

# Diseño de una red inalámbrica basado en el estándar 802.11ac para proveer servicio de Internet a los parques públicos de la parroquia de San Antonio de la ciudad de Ibarra.

Fabián G. Cuzme, Jessica P. Venegas

**Resumen**— El presente proyecto consiste en el diseño de una red inalámbrica para brindar acceso a internet a los parques de la Parroquia de San Antonio de Ibarra, mediante la tecnología 802.11ac con el objetivo de mejorar la calidad de vida, cooperar con el desarrollo de las TICs y reducir la brecha digital.

**Palabras claves** — WI-FI, IEEE 802.11ac, TICs, brecha digital, WLAN y ARCOTEL.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las redes inalámbricas como WiFi son una herramienta fundamental para educarse, entretenerse y comunicarse, pero lamentablemente en sectores rurales el acceso a este servicio todavía es limitado, por falta de infraestructura o por baja capacidad económica de la población.

Los dispositivos como celulares o Tablets se han convertido en parte fundamental de la sociedad como medio para comunicarse, aprovechando la movilidad de los mismos para tener conectividad a las TICs.

Debido al fácil acceso a internet en la actualidad, se propone la opción de trabajar, mediante una tecnología nueva como es 802.11ac brindando eficiencia, escalabilidad y mayor velocidad de transmisión con respecto a estándares anteriores y equipos que brindan garantía de servicio y seguridad en la conexión.

El diseño de la red inalámbrica en la Parroquia de San Antonio contribuye a disminuir la brecha digital y ayuda a resolver el problema del acceso a la población con menor posibilidad económica y tecnológica, brindando el acceso gratuito a internet en los parques de la Parroquia, así como la seguridad de los datos de los usuarios, las políticas y administración de la red.

Este proyecto está acorde al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial impulsado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Antonio de Ibarra, donde indica mejorar la calidad de vida de los ciudadanos mediante la conectividad y uso de la tecnología inalámbrica WiFi basadas en el estándar 802.11ac que se adapta para cubrir zonas específicas, permitiendo que los habitantes de la parroquia se beneficien del acceso inalámbrico gratuito en los parques.

## II. IEEE 802.11AC

“Las redes inalámbricas futuras deben luchar con una

demanda mucho más grande. Se prevé que para mediados de 2015, más del 50% de los Smartphones incluirán hardware 802.11ac.” [1]

Forrester Research predice que el 59% de todo el tráfico de datos pasará de las conexiones cableadas a las inalámbricas en 2017, lo que significa que las conexiones inalámbricas se están convirtiendo en la conexión principal de los usuarios. Los expertos del sector también predicen que el número de dispositivos conectados mediante Wi-Fi seguirá creciendo exponencialmente a medida que las conexiones de máquina a máquina comiencen a proliferar. Para las arquitecturas de WLAN, las implementaciones del protocolo 802.11n rápidamente serán sustituidas por el protocolo 802.11ac.

“El estándar 802.11ac representa la quinta generación de estándares IEEE 802.11 para redes LAN inalámbricas, y ofrece una conexión con velocidad de transferencia de datos de al menos tres veces la velocidad del estándar 802.11n.” [2]

La quinta generación de redes inalámbricas ya ha sido estandarizada, este es el primer estándar que proporciona velocidades gigabit permitiendo alcanzar un mayor rendimiento y capacidad, es decir que los usuarios disfrutarán de una conexión más rápida con sus dispositivos móviles 802.11ac.

### A.- Mejoras con respecto a 802.11n

- Opera en la banda de 5Ghz, haciendo que las redes inalámbricas sean más robustas y no estén sujetas a la interferencia y ruido que presenta la banda 2,4GHz.
- Es compatible con versiones anteriores con 802.11a/n, sin embargo cuando se conecten su velocidad reducirá a la de IEEE 802.11a/n, la compatibilidad con 802.11b/g se da cuando el equipo 802.11ac sea dual esto quiere decir que trabaje en la banda de frecuencia de 2,4GHz y 5GHz.
- 802.11n ofrece velocidad de 600Mbps mientras que 802.11ac velocidad teórica de 1,3Gbps.
- Ha desarrollado la unión de canales de 80MHz hasta 160MHz, esto es para seguir aumentando la velocidad a un máximo de 9,6Gbps.
- En 802.11n la modulación es 64QAM este pasa a una modulación 256-QAM en 802.11ac esto servirá para incrementar la eficiencia en la transferencia de datos. Con respecto a 802.11n lograra velocidades de 1.33 veces más altas. Cuanto mayor es el número de QAM,

mayor es la cantidad de bits por símbolo que pueden transmitirse y más rápida es la velocidad de transferencia de datos del enlace inalámbrico.

- En 802.11n incluye la capacidad MIMO esto solo beneficia a un solo dispositivo, tiene 4 antenas para transmisión y recepción mientras que en 802.11ac puede tener 8 antenas de transmisión y recepción utilizando la tecnología MU-MIMO el cual activa las transmisiones simultáneas para varios usuarios.
- Incorpora la tecnología Beamforming, en donde la señal WiFi tiene una mejor penetración de los obstáculos como las paredes y por lo tanto, una mejor cobertura.

#### B.- Necesidad de Redes más rápidas

Más usuarios: Las redes inalámbricas han tenido bastante éxito en desplazar a las conexiones Ethernet por lo tanto el volumen total del tráfico crece exponencialmente de modo que existen más usuarios.

Más dispositivos por usuario: Los usuarios tienden a ocupar al menos dos dispositivos como es un teléfono móvil y una laptop por lo que esto ha creado una densa población de dispositivos generando más tráfico y obligando a diseñar nuevas redes WiFi.

Aplicaciones grandes: Los usuarios están utilizando aplicaciones como son videoconferencia, video en alta definición, redes sociales y el servicio de streaming; estas aplicaciones consumen un gran ancho de banda por lo que necesitan mayor velocidad de transmisión.

En consecuencia, se necesita un mayor ancho de banda para satisfacer las crecientes demandas. Es por estas razones que el estándar 802.11ac ayudará a abordar estas situaciones dando un aumento en la velocidad de transmisión de datos y así logrando el desempeño de las aplicaciones.

#### C.- Conceptos básicos

##### Antena

“Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir señales de radiofrecuencia hacia el espacio libre, una antena transmisora transforma voltajes en señales de radiofrecuencias, y una receptora realiza la función inversa”. [3]

Esto quiere decir que son dispositivos que emiten o reciben ondas electromagnéticas siendo un elemento de transición entre un dispositivo de guía de ondas y el espacio libre el aire. La selección de las antenas se hace en base a tres factores principales los cuales son:

- La polarización
- El patrón de radiación
- El rango de frecuencias de operación

##### Access Point

“Punto de acceso Inalámbrico es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica, también puede transmitir datos por

los dos medios (cableada e inalámbrica). Tiene una dirección IP asignada para poder ser configurado” [4]

Un Access Point es un puente de comunicación entre la red local y la red inalámbrica donde se pueden interconectar un número de usuarios, son dispositivos que actúan como concentradores inalámbricos que se encargan de recibir, almacenar y enviar información por medio de ondas de radio entre los dispositivos conectados a la red cableada y los dispositivos inalámbricos, estos pueden ser configurados en modo puente o modo repetidor.

#### D.- Marco Regulatorio

Para la operación de sistemas de modulación digital de banda ancha se debe cumplir con parámetros que establecen los entes regulatorios del Ecuador.

##### Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha.

El objetivo fundamental en el cual se basa esta norma, es el de poder realizar el correcto control y regulación para la instalación y operación de aquellos Sistemas de Radiocomunicaciones que se encuentren utilizando técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en los rangos de frecuencias establecidos por la ARCOTEL y que se especifican detalladamente en el Plan Nacional de Frecuencias.

Dentro de esta norma se detallan varios puntos concretos que se deben cumplir para poder tener en normal funcionamiento un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha.

Como se puede observar en la tabla 1 se detalla las características técnicas de los Sistemas de MDBA. [5]

TABLA 1.  
Características Técnicas de los Sistemas de MDBA

TIPO DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	BANDAS DE OPERACIÓN (MHz)	POTENCIA PICO MÁXIMA DEL TRANSMISOR (mW)	P.I.R.E (mW)
Punto-punto	902 – 928	250	----
Punto-multipunto Móviles			
Punto-punto	2400 – 2483.5	1000	----
Punto-multipunto Móviles			
Punto-punto	5150 – 5250	50 <sup>i</sup>	200
Punto-multipunto Móviles			
Punto-punto	5350 – 5350	----	200
Punto-multipunto Móviles			
Punto-punto	5470 – 5725	250 <sup>ii</sup>	1000
Punto-multipunto Móviles			
Punto-punto	5725 – 5850	1000	----
Punto-multipunto Móviles			

Para poder obtener un título habilitante y mantener la operación legal del Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha dentro del GAD Parroquial San Antonio, es necesario llevar a cabo un procedimiento el cual está organizado de la siguiente forma según menciona la ARCOTEL [6]:

- Formulario ST-1A-DGGST (Formulario de Información General)
- Formulario ST-2A-DGGST (Formulario para Información características técnicas y control de documentación)
- Formulario RC-1B (Formulario para Información Legal Modulación Digital de Banda Ancha)
- Formulario RC-2A, (Formulario para Información de la Estructura del Sistema de Radiocomunicaciones)
- Formulario RC-3A (Formulario para Información de Antenas)
- Formulario RC-3B (Formulario para patrones de radiación de antenas)
- Formulario RC-4A (Formulario para Información de Equipamiento)
- Formulario RC-9B (Formulario para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto-Multipunto)
- Formulario RC-14A (Formulario para Esquema del Sistema de Radiocomunicaciones)
- Formulario RC-15A (RNI-T1) (Formulario para Estudio Técnico de Emisiones de RNI)

### III. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

San Antonio de Ibarra se encuentra en un proceso de conectividad tal como lo indica el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial impulsado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Antonio de Ibarra, permitir a sus habitantes una ciudad digital para que tengan acceso a internet de manera gratuita.

#### A.- Puntos Involucrados

La elección de los puntos en donde se instalará el servicio de internet se hace mediante una visita técnica a cada uno de los 24 barrios que conforma la parroquia de San Antonio, escogiendo 6 puntos estratégicos para dar acceso a internet bajo los requerimientos del GAD San Antonio los cuales son:

- Ajustarse a un presupuesto limitado, ya que la Junta tiene varios proyectos de diferente índole los cuales también necesitan financiamiento.
- Beneficiar a la mayoría de los habitantes que conforman la parroquia.
- Brindar acceso a internet a los parques de más afluencia de personas.

Para cumplir con los requisitos que se imponen se ha analizado la ubicación del parque, la cantidad de personas que concurren, las actividades que se realizan en cada uno de ellos y de esta manera escoger los 6 parques que abarquen a la mayoría de los habitantes de la parroquia. De acuerdo al Plan

de Ordenamiento Territorial de GAD Parroquial San Antonio este proyecto corresponde a una primera fase en el tema de conectividad, para lo cual de acuerdo a los requerimientos estratégicos se define un plan piloto con los 6 parques seleccionados y poniendo a consideración que se amplíe el proyecto a las demás zonas posteriormente. Esta información ha sido proporcionada por el GAD Parroquial San Antonio de Ibarra.

A continuación se listan los sitios involucrados para la conectividad del acceso a internet para dicha zona:

- Complejo Santa Clara
- Plazoleta José Tobar
- Plaza Central de Tanguarín
- Parque Eleodoro Ayala
- Parque Barrio Sur
- Plazoleta San Agustín

#### B.- Consideraciones de Diseño

En el comienzo del diseño de una red es fundamental el conocimiento de los puntos a los que se va a prestar el servicio de internet, sus coordenadas geográficas, los datos sobre la infraestructura existente y los beneficiarios directos e indirectos así como la capacidad de ancho de banda. Con esto y en función de las características como la distancia desde el nodo central hacia los 6 parques y la disponibilidad del servicio se realizará la topología que mejor se adapte a las necesidades del entorno.

#### Usuarios

Para determinar el número de usuarios se planteó una observación de campo, el levantamiento de esta información se realiza de la siguiente manera:

- Observar a los posibles usuarios en cada uno de los parques de preferencia viernes, sábado y domingo ya que son los días de más afluencia de personas que pueden estar en la zona de cobertura. Siendo fin de semana los días en donde la mayoría de personas concurren a los parques a hacer deporte, ejercitarse fuera de los horarios de trabajo y estudio.
- Realizar un conteo de los usuarios que se encuentren alrededor de la zona de cobertura mediante una visita a cada casa, siendo estos usuarios fijos.
- El levantamiento de la información se hará en tres horarios de 9:00am a 11:00am, de 14:00pm a 16:00pm y de 18:00pm a 20:00pm, estos horarios son de más afluencia de gente, se realiza en estos días y estas horas en base a las actividades que se mencionan anteriormente en cada uno de los parques.

Con esta información y un conteo visual se determinan un promedio de usuarios que se encuentren en la zona de cobertura.

En la tabla 2 se puede observar los resultados obtenidos del conteo visual donde se determina un promedio de 28 usuarios por parque dando un total de 171 usuarios promedios en la red inalámbrica.

**TABLA 2.**  
Resultados del total de usuarios

RESULTADOS			
PARQUE/HORA	9:00am a 11:00am	14:00pm a 16:00pm	18:00pm a 20:00pm
1	24,33	26,66	35
2	22	26	32
3	23,33	26	29,33
4	32,66	32	28,66
5	23,66	25,66	27,33
6	21,66	24,66	27
PROMEDIO 6 PARQUES	28,73	26,83	29,88
PROMEDIO 3 HORARIOS	28,48		
NÚMERO DE PARQUES	6		
TOTAL DE USUARIOS	171		

*Razones de uso de internet*

Al momento de proveer un servicio de internet se verifica las necesidades del usuario, como se observa en la Fig.1, en el 2013 el usuario rural tiene la necesidad de acceder a la red como fuente de información con un 23,5%, para comunicación en general con un 20,2% y para su educación y aprendizaje con un 48.3%, esto sirve como una pauta para las prioridades y limitaciones de uso de ancho de banda para los usuarios de la red inalámbrica de la Parroquia Rural de San Antonio de Ibarra.

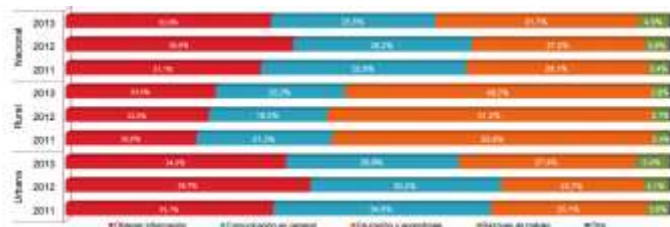


Fig. 1 Razones de uso de internet por área.

En la Fig.2 se puede observar para que utilizan los teléfonos celulares en una conexión a internet según la Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDUR – Nacional Total.

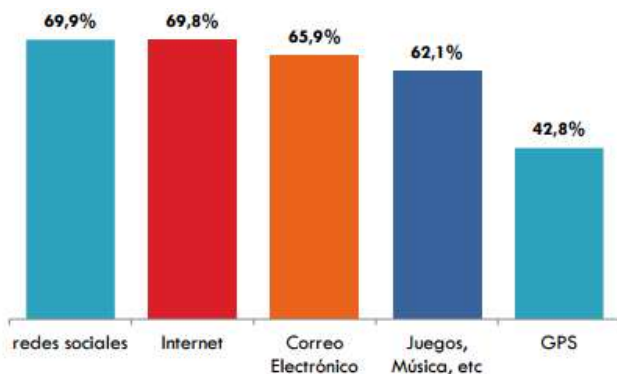


Fig. 2 Para que se utiliza el teléfono Smartphone.

Calculo individual del ancho de banda para acceso a internet según las aplicaciones a brindar, al observar las estadísticas en la Fig.1 y Fig.2, las razones por las que el usuario accede a internet son las siguientes: como fuente de información está la navegación en páginas web, como medio de comunicación a través de redes sociales como Facebook y servicios de mensajería, como herramienta de educación y aprendizaje mediante consultas en páginas web, correo electrónico y otros servicios usados para entretenimiento como YouTube y música.

En la tabla 3 se observa el ancho de banda que consume cada aplicación a brindar en la red inalámbrica.

**TABLA 3.**  
Ancho de banda que consume cada aplicación.

Aplicación	Ancho de banda por usuario	Ancho de banda por 180 usuarios
Navegación web	100Kbps	18Mbps
Redes sociales y mensajería	307Kbps	55,26 Mbps
Correo electrónico	100Kbps	18Mbps
YouTube y música	360Kbps	64,80Mbps

*Estimación de velocidad de internet*

Al analizar la tabla 3 y al ser una red inalámbrica abierta que tendrá una conexión de 2 horas y la mayoría de usuarios utilizan un dispositivo móvil para conectarse en redes WiFi gratuitas, esto quiere decir que el usuario no podrá estar utilizando todas las aplicaciones a la vez por lo que se toma el valor máximo de las aplicaciones que es YouTube con una capacidad de acceso a internet de 360Kbps por cada usuario garantizando la eficiencia de la red y tomando en cuenta que será suficiente para que el usuario pueda hacer uso de las diferentes aplicaciones antes mencionadas.

Tomando en cuenta el factor de simultaneidad, esto quiere decir que hay una baja probabilidad de que los 180 usuarios utilicen la red al mismo tiempo. Por lo tanto se mantiene un factor de simultaneidad de 0,3, es decir que el 30% del total de usuarios utilizarán el servicio al mismo tiempo. Se podrán conectar 54 usuarios a la misma hora y simultáneamente de los 180 que se estima tener en la red, podrán hacer uso de cualquier tipo de aplicación y se determina mediante el siguiente cálculo que se expresa en la ecuación 1.

$$VT = VTT \times \text{Factor de simultaneidad} \quad (1)$$

En donde:

VT: Velocidad del factor de simultaneidad.

VTT: Velocidad total de la red.

$$VT = 64,80 \text{ Mbps} \times 30\%$$

$$VT = 19,44 \text{ Mbps}$$

$$VT = 19,44 \text{ Mbps}$$

En el momento de que el GAD Parroquial de San Antonio implemente el presente proyecto se requerirá la contratación del servicio de internet de aproximadamente 20Mbps siendo suficiente para así operar de manera óptima en la red y dar un servicio de calidad.

### C.- Características generales de los equipos y cables

Los equipos que se necesita para la red son antenas y Access point, la elección de los equipos se va a realizar en base a los valores máximos a los que se puede operar según la reglamentación del marco regulatorio del Ecuador descrito en el capítulo anterior.

Al ser una topología punto multipunto y trabajar en la frecuencia de 5,8GHz se debe regir a los valores máximos que establece ARCOTEL para la elección de los equipos, tales como los límites de potencia pico máxima del transmisor especificadas en la tabla 4, en lo que es potencia de transmisión máxima de 1Watt (30dBm), ganancia máxima de 23dBi.

La elección de los equipos se realizará en base a la normativa del país y también en base a los requerimientos que se acoplen a las necesidades del diseño. Como se puede observar en la Tabla 4 están los parámetros que se debe cumplir para el diseño de una red inalámbrica.

TABLA 4.

#### Requerimientos de operación de banda ancha

Parámetros	Valor máximo	Unidades
Distancia entre Tx y Rx de los enlaces.	0,19 hasta 1,12	Km
Potencia de Tx establecida por ARCOTEL	30	dBm
Ganancia de antena Tx establecida por ARCOTEL	23	dBi
Ganancia de antena Rx establecida por ARCOTEL	23	dBi
Frecuencia	5,8	GHz

### Equipos para la red inalámbrica

Los equipos que se van a utilizar en la estación transmisora, en la estación receptora y la pérdida del Pigtail Ubiquiti con sus respectivas especificaciones técnicas son los siguientes:

#### Antena para transmisión: Rocket5ac PtMP

Generalmente es utilizada para los enlaces de distribución en la estación base para el enlace punto multipunto con las siguientes especificaciones:

- **Modelo:** Rocket5ac PtMP
- **Potencia de Trasmisión:** 27 dBm
- **Sensibilidad del receptor:** -96 dBm
- **Pérdida de los cables y conectores:** 0.52dB
- **Tipo de antena integrada:** Omnidireccional 360°
- **Frecuencia de Operación:** 5.15 - 5.85 GHz
- **Ganancia de la antena:** 13 dBi

- **Polarización:** Doble polaridad

#### Antena de recepción: NBE-5ac-16

Generalmente es utilizada para los enlaces de acceso ubicados en cada parque con las siguientes especificaciones:

- **Modelo:** NBE-5ac-16
- **Potencia de Trasmisión:** 26 dBm
- **Sensibilidad del receptor:** -96 dBm
- **Tipo de antena:** Directiva
- **Frecuencia de Operación:** 5150 - 5850 MHz
- **Ganancia de la antena:** 16 dBi
- **Polarización:** Doble polaridad

#### Pigtail Ubiquiti

El cable que se utiliza para la conexión de la antena omnidireccional con la Rocket5ac PtMP, es un Pigtail de 4 pulgadas (10cm) con conectores RP-SMA tipo macho a sus dos extremos.

En la tabla 5 se observa las pérdidas del Pigtail en diferentes frecuencias.

TABLA 5.

#### Atenuaciones del Pigtail en diferentes frecuencias

FRECUENCIA	PÉRDIDA
2 GHz	0,14 dB
2,4 GHz	0,16 dB
3 GHz	0,2 dB
5 GHz	0,24 dB
5,8 GHz	0,26 dB
6 GHz	0,28 dB

La pérdida de cada Pigtail en la frecuencia de 5,8GHz es de 0,26dB, la antena omnidireccional se conecta con dos Pigtail de características iguales, por lo tanto las pérdidas de los cables y conectores en transmisión es de 0,52dB.

### D.- Simulación de radioenlaces

La simulación mediante la herramienta Radio Mobile de sistemas de radioenlace se utiliza para verificar si es óptimo o no implementar un sistema inalámbrico con equipos y condiciones que establece el lugar de trabajo, según los resultados que brinde las simulaciones se puede aprobar o no la instalación del sistema

#### Simulación del enlace GAD San Antonio-Complejo Santa Clara

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta el Complejo Santa Clara, separados por una distancia de 0,45Km, con un despeje de 4,8F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 100,8dB se calcula en base a la

distancia recorrida por la señal y las pérdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -45,3dBm y un valor de la recepción relativa de 50,7dB, como se puede observar en la Fig. 3 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.



Fig. 3 Enlace Junta Parroquial – Complejo Santa Clara en Radio Mobile

#### Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

$$F = 5.8 \text{ GHz}$$

$$D = 0.45 \text{ Km}$$

Las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace se calculan mediante la ecuación 2.

$$FSL (dB) = 92,44 + 20 \log(F) + 20 \log(D) \quad (2)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(5.8) + 20 \log(0,45)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 15,26 - 6,93$$

$$FSL (dB) = 100,73$$

#### Cálculo del nivel de señal en el receptor

Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor se calcula mediante la ecuación 3.

$$PRx(dBm) = PTx(dBm) - LTx(dB) + GTx(dBi) - FSLx(dB) + GRx(dBi) - LRx(dB) \quad (3)$$

$$PRx(dBm) = 27 - 0,52 + 13 - 100,73 + 16 - 0$$

$$PRx(dBm) = -45,25$$

#### Cálculo del margen de la potencia de recepción

Cálculo del margen de la potencia de recepción del enlace está dado por la ecuación 4.

$$M(dB) = PRx(dBm) - SRx(dBm) \quad (4)$$

$$M(dB) = -45,25(dBm) - (-96(dBm))$$

$$M(dB) = 50,75dB$$

En la tabla 6 se observan los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias. Se realiza el cálculo de acuerdo al modelo matemático para todos los enlaces de acuerdo al escenario expuesto.

TABLA 6. Comparación de los enlaces cálculo matemático con el simulador radio Mobile

ENLACES	COMPARACIÓN	Radio mobile	Cálculo matemático
COMPLEJO SANTA CLARA	Pérdidas en el espacio libre	100,8 dB	100,73 dB
	Nivel de señal en el receptor	-45,3 dBm	-45,25 dBm
	Margen de la potencia de recepción	50,7 dB	50,75 dB
PLAZA CENTRAL DE TANGUARÍN	Pérdidas en el espacio libre	106,8 dB	106,46 dB
	Nivel de señal en el receptor	-51,3 dBm	-50,98 dBm
	Margen de la potencia de recepción	44,7 dB	45,02 dB
PLAZOLETA JOSÉ TOBAR	Pérdidas en el espacio libre	105,2 dB	105,17 dB
	Nivel de señal en el receptor	-49,7 dBm	-49,69 dBm
	Margen de la potencia de recepción	46,3 dB	46,31 dB
PARQUE ELEODORO AYALA	Pérdidas en el espacio libre	93,6 dB	93,24 dB
	Nivel de señal en el receptor	-38,1 dBm	-37,76 dBm
	Margen de la potencia de recepción	57,9 dB	58,24 dB
PARQUE BARRIO SUR	Pérdidas en el espacio libre	99,4 dB	99,49 dB
	Nivel de señal en el receptor	-43,9 dBm	-44,01 dBm
	Margen de la potencia de recepción	52,1 dB	51,99 dB
PLAZOLETA SAN AGUSTÍN	Pérdidas en el espacio libre	108,6 dB	108,64 dB
	Nivel de señal en el receptor	-53,2 dBm	-53,16 dBm
	Margen de la potencia de recepción	42,8 dB	42,84 dB

#### E.- Topología de la red

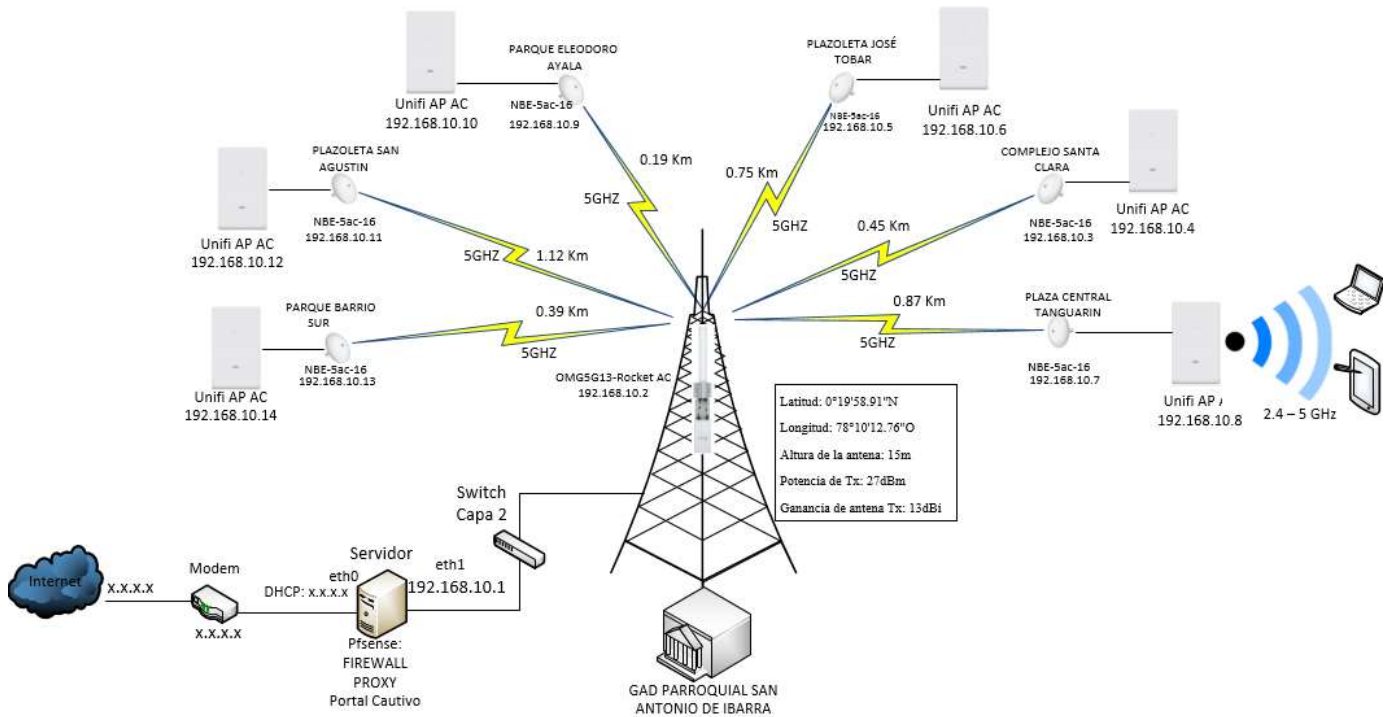


Fig. 4 Topología de la red punto multipunto de la Junta Parroquial

En esta topología se indican los equipos que se utiliza para la red inalámbrica como se puede observar en la Fig4. el portal cautivo y firewall proxy se encuentra configurado en un Recuperado de Servidor PfSense el cual tiene dos tarjetas de red, la tarjeta eth0 se conecta al ISP del GAD Parroquial San Antonio mediante DHCP y la tarjeta eth1 se conecta al switch con una dirección estática 192.168.10.1, en la torre de 12m aproximadamente de altura que se encuentra sobre la terraza de la junta se coloca la antena de marca Ubiquiti omnidireccional incluida una antena de transmisión Rocket5ac PtMP, desde aquí se hará los enlaces a 5GHz hacia los 6 parques respectivamente cada uno con su distancia correspondiente estableciendo la comunicación punto multipunto hacia los receptores Ubiquiti Nanobeam NBE-5AC-16, los cuales estarán ubicados en mástiles.

En cada parque estará un Access point UniFi AP AC Outdoor mediante el cual el usuario final se podrá conectar a la red inalámbrica utilizando ya sea Tablets, laptops o teléfonos inteligentes.

#### Direccionamiento de la red

Se estima tener 180 usuarios conectados a la red, 13 equipos para la comunicación de la red inalámbrica estos son antenas y Access point y 1 servidor, basándose en esto para la configuración de los equipos se va a utilizar un rango de dirección Ip privada clase C para la distribución teniendo 253 Ip disponibles y a su vez se contempla escalabilidad de la red.

Es un direccionamiento sin VLSM debido al crecimiento posterior, como se puede observar en la tabla 7 se realiza el siguiente direccionamiento:

TABLA 7  
Direccionamiento de los equipos

Equipos	Dirección Ip	Mascara	Gateway
Servidor portal cautivo	192.168.10.1	255.255.255.0	-
Antena Rocket5ac PtMP	192.168.10.2	255.255.255.0	192.168.10.1
Antena NBE-5ac-16 Complejo Santa Clara	192.168.10.3	255.255.255.0	192.168.10.1
Access point Complejo Santa Clara	192.168.10.4	255.255.255.0	192.168.10.1
Antena NBE-5ac-16 Plazoleta José Tobar	192.168.10.5	255.255.255.0	192.168.10.1
Access point Plazoleta José Tobar	192.168.10.6	255.255.255.0	192.168.10.1
Antena NBE-5ac-16 Plaza Central de Tanguarín	192.168.10.7	255.255.255.0	192.168.10.1
Access point Plaza Central de Tanguarín	192.168.10.8	255.255.255.0	192.168.10.1
Antena NBE-5ac-16 Parque Eleodoro Ayala	192.168.10.9	255.255.255.0	192.168.10.1
Access point Parque Eleodoro Ayala	192.168.10.10	255.255.255.0	192.168.10.1
Antena NBE-5ac-16 Plazoleta San Agustín	192.168.10.11	255.255.255.0	192.168.10.1
Access point Plazoleta San Agustín	192.168.10.12	255.255.255.0	192.168.10.1
Antena NBE-5ac-16 Parque Barrio Sur	192.168.10.13	255.255.255.0	192.168.10.1
Access point Parque Barrio Sur	192.168.10.14	255.255.255.0	192.168.10.1

## F.- Seguridad

La seguridad es indispensable en una red inalámbrica para la protección a los usuarios ofreciendo una conexión estable, confiable y segura. Al ser una conexión pública se debe enfocar en asegurar el correcto consumo de ancho de banda, proporcionar información de conectividad mediante una página de bienvenida y restricción de acceso a ciertos contenidos no aptos para menores de 18 años. Para esto se lo hace mediante un portal cautivo y un firewall/proxy.

Los requerimientos mínimos para la plataforma de administración y gestión de red inalámbrica y usuarios se puede observar en la tabla 8 siendo los siguientes:

TABLA 8  
Requerimientos mínimos de seguridad

Requerimientos	Características
Sin autenticación de usuarios	Por ser una red inalámbrica para espacios públicos, se debe permitir que los usuarios se conecten por medio de un portal cautivo, donde se configure una página de bienvenida, la cual indique cuáles son los términos y condiciones para poder tener acceso al servicio que se va a ofrecer.
Open Source	Al ser una institución pública se debe hacer uso de software libre como herramienta tecnológica para el desarrollo de proyectos sociales, ahorrar recursos en hardware y en licencias propietarias.
Monitoreo y administración en tiempo real	Poder realizar configuraciones en tiempo real, monitorear el consumo de ancho de banda.
Firewall y portal cautivo	Tenga la funcionalidad de firewall proxy para restringir el tráfico inadecuado y un portal cautivo para administrar el tiempo de conexión de los usuarios y el ancho de banda, ambos contenidos en la misma plataforma, para ahorrar recursos.
Fácil manejo	El GAD Parroquial San Antonio no cuenta con un departamento de TICs, por esta razón se debe buscar una herramienta fácil de manejar y administrar para que la persona encargada de manejar la seguridad de la red pueda familiarizarse rápidamente con el servidor de administración y gestión.

Realizada la comparativa entre los diferentes portales cautivos tanto libres como propietarias se concluye que Pfsense, tiene incluido como módulos nativos la funcionalidad de firewall, portal cautivo y otras características que pueden ser explotadas en un futuro.

Pfsense cumple con los requerimientos básicos establecidos que se acoplan al diseño de la red inalámbrica. Dispone de la posibilidad de cumplir los objetivos, siendo un software totalmente libre y preparado para sistemas abiertos y redes inalámbricas públicas.

## G.- Administración

Para la administración se detalla la función específica que realiza cada uno de los siguientes parámetros:

**Firewall Proxy Pfsense:** Este será configurado para dar protección a los usuarios, tendrá la función de bloquear el contenido web inadecuado. Al ser una entidad estatal quien dará

el acceso a internet a espacios públicos y una red abierta se conectaran personas de toda edad y basándose en el código de la niñez y adolescencia en el art. 47 numeral f menciona “Sancionar de acuerdo a lo previsto en esta Ley, a las personas que faciliten a los menores: libros, escritos, afiches, propaganda, videos o cualquier otro medio auditivo y/o visual que hagan apología de la violencia o el delito, que tengan imágenes o contenidos pornográficos o que perjudiquen la formación del menor”, es por esta razón que se prohíbe acceso a contenido sexual.

- Prohibir todas las páginas con contenido sexual como es pornografía.

**Portal Cautivo Pfsense:** Este será el encargado de para poder acceder a internet se deberá aceptar los términos y condiciones, controlar el tiempo de conexión y el ancho de banda.

- Permitir acceso a páginas gubernamentales como es la página de la Junta Parroquial de San Antonio. [www.gadsanantoniodeibarra.gob.ec/](http://www.gadsanantoniodeibarra.gob.ec/)
- Se dará un tiempo de conexión de dos horas a cada usuario, este tiempo se da en vista de que es una red pública y los usuarios son esporádicos y tomando de referencia el proyecto Ibarra Digital donde la conexión es de 4 horas diarias; así mismo la red de acceso a internet gratuito de la ciudad de Guayaquil que el municipio establece un tiempo de conexión en el año 2015 por 30 minutos diarios, en el 2016 el acceso será gratuito por 40 minutos y así sucesivamente hasta llegar al 2017 hasta el 2019, con una conexión de 45 minutos.

**UniFi:** Este es un software que proporciona una fácil administración de la red, la función que realiza es de monitorear los Access point y visualizar el número de usuarios que están conectados a la red inalámbrica y en que banda de frecuencia están trabajando sea en 2,4GHz o en 5GHz.

## H.- Plan de Pruebas

En este tema, tomando en cuenta que se trata de una propuesta de diseño y aún no se cuentan con los equipos y materiales necesarios para implementar en todos los parques, se ha considerado realizar las pruebas en el Complejo Santa Clara, se escogió este lugar en vista de que cuenta con los requisitos óptimos para el enlace como: línea de vista, altura, facilidad de acceso, infraestructura, alimentación.

Se realiza una prueba del enlace GAD San Antonio de Ibarra-Complejo Santa Clara, con los equipos que se realiza son con una antena sectorial en vista de que la antena omnidireccional ac no hay un proveedor en Ecuador. Esta antena va con la antena Rocket5ac PtMP para la estación transmisora. Y para la estación receptora se coloca la antena NBE-5ac-16 en un tubo galvanizado y ahí mismo se conectará el AP Outdoor.

Para esta prueba se conecta el servidor tal como se indica en la topología de red como se puede ver en la Fig.4, una tarjeta de red eth 0 está conectada al modem del GAD San Antonio el cual tiene una velocidad de 3,5Mbps, y la otra tarjeta eth1 está conectada a la antena de transmisión que se encuentra en la torre



de la junta mediante un cable utp categoría 6A. Para el respectivo funcionamiento se realiza las respectivas configuraciones en los equipos Ubiquiti.

*Prueba de conexión de usuarios a la red*

Se realiza la conexión de un usuario a la red inalámbrica llamada Complejo Santa Clara, como se puede observar en la figura 5 se conecta a la red.

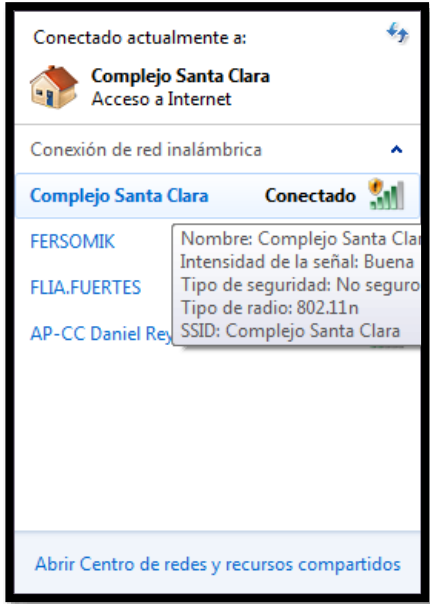


Fig. 5 Conexión a la red inalámbrica Complejo Santa Clara

Una vez que se conecte a la red, el usuario no podrá navegar hasta que acepte los términos y condiciones del portal cautivo como se puede observar en la Fig. 6.



Fig. 6 Pantalla de condiciones de conexión

Con esta prueba se puede ver que se tiene un sistema sin autenticación y que para poder navegar en internet se debe aceptar las condiciones del servicio

- Ingreso a Internet del Usuario: En esta prueba se ingresa a www.google.com para comprobar que una vez que se ha aceptado se tiene acceso a internet. Como se observa en la Fig. 7.



Fig. 7 Comprobación de acceso a internet

Una vez que se tiene acceso a Internet, se comprueba las siguientes reglas de proxy.

- Prohibir todas las páginas con contenido sexual.

No se permite el ingreso a contenido inadecuado como es pornografía se denegara el acceso. Como se observa en la Fig.8 no se podrá ingresar a páginas inadecuadas.



Fig. 8 Acceso denegado a páginas inadecuadas

IV. PRESUPUESTO REFERENCIAL

En la tabla 9 se presenta el costo total para el diseño de la red costo de equipamiento, costo de mástiles para la instalación de los equipos receptores, tarifa a cancelar por los enlaces y costo de mano de obra.

TABLA 9  
Presupuesto referencial del costo total

Tipo	Costo Total
Costo de Equipos	9399,2
Costo de operación del radioenlace	1655,51
Costo de Mástiles	576,74
Costo de instalación	1459,20
Costo de Técnico	480
Costo total	13570,65

A.- Análisis Costo Beneficio

El Análisis de Costo Beneficio proporciona una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos de los equipos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

Este método se aplica a obras sociales, proyectos, empresas privadas, entre otros, prestando atención a la importancia de sus consecuencias sociales o económicas.

Debido a que en este proyecto no se espera tener ingresos económicos por ser un proyecto social no se puede realizar el cálculo del costo beneficio siendo un proyecto sin fines de lucro. Pero se cuenta con beneficios sociales en el momento que se implemente la red inalámbrica en la Parroquia de San Antonio.

### Estado Ecuatoriano

Para el análisis práctico de los beneficios tenemos la siguiente Fig.9 que nos ilustra el análisis de los beneficios, la disminución de la brecha digital y como mejora la calidad de vida mediante la implementación de una red inalámbrica.

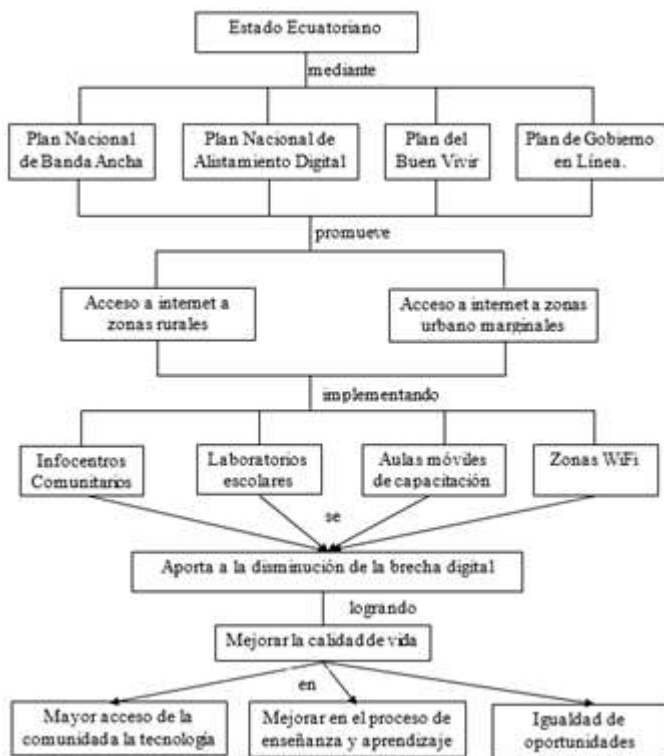


Fig. 9 Análisis de beneficios cuando se implemente una red inalámbrica

### Mejorar la calidad de vida

La calidad de vida se mide con beneficios que tendrán los ciudadanos cuando hagan uso de la Tecnologías de la Información y Comunicación los cuales son:

- Mayor acceso de la comunidad a la tecnología

De acuerdo a las estadísticas donde se explica que las zonas rurales tienen menor acceso a internet y un alto porcentaje de ciudadanos de estas zonas acceden al servicio mediante centros públicos, es por esta razón que el disponer de mayores puntos de conexión en los parques, existe mayor probabilidad de que los pobladores de dichas zonas puedan acceder a estas tecnologías de comunicación e información mejorando con ello la posibilidad de acceso a los ciudadanos de San Antonio de Ibarra, aportando a aumentar los índices de acceso a internet en la zona rural y beneficiando a la mayoría de ciudadanos de la

parroquia.

El proyecto se ha enfocado en beneficiar a la mayoría de ciudadanos, siendo las 6 zonas de servicio puntos estratégicos que tienen más afluencia de personas y a su vez ayuda a subir los índices de acceso a internet de la Parroquia, ya que basándose en estadísticas anteriores se encontraba que de 4930 viviendas únicamente 1300 tienen acceso a internet en su hogar mediante los diferentes proveedores del servicio, este proyecto busca tener un impacto positivo ya que brindaría a las personas que no cuentan con acceso a internet la posibilidad de hacerlo en lugares públicos de manera gratuita.

- Mejorar en el proceso de enseñanza y aprendizaje

El acceso a internet tiene un gran impacto en la educación, debido a la gran cantidad de información presente en la red, a la que pueden acceder tanto docentes como estudiantes, siendo una herramienta esencial para la realización de tareas e investigación.

En base a las estadísticas del INEC en el uso de internet de la zona rural se conoce que el usuario de estas zonas utiliza internet para educación y aprendizaje con un porcentaje de 48,3% constituyendo esta rama como de uso principal para dichos habitantes, por lo que mediante la implementación de esta red se ayudará a mejorar las condiciones de aprendizaje de los estudiantes que están alrededor de los puntos a brindar el servicio.

Se beneficiaran los estudiantes de los centros educativos escolares y colegios que se encuentran alrededor de las 6 zonas, en el caso del punto del Parque Eleodoro Ayala se beneficiaría a los dos colegios que se encuentran cerca a este punto como es el Colegio Víctor Mideros, el Colegio Daniel Reyes y la escuela Instituto Inocencio Jácome, en el Parque Barrio Sur se beneficiará a los estudiantes de la escuela José Miguel Leoro Vásquez, en la Plaza Central de Tanguarán se beneficiara a los estudiantes de la escuela Francisco Calderón.

- Igualdad de oportunidades

Tomando en cuenta las estadísticas de uso de internet en el Ecuador se observa que aproximadamente el 50% de la población de zonas urbanas cuenta con acceso a internet mientras que los de zonas rurales cuentan con un aproximado de 25%, por lo que se considera necesario elevar estos índices y así tratar de equilibrar la diferencia que existe de una zona respecto a otra, permitiendo al usuario rural acceder a los beneficios que brinda una conexión de internet como son: en educación, en comunicación, en información y facilidad de trámite con ciertas dependencias de gobierno y empresas que utilizan esta plataforma.

La implementación de la red inalámbrica en los parques de San Antonio de Ibarra, constituiría un gran aporte a la comunidad, ya que les permitiría a los habitantes de la parroquia gozar de los beneficios que el acceso a internet les brinda en la actualidad, y así también mejorar los índices de acceso a internet en zonas rurales de esta manera ayudaría a disminuir la brecha digital.

### *Beneficios cuando se implemente la red inalámbrica en la Parroquia de San Antonio*

La propuesta de red inalámbrica representa para el GAD Parroquial San Antonio mejora en el desarrollo económico, social y cultural al permitir el acceso universal a las Tecnologías de la Información y Comunicación.

Entre los beneficiarios directos constan un total de 180 usuarios entre las 6 zonas a brindar el acceso a internet de manera gratuita y los beneficiarios indirectos que están alrededor de 15509 habitantes, de tal manera que se aporte a la disminución de la brecha digital especialmente enfocada en el sector rural donde los índices de acceso a internet según las encuestas del INEC son bajos en comparación a los de las zonas urbanas.

La brecha digital se reduce en Ecuador con la política del Gobierno de expandir el acceso a internet a zonas rurales y urbano marginales, a través de la implementación de los denominados infocentros, laboratorios escolares, zonas WIFI y aulas móviles de capacitación [7], en el momento de que se implemente este proyecto en la parroquia de San Antonio se aportará a la disminución de la brecha digital, utilizar el servicio de internet como una herramienta para intercambiar información, educarse, trabajar y comunicarse, al integrar las tecnologías de la Información y Comunicación.

Al implementar el diseño de la red inalámbrica en los parques públicos de la Parroquia de San Antonio se incrementará el número de personas con acceso a internet, con el objeto de reducir la brecha digital tal como indica el Plan Nacional de Banda Ancha, Plan Nacional de Aislamiento Digital, Plan del Buen Vivir y Plan de Gobierno en Línea. En consecuencia, se estará aportando a reducir los índices antes mencionados.

Los beneficios que tendrán los ciudadanos de la Parroquia de San Antonio al utilizar la red inalámbrica, es tener la facilidad de acceder a información sobre: las planillas de servicios básicos, bancos, SRI, IESS, entre otros; permitiéndoles optimizar tiempo y costos de trámite, tanto al usuario como a la entidad.

Las 6 zonas a brindar el acceso a internet están ubicadas a lado de escuelas y colegios, por lo que se beneficiaría a varios estudiantes fuera del horario de clases para que realicen sus tareas, debido a la importancia que hoy en día constituye el internet como herramienta para el proceso educativo, mejorando así la calidad de vida de los estudiantes y ahorrando dinero a los mismos al ser un servicio gratuito.

La parroquia de San Antonio se caracteriza por su turismo en artesanías, el acceso a una red de internet permitiría a los comerciantes y clientes intercambiar información mediante servicios web, esto daría a los artesanos de la parroquia la posibilidad de hacer conocer sus productos y realizar las ventas de los mismos hacia los visitantes manejando herramientas tecnológicas.

## V. CONCLUSIONES

La propuesta de red inalámbrica representa para el GAD Parroquial San Antonio mejora en algunos aspectos; permitir el

desarrollo económico, social y cultural al permitir el acceso universal a las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aportando con las políticas estatales en relación al Plan Nacional de Banda Ancha, Plan Nacional de Alistamiento Digital, Plan del Buen Vivir y Plan de Gobierno en Línea aportando a la disminución de la brecha digital, mediante el diseño de zonas WiFi aplicando el estándar 802.11ac a este proyecto aportando con ventajas respecto a estándares anteriores como es su velocidad de transmisión más rápida y opera en la banda de 5Ghz por lo que es menos propensa a la interferencia y ruido, siendo una banda libre no congestionada con respecto a la banda 2.4Ghz; haciendo a la red más robusta, flexible y escalable.

En base al análisis realizado para determinar el ancho de banda de las aplicaciones a brindar en la red inalámbrica y las encuestas del INEC, y tomando en cuenta el factor de simultaneidad existe una baja probabilidad de que una gran cantidad de usuarios se conecten al mismo tiempo a la red, con la que se determinó la velocidad que debe disponer el GAD Parroquial San Antonio para brindar el servicio, el mismo que debería ser de mínimo 20Mbps, siendo suficiente para que la red funcione correctamente y brindar una conexión de calidad.

En base a los requerimientos del diseño y sujetos a la resolución TEL-560-18-CONATATEL-2010 que menciona especificaciones técnicas necesarias para este tipo de redes, se eligió equipos de la marca Ubiquiti Networks siendo una tecnología que sobresale con respecto a Cisco y Mikrotik en lo que es costo beneficio, licencia incluida en cada equipo de tal manera que se ahorre recursos al estar sujetos a un presupuesto limitado y cumpliendo con los parámetros establecidos por el marco regulatorio.

Mediante la utilización de la herramienta Radio Mobile se realizó las respectivas simulaciones de los 6 enlaces, cumpliendo con los parámetros mencionados como es obtener una línea de vista directa despejando el 60% de la primera zona de fresnel; concluyendo que los radioenlaces son confiables y viables.

En el diseño de la red se utiliza el estándar 802.11ac el cual trabaja en la banda libre de 5,8GHz, para la utilización de esta banda en la red se debe cumplir con ciertos parámetros permitidos para la implementación y operación de sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha los cuales son potencia de transmisión, ganancia de antenas y formularios necesarios para legalizar los radioenlaces, todas estas especificaciones se encuentran en el marco regulatorio.

Al ser una conexión abierta a todos los usuarios sin distinción de edad se establecen restricciones de páginas ofensivas no aptas para menores de edad, basándose en el código de la niñez y adolescencia donde expresa que los niños y adolescentes no deben estar expuesto a contenido inadecuado como la pornografía, por lo que se proponen reglas de filtrado de páginas con contenido inadecuado para los menores.

El uso de software libre como herramienta tecnológica para el desarrollo de proyectos sociales y educativos tiene como ventaja reducir los costos y posee características como estabilidad, seguridad y código abierto, el servidor Pfsense cumple con todos los requerimientos para brindar seguridad y

administración de la red.

La inversión que representa el proyecto es social porque beneficia a 180 usuarios directos y 15509 beneficiarios indirectos de los servicios de internet que prestará la parroquia de San Antonio, el retorno de la inversión de este proyecto se verá reflejado en la satisfacción del usuario siendo un proyecto sin fines de lucro en el momento que se implemente, brindando igualdad de oportunidades a los usuarios de las zonas rurales, aumentando los índices de acceso a internet y aportando a la disminución de la brecha digital.

## I. REFERENCIAS

- [1] Fluke Networks Corporation, 26 marzo 2014. [En línea]. Available: <http://es.flukenetworks.com/content/white-paper-impact-80211ac-wireless-networks-network-technicians>.
- [2] Motorola Solutions, «LO QUE DEBE SABER ACERCA DEL ESTÁNDAR 802.11AC,» 2013. [En línea].
- [3] S. Vázquez Peralta, «Estudio técnico y diseño para el despliegue de una red de banda ancha inalámbrica en el cantón Chordeleg usando tecnología de acceso WI-Fi en distintos puntos del cantón y dentro de la I. Municipalidad de Chordeleg,» Tesis Maestría, Cuenca, Ecuador, 2010.
- [4] M. Moro Vallina, Infraestructuras de redes de datos y sistemas de telefonía, Madrid: Parainfo, 2013.
- [5] Resolución TEL-560-18-CONATATEL, «EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES,» 2010. [En línea]. Available: [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/560\\_tel\\_18\\_conatel.pdf](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/560_tel_18_conatel.pdf).
- [6] ARCOTEL, «Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec>.
- [7] Agencia de Noticias Andes, «Acceso a internet reduce brecha digital en Ecuador,» 18 Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/acceso-internet-reduce-brecha-digital-ecuador.html>.



**Fabián G. Cuzme** Ingeniero en Sistemas Informáticos, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador en 2009. Actualmente es docente en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador, obtuvo la Maestría en Redes de Comunicación en la Pontificia

Universidad Católica del Ecuador, Quito – Ecuador en 2015.



**Jessica P. Venegas** Nació en Ibarra-Ecuador el 11 de Enero de 1991. Sus estudios primarios los realizó en la escuela Instituto “Inocencio Jácome”, sus estudios secundarios en el Colegio “Nacional Ibarra” y actualmente obtuvo el título de Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación

en la Universidad Técnica del Norte