciona la reducción de los costos por la creación de la nueva conexión hacia al cable Panamericano.