

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL**

**TEMA:**

**“Diseño de un sistema de Video bajo demanda (VoD), Voz sobre IP (VoIP) e Internet sobre la red de acceso inalámbrica de la empresa SAITEL S.A. de la ciudad de Ibarra ”**

***Francisco Xavier Gutiérrez Gutiérrez***

**Quito – 2015**

## **AUTORÍA**

Yo, Francisco Xavier Gutiérrez Gutiérrez, portador de la cédula de ciudadanía No.1711382026, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

Francisco Xavier Gutiérrez Gutiérrez

## Contenido

1. Introducción .....	4
2. Justificación .....	4
3. Antecedentes .....	4
4. Objetivos .....	5
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	6
6. Conclusiones y Recomendaciones .....	52
Bibliografía: .....	54
Anexos:.....	55

## **1. Introducción**

El fin principal del presente proyecto es aprovechar las características de la red inalámbrica con estándar IEEE 802.11n, para implementar nuevos servicios de telecomunicaciones como VoD y VoIP, este estándar que permite operar con un ancho de banda considerable, facilitando la convergencia tecnológica e integrando servicios de voz, datos y video.

Es importante señalar que, debido a que la red de acceso inalámbrica de la empresa SAITEL S.A., opera con equipos basados en el estándar 802.11n, se encuentra operando y por lo tanto se considera como una alternativa para brindar servicios de VoIP y VoD, puesto que representa un ahorro en costo de nuevos equipos y/o actualización de la red como podría ser el caso de redes físicas como las utilizadas para fibra óptica como GPON, EPON, etc.

Las características de la infraestructura de la red inalámbrica de la empresa SAITEL S.A., han sido analizadas en el presente caso de estudio, con el objetivo de proyectar el diseño hacia una red que brinde los servicios de voz, video y datos inicialmente en la ciudad de Ibarra y en una siguiente etapa del proyecto ampliar la cobertura de estos servicios a través de una red de nueva generación.

Además, el proyecto marcará un precedente para que varias empresas a nivel nacional de manera similar vean a esta propuesta como una solución de crecimiento y a mediano plazo de futura implementación.

## **2. Justificación**

El presente trabajo tiene como objetivo aprovechar la tecnología del estándar 802.11n, para impulsar la masificación del acceso de banda ancha a zonas rurales o marginales ya que son zonas difíciles de alcanzar por infraestructuras cableadas.

La implementación de nuevos servicios de telecomunicaciones a través de la red inalámbrica de la empresa Saitel S.A., surge como una alternativa de acceso a las tecnologías de la información, en sitios en los cuales no existen las facilidades que proporcionan las redes por cable.

Por lo expuesto, es evidente y necesario un proceso de cambio adoptando nuevas tecnologías en el sector de las telecomunicaciones, que es uno de los sectores más dinámicos, intensos y significativos, esto ocasionaría la aparición de una nueva generación de arquitecturas de red y nuevos portafolios de servicios que provean una integración de voz, datos y video.

Es importante señalar que, debido a que la red de acceso con tecnología 802.11n de la empresa SAITEL S.A., ya se encuentra implementada se considera como una alternativa para brindar otros servicios de valor agregado, puesto que representa un ahorro en costo de nuevos equipos y/o actualización de la red como podría ser el caso de redes físicas como las utilizadas para fibra óptica como GPON, EPON, etc.

### **3. Antecedentes**

Las características del estándar 802.11n, permiten suministrar servicios de banda ancha inalámbricos a distancias considerables.

El desarrollo del estándar 802.11n, ha permitido innovar las redes wifi, haciéndolas más rápidas y con rendimientos significativamente mayores que los estándares 802.11a y 802.11b.

En el país existen empresas que ya disponen de redes bajo el estándar 802.11n en bandas de frecuencia consideradas no licenciadas (libres), que les han permitido su expansión de red a bajo costo y con alto grado de confiabilidad y rapidez en zonas donde no es posible realizar instalaciones de redes físicas.

Empresas como Telconet S.A. y Puntonet S.A., han sabido explotar muy bien los enlaces radioeléctricos con la tecnología mencionada y así obtener mayor número de abonados principalmente para servicios de valor agregado (Acceso a Internet).

Con la experiencia de modelos exitosos de redes inalámbricas con el estándar 802.11n ya desplegados, es posible ya indicar que medianas empresas ubicadas en diferentes provincias ya piensen en actualizar su cartera de servicios y en especial en este caso de estudio establecer como ejemplo de la posibilidad real de brindar nuevos servicios.

Además en el Ecuador se han homologado marcas y modelos de dispositivos inalámbricos con el estándar 802.11n, que permiten una correcta interconexión entre los proveedores de servicios de internet con sus usuarios que dan como resultado servicios de gran calidad aprovechando también el bajo costo que

### **4. Objetivos**

#### ***Objetivo General:***

Diseñar un sistema de Video bajo demanda (VoD), Voz sobre IP (VoIP) e Internet sobre la red de acceso inalámbrica de la empresa SAITEL S.A. de la ciudad de Ibarra con la finalidad de brindar nuevos servicios de telecomunicaciones a sus usuarios.

#### ***Objetivos Específicos:***

1. Estudio de la implementación de los servicios (VoD) y (VoIP) sobre redes inalámbricas.
2. Analizar la situación actual de la Red Inalámbrica de la empresa SAITEL S.A.
3. Análisis Financiero para la implementación de la red de la empresa SAITEL S.A. que brinde servicios de VoD, VoIP e Internet para el usuario final.
4. Realización de un artículo referente al diseño de un sistema de Video bajo demanda (VoD), Voz sobre IP (VoIP) e Internet sobre la red de acceso inalámbrica.

## 5. Desarrollo Caso de Estudio

### 1. Estudio de la implementación de los servicios de Video bajo demanda (VoD) y Voz sobre IP (VoIP) sobre redes inalámbricas.

Los proveedores de voz, video y datos distribuyen a los usuarios sus servicios utilizando diferente infraestructura. Con la evolución de las tecnologías estas redes existentes deben adaptarse a los nuevos requerimientos basados en el mejoramiento de las prestaciones y costos, que permitan el uso de una sola infraestructura de red.

El usuario recibe los servicios de voz, datos y video a través de una conexión de banda ancha por medio de cualquier tecnología de acceso y usando cualquier medio de transmisión, con la tendencia hacia una convergencia de servicios.

#### 1.1 Estado del Arte de la implementación de servicios de Datos, Voz, Video y Audio sobre redes inalámbricas.

A nivel mundial años atrás los servicios de telefonía, internet y televisión pagada se brindaban al usuario final en forma separada con tecnologías diferentes, sin embargo la tecnología ha evolucionado y permite que los mismos servicios sean enviados a través de un mismo medio de transmisión y utilizando el mismo protocolo. El protocolo IP, ha facilitado la integración de los diferentes servicios y se habla ya de la convergencia de servicios y se puede pronosticar que las redes convergentes ampliarán su gama de servicios que incluyen la movilidad de los dispositivos como tablets o teléfonos móviles.

Las redes IP, nos permiten digitalizar la voz y enviar los datos con facilidad a través de diferentes medios de transmisión como enlaces inalámbricos, cable coaxial o fibra óptica y de esta forma alcanzar una mayor cobertura geográfica, ofrecer una mejor calidad de servicio y mantener un control de la transmisión.

En los presentes días es claro que ya se dispone del servicio de televisión de alta definición cuya transmisión y recepción de las imágenes es íntegramente digital y cuyos contenidos ya son interpretados dentro de una red convergente. De la misma forma utilizando el protocolo IP, ya existe la aplicación de televisión en redes IP desarrolladas con técnicas de multidifusión que pueden ser ya implementadas.

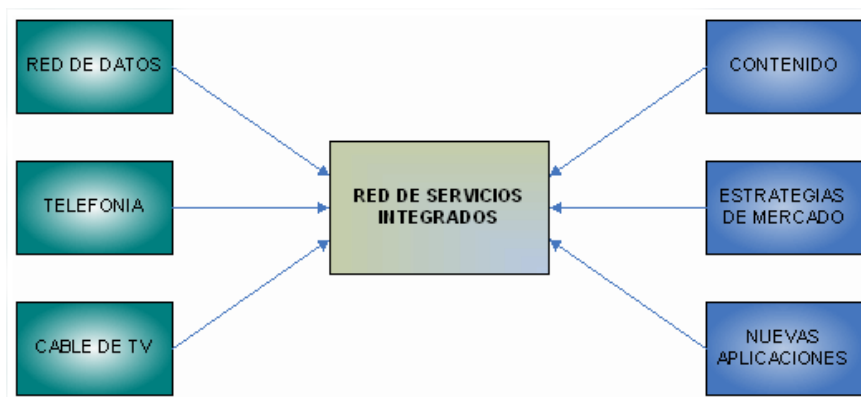


Figura 1. Tendencias de las comunicaciones. Servicios convergentes en el Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2014/1/CD-1301.pdf>

La tendencia de los proveedores de acceso a internet, se encuentran obligados a ofrecer servicios de valor agregado confiables y beneficiosos económicamente al usuario final y como consecuencia estas empresas incrementarán su cartera de clientes, aumentarán su penetración el mercado y su rentabilidad, de acuerdo con lo descrito en la figura 1, las redes de servicios integrados son la tendencia de las empresas de telecomunicaciones para promocionar nuevos servicios a sus usuarios.

En cuanto a redes inalámbricas se busca la interoperabilidad de los diferentes estándares, en particular el sistema de transmisión inalámbrica 802.11n nos ofrece transmitir a velocidades de hasta 600 Mbps en capa física y compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de WIFI. <sup>1</sup>

El estándar 802.11n incluye mejoras en el uso del entorno radio con el fin de mejorar el caudal neto de la WLAN. Los cambios más importantes son: el incremento del ancho del canal, el aumento en la velocidad de la modulación y la reducción de las cabeceras.

A continuación se detallan estas mejoras<sup>2</sup>.

**Incremento del canal de transmisión:** A diferencia del estándar 802.11b que usa un canal con un ancho de banda de 22MHz, y los estándares 802.11a/g de 20MHz, el 802.11n usa canales con un ancho de banda de 20MHz y 40MHz. Un canal de 40MHz está formado por dos canales de 20MHz adyacentes. La idea de este solapamiento es aprovechar el ancho de banda de las cabeceras de inicio del canal y las cabeceras de la cola del canal para enviar datos. Al unir dos canales adyacentes la cola del primer canal (que se usa para reducir la interferencia entre canales adyacentes) y la cabecera del segundo canal ya no tienen ninguna utilidad y el ancho de banda que ocupan pasa a ser usado para la transmisión de datos. Al sumarlos se obtiene un canal de 40MHz., tal como lo muestra la figura 2:

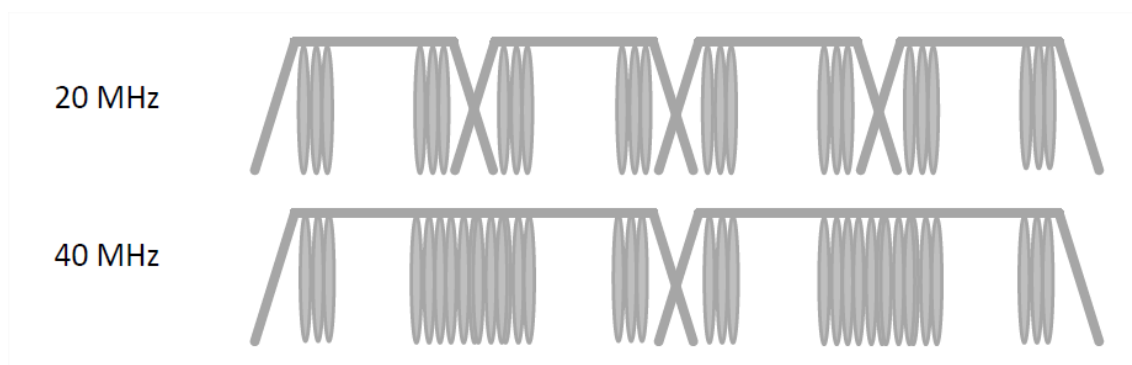


Figura 2.- Canales de 20MHz y 40MHz de ancho de banda Fuente: (Fachini 2010)

**Alta tasa de modulación:** El estándar 802.11n usa la modulación OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing) al igual que 802.11a/g de 4 símbolos por microsegundo. OFDM divide un canal de transmisión en varios subcanales, cada subcanal tiene su propia subportadora y cada subportadora puede transportar información independientemente de las otras portadoras. El aumento del ancho de banda

<sup>1</sup> Diseño de la red inalámbrica para dotar de servicio a las garitas de la Central Hidroeléctrica Paute – Mazar Recuperado de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/314/1/08509.pdf>

<sup>2</sup> Evaluación de tecnología 802.11n en redes de larga distancia Recuperado de: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6331/1/TESES%20DE%20CUESTA%20PALACIOS%20VA%20NESSA%20Y%20ROMERO%20LEON%20CARLOS.pdf>

de los canales de 802.11n a 40MHz proporciona más portadoras y esto se traduce en un aumento de la velocidad de transmisión que puede alcanzar hasta los 600Mbps.

**Reducción de cabeceras (intervalo de guarda):** El intervalo de guarda es un periodo de tiempo usado para minimizar la interferencia entre símbolos. Este tipo de interferencia se debe a las señales con multitrayectoria, cuando el nuevo símbolo llega antes de que haya finalizado la recepción del símbolo que le precede. El 802.11a/g tienen un intervalo de guarda de 800 nanosegundos, lo cual permite una diferencia de trayectorias de 245 metros. El 802.11n en su modo por defecto, también usa un intervalo de guarda de 800 nanosegundos, pero también puede utilizar un intervalo de guarda de 400 nanosegundos, esto se traduce en una reducción del tiempo de transmisión de un símbolo que pasa de ser de 4 a 3.6 microsegundos, lo que produce un aumento de la tasa de transferencia.

El estándar IEEE 802.11, tiene un campo de cabecera fijo que le asocia el preámbulo radio y el campo de MAC, esto reduce el caudal efectivo, en la figura 3 se describe dicha cabecera

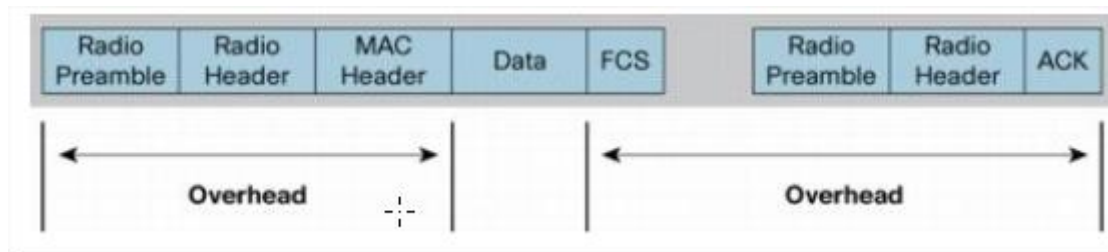


Figura 3.- Cabecera de la trama 802.11. Recuperada de [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc\\_mohammed\\_el\\_yaagoubi\\_2012.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el_yaagoubi_2012.pdf?sequence=1)

Para reducir esta cabecera, 802.11n introduce lo que se llama Frame Aggregation. Consiste en el envío de dos o más fragmentos en una sola transmisión como se muestra en la figura 4:



Figura 4.- Cabecera de la trama 802.11n - Frame aggregation. Recuperada de [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc\\_mohammed\\_el\\_yaagoubi\\_2012.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el_yaagoubi_2012.pdf?sequence=1)

### Ventajas y desventajas del sistema IEEE 802.11n<sup>3</sup>

- Velocidades de transmisión de datos en el medio físico radio de hasta 600Mbps, mientras que las anteriores tecnologías 802.11a/g llegaban como máximo a 54Mbps. Esto supone un incremento de hasta 5 veces más.
- Velocidades de transmisión neta de datos de usuario (eliminado preámbulos, cabeceras, acuses de recibo y toda la sobrecarga para las opciones de administración del protocolo) de más de 600 Mbps, mientras que con las tecnologías herederas 802.11a/g se llegaba como mucho a unos 25Mbps de

<sup>3</sup> Estado del arte 802.11. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11592/fichero/Memoria%252FANEXO+B.pdf>

transmisión de datos de usuario. Esto supone de nuevo un incremento de cuatro o cinco veces más.

- Sistemas de antenas MIMO<sup>4</sup> que permite la existencia de varias cadenas de radiofrecuencia transmitiendo flujos de datos a la vez aprovechando fenómenos físicos como la propagación multicamino para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error. Además los sistemas MIMO reducen las zonas muertas de cobertura gracias a la diversidad de antenas.
- Coexistencia con las tecnologías heredadas 802.11a/b/g con la posibilidad de emplear técnicas administrativas que otorguen un tiempo exclusivo en cada periodo de funcionamiento a las estaciones de nueva generación 802.11n.
- Utilización más eficiente del espectro radioeléctrico, antes con 802.11g teníamos esta relación  $54\text{Mbps}/20\text{MHz} = 2.7\text{bps/Hz}$ , ahora podemos alcanzar  $144\text{Mbps}/20\text{MHz} = 7.2\text{bps/Hz}$ .
- Todos los dispositivos de la nueva tecnología 802.11n soportan WMM (Wi-Fi Multimedia, también conocido por la especificación 802.11e) permitiendo el soporte de importantes aplicaciones que requieren especificaciones de QoS como pueden ser la VoIP o el video en tiempo real. Los dispositivos de las tecnologías heredadas no suelen soportar este servicio, y por supuesto no están en las mismas condiciones de velocidad para que sean tan óptimas como con las 802.11n.
- Compromiso por parte de los fabricantes de actualizar por software sus equipos una vez que salga el estándar 802.11n definitivo, ya que actualmente este se encuentra en fase de borrador, en su versión 2.0. La aprobación del borrador 2.0 garantiza que ya no se requerirán más cambios en hardware para la aprobación del estándar final
- Para resumir los beneficios de la tecnología 802.11n, es más sencillo decir que hay dos grandes áreas de mejora con respecto a dispositivos anteriores 802.11. La primera área de mejora está en el uso de tecnología MIMO para lograr mejor SNR<sup>5</sup> en el enlace de radio. La segunda área de mejora es en la gran eficacia tanto en las transmisiones de radio como también de la capa MAC. Estas mejoras se traducen en beneficios en tres áreas: la fiabilidad, cobertura y rendimiento.
- Mayor SNR en los radio enlaces se traduce directamente a la comunicación más fiable a altas velocidades de transmisión de datos. Asegurar una SNR lo más alta posible significa comunicar claramente con la mínima degradación posible la transmisión, por lo tanto se necesita un mayor nivel de ruido (interferencia) para dañar dicha transmisión, en otras palabras los enlaces son más robustos y el sistema de transmisión permite una mayor densidad de clientes.
- El uso de múltiples flujos espaciales proporcionados por la tecnología MIMO significa que habrá menos puntos muertos en un área de cobertura. Zonas que

---

<sup>4</sup> MIMO: multiple-input multiple-output se refiere a la utilización de múltiples antenas tanto en el transmisor y el receptor para mejorar el rendimiento de los sistemas de comunicación por radio. La tecnología MIMO aumenta el alcance y la penetración de la señal inalámbrica y elimina las zonas muertas. Recuperado de <http://www.tp-link.com/mx/article/?faqid=229>.

<sup>5</sup> SNR: La relación señal-ruido (SNR) proporciona una comparación de la cantidad de señal con la cantidad de ruido de fondo de una señal en particular, de tal manera que una SNR mayor, indica un ruido de fondo menos perceptible. La SNR es utilizada extensamente en ingeniería eléctrica, donde la señal que está siendo analizada es electromagnética, pero también tiene aplicaciones en acústica, donde la señal es el sonido. El decibel es definido de tal manera que la SNR puede ser aplicada a cualquier señal, independientemente de la fuente. Recuperado de <http://www.ehowenespanol.com>.

antes sufrían de interferencia destructiva multitrayecto ahora hacen uso de ese mismo efecto multitrayecto para proporcionar una comunicación.

- La mejora de la eficiencia en 802.11n proporciona una mayor transferencia de alta velocidad de bits.
- La primera gran desventaja, tiene que ver con la compatibilidad entre equipos de diferentes marcas. Hasta hace poco el estándar N solo funcionaba entre equipos del mismo fabricante, aunque recientemente este problema se está solucionando.
- La otra gran desventaja es que para alcanzar las velocidades de 160Mbps o 300Mbps necesitamos una cantidad de señal mayor que para los estándares 802.11b y 802.11g. Si miramos las especificaciones técnicas de cualquier dispositivo N, veremos que tanto su sensibilidad como potencia de transmisión son menores para el estándar N que para el G.

## **1.2 Desarrollo de redes inalámbricas con estándar 802.11n en el Ecuador**

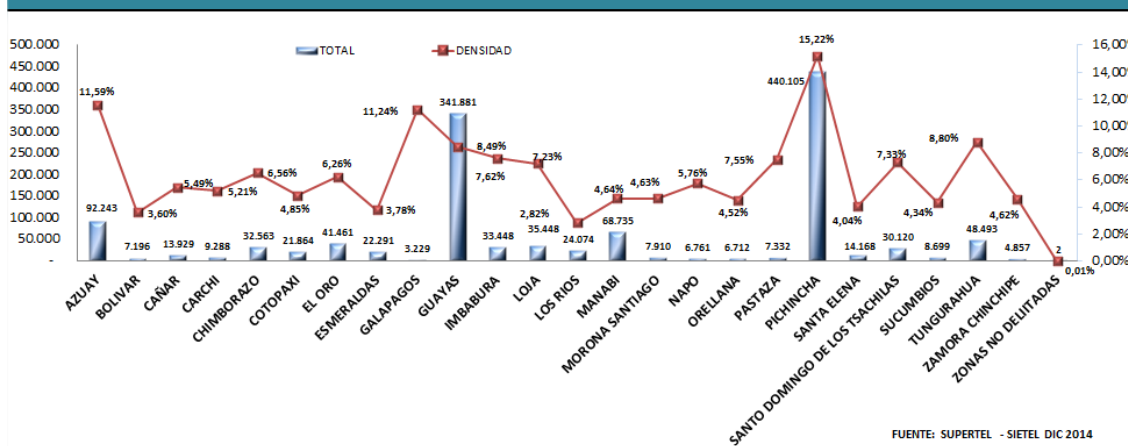
Las redes inalámbricas con estándar 802.11n, implementadas por varias empresas de telecomunicaciones en el país, ofrecen principalmente accesos de última milla inalámbrica de banda ancha de alta velocidad para servicios como telefonía fija, transferencia de información y conexión a Internet, a usuarios residenciales, comerciales e industriales en varias ciudades del Ecuador, evitando así la utilización de cables para acceder a estos.

En el mercado nacional existen varias empresas que ya poseen o que tienen en sus planes montar infraestructura con este tipo de tecnología, ya sea para su versión fija o para su versión móvil. Entre las principales empresas se puede citar las siguientes: Corporación Nacional de Telecomunicaciones, TV Cable, Telmex, PuntoNet y Setel.

De acuerdo a los registros de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones el índice de penetración de acceso a internet sigue siendo bajo, por lo que puede ser una gran oportunidad para usar esta tecnología y cubrir de forma inalámbrica y a un bajo costo zonas geográficas de difícil acceso como las rurales y marginales, dicha información se encuentra detallada en las tablas 1 y 2.

PROVINCIA	ABONADOS CONMUTADOS	ABONADOS NO CONMUTADOS (DEDICADOS)	TOTAL	DENSIDAD	POBLACIÓN A DICIEMBRE 2014
AZUAY	168	92.075	92.243	11,53%	796.169
BOLIVAR	10	7.186	7.196	3,60%	199.646
CAÑAR	0	13.929	13.929	5,49%	253.863
CARCHI	15	9.273	9.288	5,21%	178.228
CHIMBORAZO	33	32.530	32.563	6,56%	496.735
COTOPAXI	79	21.785	21.864	4,85%	450.921
EL ORO	466	40.395	41.461	6,26%	662.671
ESMERALDAS	34	22.257	22.291	3,78%	590.483
GALAPAGOS	10	3.219	3.229	11,24%	28.726
GUAYAS	482	341.399	341.881	8,43%	4.024.929
<b>IMBABURA</b>	<b>60</b>	<b>33.388</b>	<b>33.448</b>	<b>7,62%</b>	<b>438.868</b>
LOJA	827	34.621	35.448	7,23%	490.039
LOS RIOS	0	24.074	24.074	2,82%	853.622
MANABI	75	68.660	68.735	4,64%	1.481.940
MORONA SANTIAGO	0	7.910	7.910	4,63%	170.722
NAPO	5	6.756	6.761	5,76%	117.465
ORELLANA	0	6.712	6.712	4,52%	148.573
PASTAZA	3	7.329	7.332	7,55%	97.093
PICHINCHA	738	439.367	440.105	15,22%	2.891.472
SANTA ELENA	0	14.168	14.168	4,04%	350.624
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	6	30.114	30.120	7,33%	411.009
SUCUMBIOS	9	8.690	8.699	4,34%	200.656
TUNGURAHUA	100	48.393	48.493	8,80%	550.832
ZAMORA CHINCHIPE	57	4.800	4.857	4,62%	105.213
ZONAS NO DELIMITADAS	0	2	2	0,01%	36.967
<b>TOTAL</b>	<b>3.177</b>	<b>1.319.632</b>	<b>1.322.809</b>	<b>8,25%</b>	<b>16.027.466</b>

Tabla 1.- Densidad de Abonados con Acceso a Internet en el Ecuador.<sup>[6]</sup>



FUENTE: SUPERTEL - SIETEL DIC 2014

Tabla 2.- Abonados de Internet a través de Acceso Fijo.<sup>[7]</sup>

Para el caso de la ciudad de Ibarra, las empresas más representativas como proveedoras de Servicios de Internet por la cantidad de suscriptores que poseen, son: CNT E.P., Fix Group S.A., Puntonet S.A., Panchonet S.A. y Consorcio TV Cable.

Sin embargo, cabe señalar que a partir del año 2010 se han creado empresas nuevas en la ciudad de Ibarra que utilizan como red de acceso enlaces de última milla inalámbricos que operan en las bandas de 2.4 GHz y 5.8 GHz y es el caso de WISP S.A., Telecom S.A. Saitel S.A. y Netservice S.A.

<sup>6</sup> Fuente: [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec) (Datos actualizados a Diciembre 2014)

<sup>7</sup> Fuente: [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec) (Datos actualizados a Diciembre de 2014)

En la tabla 3, se presenta un cuadro comparativo del número de empresas y el tipo de operación en la ciudad de Ibarra:

N°	Concesionario	Servicio	Area de Concesión
1	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.	Concesión de Servicios Finales y Portadores	Nacional
2	Puntonet S.A.	Concesión de servicios portadores y de valor agregado	Nacional
3	Consortio TVCABLE	Concesión de servicios portadores y de valor agregado	Nacional
4	Fix Group S.A.	Permiso de Explotación de Servicios de Valor Agregado	Nacional
5	Saitel S.A.	Permiso de Explotación de Servicios de Valor Agregado	Provincia de Imbabura
6	Panchonet S.A.	Permiso de Explotación de Servicios de Valor Agregado	Nacional
7	WISP S.A.	Permiso de Explotación de Servicios de Valor Agregado	Provincia de Imbabura
8	Telecom S.A.	Permiso de Explotación de Servicios de Valor Agregado	Provincia de Imbabura
9	Netservice S.A.	Permiso de Explotación de Servicios de Valor Agregado	Provincia de Imbabura

Tabla 3.- Cuadro de empresas por tipo de operación.<sup>[8]</sup>

Al existir una penetración relativamente baja en el país y específicamente en la ciudad de Ibarra, las tecnologías inalámbricas se presentan como una alternativa para reducir la brecha digital en el Ecuador.

### 1.3 Desarrollo de Servicios IP en el Ecuador

En el país la principal empresa que ha desarrollado los servicios triple play se denomina Grupo TVcable que opera a nivel nacional y brinda a sus usuarios los servicios de

<sup>8</sup>Fuente: [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec)

telefonía, televisión e internet a través de su red HFC (Red Híbrida Fibra Coaxial), sin embargo el servicio más comercializado y promocionado por esta empresa es la televisión por cable o llamado también servicio de audio y video por suscripción que al momento tienen un índice de participación en el mercado en el país del 16%, conforme lo señala la figura 5.

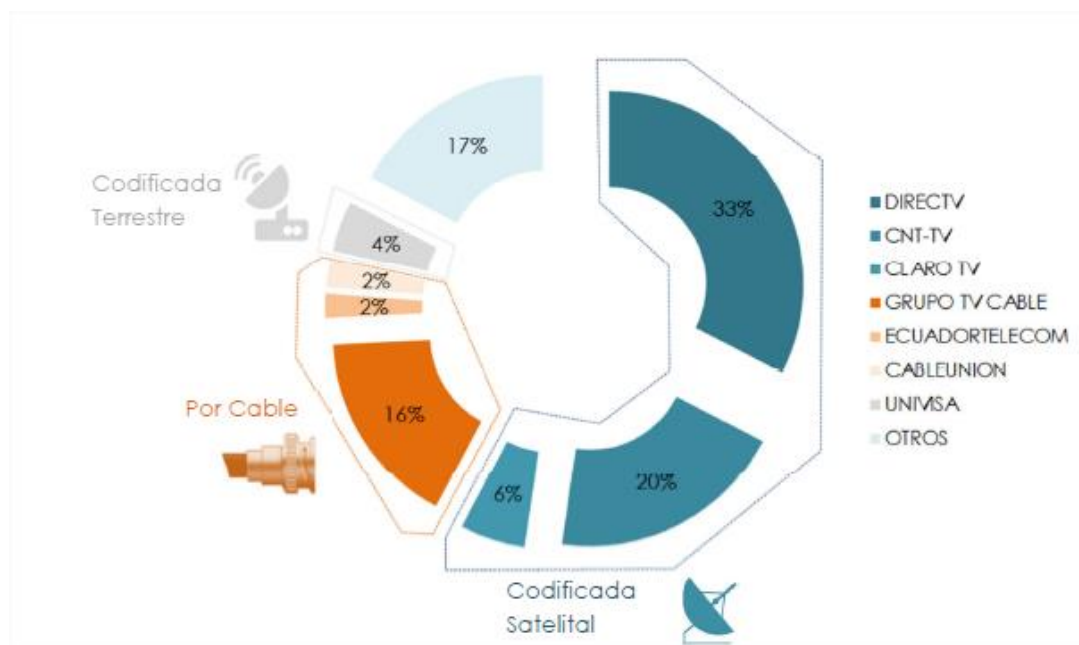


Figura 5.- Estadísticas de empresas proveedoras de servicios de Audio y Video por Suscripción (Datos actualizados a Diciembre de 2014)<sup>9</sup>

Del mismo modo, las Operadoras Claro y CNT E.P., ofrecen servicios triple play en el Ecuador pero utilizando diversas redes de acceso a usuario, ambas operadoras brindan los servicios de internet y telefonía por medio de redes físicas como la fibra óptica y redes de cobre xDSL y se han inclinado por la red codificada satelital para brindar el servicio restante de televisión codificada, como se puede observar en la figura 9 la participación en el mercado de estas dos operadoras es apreciable, considerando que CNT E.P. inicio sus operaciones de televisión codificada en el año 2012 y Claro a partir del año 2013.

Del análisis realizado se concluye que las empresas Grupo TVCable, CNT E.P. y Conecel S.A. (Claro), ofrecen los servicios triple play a nivel nacional y particularmente a la ciudad de Ibarra. En la tabla 4, se resume las características técnicas de las redes de acceso y los precios de un plan básico triple play.

<sup>9</sup> Fuente: <http://www.arcotel.gob.ec>

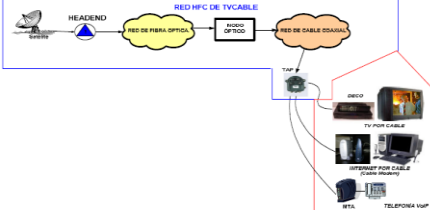
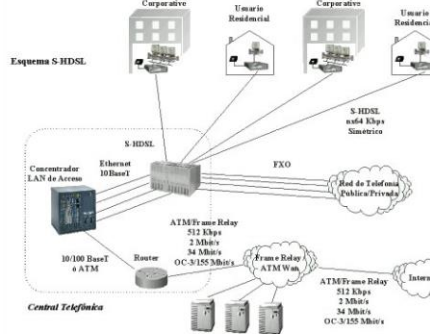

OPERADOR A	CARACTERISITICAS TECNICAS DE LA RED	DIAGRAMA DE RED	PLAN BASICO (USD)
GRUPO TVCABLE <sup>10</sup>	Red HFC		36,02
CNT E.P. <sup>11</sup>	Red xDSL, Fibra Optica, Acceso Satelital		39,46
Conecel S.A. (Claro) <sup>12</sup>	Red xDSL, Fibra Optica, Acceso Satelital		35,00

Tabla 4. Características técnicas de redes triple play

Con estos antecedentes se puede apreciar que el desarrollo de las tecnologías y la demanda de los usuarios de nuevos servicios han hecho que las empresas de telecomunicaciones inicien un proceso de renovación de su plan de negocios y ofrezcan planes diversos a sus clientes. La empresa Saitel S.A, será pionera en la integración de nuevos servicios IP y así incrementar su negocio y mejorar su penetración el mercado de las telecomunicaciones en Ibarra.

## 2. Estudio de la estructura actual de la Red Inalámbrica de la empresa SAITEL S.A.

La empresa SAITEL S.A., dispone ya de la red inalámbrica con estándar IEEE 802.11n, que opera en la banda de frecuencias de 5.8 GHZ en la ciudad de Ibarra utilizada para brindar el servicio de acceso a internet, por lo tanto sobre esta misma red se incrementarán los servicios de video bajo demanda (VoD) y voz sobre IP como servicios de valor agregado ofrecidos al usuario final.

Cabe mencionar que la empresa Saitel S.A., no ha presentado inconvenientes de cobertura en la ciudad de Ibarra utilizando los accesos inalámbricos de acuerdo con el

<sup>10</sup> Fuente: <https://www.grupotvcable.com/grupo/armatucombo>

<sup>11</sup> Fuente: <https://www.cnt.gob.ec/cnt-pack/>

<sup>12</sup> Fuente: [http://www.Ecuador.com/Triple+Play+de+Claro+desde+\\$35](http://www.Ecuador.com/Triple+Play+de+Claro+desde+$35)

diagrama de red presentado anteriormente, por lo tanto nos enfocaremos en los nuevos servicios a implementar.

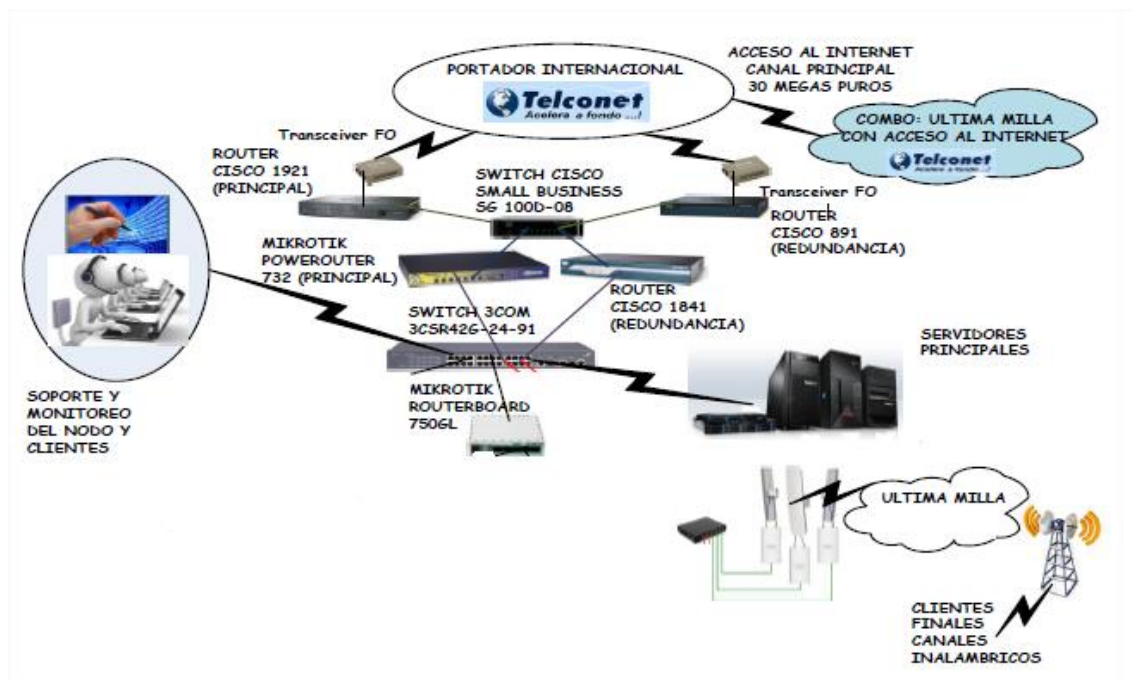


Figura 6.- Diagrama de red actual de la empresa SAITEL S.A.

## 2.1 Descripción general de la empresa SAITEL S.A.

Soluciones Avanzadas Informáticas y Telecomunicaciones SAITEL, es una empresa que fue creada con el fin principal de brindar a la colectividad el servicio de Internet. Inicialmente sus operaciones las realizaba en la ciudad de Ibarra, posteriormente con la implementación de nuevas tecnologías y equipamiento la cobertura se amplió hacia los cantones aledaños y a la parte sur de la provincia del Carchi, lo que permitió además el montaje de sucursales en Cayambe, Joya de los Sachas y Tulcán. Actualmente Saitel.ec cubre casi la totalidad del territorio norte del país. La empresa alcanzó en el año 2013 el reconocimiento de la revista Ekos como la mediana empresa con más grande crecimiento en el sector de las Telecomunicaciones y es hasta el 2015 una de las 3 empresas del sector de Servicio de Valor Agregado más grande del país. SAITEL se proyecta para el futuro varios retos en la parte tecnológica, operativa y administrativa y espera lograr un crecimiento sostenido y cristalizar lo que se ha planteado como meta y como slogan de trabajo INTERNET WIRELESS PARA EL ECUADOR.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones autorizó a la empresa SAITEL S.A, a brindar servicios de acceso a internet de acuerdo al título habilitante correspondiente que es el Permiso de Valor Agregado de fecha 04 de enero de 2011 y comienza su operación el día 13 de junio de 2011.

SAITEL S.A., tiene su oficina en la calle Olmedo 4-63 y Grijalva y su Nodo Principal en la dirección Eloy Alfaro 330 y Zaldumbide en la ciudad de Ibarra, teléfono 062610330.

### **2.1.1 Misión de SAITEL S.A.**

*“Proveer a nuestros clientes y usuarios en el Ecuador de productos y servicios telecomunicaciones de calidad que le permitan conectarse al mundo de forma inmediata, permanente y sin límite de cobertura.”*

### **2.1.2 Visión de SAITEL S.A.**

*“SAITEL se consolida como una empresa líder en telecomunicaciones y es un referente por la calidad de sus productos y servicios que contribuyen al desarrollo del país.”*

### **2.1.3 Entorno Legal**

La empresa SAITEL S.A., dispone del respectivo Permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado con modalidad de Acceso a Internet expedido por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones el 04 de enero de 2011.

De acuerdo al Registro Oficial N° 439 del 18 de febrero de 2015, se expide la Ley Orgánica de Telecomunicaciones que deroga la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, el Reglamento General a la Ley expedida en el año 1992 y además se crea la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones que fusiona a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y a la Superintendencia de Telecomunicaciones, organismos de regulación y control respectivamente que existían anteriormente y se encargaban de regular y controlar los servicios de telecomunicaciones.

Bajo este nuevo esquema en el Ecuador existe la Agencia de Regulación y Control (ARCOTEL), que es el Organismo encargado de regular el uso del espectro radioeléctrico, en este caso; para la prestación de servicios de telecomunicaciones además es el ente ejecutor de las políticas de regulación, administra el sector de las telecomunicaciones del país y otorga concesiones de uso de frecuencias para actividades comerciales o privadas.

La Reglamentación específica sobre la cual se desarrollará el proyecto es la siguiente:

- Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.
- Reglamento de Servicios de Valor Agregado.
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones

Cabe señalar que de acuerdo a la Resolución TEL-595-26-CONATEL-2013 del 07 de noviembre de 2013, los prestadores de servicios de acceso a internet (ISPs) podrán construir sus propias redes de acceso para usuarios finales únicamente registrando sus nodos principales en la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL), es decir ya no necesitan registrar sus enlaces inalámbricos a través de una Operadora de Telecomunicaciones Autorizada.

## 2.1.4 Servicio de Internet

El servicio actual de internet que presta la empresa a sus abonados se encuentra especificado en la tabla N° 5

PLAN	VELOCIDAD	COSTO	COMPARTICIÓN
NOCTURNO	3584	15.00	1 - 8.0
NOCTURNO	4608	20.00	1 - 8.0
NOCTURNO ESPECIAL	3584	20.00	1 - 8.0
NOCTURNO ESPECIAL	4608	25.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	50	50.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	2560	17.90	1 - 8.0
RESIDENCIAL	3072	20.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	3584	25.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	4096	30.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	4608	35.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	5120	45.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	6144	55.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	7168	65.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL	8192	75.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL ESPECIAL	50	25.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL ESPECIAL	2458	20.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL ESPECIAL	3072	25.00	1 - 8.0
RESIDENCIAL ESPECIAL	3584	30.00	1 - 8.0

Tabla 5. Planes de Internet ofrecidos por SAITEL S.A.<sup>[13]</sup>

El costo mensual del servicio de internet depende del plan escogido por el abonado al que debe incluir el 12% de IVA (Impuesto al valor agregado) y el 15% del ICE (Impuesto al Consumo Especial).

## 2.2 Infraestructura de la red inalámbrica de la empresa SAITEL S.A.

La red de la empresa SAITEL S.A., se encuentra constituida por el núcleo del sistema, la red de transporte y la red de acceso para sus usuarios, a continuación se describen cada una de ellas:

### 2.2.1 Núcleo (Core)

La parte central o núcleo se encuentra conformada por los elementos constitutivos propios de un proveedor de servicios de internet como los enrutadores, los switch de capa 2 y capa 3, firewall y granja de servidores donde se encuentra principalmente el servidor AAA, que comprende la autenticación, autorización y contabilización del sistema. Se dispone además en el núcleo del sistema la conexión de salida hacia el internet, la figura 7, nos muestra la infraestructura del nucleó de la empresa Saitel S.A.

<sup>13</sup> Fuente: <http://WWW.SAITEL.COM>

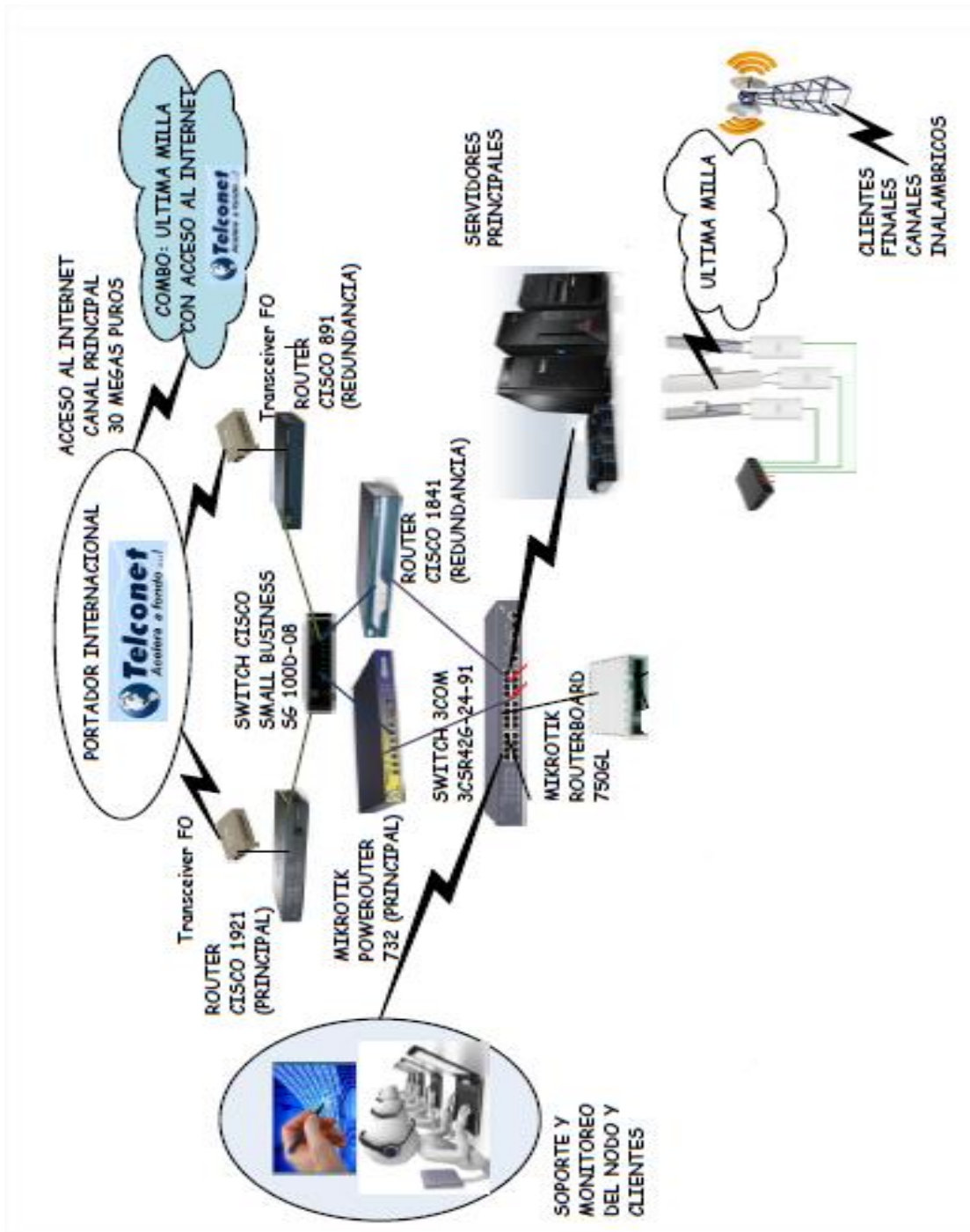


Figura 7. Diagrama del núcleo de la red de la empresa SAITEL S.A.

La infraestructura con la que cuenta el núcleo de la empresa Saitel S.A., se encuentra detallada en la tabla 6, donde se destacan principalmente las funcionalidades de los equipos Mikrotik, que permiten realizar ruteo, calidad de servicio y prioridad de puerto de acuerdo al servicio requeridos y el servidor principal con el software Sequire ISP cuyas características principales son las de administrar la base de datos de los clientes, limitar los anchos de banda de acuerdo a los planes contratados y llevar una contabilidad de la empresa, los detalles de los equipos mencionados se encuentran especificados en el Anexo 2.

N°	Equipo	Cantidad	Marca y Modelo	Descripción
1	Switch capa3	1	3com 5500	Equipo utilizado para obtener el mayor rendimiento de la red, por este equipo circula todo tráfico del nodo
2	Ruteador	1	Cisco 1921	Router principal para salida internacional a través de la empresa Telconet
3	ruteador	1	Cisco 891	Router de redundancia para salida internacional a través de la empresa CNT
4	Intel Core i7 2600 CPU 3.40 GHz 8 procesadores	1	Clon	Servidor principal, Software Secure ISP: limitador ancho de banda, autenticación, contabilidad y control de clientes.
5	Intel Core i5 2600 CPU 3.40 GHz 8 procesadores	1	Clon	Servidor secundario
6	Intel Core i7 2600 CPU 3.40 GHz 8 procesadores	1	Clon	Servidor Web principal, servidor de correo electrónico, servidor SSH, y VNC Servidor MySQL
7	Dual-Core AMD Opteron Processor 2214 HE, 4 procesadores	1	Clon	Servidor Cache
8	Base Principal	1	Mikrotik 912UAG-5HpND	Sistema Operativo RouterOS Throughput de 100 Mbps Potencia de transmisión 30 dBm Licencia Nivel 4 Tecnología Wireless 802.11n Puerto ethernet 10/100/1000 PDE Enrutamiento estático y dinámico (OSPF, BGP) Servidor DHCP, PPPoE Funcionalidad y compatibilidad con protocolos de Qos, MPLS, Prioridad de servicios por puerto, limitador de ancho de banda

Tabla 6. Infraestructura del núcleo de la red de la empresa SAITEL S.A.<sup>14</sup>

## 2.2.2 Red de Transporte

Es una red inalámbrica con estándar 802.11n, que opera en la banda libre de 5725 - 5850 MHz de acuerdo al plan de frecuencias asignado en el país, la red tiene como característica un alto desempeño y el núcleo se conecta a las diferentes estaciones de base, los equipos que se encuentran en cada una de las bases secundarias son de marca Mikrotik y modelo 912UAG-5HpND, la figura 8, nos muestra el esquema de la red de transporte de la empresa Saitel S.A.

<sup>14</sup> Los datos de los equipos fueron tomados de acuerdo a una visita realizada a la empresa Saitel S.A. en la ciudad de Ibarra.

**Red de Transporte empresa SAITEL S.A.**  
**Frecuencia de Operación: 5725 – 5850 MHz**

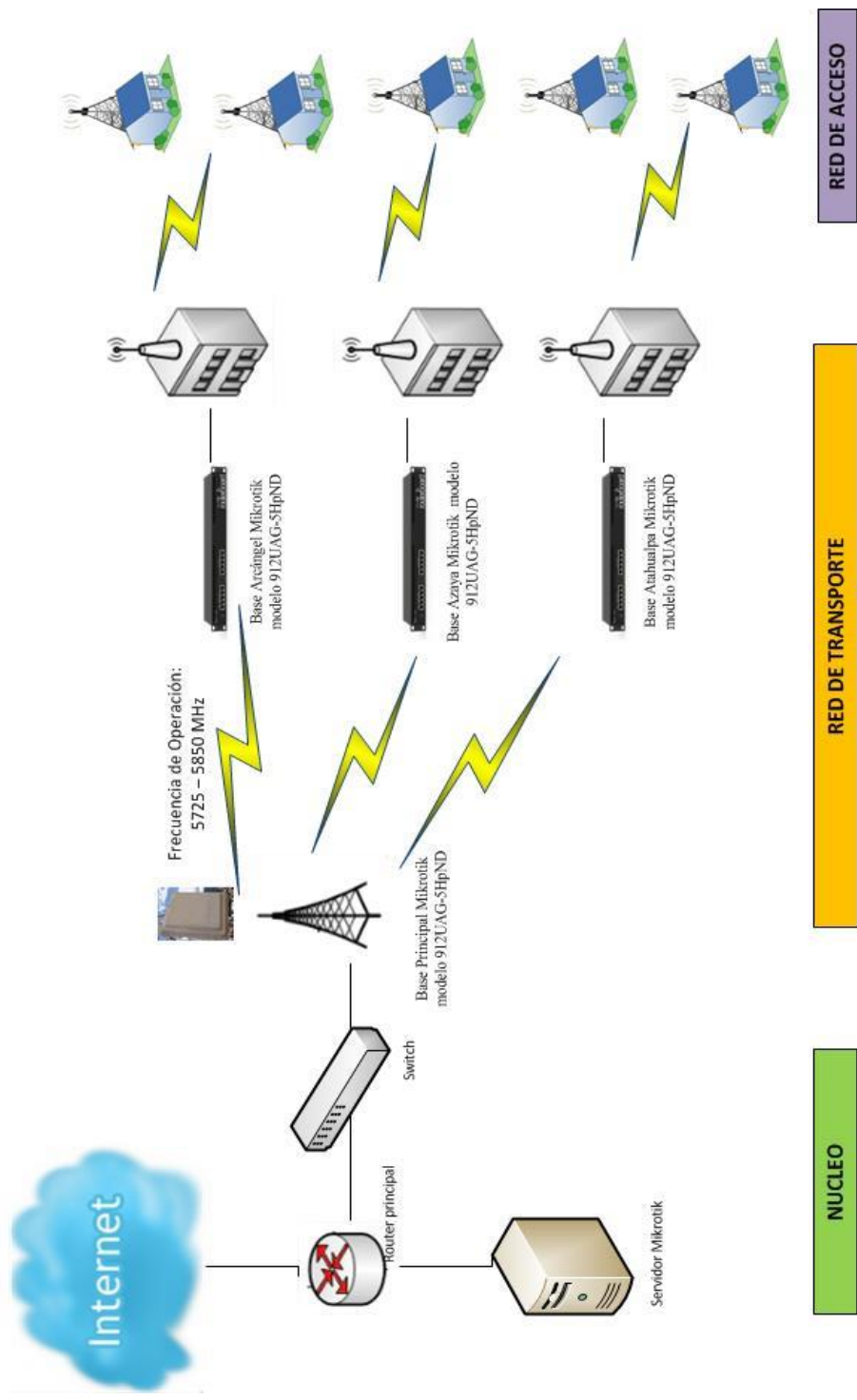


Figura 8.- Diagrama de la red de transporte de la empresa SAITEL S.A.

### 2.2.3 Red de Acceso

Los equipos CPE (Customer Premise Equipment), de marca Mikrotik y modelo Aerocom/F50 que se encuentran instalados para los diferentes usuarios operan en la banda de frecuencias de 5725 - 5850 Mhz con el estándar IEEE 802.11n y constituyen la red de acceso de la empresa SAITEL S.A., conforme lo indica la figura 9.

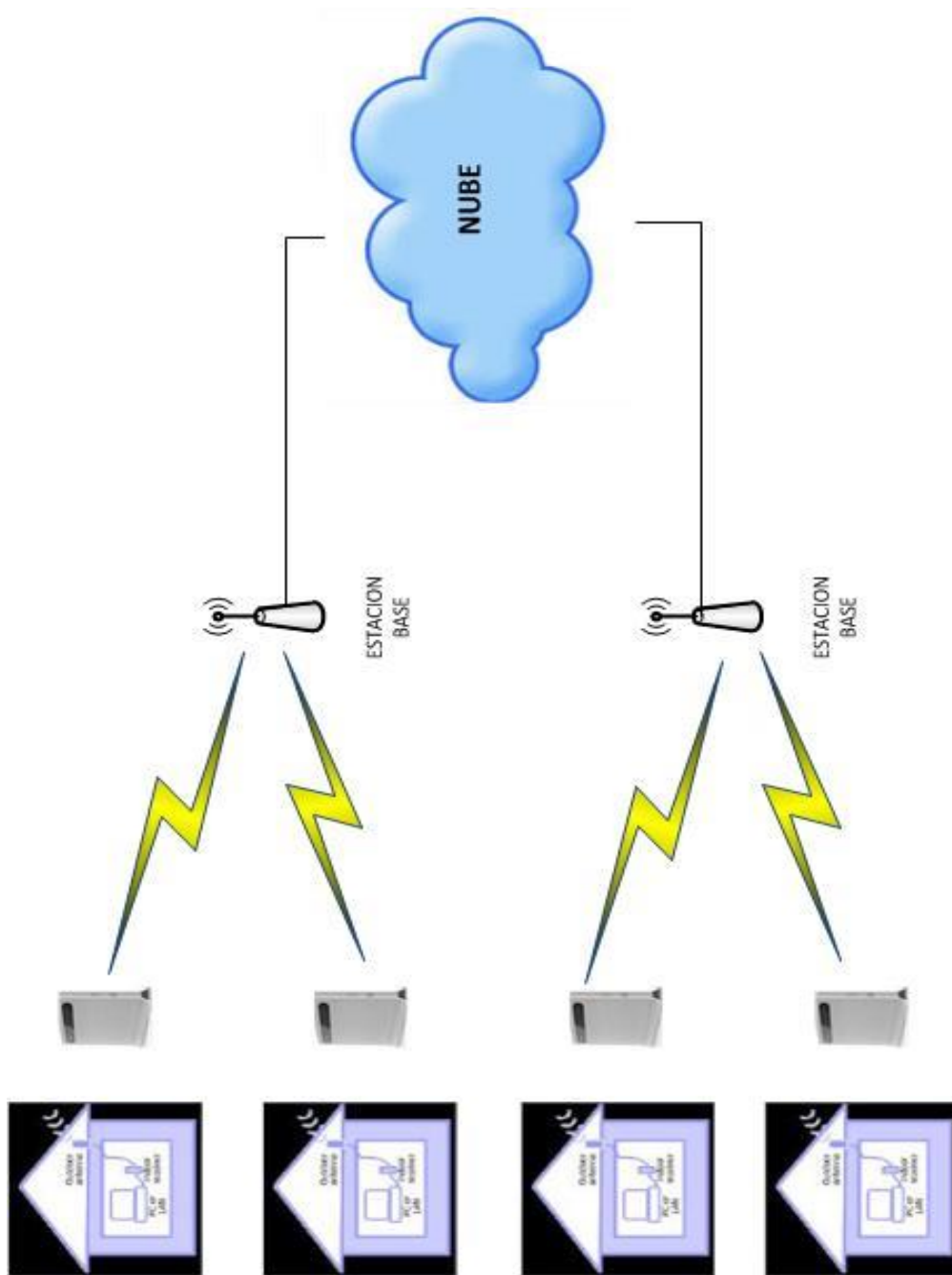


Figura 9.- Diagrama de la red de acceso de la empresa SAITEL S.A.

Una vez definidas las tres etapas del sistema, la figura 10, nos ilustra el diagrama completo de la red de la empresa SAITEL S.A.

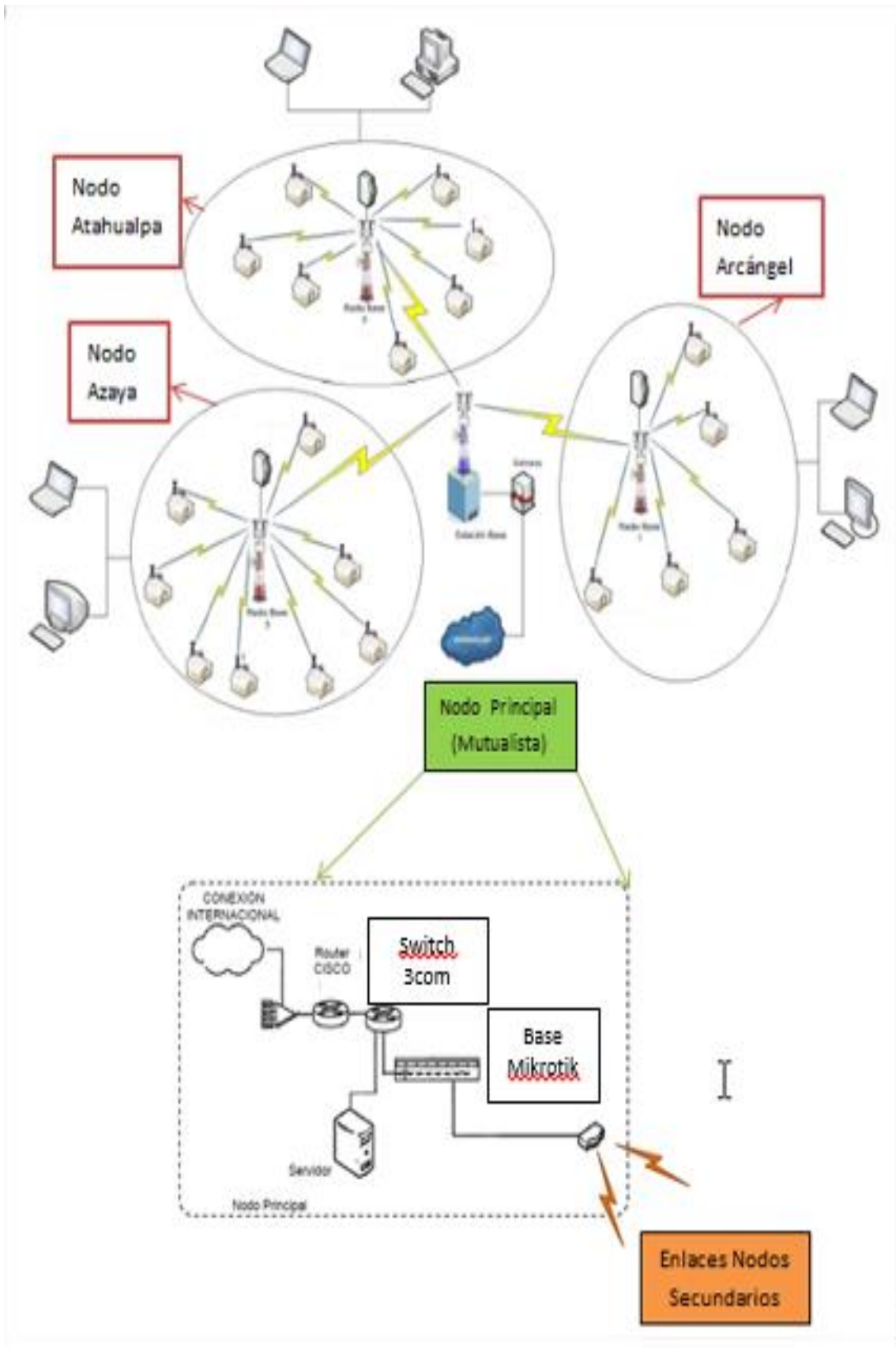


Fig 10. Diagrama de red de la empresa SAI TEL S.A.

#### **2.2.4 Análisis espectral de los Enlaces Radioeléctricos de la red de la empresa Saitel S.A.**

El software de simulación ICS Telecom, permite realizar todo tipo de simulación y representación de los sistemas de radiocomunicaciones más desplegados en el medio, con la posibilidad de evaluar el desempeño de los mismos con la mayor precisión posible.

ICS Telecom – ATDI es un software de simulación de radiocomunicaciones basado en un sistema de información cartográfica. Su objetivo es estimar o predecir el comportamiento de los parámetros de desempeño de las tecnologías más sobresalientes, utilizando un conjunto de algoritmos para cada aspecto particular, logrando una alta precisión en sus resultados.

ICS\_TELECOM, es un programa informático empleado como herramienta para realizar cálculos de ingeniería y predecir las zonas de coberturas de estaciones de radiodifusión FM, televisión VHF y UHF y análisis espectral de enlaces radioeléctricos; dicho sistema es manejado por la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones “ARCOTEL”, para la verificación del área de cobertura en la elaboración de informes técnicos relacionados con la concesión de frecuencias de radiodifusión y televisión; además permite la modificación de parámetros técnicos de las estaciones ya autorizadas es decir la reubicación de transmisores, incremento o disminución de potencia de transmisión, modificación a los sistemas radiantes, cambio de frecuencias de operación, entre otros, seguido del análisis de interferencias perjudiciales.

A través de esta herramienta informática se realizó la simulación del enlace radioeléctrico entre la estación base principal denominada Mutualista y la estaciones base secundaria denominada Arcángel, cuyos resultados se muestran en las ilustraciones 11 y 12.

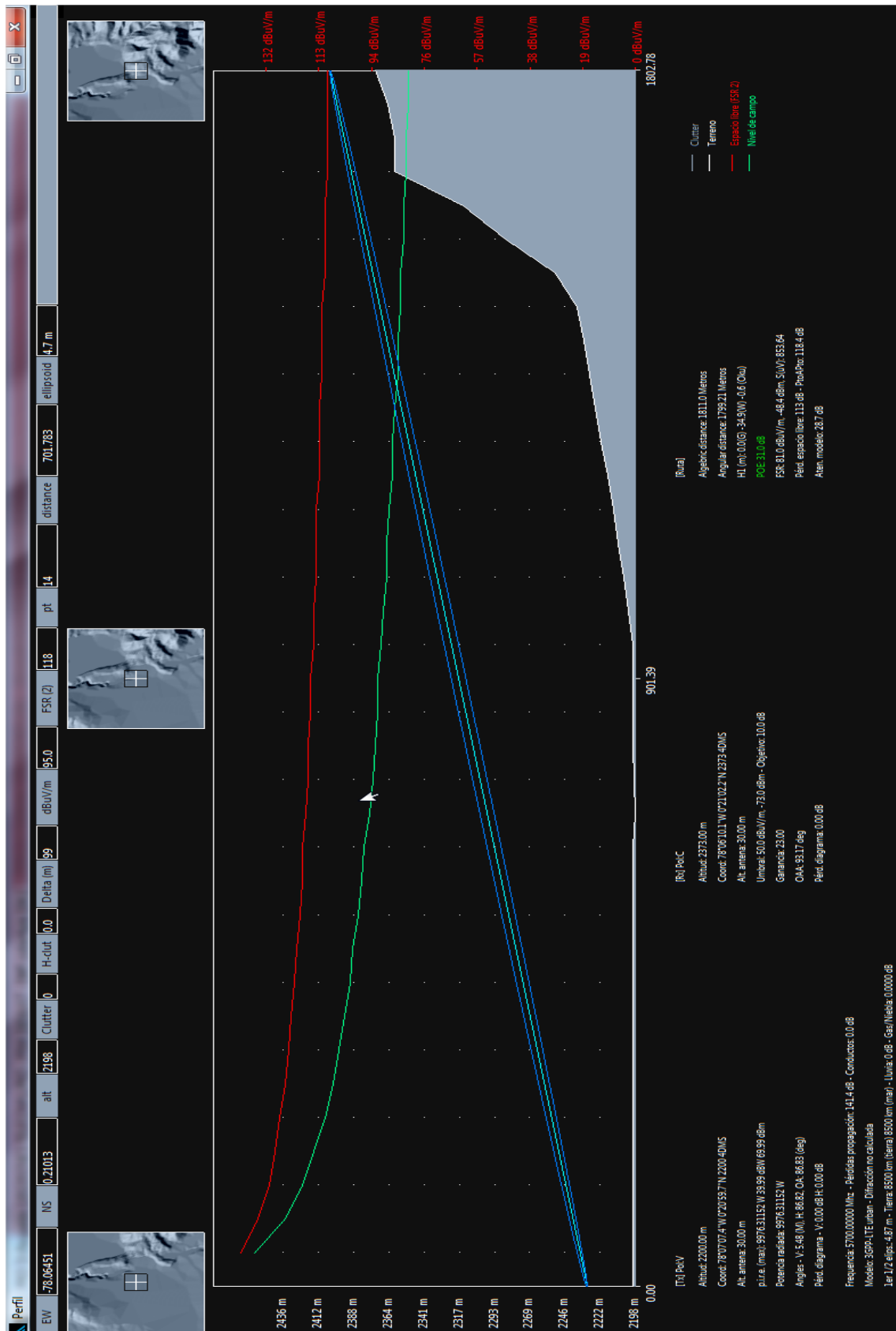


Figura 11. Simulación del Enlace Nodo Mutualista – Nodo Arcángel / POE= 31 dB (Fuente: ICS Telecom)

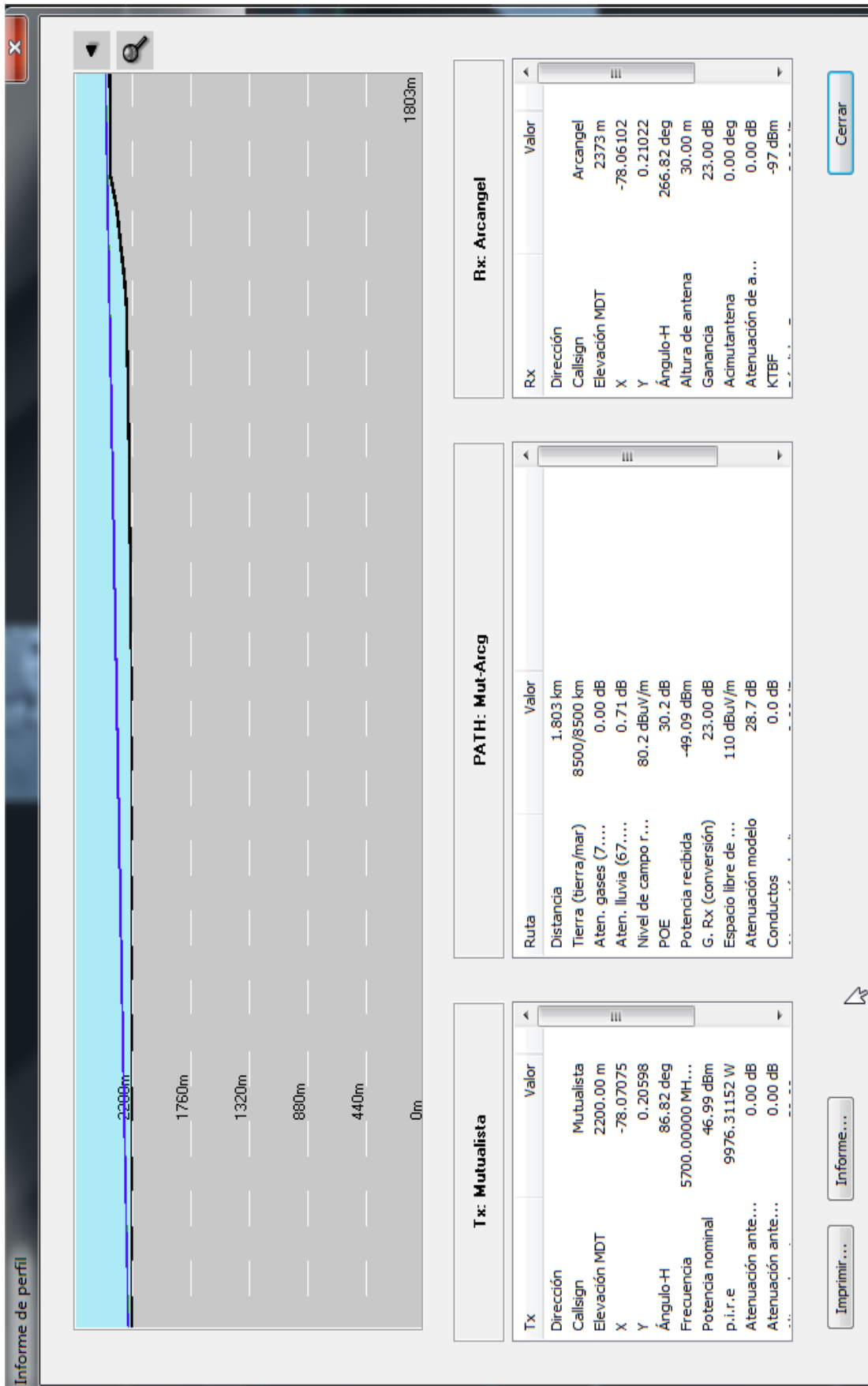


Figura 12. Resumen del análisis espectral del enlace Nodo Mutualista – Nodo Arcángel (Fuente ICS Telecom)

De acuerdo al análisis espectral visualizado en las figuras 11 y 12, se comprueba que efectivamente el enlace Nodo Mutualista – Nodo Arcángel se encuentran óptimos para su operación y libres de interferencia con valores positivos del parámetro POE (Probabilidad de operación exitosa del enlace)<sup>15</sup> que nos permite identificar que la primera zona de fresnel se encuentra libre de obstáculos entre transmisor y receptor en la frecuencia de trabajo indicada por el software ICS TELECOM, y los valores positivos obtenidos indican la efectividad y eficacia de los enlaces.

De igual manera se realizó el análisis con los demás enlaces de la red de transporte de la empresa Saitel S.A., cuyos resultados se encuentran descritos en el Anexo 2. Cabe señalar que no se profundizará en el tema del análisis espectral de redes inalámbricas, puesto que los enlaces ya se encuentran operativos desde el año 2011 y funcionan con normalidad. Sin embargo en el Anexo 1 se encuentra detallado de mejor forma el manual de operación del software ICS Telecom.

Nuevamente utilizando el software ICS Telecom se realizó una simulación de cobertura de la estación principal y las tres estaciones bases secundarias para verificar los niveles de señal óptimos para el enganche de los suscriptores a las estaciones bases en la ciudad de Ibarra, como se indica en las figuras 13 y 14.

Para que un CPE, establezca conexión con una estación base, su nivel de potencia recibida debe ser de por lo menos de -90 dBm y conforme nos indica la ilustración 6, el área de cobertura de la estación principal y secundaria presenta niveles de señal superiores a -50 dBm, por lo tanto se estaría garantizando la comunicación entre el CPE y la estación base en la ciudad de Ibarra.

---

<sup>15</sup> POE (Probability of successful operation) [www.atdi.com](http://www.atdi.com)

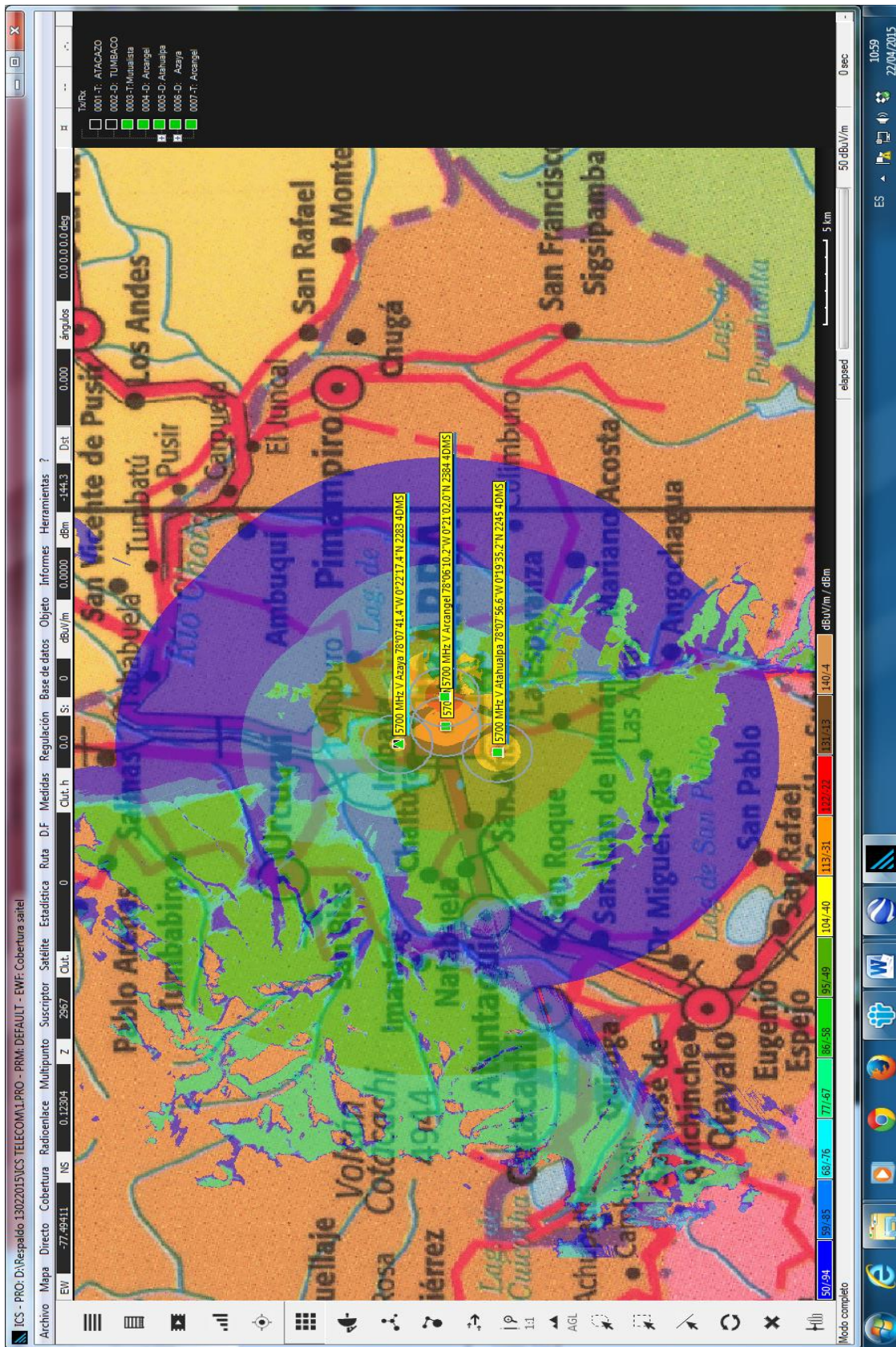


Figura 13. Cobertura de la ciudad de Ibarra con niveles de señal óptimos por parte de la empresa SAITEL S.A. (Fuente: ICS Telecom)

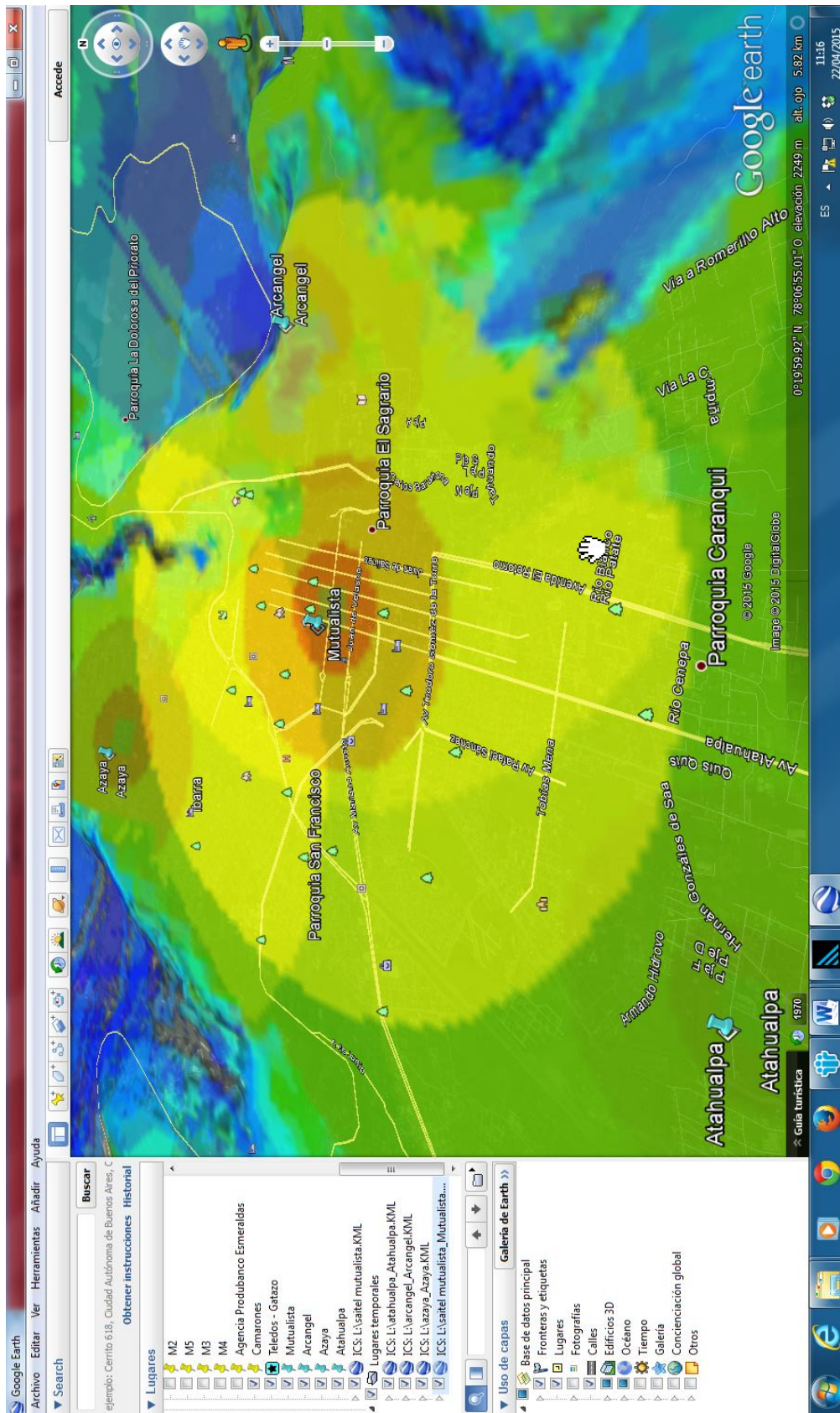


Figura 14. Cobertura de la ciudad de Ibarra con niveles de señal óptimos por parte de la empresa SAITEL S.A. Fuente: Google Earth

### 3. Diseño de un sistema de Video bajo demanda (VoD), Voz sobre IP (VoIP) e Internet sobre la red de acceso inalámbrica de la empresa SAITEL S.A.

Como se mencionó anteriormente el objetivo de la empresa Saitel S.A., es implementar los servicios de voz y video en su red inalámbrica que ya ofrece los servicios de internet.

#### 3.1 Definición de los servicios a implementar

Se implementarán entonces los servicios de Voz Ip y VoD:

##### 3.1.1 VoIP

La telefonía tradicional ha funcionado durante muchos años sobre líneas analógicas. VoIP es una metodología que engloba una serie de normas y protocolos que permite la comunicación por voz en forma de señal digital sobre el protocolo IP.

Existen varios protocolos estándar entre los que destacan H.323 y SIP. Cada uno de ellos tiene una forma de establecer las comunicaciones entre dos usuarios.

La arquitectura de red se compone de varios elementos:

- Terminales: Que son los teléfonos propiamente dichos. Éstos pueden ser por software o hardware.
- Gateways: Que hacen de enlace con la red telefónica tradicional.<sup>16</sup>
- Gatekeepers: Vendrían a ser las centralitas. Contienen a los usuarios, los identifican y buscan por la red para establecer la comunicación.
- Protocolos: Se emplean para gestionar el uso de todos los elementos involucrados en la comunicación. Uno de los primeros protocolos en extenderse rápidamente fue el H.323 y cuya arquitectura podemos ver en la figura 15.

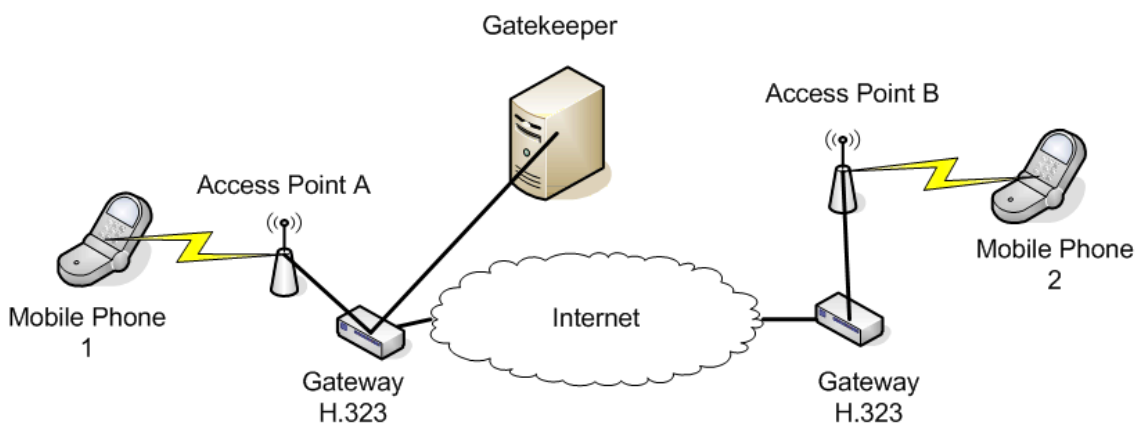


Figura 15. Estructura del protocolo H323.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2790>

<sup>17</sup> <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/14869>

Un protocolo reciente que ha ganado muchos adeptos en estos últimos años es SIP. En la figura 16 se ve su distribución de red.

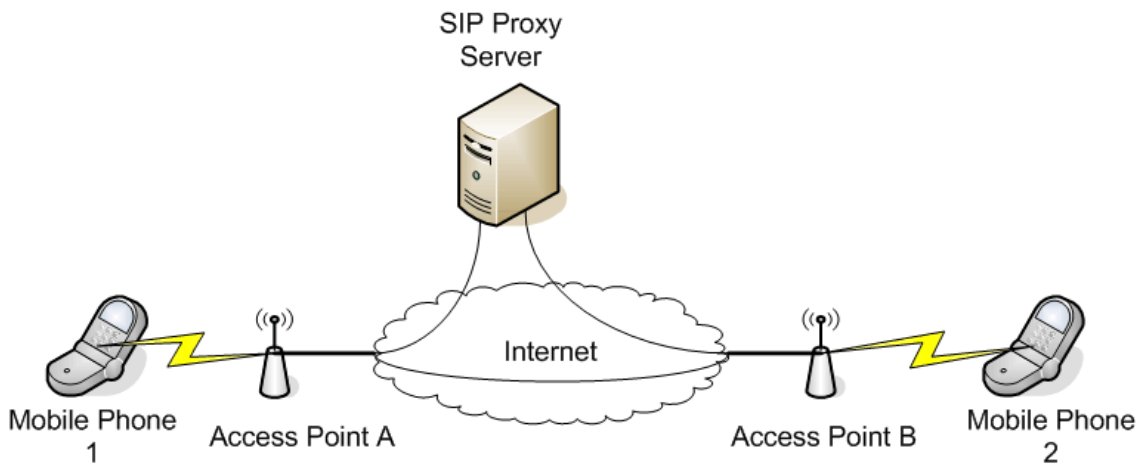


Figura 16. Estructura del protocolo SIP.

Al comenzar una llamada, habitualmente el cliente que llama se pone en contacto con el gatekeeper o el servidor proxy para poder localizar al destinatario y establecer una ruta directa entre los dos clientes. Una vez establecida la ruta la conversación discurre normalmente hasta que uno de los dos cuelga y entonces se liberan los recursos.

Las llamadas por VoIP necesitan pasar por un codificador de voz que transforme la señal analógica en una señal digital. En el mercado hay muchos codificadores distintos, aunque los más empleados son el G.711, G.723 y G.729, siendo estos dos últimos propietarios y más eficientes en cuestión de compresión.

Uno de los puntos críticos de VoIP es la calidad del servicio. Se deben seguir criterios estrictos ya que es un servicio en tiempo real y que debe tener poca latencia. La gestión de QoS que nos proporcionan los equipos Mikrotik con estándar 802.11n, es muy útil para poder ofrecer un buen servicio de telefonía.

Con la implementación del Softswitch como dispositivo de control de sesiones de llamada y para el suministro de aplicaciones multimedia el operador puede ya garantizar a sus usuarios la oferta de servicios de voz, datos o una combinación de servicios multimedia y enfocarse al desarrollo de nuevas aplicaciones. Además se tiene que incorporar un Signalling Gateway para la señalización de servicios de voz con la finalidad de integrar la red del proveedor con la Red Telefónica Tradicional.

### 3.1.2 VoD

El video por demanda (Video on Demand, VoD) es un servicio de contenido multimedia capaz de distribuir a un monitor de TV individual o computador, en el momento que es solicitado por el usuario, una película o cualquier programa de video localizado en una gran base de datos alojada en un servidor central, permitiendo su control interactivo.

Este servicio se puede analizar desde dos puntos de vista diferentes desde el punto de vista del proveedor de servicios de telecomunicaciones, donde el término "servicio interactivo por demanda" incluye la habilidad de distribuir mediante redes conmutadas por demanda, punto a punto, películas u otros programas de video a un monitor de TV

individual, al momento en que son solicitados por los abonados, pero no incluye los servicios que proveen programación de video preestablecida por el proveedor de programación. Mientras que desde el punto de vista del usuario, VoD es el servicio de televisión mediante el cual, este recibe señales que contienen, programas o información convertible a imágenes o video, y que le permiten por algún canal de retorno, enviar información al proveedor del servicio con el fin de controlar los programas a ser recibidos o realizar transacciones de cualquier tipo mediante el acceso a bancos o servidores de datos.

De acuerdo a la implementación del servicio, este sistema puede ofrecer al cliente un menú en la pantalla de su televisor o computador, donde puede escoger opciones como películas, videos educacionales, hacer compras en diversas tiendas y hasta hacer pedidos de comida a domicilio, sin moverse de su hogar; por esta razón los videos bajo demanda son ofrecidos por las empresas proveedoras del servicio, de acuerdo al tipo de usuario y considerando diferentes perfiles: edad, actividad, entretenimiento, deportes, docencia, idiomas, etc.

Este servicio puede ser operado a través de una red configurada de punto a multipunto, ya sea en forma dedicada o conmutada; la red puede ser inalámbrica o alamburada que incluya sistemas de cables coaxiales, fibras ópticas, la red pública telefónica o cualquier combinación de estas redes y/o sistemas, para la prestación de servicios de contenido multimedia en general.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Recuperado de: <http://www.oocities.org/timessquare/realms/7732/vod.pdf>

ARQUITECTURA GENERAL DE UN SISTEMA DE VIDEO BAJO DEMANDA  
VoD

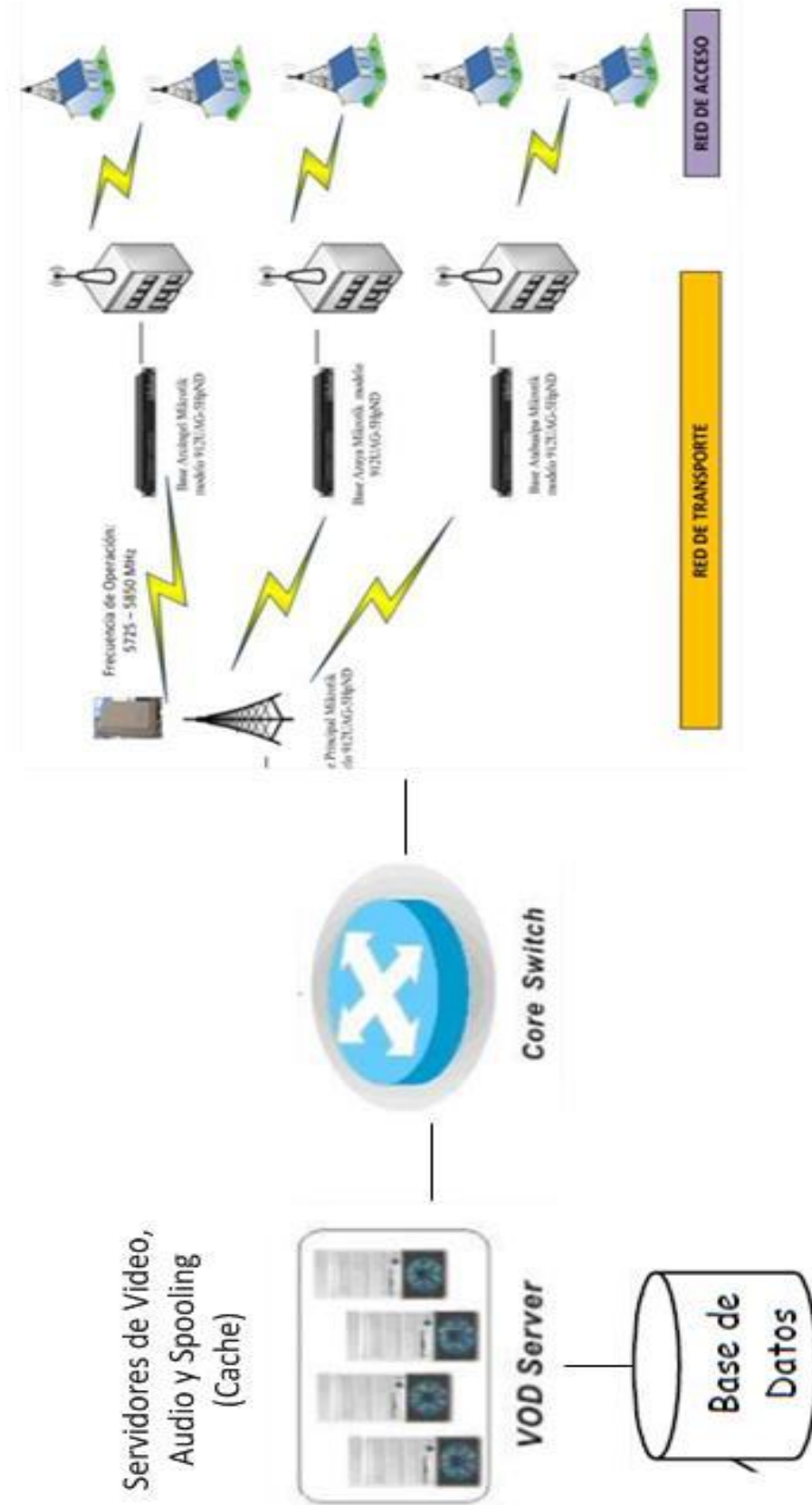


Figura 17. Estructura de la plataforma para VoD.

Un sistema de Video por Demanda está compuesto de muchos elementos que son esenciales para ofrecer un servicio completo. Desde el lado del usuario, la localización de cada uno de los elementos involucrados es la siguiente:

- Unidades de almacenamiento temporal (set-top box)
- Red principal o backbone, red de transporte
- Servidor de video, audio y cache alimentados por una base de datos

Para el presente caso de estudio, el video enviado a través de la red deberá estar comprimido para poder optimizar el uso de ancho de banda, por este motivo escogemos el formato de compresión MPEG-4 que nos permite trabajar aproximadamente con 1,5 Mbps para un canal en SDTV y 8 Mbps para HDTV.

La ventaja más grande de MPEG-4 sobre sus antecesores fue que no se orientó solo a la compresión sino que comenzó a tratar los datos como objetos audiovisuales haciendo la compresión más eficaz, tanto que dos horas de video y sonido en estéreo a 44.100 Hz se pudieron comprimir en un sólo CD de 74 minutos, lo que equivale a un tamaño de 650 Mb aproximadamente.

Formato video	Ancho de banda
MPEG-1	1.5 Mb/s
MPEG-2 HDTV	19.4 Mb/s
MPEG-2 Dolby Digital	6-8 Mb/s
MPEG-4	< 1 Mb/s

Tabla N°7 Comparación de consumo de ancho de banda de los formatos de video. Recuperado de:  
<http://www.oocities.org/timessquare/realm/7732/vod.pdf>

### 3.2 Dimensionamiento de la capacidad del sistema

Una vez definidos los servicios a implementar, nos enfocaremos en el ancho de banda requerido para cada uno de ellos:

- Para el caso de acceso a internet ya se encontrarían definidos varios paquetes ofrecidos por la empresa SAITEL S.A., sin embargo para el caso de estudio el análisis lo realizamos con un ancho de banda de 1 Mbps para datos.
- Para decidir cómo se gestionará las peticiones que generan los usuarios como los recursos del sistema en el caso de VoD, se utilizará la política de planificación de servicio multicast, con esta política un grupo de usuarios interesados en el mismo contenido se sirve con un mismo stream, esta política es eficiente debido a que optimiza el ancho de banda del servidor, con la estrategia multicast se atienden a más clientes con un mismo recurso. Con este antecedente y utilizando el formato de video MPEG-4, que como se mencionó anteriormente es un formato de compresión que permite trabajar aproximadamente con 1,5 Mbps para un canal en SDTV, se ha demostrado su éxito al optimizar el envío de videos a través de internet y aplicaciones en los campos de televisión digital, aplicaciones gráficas interactivas y multimedia interactivo (World Wide Web, la distribución y el acceso a contenido).

- Y para VoIP, el cálculo lo realizamos tomando como referencia un servidor asterix, y tomando como referencia el códec G.711 cuyo ancho de banda se encuentra especificado en 64 kbps y los protocolos IAX2 y SIP, utilizar el estándar G.711 para VoIP dará la mejor calidad de la voz; puesto que no utiliza ninguna compresión y es el mismo codec usado por la red del PSTN, también tiene el estado latente más bajo (retraso) porque no hay necesidad de la compresión, que cuesta energía de proceso, cabe señalar además que el estándar es apoyado por la mayoría de los comercializadores de equipos de VoIP. IAX utiliza un menor ancho de banda que SIP ya que los mensajes son codificados de forma binaria mientras que en SIP son mensajes de texto. Asimismo, IAX intenta reducir al máximo la información de las cabeceras de los mensajes reduciendo también el ancho de banda. El protocolo IAX2 maneja un solo puerto de comunicaciones, el UDP 4569, esto quiere decir que tanto la señalización y el flujo de audio RTP de todas las llamadas viajan multiplexados por el mismo canal, haciéndolo un protocolo casi transparente para los cortafuegos o firewalls. Por otra parte el protocolo SIP utiliza 3 puertos de comunicaciones, 1 para señalización 5060 y dos para el flujo de audio RTP, haciendo que este protocolo necesite de procesos adicionales para resolver los problemas de NAT, en algunos casos con la utilización de un servidor STUN. La utilización de un servidor Proxy SIP en un escenario VoIP nos da la posibilidad de manejar miles de llamadas sin tener la carga del flujo de datos RTP de la llamada, ya que el audio viaja de un punto a otro sin tener que pasar por el servidor, de ahí la ventaja de mantener ambos tipos de datos (señalización y voz) separados. Los protocolos IAX y SIP, simplemente tienen situaciones diferentes, por ejemplo, si se requiere de una estructura donde los problemas de NAT son críticos se puede optar por utilizar IAX2, pero si por el contrario se requiere de un escenario donde se debe manejar muchas llamadas y disminuir los costos por transferencia de datos, se utiliza SIP y un servidor Proxy como una mejor alternativa.
- Las llamadas VoIP consisten en 2 partes principales, la parte de la señalización de la llamada es la que hace que la llamada pueda realizarse, es decir el establecimiento, el timbrado en el extremo de destino, la desconexión y otras comunicaciones realizadas entre los dos extremos para mantener la llamada. La segunda parte es el audio, que es transmitido a través de RTP. Dado que el ancho de banda consumido por SIP (señalización) es insignificante, podemos enfocarnos en calcular el ancho de banda consumido por el audio, dado que el audio en bruto puede ser bastante grande, tiene que ser codificado antes de ser enviado por la red. Esto se hace usando un codec. Diferentes codecs producen una calidad de audio diferente, consumen un ancho de banda diferente.
- Hay diferentes capas de empaquetamiento en la red (requeridos por el modelo OSI de 7 capas). El audio codificado necesita ser empaquetado dentro de paquetes RTP. A su vez, los paquetes RTP necesitan ser empaquetados dentro de paquetes UDP, que luego necesitan ser empaquetados dentro de paquetes IP. Ethernet es el tipo de red más común, y requiere otro empaquetamiento.
- Independientemente del codec utilizado, el overhead introducido en el paquete es fijo detallado de la siguiente forma:

RTP – 4.8 kbps

UDP – 3.2 kbps

IP – 8 kbps

Ethernet (sin utilizar QOS) – 15.2 kbps

El overhead total es de 31.2 kbps.

Se toma en cuenta además el códec G.711 cuya velocidad es de 64 kbps y el tamaño de carga útil es de 160 bytes.

Así entonces utilizando un simulador de cálculo de ancho de banda con los datos del códec G.711 y los protocolos IAX2 , H323 y SIP, nos presentan los siguientes resultados:

Incoming Bandwidth		Outgoing Bandwidth	
Calls: 1		Calls: 1	
RTP: 4.69 Kbps		RTP: 4.69 Kbps	
UDP: 3.13 Kbps		UDP: 3.13 Kbps	
IP: 7.81 Kibps		IP: 7.81 Kibps	
Protocol: IAX2 REGULAR		Protocol: IAX2 REGULAR	
Audio Codec: 64.00g.711 Kbps		Audio Codec: 64.00g.711 Kbps	
*IAX2 REGULAR is not using RTP or RTCP!		*IAX2 REGULAR is not using RTP or RTCP!	
Incoming bandwidth:	<b>76.5 Kbps</b> <b>0.07 Mbps</b> <b>9.56 KBps</b> <b>0.01 MBps</b>	Outgoing bandwidth:	<b>76.5 Kibps</b> <b>0.07 Mbps</b> <b>9.56 KBps</b> <b>0.01 MBps</b>
Total bandwidth (incoming and outgoing):			
<b>153 Kbps</b> <b>0.15 Mbps</b> <b>19.13 KBps</b> <b>0.02 MBps</b>			

Tabla N°8: Cálculo de Ancho de Banda para VoIP usando el protocolo IAX2. Fuente: [http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth\\_calculator.php](http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth_calculator.php)

Incoming Bandwidth		Outgoing Bandwidth	
Calls: 1		Calls: 1	
RTP: 4.69 Kbps		RTP: 4.69 Kbps	
UDP: 3.13 Kbps		UDP: 3.13 Kbps	
IP: 7.81 Kibps		IP: 7.81 Kibps	
Protocol: H323		Protocol: H323	
Audio Codec: 64.00g.711 Kbps		Audio Codec: 64.00g.711 Kbps	
*H323 overhead is disregarded!		*H323 overhead is disregarded!	
Incoming bandwidth:	<b>79.63 Kbps</b> <b>0.08 Mbps</b> <b>9.95 KBps</b> <b>0.01 MBps</b>	Outgoing bandwidth:	<b>79.63 Kibps</b> <b>0.08 Mbps</b> <b>9.95 KBps</b> <b>0.01 MBps</b>
Total bandwidth (incoming and outgoing):			
<b>159.26 Kbps</b> <b>0.16 Mbps</b> <b>19.91 KBps</b> <b>0.02 MBps</b>			

Tabla N°9: Cálculo de Ancho de Banda para VoIP, usando el protocolo H323. Fuente: [http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth\\_calculator.php](http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth_calculator.php)

Incoming Bandwidth		Outgoing Bandwidth	
Calls: 1		Calls: 1	
RTP: 4.69 Kbps		RTP: 4.69 Kbps	
UDP: 3.13 Kbps		UDP: 3.13 Kbps	
IP: 7.81 Kibps		IP: 7.81 Kibps	
Protocol: SIP		Protocol: SIP	
Audio Codec: 64.00g.711 Kbps		Audio Codec: 64.00g.711 Kbps	
*SIP overhead is disregarded!		*SIP overhead is disregarded!	
Incoming bandwidth:	<b>79.63 Kbps</b>	Outgoing bandwidth:	<b>79.63 Kibps</b>
	<b>0.08 Mbps</b>		<b>0.08 Mbps</b>
	<b>9.95 KBps</b>		<b>9.95 KBps</b>
	<b>0.01 MBps</b>		<b>0.01 MBps</b>
Total bandwidth (incoming and outgoing):			
		<b>159.26 Kbps</b>	
		<b>0.16 Mbps</b>	
		<b>19.91 KBps</b>	
		<b>0.02 MBps</b>	

Tabla N°10: Cálculo de Ancho de Banda para VoIP, usando el protocolo SIP. Fuente: [http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth\\_calculator.php](http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth_calculator.php)

Así entonces el requerimiento mínimo de ancho de banda para que un usuario reciba los servicios de VoIp, VoD e Internet de forma óptima es de 5 Mbps, considerando que para el servicio de VoD utiliza un ancho de banda de 4 Mbps utilizando el formato MPEG-4 para video y 0,4 Mbps para audio en el formato ACC / MP3, del mismo modo para el servicio de VoIp utilizando el códec G.703 el ancho de banda será de 0,024 Mbps y el plan básico de acceso a internet de un usuario es de 1 Mbps, el requerimiento total se expresa en la siguiente tabla:

Servicio	VoD	VoIP	INTERNET	TOTAL
Ancho de Banda	4 Mbps	0,4 Mbps	1 Mbps	5,4 Mbps

Tabla 11. Requerimiento de ancho de banda básico para brindar los servicios de VoD,VoIP e Internet

### 3.3 Núcleo (Core)

A más de los equipos de la red inalámbrica ya en operación, se necesita otros equipos como componentes activos de la red para brindar los servicios de VoD y VoIP, es así que debemos analizar las características de los siguientes dispositivos:

#### 3.3.1 Softswitch

Una de las funciones principales del *Softswitch* es su operación como administrador, al interconectar redes de telefonía fija con las redes de conmutación de paquetes *IP*, siendo su objetivo principal brindar confiabilidad y *QoS*, incluso mejor a la que brinda una red de conmutación de circuitos.

El *Softswitch* se ha diseñado para manejar una amplia variedad de tecnologías de acceso y terminales, y paralelamente puede soportar un amplio rango de nuevos servicios de valor agregado.

Las características y beneficios del *Softswitch* son entre otros:<sup>19</sup>

Capacidad de proveer un sistema telefónico tradicional sobre la red *IP*, en forma confiable y con *QoS* en todo momento.

- Coexistencia con las redes tradicionales de conmutación de circuitos.
- Soporte para servicios de voz, video, datos.
- Flexibilidad al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.
- Mejores ingresos para los proveedores de servicios y operadores.
- Selección de procesos en cada llamada.
- Enrutamiento de las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
- Capacidad de transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
- Interfaces con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
- Permite separar el *software* del *hardware* en una red, lo que implica libertad en la elección de productos de distintos fabricantes en todas las capas de la red.
- Los dispositivos finales pueden ser: teléfonos tradicionales, teléfonos *IP*, computadores, terminales de video conferencia, etc.
- Bajo costo de desarrollo.
- Mejora los servicios para el cliente, lo que facilita su rápido ingreso al mercado.<sup>20</sup>

Se ha realizado un análisis comparativo de equipos para la opción propuesta de acuerdo al siguiente detalle:

<b>EQUIPO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO REFERENCIAL USD</b>
uniSwitch Softswitch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Múltiples mecanismos de enrutamiento: LCR, ASR, Priority, Two-stage, Preferred routing</li> <li>• Conversión SIP/H.323 Soporte de modos: Proxy, Enrutado, Enrutado sin H.245, Estático Alta escalabilidad y capacidad: desde 500 (estándar) hasta 1000 (carrier) llamadas simultáneas</li> <li>• Soporte de fallas de enrutamiento y ASR Conectividad universal con teléfonos IP, gatekeepers, gateways y softswitches</li> </ul>	5700
Adaptive Networks Kolmisoft MOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de protocolos SIP,H323,PSTN,IAX2 y la facilidad de gestión e interfaces web Coexistencia con las redes tradicionales de conmutación de circuitos.</li> <li>• Soporte para servicios de voz, video, datos.</li> <li>• Flexibilidad al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.</li> <li>• Mejores ingresos para los proveedores de servicios y operadores.</li> </ul>	3000

<sup>19</sup> <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2790>

<sup>20</sup> <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2790>

	<p>Selección de procesos en cada llamada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento de las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.</li> <li>• Capacidad de transferir el control de una llamada a otro elemento de red. Interfaces con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.</li> <li>• Permite separar el software del hardware en una red, lo que implica libertad en la elección de productos de distintos fabricantes en todas las capas de la red.</li> <li>• Los dispositivos finales pueden ser: teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, terminales de video conferencia, etc. Bajo costo de desarrollo.</li> <li>• Mejora los servicios para el cliente, lo que facilita su rápido ingreso al mercado.</li> </ul>	
--	--	--

Tabla N°12 Características de los equipos para VoIP

Para el caso de la empresa Saitel S.A., se implementará el softswitch Adaptive Networks Kolmisoft MOR softswitch, cuyas características principales son el soporte de protocolos SIP,H323,PSTN,IAX2 y la facilidad de gestión e interfaces web.<sup>21</sup> Además el costo referencial es el que la empresa requiere.

### 3.3.2 Sistema VoD

El sistema VoD se compone principalmente del servidor de video que es un potente computador especializado en almacenamiento de información de video en formato digital, los servidores de video almacenan contenido digitalmente codificado y lo envían sobre dispositivos de capa 2 ó 3, a través de la infraestructura de la red respectiva, pudiendo estos recibir contenido digital de otras fuentes o dispositivos de almacenamiento.

Entre las características de este dispositivo deberá manejar un alto número de usuarios simultáneos, disponer de software para funciones de validación, autenticación, facturación, navegación del usuario, así como un alto throughput, en resumen el servidor debe tener las siguientes características:

- Permite manejar VoD
- Permite grabar archivos MPEG 1/2/4
- Manejo de facturación y estadísticas
- Gran capacidad de almacenamiento
- Costo accesible

<sup>21</sup> <http://www.adaptixnetworks.com/voz-sobre-ip/mor-softswitch/>

Se realizó un análisis comparativo de equipos para la opción propuesta de acuerdo al siguiente detalle:

<b>Características</b>	<b>Sapphire VoD</b>	<b>Sea Charge MDS 200</b>	<b>N4 Stream Media Appliance</b>
Capacidad de procesamiento	3.2 GHz procesador Xeon con Intel EM64T 1 Mb Cache, 2 GB de RAM, HW Raid 5 (584 GB)	5.5 Gbps de streaming, 32 GB DRAM cache, 6 Tb almacenamiento 1500 a 3200 horas de video MPEG4	1.0 GHz
Formatos de video	MPEG 1/2/4/ H.264	MPEG 1/2/4/ H.264	MPEG 2
Escalabilidad	SI	SI	SI
Administrable por consola	SI	SI	SI
Costo Referencial USD	43000,00	8000,00	El fabricante no especifica

Tabla N°13 Características de los equipos para VoD

Y el segundo componente principal para complementar el sistema es el software de administración del sistema que proporciona la interfaz entre las fuentes de contenido y los usuarios, que al igual que el servidor de video, deben tener por lo menos los siguientes requerimientos:

- Permite grabar archivos MPEG 1/2/4
- Edición de archivos de video
- Manejo de facturación y estadísticas
- Soporta ftp, telnet
- Guía electrónica de programa (EGP)

De igual forma se realizó un análisis comparativo de equipos para la opción propuesta de acuerdo al siguiente detalle:

<b>Características</b>	<b>EtherneTV</b>	<b>Motorola KreaTV</b>	<b>4Front IPTV</b>
Permite grabar archivos MPEG 1/2/4	SI	MPEG- 4	MPEG- 4
Edición de archivos de video	SI	Proveedor no indica	Proveedor no indica
Manejo de facturación y estadísticas	SI	SI	SI
Soporta ftp, telnet	SI	SI	SI
Guía electrónica de programa (EGP)	SI	SI	SI

Costo USD	Referencial	19900,00	24500,00	Proveedor no indica

Tabla N°14 Características del software de administración del sistema VoD

Una vez revisadas las características técnicas y los costos referenciales del servidor de video y el software de administración, se propone utilizar los siguientes equipos que cumplen con las especificaciones para el desarrollo del proyecto:

Servidor de video	<b>Sea Charge MDS 200</b>
Software de administración	<b>EtherneTV</b>

Tabla N°15 Componentes del sistema de VoD

Cabe señalar que el servidor de video y el software de administración cumplen con las características principales para el desarrollo del proyecto propuesto, no solamente por referencia del costo sino además por la capacidad de gestión del tráfico de datos de video, el almacenamiento del sistema en su conjunto y la velocidad de procesamiento de los datos.

### 3.4 Red de Transporte

La red de transporte de la empresa Saitel S.A., se mantiene y más bien se explotarán las funcionalidades de los equipos Mikrotik que contienen el sistema operativo Router OS, que permite realizar configuraciones del siguiente tipo:

- Capacidad de Ruteo y Qos a través de protocolo MPLS
- Firewall
- Administración de Ancho de Banda
- Balanceo de Carga
- Asignación de VPN

Las características mencionadas son importantes para la priorización de servicios de acuerdo a los requerimientos de los clientes, en la figura 23 se visualiza un ejemplo de la pantalla de configuración del equipo y una fotografía física del mismo.

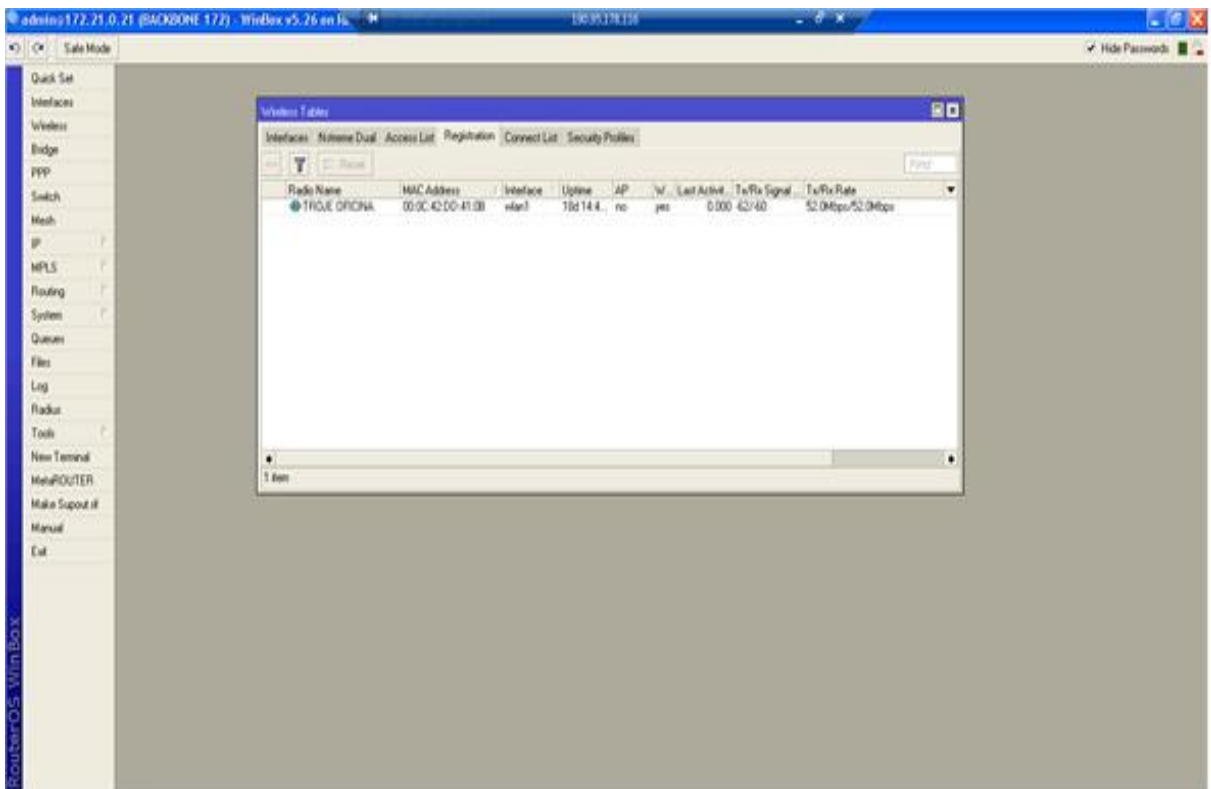
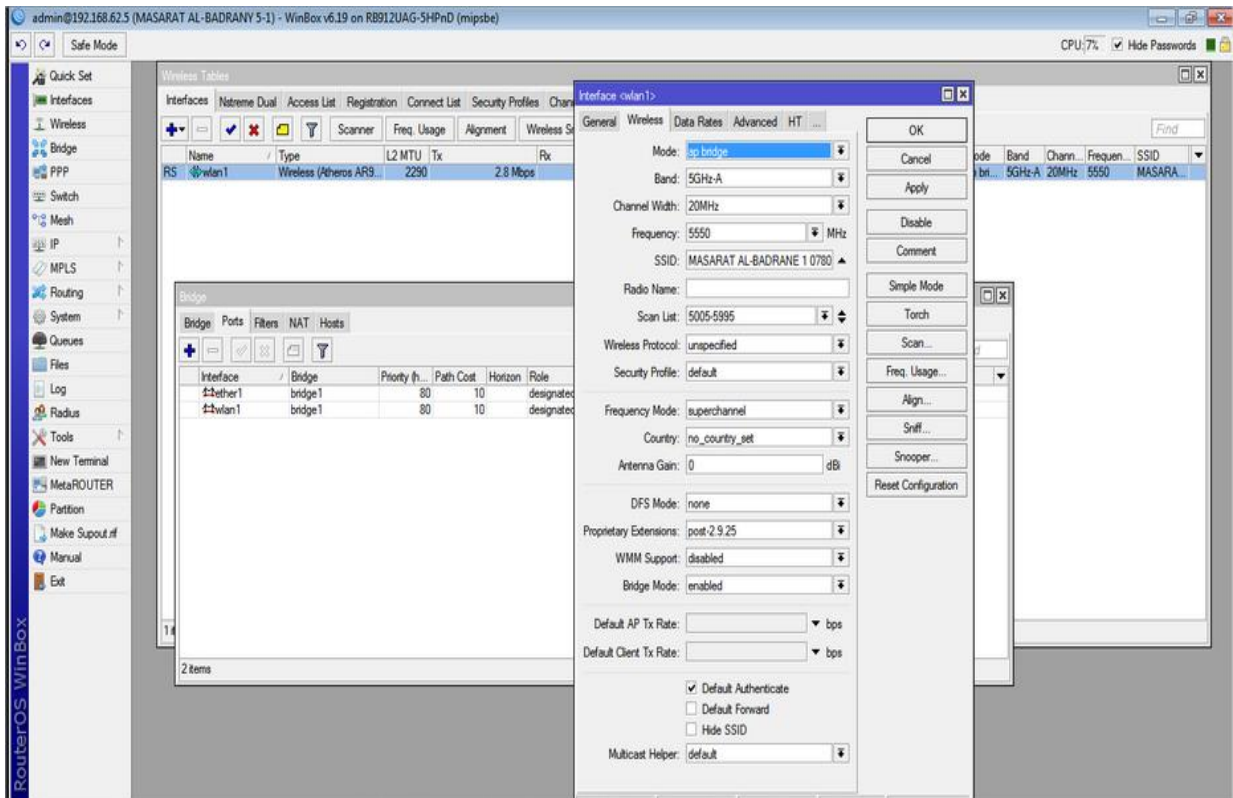


Figura 18. Fotografías físicas del equipo Mikrotik y pantalla de ejemplo de configuración



Figura 19. Fotografías físicas del equipo Mikrotik y pantalla de ejemplo de configuración

### **3.5 Red de Acceso**

Para la red de acceso de la empresa Saitel S.A., a más de los dispositivos CPE, se integrarán los equipos Set Top Box que sirven como interfaz entre la red de datos y la conversión a video.

#### **3.5.1 Set Top Box**

El cliente debe disfrutar de los tres servicios ofrecidos por la red: Telefonía, Internet y televisión. Normalmente el uso de Internet requiere un tráfico asimétrico donde el enlace de bajada es mayor que el de subida. Esto significa que en un porcentaje muy alto, los usuarios se dedican a obtener información de la red en lugar de enviarla. Por otro lado el flujo para la televisión también será asimétrico ya que lo que se necesita es recibir un flujo de datos grande comparativamente al tráfico enviado por el usuario. Y en último lugar la telefonía requiere un tráfico simétrico y no consume demasiado ancho de banda.

Respecto a la tecnología necesaria, para poder disfrutar de esta red se requiere de un teléfono VoIP, un router junto con CPE que pueda conectarse a la red troncal y un decodificador de la señal de vídeo normalmente llamado Set-Top-Box, en la figura 24 se muestra la fotografía del CPE y una pantalla ejemplo de configuración.

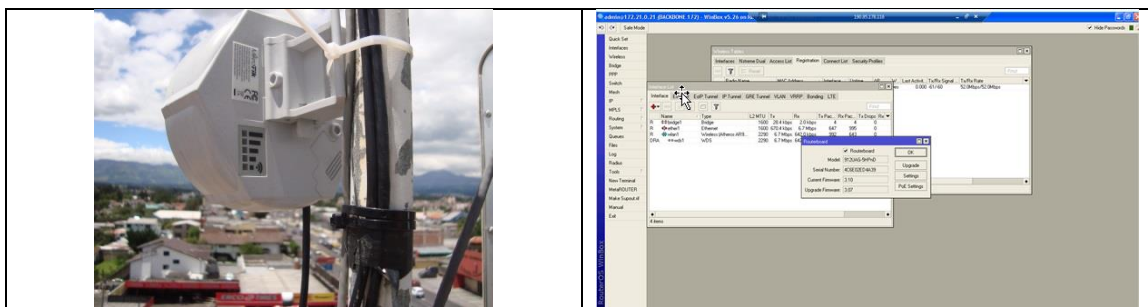
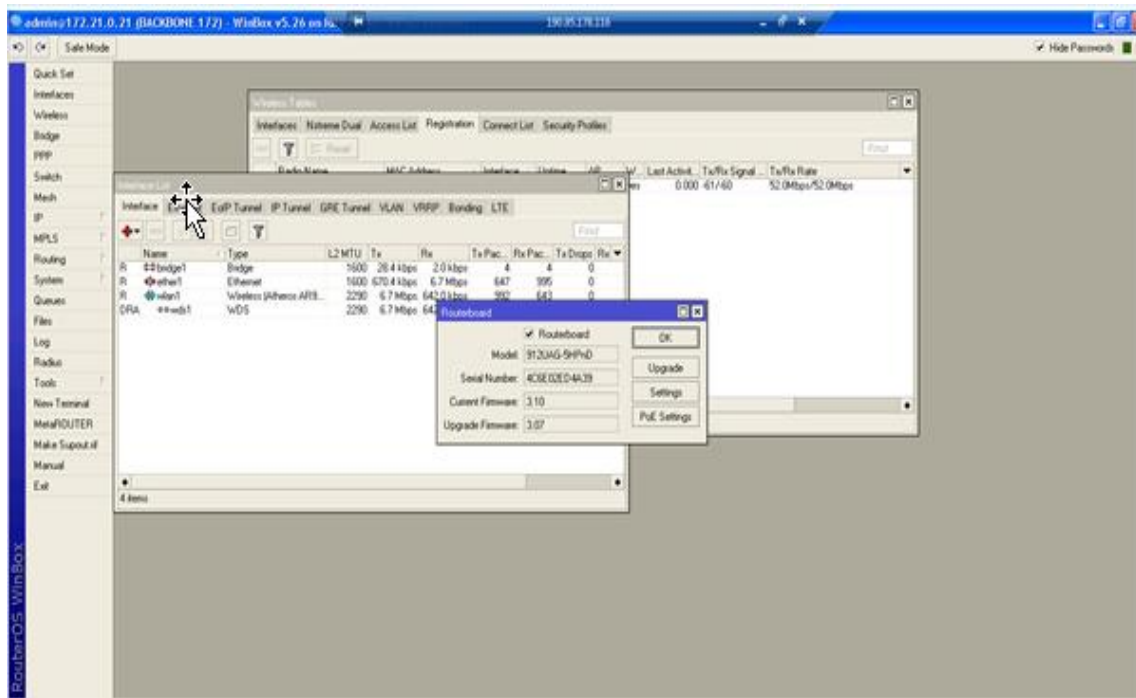


Figura 20. Fotografías físicas del equipo CPE y pantalla de ejemplo de configuración

EQUIPO	CARACTERISTICAS	ESTANDAR 802.11n	ANCHO DE BANDA MINIMO REQUERIDO
BASE MIKROTIK	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tecnología Wireless 802.11n</li> <li>Throughput 100 Mbps</li> </ul>	Throughput 600 Mbps (Teórico)	5 Mbps
CPE MIKROTIK	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tecnología Wireless 802.11n</li> <li>Throughput 100 Mbps</li> </ul>	Throughput 600 Mbps (Teórico)	5 Mbps

Tabla N°16 Características técnicas de los dispositivos Mikrotik

Las características de operación de los dispositivos CPE, que componen las redes de transporte y acceso respectivamente trabajan con el estándar 802.11n y se encuentran aptos para operar en las velocidades establecidas para brindar los servicios de VoD y VoIp al usuario final.

Definidos los servicios a implementar y el nuevo equipamiento que se integrará a la red inalámbrica, en la figura 25, se visualiza la nueva infraestructura con la que contaría la empresa Saitel S.A.

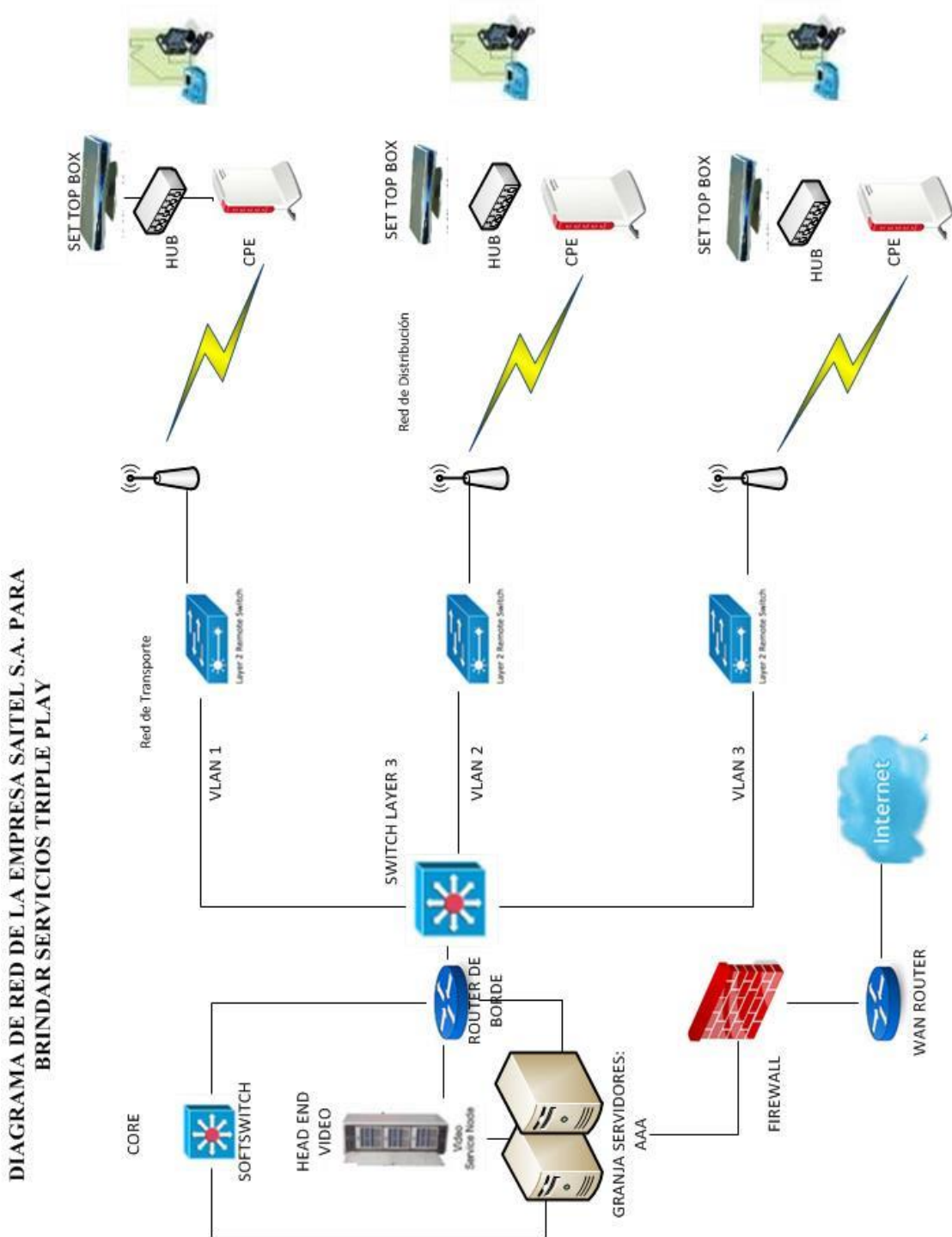


Figura 21. Esquema básico de red para brindar los servicios de VoD y VoIP.

Para el caso de los dispositivos Set top Box, se analizaron las siguientes propuestas:

<b>Set to Box</b>	<b>Características Principales</b>	<b>Costo Referencial por unidad USD</b>
<b>Huawei EC628</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provee servicios BTV/VoD</li> <li>- Soporta codificación H.264, MPEG-2, MPEG-4</li> <li>- Memoria de 64 MB SDRAM, 16 MB Flash Configurable a través de Web Browser</li> <li>- Protocolos, PPOE, DHCP, IP estática</li> <li>- Interfaces, video compuesto, S-Video, Salida audio Estereo, RCA, Ethernet 10/100 Mb, dos puertos USB.</li> <li>- Alimentación de poder, 90 V–264 V, 47 Hz–63 Hz</li> <li>- Consumo de potencia: &lt; 10 W</li> </ul>	140,00
<b>AmiNET125</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VC1 (WMV9) D1 resolución sobre 2.5Mbps</li> <li>- Soporta VoD</li> <li>- H.264 MP@L3 D1 resolución sobre 2.5Mbps</li> <li>- MPEG-2 MP @ML D1 resolución sobre 10Mbps</li> <li>- Opciones vía cable para salidas de audio y video- Compuesto, RGB, S-Video, Audio Stereo, PAL y NTSC, Formatos 4:3 y 16:9</li> <li>- USB 2.0</li> <li>- Video Protocols: Multicast IPTV (IGMP control), VoD (RTSP control)</li> <li>- Control Remote IR combina las funciones de comandos de STB y TV.</li> <li>- Interface to 10/100BaseT Ethernet</li> <li>- Gestión remota y software actualización vía red.</li> <li>- 128MB SDRAM como estándar</li> <li>- Entradas Ethernet 10/100 Base T</li> </ul>	215,00

Tabla N°17 Características técnicas de los dispositivos Set top Box

La propuesta de trabajo de la empresa Saitel S.A., es utilizar equipos set top box Huawei EC628, que soporta el servicio de VoD.

Cabe señalar que la descripción de los equipos constitutivos de la red se encuentra especificada en el anexo 3.

#### 4. Análisis Financiero para la implementación de la red de la empresa SAITEL S.A. que brinde los servicios de VoIP, VoD e Internet para el usuario final.

Para el análisis financiero no se considerarán los costos de la red inalámbrica ya instalada y operativa, de ahí que los costos específicos comprenden la adquisición de equipos para brindar los servicios de VoIP y VoD y así complementar la red propuesta.

##### 4.1 Análisis financiero para la implementación del proyecto

La implementación del proyecto representará una inversión de la empresa SAITEL S.A., en los siguientes equipos:

ITEM	DESCRIPCION EQUIPO	PRECIO REFERENCIAL
1	Adaptive Networks Kolmisoft MOR softswitch	3000 USD
2	Servidor de Video Sea Charge MDS 200	8000 USD
3	Software de administración EtherneTV	19900 USD
4	SET TOP BOX	140 USD x 100 = 14000
	TOTAL	44900 USD (+45%)

Tabla N°18 Detalle del costo de los equipos para la implementación de los servicios de VoIp, Vod e Internet.<sup>22</sup>

La empresa Saitel S.A., entró en operación el año 2011, por lo que su descripción organizacional y análisis de viabilidad financiera ya es una realidad para el presente año brindando el servicio de acceso a internet, es bajo esta premisa que parte del rendimiento económico de la empresa se invertirá en compra de los equipos indicados anteriormente.

Al valor total referencial se deberá sumarse el rubro de graduación de salvaguardas de importación que al momento se encuentran en vigencia en el país para el caso de equipos de telecomunicaciones se encuentran grabadas en un porcentaje del 45%, por lo tanto para nuestro caso de estudio asumiremos el peor de los escenarios es decir al valor total referencial le aumentaremos un costo adicional del 45%, dándonos como resultado final de 65105 USD.

A continuación se presenta un cuadro resumen del rendimiento de la empresa ala presente fecha y los datos específicos del índice de valor neto (VAN) y el índice Valor presente neto (VPN).

---

<sup>22</sup> Se realizó consultas a través de las páginas web <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4149> y [www.kolmisoft.com](http://www.kolmisoft.com)

**SVA-AF-09-1: FLUJO DE CAJA (EXPRESADO EN USD)**

ÍTEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		250.020,0	500.820,0	790.380,0	948.540,0	1.046.040,0
Gastos Operacionales		92.319,6	132.259,0	174.652,5	235.451,6	283.980,2
Costos de ventas		1.400,0	2.300,0	2.300,0	2.300,0	2.300,0
Terminales/Equipo		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>EBITDA</b>		<b>156.300,4</b>	<b>366.261,0</b>	<b>613.427,5</b>	<b>710.788,4</b>	<b>759.759,8</b>
Total Depreciación Anual		7.270,0	7.270,0	7.270,0	7.270,0	7.270,0
<b>EBIT</b>		<b>149.030,4</b>	<b>358.991,0</b>	<b>606.157,5</b>	<b>703.518,4</b>	<b>752.489,8</b>
Gastos Financieros		727,0	363,5	0,0	0,0	0,0
Participación de utilidades a empleados		22.245,5	53.794,1	90.923,6	105.527,8	112.873,5
Impuesto a utilidades		31.514,5	89.656,9	151.539,4	175.879,6	188.122,4
<b>Margen Neto</b>		<b>94.543,4</b>	<b>215.176,5</b>	<b>363.694,5</b>	<b>422.111,1</b>	<b>451.493,9</b>
Aumento Capital de Trabajo						
Inversiones Totales	36.350,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crédito - Desembolso Inicial	9.087,5					
Amortizaciones		4.543,8	4.543,8	0,0	0,0	0,0
Valor Presente de la Perpetuidad						1.047.993,0
<b>Flujo de Caja USD</b>	<b>-27.262,5</b>	<b>97.269,7</b>	<b>217.902,8</b>	<b>370.964,5</b>	<b>429.381,1</b>	<b>458.763,9</b>
	0	1	2	3	4	5
<b>VPN USD</b>	<b>482.915,35</b>					

Del análisis del Flujo de Caja se observa que el proyecto para la explotación de Servicios de Valor Agregado de Internet sería viable financieramente con un VAN de USD 360.778

Tabla N.19 Estado Financiero de la empresa Saitel S.A. Fuente : Permiso de valor agregado Saitel S.A.

Del cuadro anterior se desprende que la empresa Saitel S.A., es rentable y está en la capacidad técnica y financiera de poner en marcha nuevos proyectos.

#### 4.2 Número proyectado de clientes

La empresa Saitel S.A., a nivel regional en las provincias de Imbabura, Carchi y Orellana dispone de aproximadamente 5660 usuarios que acceden al servicio de internet con un crecimiento de alrededor de 500 usuarios al año de acuerdo al estudio realizado previo a la obtención del permiso de valor agregado otorgado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y tomando como referencia los reportes entregados mensualmente a la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones.

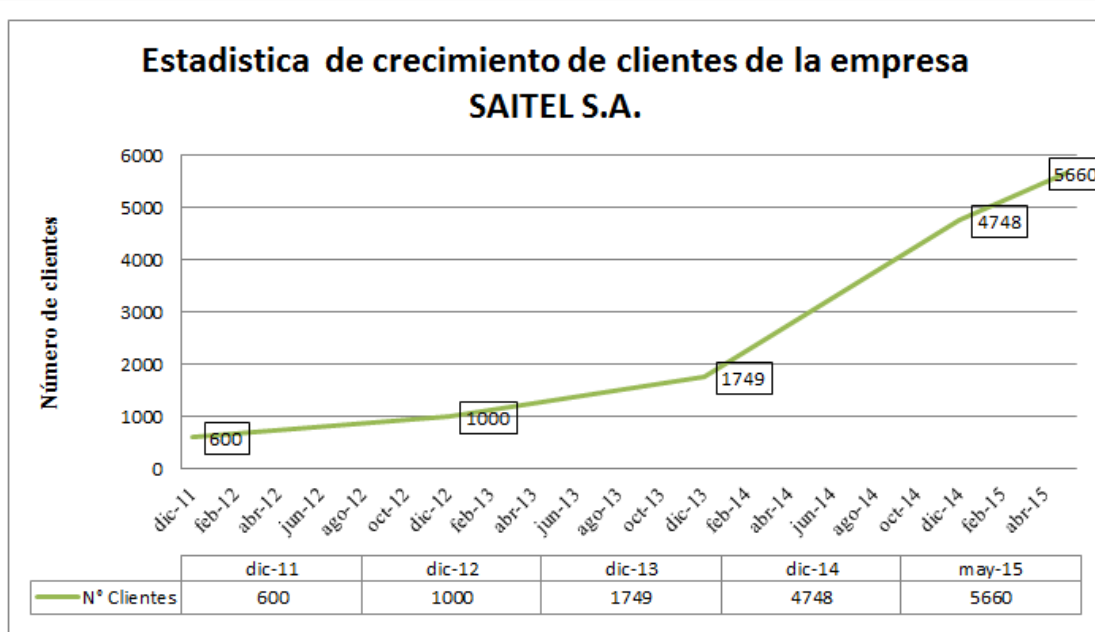


Figura 22. Estadística de crecimiento de clientes de la empresa SAI TEL S.A. a nivel regional. Fuente: [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec)

En la ciudad de Ibarra la empresa SAI TEL S.A., hasta el mes de mayo del 2015 dispone de 1150 usuarios que acceden al servicio de internet y su potencial crecimiento es de alrededor de 100 clientes por año, los datos fueron recopilados de los reportes entregados a la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones.

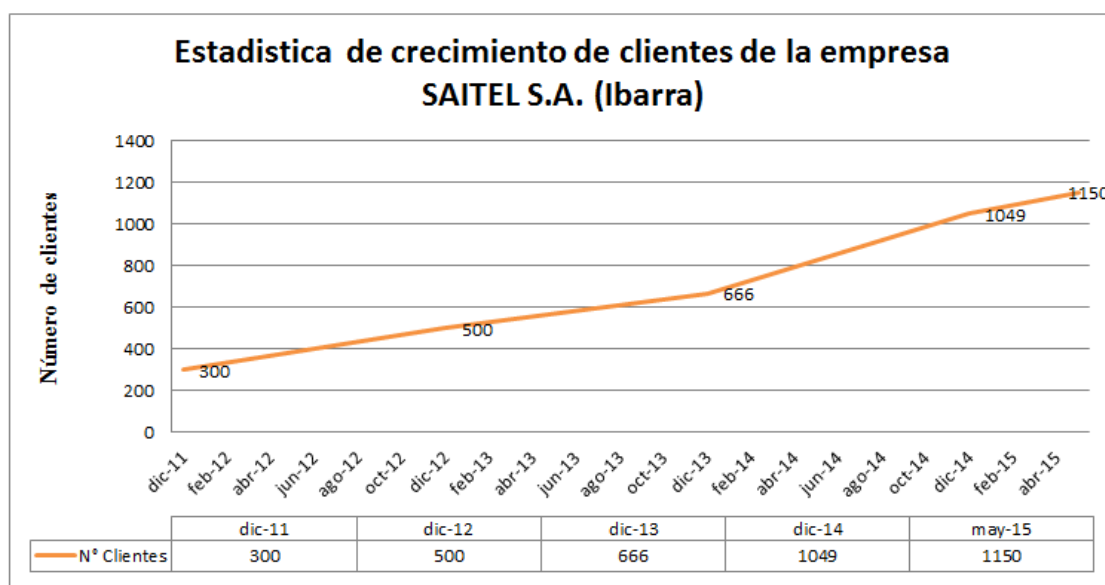


Figura 23. Estadística de crecimiento de clientes de la empresa SAI TEL S.A. en la ciudad de Ibarra. Fuente: [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec)

De estos datos se desprende que el número proyectado de clientes que se consideraría como potenciales usuarios de los nuevos servicios como inicio del proyecto serían 150 clientes constituidos de la siguiente forma 100 usuarios que disponen ya del servicio de

internet y que estarían interesados en hacer uso de los servicios complementarios de VoIP y VoD, sumados a 50 nuevos clientes que en el transcurso del primer año se beneficiarían de los tres servicios ofrecidos por la empresa Saitel S.A.

En la primera etapa del proyecto los clientes recibirían los tres servicios a un mismo costo, sin embargo podrían existir usuarios que requieran simplemente una combinación de dos servicios solamente, para este caso se realizaría un ajuste en el costo de este tipo de paquete que no afectaría mayormente a la puesta en marcha del sistema, ni tampoco se vería impacto en la inversión realizada debido al respaldo de la cartera de clientes que la empresa SAITEL S.A. dispone a la presente fecha.

Si la proyección es de 50 clientes nuevos interesado en adquirir los tres servicios ofrecidos por SAITEL S.A., y tomando en cuenta el ancho de banda proyectado por cada usuario es de 5 Mbps, estaríamos hablando de por lo menos 250 Mbps adicionales que la empresa debe solventar para que no exista congestión en la red al momento de ingreso de estos nuevos usuarios.

Además se debe tomar en cuenta que en la proyección de clientes se ha tomado en cuenta que 100 clientes que ya son usuarios del servicio de internet de la empresa SAITEL S.A., se encontrarían interesados en adquirir los nuevos servicios, estaríamos hablando de un ancho de banda adicional de al menos 300 Mbps adicionales.

Cabe señalar que los enlaces contratados por cliente se consideran asimétricos, esto quiere decir que los requerimientos del canal de subida (Uplink) son bajos debido a que llevan información de señalización como cambio de canal o selección de programas la cual estaría en el orden de los Kbps, mientras que el canal de bajada (Downlink) es relativamente alto debido a que el usuario ya se encuentra disfrutando de la programación disponible en el servidor.

Por lo tanto con la cantidad de clientes descrita si se encuentran conectados los 150 cada flujo generaría un total de 550 Mbps de tráfico de red. Esto en el peor de los casos, ya que estamos asumiendo una concurrencia del 100% de los clientes para garantizar niveles de servicio aceptables.

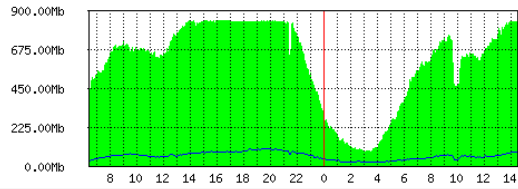
La empresa SAITEL S.A., dispone de un enlace troncal de fibra óptica de salida internacional contratado con la empresa CNT E.P., con una capacidad de 2000 Mbps que puede ser incrementado hasta 3000 Mbps y un enlace de respaldo contratado con la empresa Telconet S.A., con una capacidad de 100 Mpbs, razón por la cual no existiría una congestión del tráfico en la red al momento de brindar nuevos servicios e incrementar más usuarios.

# CAPACIDAD INTERNACIONAL CONTRATADA

## Interface <ether14 WAN 1 930 Mbps> Statistics

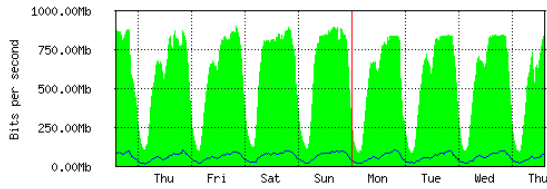
• Last update: Thu Oct 29 14:23:39 2015

"Daily" Graph (5 Minute Average)



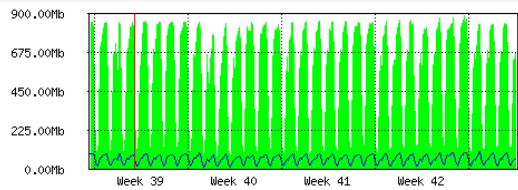
Max In: 847.02Mb; Average In: 607.49Mb; Current In: 841.38Mb;  
Max Out: 98.24Mb; Average Out: 55.78Mb; Current Out: 77.04Mb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



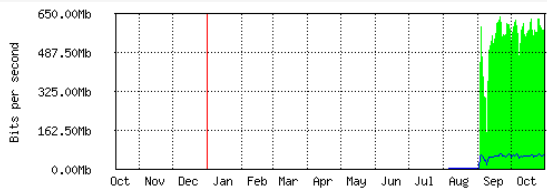
Max In: 904.27Mb; Average In: 592.26Mb; Current In: 840.00Mb;  
Max Out: 100.08Mb; Average Out: 55.34Mb; Current Out: 75.52Mb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 894.04Mb; Average In: 583.43Mb; Current In: 671.98Mb;  
Max Out: 97.07Mb; Average Out: 52.71Mb; Current Out: 51.89Mb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



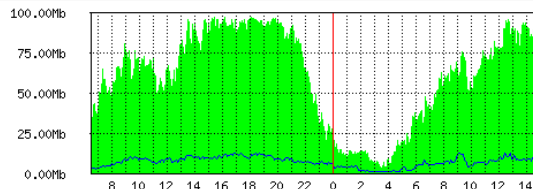
Max In: 639.92Mb; Average In: 364.61Mb; Current In: 582.72Mb;  
Max Out: 60.74Mb; Average Out: 33.22Mb; Current Out: 55.50Mb;

Figura 24. Estadística de capacidad internacional del enlace contratado con la empresa CNT E.P.  
Recuperado de: <http://www.saitel.ec/pags/capacidadInternacional.html>

## Interface <ether1 WAN 2 100 Mbps> Statistics

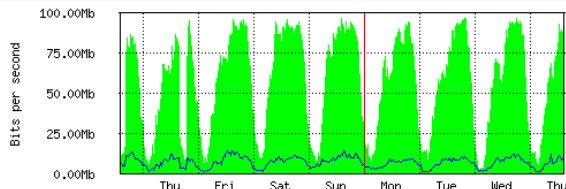
• Last update: Thu Oct 29 14:28:39 2015

"Daily" Graph (5 Minute Average)



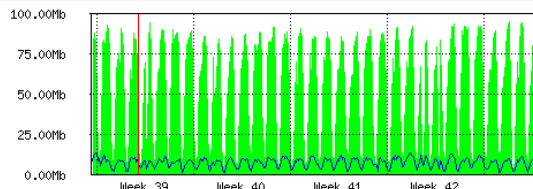
Max In: 97.97Mb; Average In: 61.23Mb; Current In: 89.75Mb;  
Max Out: 12.66Mb; Average Out: 6.81Mb; Current Out: 8.44Mb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



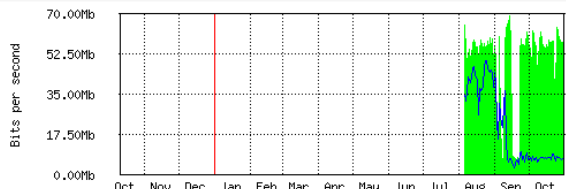
Max In: 97.13Mb; Average In: 57.47Mb; Current In: 88.69Mb;  
Max Out: 14.11Mb; Average Out: 6.55Mb; Current Out: 8.41Mb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 95.37Mb; Average In: 57.12Mb; Current In: 80.75Mb;  
Max Out: 12.89Mb; Average Out: 6.78Mb; Current Out: 8.49Mb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



Max In: 69.53Mb; Average In: 52.16Mb; Current In: 57.57Mb;  
Max Out: 49.89Mb; Average Out: 20.28Mb; Current Out: 6.61Mb;

Figura 25. Estadística de capacidad internacional del enlace contratado con la empresa Telconet S.A.  
Recuperado de: <http://www.saitel.ec/pags/capacidadInternacional.html>

### 4.3 Retorno de la inversión

Antes de realizar un análisis del retorno de la inversión del proyecto a implementar, se presenta un cuadro comparativo de precios de empresas que brindan servicios de internet en la ciudad de Ibarra, para así tomar una decisión respecto al precio sugerido que el cliente de la empresa Saitel S.A., deberá pagar por los nuevos servicios implementados.

Nº	EMPRESA	TARIFA PROMEDIO	PLAN CONTRATADO
1	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.	30 USD	2 Mbps
2	Puntonet S.A.	30 USD	2.2 Mbps
3	Consortio TVCABLE	35 USD	3 Mbps
4	Fix Group S.A.	30 USD	2 Mbps
5	Pancho.net S.A.	40 USD	2 Mbps
6	WISP S.A.	40 USD	2 Mbps
7	Telecom S.A.	35 USD	2 Mbps
8	Netservice S.A.	35 USD	2 Mbps
9	Saitel S.A.	35 USD	4 Mbps

Tabla N°20 Comparativo de precios del servicio de internet en la ciudad de Ibarra. Fuente: sitios web de las diferentes empresas.

El cálculo de retorno aproximado se puede hacer a partir de los beneficios potenciales del sistema, por lo tanto vamos a realizar las siguientes consideraciones:

La proyección de clientes para el primer año sería de 200 que accederán al servicio de forma continua a lo largo del año tomando como consideración que a 150 clientes que ya disponen del servicio de internet y solo se les hará un ajuste en su tarifa mensual de 35 a 38 dólares es decir un aumento del 10% y los restantes 50 nuevos usuarios que entrarían a formar parte de la red de Saitel S.A. en el mismo período de tiempo se les aplicaría la cuota mensual de 40 dólares.

El primer año tendremos unos ingresos de:  $B = ((150 \times 35) + (50 \times 40)) \times 12 = 29400$  USD, además supondremos unos gastos medios de publicidad de 1000 USD.

Por tanto el retorno de inversión será:  $ROI = 29400 / (65105 + 1000) = 0,44$ , este valor nos indica que al primer año hemos alcanzado a cubrir el 44% de la inversión realizada para brindar los nuevos servicios de telecomunicaciones por parte de la empresa Saitel S.A.

Para el segundo y tercer año los ingresos medios se estimaría sean los mismos o en su defecto sean fluctuantes y estableceríamos un promedio de 100 clientes que dispondrían de los servicios de VoIp, VoD e Internet con una tarifa de 40 dólares, por tanto el ROI bajaría, pero ya habremos cubierto el total de la inversión.

Desembolso Inicial

Tasa Interna de Retorno (TIR)

AÑO	COBROS	PAGOS	FLUJOS DE CAJA
0			-65.105,00
1	<input type="text" value="29.400,0"/>	<input type="text" value="1.000,0"/>	28.400,00
2	<input type="text" value="24.000,0"/>	<input type="text" value="1.000,0"/>	23.000,00
3	<input type="text" value="24.000,0"/>	<input type="text" value="1.000,0"/>	23.000,00

Cuadro N° 1 Análisis del índice TIR aplicado a la empresa Saitel S.A. Fuente: <http://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

La ventaja de las empresas proveedoras de internet que disponen de una cartera de clientes constante o de crecimiento relativamente pequeño, radica en la atención personalizada de soporte al cliente, que es un punto deficiente en operadoras con gran cantidad de usuarios. Y es en este punto donde las empresas proveedoras de internet deben poner mayor énfasis para de esta forma captar nuevos clientes sin descuidar la calidad de los servicios ofrecidos.

En cuanto se refiere a redes inalámbricas y en particular redes con tecnología 802.11n, se han constituido como una de las tecnologías de banda ancha que permiten acceder a zonas urbano marginales en diferentes ciudades del país y de esta forma se puede cubrir una demanda insatisfecha de usuarios.

Las prestaciones que permite el estándar 802.11n, incluyendo capacidad, velocidad, escalabilidad, calidad de servicio y gran alcance ayudan en la implementación de un despliegue e infraestructura de acceso tipo celular en cualquier ciudad del país con variada topografía. Esta solución permite una fácil provisión de servicios concurrentes de voz sobre IP, conexión de datos y acceso a Internet en una ciudad tal como Ibarra. La integración de servicios permite ampliar el modelo de negocio para las empresas de telecomunicaciones que ya se encuentran establecidas en el mercado y un punto de referencia para las nuevas empresas que quieran ingresar al ámbito de las telecomunicaciones.

La empresa SAITEL S.A., como se describió a lo largo del presente caso de estudio ya ofrecía servicios de internet con su red inalámbrica a partir del año 2011, por lo

que la propuesta para la implementación de nuevos servicios de telecomunicaciones utilizando esta infraestructura es completamente viable puesto que la inversión de equipos no implicaría necesariamente un aporte significativo.

La propuesta de brindar nuevos servicios a través de redes ya implementadas como es el caso de estudio de la empresa SAITEL S.A., sentará un precedente positivo para que empresas similares obtén por migrar su red de manera paulatina para alcanzar niveles de eficacia y eficiencia y así constituirse en redes de nueva generación

La factibilidad técnica del proyecto radica en la infraestructura ya implementada por la empresa Saitel S.A. que dispone de una red inalámbrica operativamente eficiente, con equipos versátiles y escalables que se traduce en un fácil acoplamiento de nuevos equipos para brindar otros servicios de telecomunicaciones como VoD y VoIP.

En el aspecto económico se analizó otras alternativas para viabilizar el proyecto como por ejemplo se pudo haber optado por una migración completa de la red de la empresa Saitel S.A., hacia una red de acceso de fibra óptica o cable coaxial, sin embargo esto implica costos como alquiler mensual de posterial a la empresa eléctrica de la ciudad de Ibarra o incluso soterramiento de cables en varias zonas de la ciudad, costos que la empresa asumiría de forma inmediata y que representarían gastos onerosos y reajustables cada año lo que imposibilitaría el desenvolvimiento normal del proyecto. De ahí que al utilizar las redes de transporte y acceso ya montadas, representan un ahorro significativo en nuevos gastos de equipamiento.

En el ámbito regulatorio la normativa vigente se ha flexibilizado para los proveedores de servicios de valor agregado con la modalidad de acceso a internet en cuanto se refiere a la implementación de redes de acceso propias, es decir dichos proveedores ya no necesitan un amparo legal por una Operadora legalmente autorizada para registrar sus redes, esto ha permitido masificar el uso de redes inalámbricas para cubrir zonas marginales y así reducir la brecha digital en el país y masificar los servicios implementados sobre la plataforma IP. La empresa Saitel S.A., al disponer ya del permiso para la explotación de servicios de valor agregado se encuentra plenamente habilitada para brindar servicio de telecomunicaciones a través de su red de acceso inalámbrica, lo que constituye una gran ventaja debido a que no se necesita otro título habilitante para poner en marcha el presente proyecto.

En lo que se refiere a la regulación de servicios en el país, se contempla a la voz sobre internet como una aplicación tecnológica disponible en internet. El video, los datos y multimedios cursados a través de la red internet, son igualmente reconocidos como aplicaciones tecnológicas disponibles en internet.

## **5.2 Recomendaciones**

Con este antecedente se recomienda al ente regulador en este caso la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones, realice un análisis del estado de las redes de las diferentes empresas de telecomunicaciones en el país y ponga en discusión un reglamento de convergencia de servicios que no regule redes físicas sino más bien se oriente a un control de calidad a los servicios de telecomunicaciones ofrecidos a los clientes.

Las operadoras de telecomunicaciones deben ser conscientes del potencial de crecimiento de nuevos servicios, pero además deben conocer los retos que plantea la decisión de implantar estas soluciones, sin embargo deben aceptar este reto y contribuir con la reducción de la brecha digital de la mano de una regulación acorde con el desarrollo de las telecomunicaciones en el Ecuador.

El presente caso de estudio es el inicio de un crecimiento a mediano plazo de la empresa Saitel S.A., debido al abaratamiento de costos de implementos de telecomunicaciones, es así que se provee accesos de última milla de fibra óptica para el usuario final, ampliación de servicios a zonas de difícil acceso, integración de nuevos servicios como TV Online o Radio Online.

Además teniendo en cuenta que si ya se dispone de redes de fibra óptica, se podría implementar una cabecera para brindar el servicio de audio y video por suscripción y disponer de un canal local con información exclusiva y novedosas para la provincia de Ibarra, todo esto tomando en cuenta el marco regulatorio vigente en el país.

### **Bibliografía:**

- [1] Permiso de Valor Agregado empresa SAITEL S.A. de fecha 04 de enero de 2011
- [2] [www.saitel.gob.ec](http://www.saitel.gob.ec)
- [3] “ICS-Telecom”, Disponible en línea: [www.atdi.com](http://www.atdi.com)
- [4] [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec)
- [5] Registro Oficial N° 439 del 18 de febrero de 2015, Ley Orgánica de Telecomunicaciones
- [6] <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/158/2/Capitulo%201.pdf>
- [7] <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/handle/123456789/78>
- [8] <http://www.maswifi.com/puntos-de-acceso/ubiquiti-airgrid-m5-5ghz-27dbi>
- [9] <http://www.adaptixnetworks.com/voz-sobre-ip/mor-softswitch/>
- [10] [http://wiki.kolmisoft.com/index.php/Main\\_Page](http://wiki.kolmisoft.com/index.php/Main_Page)
- [11] [http://www.aliexpress.com/price/voip-gateway-iptv\\_price.html](http://www.aliexpress.com/price/voip-gateway-iptv_price.html)
- [12] [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/iptv-head-end-solution/index.html#~prod\\_services](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/iptv-head-end-solution/index.html#~prod_services)
- [13] [http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth\\_calculator.php](http://www.asteriskguru.com/tools/bandwidth_calculator.php)
- [14] <http://www.amazon.com/Cisco-DCM-GBE-MK1-D9900-D9901-BOARD/dp/B00584FTO0>
- [15] <https://www.sateng.com/cisco/mfr/products.aspx>
- [16] [http://www.amazon.com/s/ref=nb\\_sb\\_noss?url=search%3Aelectronics&fieldkeywords=cisco+encoder+D9054&rh=n%3A172282%2Ck%3Acisco+encoder+D9054](http://www.amazon.com/s/ref=nb_sb_noss?url=search%3Aelectronics&fieldkeywords=cisco+encoder+D9054&rh=n%3A172282%2Ck%3Acisco+encoder+D9054)
- [17] <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/internet-banda-ancha-hogar/>
- [18] <http://www.puntonet.ec/home/busca-tu-plan-ideal>
- [19] <https://www.grupotvcable.com/grupo/internet>
- [20] <http://www.panchonet.net/index.php/component/content/25?task=view>
- [21] <http://wisp.net.ec/>

- [22] <http://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>
- [23] <http://sincables.com.ve/v3/routerboard/>
- [24] <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/>
- [25] <http://es.slideshare.net/microcomarg/capacitacin-mikrotik-desde-cero>
- [26] <http://www.routerborad.com>
- [27] <http://www.oocities.org/timesquare/realms/7732/vod.pdf>
- [28] <http://www.manualsdir.com/manuals/219714/vbrick-systems-ethernetv-nxg-2-ethernetv-nxg-1.html?page=6&hl=es>
- [29] <http://www.manualslib.com/manual/185718/Vbrick-Systems-Ethernetv-Nxg-1.html?page=6#manual>
- [30] [http://www.cooptel.qc.ca/pdf/amino/AmiNET125\\_User\\_Guide-051910.pdf](http://www.cooptel.qc.ca/pdf/amino/AmiNET125_User_Guide-051910.pdf)
- [31] <http://www.vitria.com/products/operational-intelligence/how-it-works/>
- [32] <http://community.ubnt.com/t5/Business-Talk/Public-IP-Routing-Bridged-Etc/td-p/216287>
- [33] <http://elastixtech.com/calculador-ancho-de-banda-en-voip/>
- [34] <https://a2billing.wordpress.com/2010/10/23/diferencias-entre-el-protocolo-iax-y-sip/>
- [35] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257024712014>
- [36] [http://www.sysmaster.com/products/voip\\_softswitch.php](http://www.sysmaster.com/products/voip_softswitch.php)
- [37] <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6331/1/TESIS%20DE%20CUESTA%20PALACIOS%20VANESSA%20Y%20ROMERO%20LEON%20CARLOS.pdf>

#### **Anexos:**

- I. Permiso de Servicios de Valor Agregado de la empresa SAI TEL S.A.
- II. Manual ICS Telecom - Simulación de los enlaces troncales empresa Saitel S.A.
- III. Equipos Mikrotik y Servidor SECURE ISP
- IV. Equipamiento Voip, VoD

## **LISTA DE ACRONIMOS**

NGN: Next Generation Network

ATM: Asynchronous Transfer Mode

PSTN: Public switched telephone network

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

P2P: peer-to-peer, red punto punto

PMP: red punto multipunto

AES: Advanced Encryption Standard

3DES: Algoritmo triple cifrado

VLAN: Virtual LAN

QOS: Calidad de servicio

CPE: Equipo local del cliente

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

CPE: Equipo local del cliente

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

BPSK: Modulación por desplazamiento de fase

QAM: Modulación de amplitud de cuadratura

FEC: Corrección de errores hacia adelante

Link Budget: Parámetro de planificación de cobertura

OFDM: Multiplexación por división de frecuencias ortogonales xDSL

MPEG-4: método para la compresión digital de audio y vídeo

SDTV: Televisión Estándar

HDTV: Televisión de alta definición

SNR: Relación señal a ruido

G.711: Estándar de la ITU-T para la codificación de audio

G.723: Estándar ITU-T de codec de voz de banda ancha

G.729: Estándar ITU-T algoritmo de compresión de datos de audio para voz

H323: Recomendación de ITU

SIP: Session Initiation Protocol