



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE  
COMUNICACIÓN**

**DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE ÁREA METROPOLITANA,  
PARA PROVEER SERVICIOS DE INTERNET, APLICANDO EL  
ESTÁNDAR IEEE 802.11ac, EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN  
CAYAMBE PARA LA EMPRESA CAYAMBE VISIÓN.**

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

**AUTOR: KLEVER WILSON PÉREZ ALBUJA**

**DIRECTOR: MSc. SANDRA NARVÁEZ**

**Ibarra, Julio 2017**

# “DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE ÁREA METROPOLITANA, PARA PROVEER SERVICIOS DE INTERNET, APLICANDO EL ESTÁNDAR IEEE 802.11ac, EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN CAYAMBE PARA LA EMPRESA CAYAMBE VISIÓN”

Sandra K. Narváez, Klever W. Pérez

Resumen.- El presente proyecto consiste en el diseño de una red inalámbrica para brindar el servicio de internet a la población del cantón Cayambe, empujando el estándar IEEE 802.11ac con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los usuarios del cantón, cooperar con el desarrollo de las TICs y reducir la brecha digital.

## I. Introducción

**E**n la actualidad las redes inalámbricas Wi-Fi son una herramienta primordial ya que él mismo se ha vuelto en una necesidad más que un lujo porque es utilizado para la comunicación, educación y entretenimiento, pero el acceso a este servicio es limitado o ineficiente en algunos sectores del país, por falta de infraestructura. Los dispositivos que comúnmente utilizan las redes inalámbricas incluyen ordenadores portátiles, teléfonos inteligentes y Tablets se han convertido en parte esencial de la sociedad como medio para comunicarse.

Debido al fácil acceso a internet actualmente, se plantea trabajar, mediante una nueva tecnología como es el estándar IEEE 802.11ac el mismo brinda eficiencia, escalabilidad y mayor velocidad de transmisión con respecto a estándares y equipos anteriores.

El diseño de la red para proveer servicio de internet inalámbrico y brindar a los usuarios del cantón Cayambe el servicio de internet a altas velocidades como lo proporciona la quinta generación de estándares inalámbricos, con un mayor ancho de

banda disponible, con esto los usuarios gozarán de acceso a servicios, información actualizada y las comunicaciones se realizarán en tiempo real, así como la seguridad de los datos y políticas de administración de la red.

La contribución de este proyecto para la sociedad es acorde al Art. 11 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, el Art. 4 del Reglamento para la prestación de servicios de valor agregado, el cual facilita el proceso de socialización a través del acceso a redes sociales, ciencia, cultura, realización de tareas escolares y trabajos personales, esto a través de conexiones prolongadas con un costo muy reducido aprovechando la fácil y rápida transmisión de la información con la infraestructura de comunicaciones proporcionada.

## II. IEEE 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. (Cisco Solutions, 2014)

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 IEEE 802.11n

- Trabaja en la banda de 5Ghz, haciendo que las redes inalámbricas no estén sujetas a la

interferencia y ruido presentes en la banda 2,4GHz.

- Es compatible con versiones anteriores de IEEE 802.11
- 802.11n ofrece velocidades de 600Mbps mientras que IEEE 802.11ac velocidad teórica de 1,3Gbps.
- Ancho de Banda de canal de 20, 40, 80Mhz (mandatorios) y 160Mhz (opcional)
- En 802.11n la modulación es 64QAM este pasa a una modulación 256-QAM en IEEE 802.11ac esto servirá para incrementar la eficiencia en la transferencia de datos.
- Transmisión de hasta 8 flujos de información por medio de una versión mejorada de la tecnología MIMO (MU-MIMO) o MIMO Multiusuario que utiliza el mecanismo SDMA (Acceso Múltiple por División Espacial) en la que múltiples transmisores envían señales separadas y múltiples receptores reciben señales separadas simultáneamente en la misma banda.
- Utilización de la tecnología “Beamforming” que permite a los Puntos de Acceso determinar la ubicación de los dispositivos inalámbricos y dirigir una señal más fuerte hacia ellos.

#### B. *IEEE 802.11ac Necesidad de Redes más Rápidas*

Mayor densidad de codificación: Modulaciones más altas. Mayor densidad de bits por paquete.

Mayor número de flujos de datos: Permite transmitir más flujos en un único canal.

Rendimiento Superior: El throughput otorgado, para esta primera fase, es promedio 2 o 3 veces superior con respecto a 802.11n

Mayor cantidad de clientes: pueden utilizar los recursos otorgados por un Access Point, debido a que es posible transmitir datos idénticos a usuarios diferentes

Uso más eficiente del medio: los datos se transfieren a una velocidad superior, permitiendo que los dispositivos liberen más rápidamente el medio, brindando una conectividad más robusta y con menos puntos muertos

Menor consumo energético: Para los dispositivos que lo empleen lo cual se traduce en mayor duración de la batería, y consiguientemente prolongación de su vida útil.

#### C. *Conceptos Básicos*

##### *Antenas*

Son elementos pasivos que emiten energía de radiofrecuencia (RF), ya que se encargan de transformar la energía de corriente alterna, generada en los equipos inalámbricos, en un campo electromagnético y la receptora realiza la función inversa. (Cabezas & Gonzales, Redes Inalámbricas, 2010)

Una antena es un dispositivo hecho para transmitir (radiar) y recibir ondas de radio (electromagnéticas). Existen varias características importantes de una antena que deben de ser consideradas al momento de elegir una específica para su aplicación:

- Patrón de Radiación
- Polarización
- Rango de frecuencias de operación

##### *Patrón de Radiación:*

El patrón de radiación de una antena se puede representar como una gráfica tridimensional de la energía radiada vista desde fuera de esta. Los patrones

de radiación usualmente se representan de dos formas, el patrón de elevación y el patrón de azimuth.

El patrón de elevación es una gráfica de la energía radiada por la antena vista de perfil. El patrón de azimuth es una gráfica de la energía radiada vista directamente desde arriba. Al combinar ambas gráficas se tiene una representación tridimensional de cómo es realmente radiada la energía desde la antena.

#### *Polarización:*

Es la orientación de las ondas electromagnéticas al salir de la antena. Hay dos tipos básicos de polarización que aplican a las antenas, como son: Lineal (vertical, horizontal y oblicua) y circular (circular derecha, circular izquierda, elíptica derecha, y elíptica izquierda). Tomar en cuenta la polaridad de la antena es muy importante si se quiere obtener el máximo rendimiento de esta. La antena transmisora debe de tener la misma polaridad de la antena receptora para máximo rendimiento.

#### *Rango de frecuencias de operación*

Se debe tomar en cuenta el estándar que se utiliza para el diseño, ya que el mismo especifica la frecuencia en que opera, siendo en la banda de 5 GHz, porque hay menos interferencia con otras redes Wi-Fi, pero sobre todo porque el rango de frecuencias es más amplio y por lo tanto, podemos usar ancho de canal más grandes para transmitir a la máxima velocidad.

### III. Diseño de la Red Inalámbrica

Se plantea el diseño de la red inalámbrica del WISP para la zona de urbana del cantón Cayambe y así determinar la ubicación de los nodos y sus respectivos enlaces punto a punto para brindar acceso a internet a los usuarios, la velocidad de transmisión, comparación de los equipos y las pruebas de funcionamiento respectivas, los formularios que se deben llenar para poder implementar los enlaces de una manera legal, la seguridad y administración de la red.

#### *A. Área de Cobertura*

En la Fig. 1 se muestra el área de cobertura, mismo que está conformado por la zona urbana del cantón Cayambe, donde se pretende implementar el servicio del WISP.



Fig. 1 Área de Cobertura del WISP

#### *B. Diseño de la red del WISP*

Para el diseño del WISP existen modelo de conexión los cuales son enlaces punto a punto para el backbone inalámbrico y punto multipunto para la conexión de los suscriptores usados para la implementación de WISP, a la red física se dividirá en los siguientes módulos: acceso, distribución, core o núcleo.

##### *Módulo de Acceso*

La red de acceso es la que conecta al usuario final directamente con la red de distribución, donde los únicos dispositivos que intervienen son las antenas sectoriales y la antena del cliente, como se muestra en la Fig. 2, además se utiliza enlaces de radio punto multipunto para enlazar el nodo de distribución y los clientes.

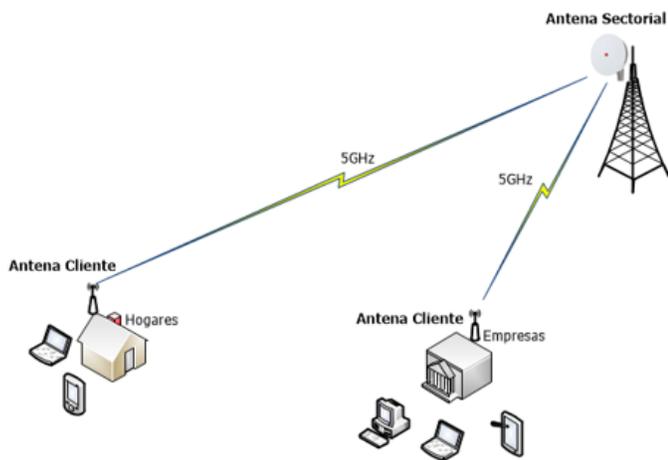


Fig. 2 Módulo de Acceso

### *Módulo de Distribución*

El módulo de distribución como se muestra en la Fig. 3, está formado por enlaces de radio tipo punto a punto y establece la delimitación entre el módulo de acceso y módulo de core. Además consta de un enlace redundante para brindar mayor disponibilidad de la red del WISP. La función del módulo de distribución se puede resumir como la capa que provee las bases de las políticas de conectividad.

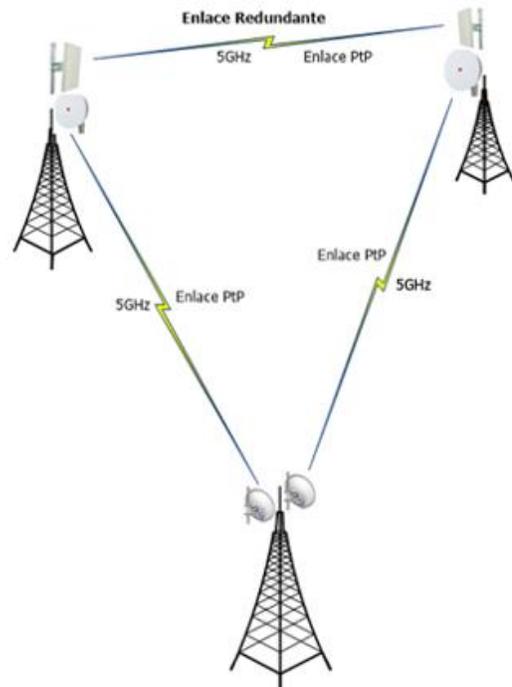


Fig. 3 Módulo de Distribución

### *Módulo de Core o Núcleo*

El módulo de core o núcleo se muestra en la Fig 4, constituye el sistema central o principal de la red del WISP, este módulo se diseña con equipos de altas prestaciones y se establecen políticas de routing que favorecen el reparto de carga entre todos los enlaces, para establecer una alta calidad de acceso a internet, adicionalmente este módulo es capaz de administrar y gestionar la red interna del WISP.

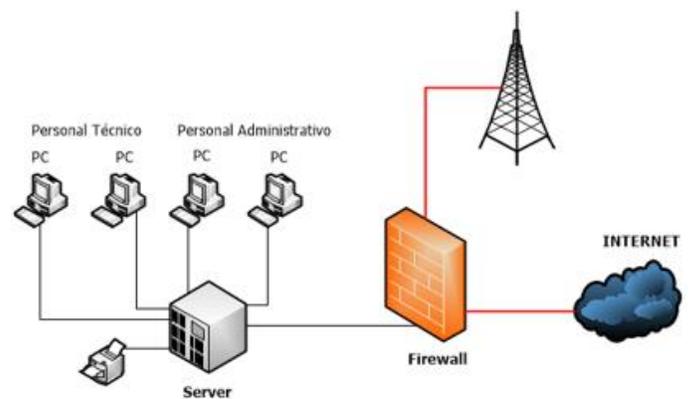


Fig. 4 Módulo de Core o Núcleo

### C. Estimación de la velocidad de Internet del WISP

El cálculo del tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar en las fases previas de la investigación comercial y determina el grado de credibilidad que concederemos a los resultados obtenidos.

La ecuación 1 muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q} \quad (1)$$

$$n = 120 \text{ usuarios}$$

Para calcular el ancho de banda que se va a contratar para el WISP, se utilizará la ecuación 2.

$$AB = G * CN \quad (1)$$

$$AB = 0.75\text{Mbps} * 120$$

$$AB = 90 \text{ Mbps}$$

### D. Características Generales de los Equipos

En base a la tecnología estudiada y el desarrollo del proyecto se presentará un diseño completo de un Proveedor de Servicio de INTERNET Inalámbrico para la selección de los equipos que serían los más recomendables. Los equipos para los enlaces Punto a Punto y de la misma manera para los enlaces Punto Multipunto además los equipos receptores utilizados en el usuario final, deben trabajar en la frecuencia de 5,8GHz se debe regir a los valores máximos que establece ARCOTEL para la elección de los equipos.

#### *Equipos Para la Red Inalámbrica*

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

#### *Antenas para enlaces Punto a Punto*

Antena para transmisión: RB911G-5HPacD-NB PtP  
Generalmente es utilizada para los enlaces de distribución en la estación base para el enlace punto a punto con las siguientes especificaciones:

- **Características:** RB911G-5HPacD-NB
- **Bandas de Frecuencia:** 5,15 - 5,85 Ghz
- **Potencia del Transmisor (Dbm):** 30dbm
- **Sensibilidad del Receptor (dbm):** -96dbm
- **Pérdida de los cables y conectores:** 0.52dB
- **Tipo de antena integrada:** Directiva 120°
- **Ancho del Canal (mhz):** 4920-6100 MHz
- **Ganancia de la Antena (dbi):** 30dbi
- **Polarización:** Doble polaridad
- **Actualización de software:** Si

#### *Antena para enlaces Punto Multipunto*

Antena para transmisión: Sxt Sa5 Ac PtMP  
Generalmente es utilizada para los enlaces de distribución en la estación base para el enlace punto multipunto con las siguientes especificaciones:

- **Características:** Sxt Sa5 Ac
- **Bandas de Frecuencia:** 5,15 - 5,85 Ghz
- **Potencia del Transmisor (Dbm):** 36dbm
- **Sensibilidad del Receptor (dbm):** -96dbm
- **Pérdida de los cables y conectores:** 0.52dB
- **Ancho del Canal (mhz):** 5470 - 5875 MHz
- **Tipo de antena integrada:** Omnidireccional 360°
- **Ganancia de la Antena (dbi):** 19dbi
- **Canal (mhz):** 20/40/80
- **Polarización:** Doble polaridad
- **Actualización de software:** Si

### *Antena Cliente*

Antena de recepción: NBE-5ac-16

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

- **Modelo:** SXT lite 5 ac
- **Frecuencia (GHz):** 5,150 – 5,850 GHz
- **Ganancia Antena (dBi):** 16
- **Potencia (dBm):** 26
- **Sensibilidad (dbm):** -81
- **Tipo de antena:** Directiva
- **Canal (mhz):** 5/10/20/40/80
- **Polarización:** Doble polaridad
- **Velocidad de Transmisión (dbm):** 22dbm

### *E. Determinación y Ubicación de los Nodos*

El nodo principal con el cuarto de equipos va a estar ubicado en las calles Terán y 24 de Mayo, donde funcionan las oficinas del Sistema de Tv por Cable Cayambe Visión.

Para la ubicación de los nodos se debe considerar los siguientes parámetros, una gran altura para instalar la antena de la estación base, de tal forma que todas las antenas de los clientes puedan ver la antena central sin ningún obstáculo de por medio, para ello se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- La parte más alta de un edificio en la ciudad
- La parte más alta de un cerro, cercano al área de cobertura
- Una torre alta (torre de comunicación).

Adicional se deberá tomar en cuenta otros factores importantes para el momento de la implementación, puesto que esto podría elevar los costos de implementación del WISP.

- El Servicio de Energía Eléctrica.
- El Arriendo del lugar donde se va a ubicar la torre para las antenas.
- Tipo de Vía de acceso al sitio donde se ubicará la torre.

Con estos antecedentes se ubicaran los nodos de distribución en dos sectores estratégicos del cantón Cayambe, de esta manera cubrir la mayor parte del mismo.

### *Nodo Porotog*

Este nodo estará ubicado en la parroquia de Cangahua, comunidad Porotog, porque cumple con los parámetros descritos anteriormente, la ubicación del nodo se muestra en la Fig. 5.



Fig. 5 Nodo Porotog

### *Nodo Cruz Loma*

Este nodo estará ubicado en la parroquia de Cayambe barrio San Carlos, de igual manera cumple con los parámetros descritos anteriormente, la ubicación del nodo se muestra en la Fig. 6.



Fig. 6 Nodo Cruz Loma

### OFICINA

- Dirección: Terán y 24 de Mayo
- Coordenadas: 00°02'39,1'' N; 78°08'29,2'' W

### COMUNIDAD DE POROTOG

- Dirección: Parroquia Cangahua
- Coordenadas: 00°00'11,7'' S; 78°08'05,4'' W

### CRUZ LOMA

- Dirección: Barrio San Carlos calle Pichincha y Don Bosco
- Coordenadas: 00°02'28,1'' N; 78°07'50,0'' W

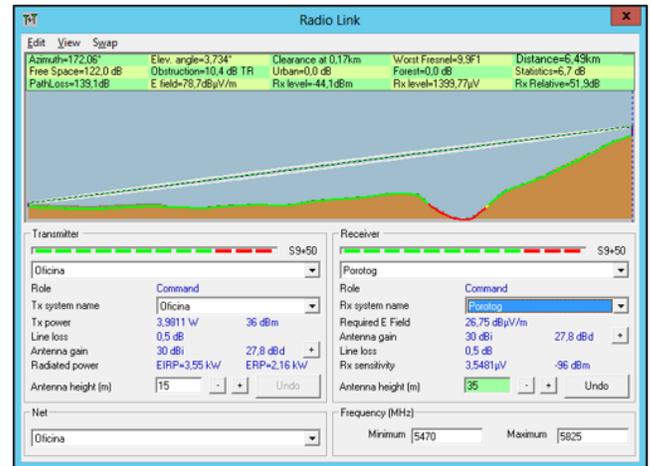


Fig. 7 Datos Radio Enlace Oficina-Porotog

### F. Simulación de los 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 de comunicación inalámbrico.

El siguiente Radio Enlace, es del Nodo Principal ubicado en la Oficina con el Nodo de Porotog, siendo un enlace Punto a Punto y posteriormente se ubicarán de las antenas sectoriales para la distribución del servicio a los usuarios finales, como se muestra la Fig. 7, donde se observan los siguientes parámetros:

- Azimut
- Ángulo de Elevación de las Antenas
- Distancia entre Enlaces
- Pérdida en el Espacio Libre
- Nivel de Recepción
- Peor Zona de Fresnel

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

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:  
 $F = 5.8 \text{ GHz}$   
 $D = 6.5 \text{ Km}$

Las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace se calculan mediante la ecuación 3.

$$FSL(dB) = 92.4 + 20 \log f + 20 \log d \quad (dB(2))$$

$$FSL(dB) = 92.4 + 20 \log 5.8 + 20 \log 6.5 \quad (dB)$$

$$FSL(dB) = 123.92(dB)$$

### Cálculo del nivel de señal en el receptor

Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor se calcula mediante la ecuación 4.

$$P_{RX} = P_{TX} - A_{LTX} - A_b - A_f + G_{TX} - A_p - A_0 - A_V + G_{RX} - A_f - A_b - A_{LRX} \quad (4)$$

$$P_{RX} = 16dBm - 1dB - 0.4dB - 0.4dB + 17dBi - 0.5dB - 123.92dB - 0.5dB + 8dBi - 0.4dB - 1dB - 0.4dB$$

$$P_{RX} = -59.92 \text{ dBm}$$

En la tabla 1 se observan los resultados obtenidos de las Pérdidas en el Espacio Libre, la señal en Recepción, distancia entre enlaces, los cuales son obtenidos del software Radio Mobile.

TABLA 1.  
Calculo de los enlaces

	<b>Oficina – Cruz Loma</b>	<b>Oficina – Porotog</b>
<b>Azimut</b>	106.1°	172.06°
<b>Ángulo de Elevación de las Antenas</b>	6.191°	3.73°
<b>Distancia entre Enlaces</b>	1.26 Km	5.32 Km
<b>Pérdida en el Espacio Libre</b>	110.46 dB	122 dB
<b>Nivel de Recepción</b>	40.78 dBm	44,1dBm
<b>Zona de Fresnel</b>	4.03 m	5.66 m

### G. Topología de la Red Inalámbrica del WSIP

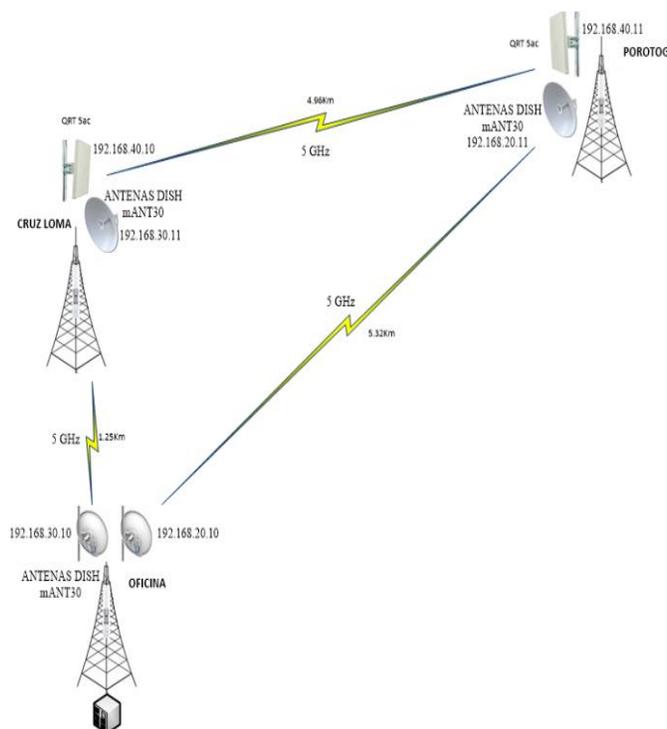


Fig. 8 Topología de la red Punto a Punto del WISP

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

Para poder obtener un título habilitante y mantener la operación legal del Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha dentro del cantón Cayambe, es necesario llevar a cabo un procedimiento legal vigente en el Ecuador y está organizado de la siguiente forma según menciona la ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones):

- 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)

### IV. Análisis Económico del Proyecto

En la tabla 2 se indican los costos referenciales de los equipos y herramientas necesarias para la futura implementación la red inalámbrica del WISP, enlaces punto a punto y punto-multipunto del cantón Cayambe.

TABLA 2  
Presupuesto referencial del costo total

Detalle	Costo
Costo de Equipos	34.372,53
Costo de Ingeniería	24.920,00
Costos de Operación	1.097,76
Costo Salario al personal	382,24
<b>TOTAL COSTOS DE IMPLEMENTACION</b>	<b>60.772,53</b>

### A. Análisis Costo-Beneficio

La relación costo beneficio, es uno de los indicadores más importantes analizar en el desarrollo de un proyecto debido a que con este cálculo se va a obtener los beneficios monetarios en relación a los costos de la inversión inicial, si los beneficios exceden dicha inversión el proyecto es viablemente rentable y se lo debería implementar, caso contrario se debe descartar.

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

## V. Conclusiones y Recomendaciones

### V.I. Conclusiones

La propuesta del diseño de la red del Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico aplicando el estándar IEEE 802,11ac presentada para la zona urbana del cantón Cayambe permitirá el acceso universal a las tecnologías de acceso a la información, si bien no es un estándar nuevo, es una versión muy probada y estable, con mejoras significativas respecto a versiones anteriores, operando en la banda de 5Ghz, haciendo una red flexible, escalable de rápido despliegue y de bajo costo en comparación con tecnologías cableadas.

Para el diseño de la red del WISP se analizó el estándar IEEE 802.11ac, destacando la calidad de un radio enlace el cual depende la correcta elección de las antenas según las necesidades en potencia, ganancia y directividad, adicionalmente se debe tener

en cuenta los dispositivos para el cuarto de equipos. Su proceso de planificación inicia sabiendo cual será la tasa de transferencia que deberá soportar. Se ha utilizado la banda de 5 GHz por considerarse menos propensa a interferencias y sobre todo es una banda de libre operación. El radio enlace, depende además de otros factores importantes como el nivel de sensibilidad de las antenas, relación señal a ruido, potencia de transmisión y la instalación del dispositivo, manteniendo una perfecta alineación de antenas y verificando que no existan obstrucciones dentro de la zona de Fresnel. Estas emisiones deberán realizarse bajo los límites impuestos por la ARCOTEL.

Se realizó el levantamiento de información sobre la situación actual y topográfica de las áreas de cobertura del cantón Cayambe para la ubicación de los nodos y así cubrir en su totalidad la zona urbana de la ciudad, a través de la inclusión en el uso de las tecnologías de acceso a la información.

La investigación y el análisis realizado de la normativa legal vigente en La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) como ente regulador y supervisor del espectro radioeléctrico en el Ecuador, impone límites a los parámetros de funcionamiento de los sistemas de comunicación inalámbrica como frecuencias, potencias de emisión, etc. Además, la operación en la venta del servicio de valor agregado (SVA) de Internet requiere de títulos habilitantes dados por la misma entidad reguladora previo a la presentación de solicitudes, formularios e informes relacionados al proyecto.

La red del WISP que contempla este proyecto tiene la capacidad de expansión ya que es una red escalable, que contiene los equipos activos de la red, los cuales se lo puede incrementar de acuerdo al crecimiento y demanda de usuarios, se aplicado una compartición 4:1 considerado muy bueno para servicio residencial, y 2:1 para el servicio corporativo por tratarse de enlaces semi-dedicados. Así, es necesario contratar un ancho de banda de 90 [Mbps], capacidad que el diseño de la red deberá estar en condiciones de soportar sin que la calidad del servicio al usuario final se vea afectada.

Para la simulación de la red se utilizó el software Radio Mobile el cual presenta una gran ventaja sobre otros simuladores porque es de libre distribución, a diferencia de otros que cuentan con licencias, mostrando el comportamiento de las señales transmitidas y sirviendo de apoyo a la planificación de sistemas de comunicación inalámbricos, previo a su instalación.

El análisis económico se lo realizó para verificar que la implementación del proyecto es viable y representa rentabilidad para la empresa, con un periodo de recuperación de la inversión inicial posterior a los 21 meses de ponerse en operación el proyecto.

## V.II. Recomendaciones

Para diseñar redes de una manera confiable hay que tener en cuenta que cada red tiene ciertos requerimientos básicos que se deben cumplir y no existe un diseño estándar que se pueda realizar, por lo tanto cada red implementada debe ser hecha a la medida, dejando sentadas las bases para futuras ampliaciones que es lo que se planteó en un inicio para la implementación del WISP, y si se realiza esta implementación en una localidad geográfica, se debe realizar los estudios y análisis correspondientes al espectro de frecuencia, ruido y otros factores que influyen en el espacio, por lo tanto al implementarse se debe conocer esta información para configurar los parámetros correspondientes a las antenas y así poder efectuar el enlace inalámbrico sin que se presente inconvenientes.

Previo a la instalación de una red inalámbrica, se debe realizar pruebas de campo en el lugar a implementarse, ya que pueden existir factores que obliguen a efectuar correcciones en el diseño o a su vez en la red inalámbrica es necesario realizar pruebas de tráfico que permitan saturar el canal para conocer la máxima capacidad de este último y determinar la cantidad de clientes que se puedan enlazar simultáneamente a un Access Point

Se recomienda que la selección de los equipos se realicen primero identificando los requerimientos de la red, para elegir la antena lo más importante es su ganancia en relación a la distancia, así mismo para

elegir el acces point se tomara en cuenta primero la potencia necesaria para llegar al punto más alejado de la zona de cobertura.

La cantidad de habitantes se incrementa en un porcentaje de 1,419% en el Ecuador (INEC 2010), esto hace que el mercado en la provincia de Pichincha sea parcialmente rentable para el WISP. Por lo que se recomienda que la implementación de este proyecto considere futuras ampliaciones de puntos de servicio en otros cantones de la Provincia.

Se recomienda extender políticas de detección de fallas a la red inalámbrica, para determinar que se originen inconvenientes en el desempeño de la red. En la actualidad existen grupos de trabajo como la IEEE que se dedica a mejorar las redes inalámbricas y así van apareciendo nuevas funcionalidades especialmente en el campo de la seguridad, entonces se recomienda actualizar periódicamente el firmware de los equipos

Se recomienda utilizar un software para la gestión y administración de la red, uno de ellos sería SYSLAND ya que es una solución de software completa y eficiente, fácil de instalar y administrar, para controlar y optimizar el servicio de internet en toda la red, otro podría ser WHATSUP GOLD para el monitoreo unificado de infraestructura y aplicaciones.

La investigación y el análisis realizado de la normativa legal vigente de la ARCOTEL deben ser exacta, ya que es un proceso extenso y la documentación debe ser clara y precisa para la aprobación del permiso de concesión.

## Referencias

ARCOTEL. (2016). Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/>

Ariganello, E., & Barrientos, E. (2010). Redes Cisco CCNP a Fondo. Mexico: Alfaomega.

Cabezas, L., & Gonzales, F. (2010). Redes Inalambricas. Madrid España: Anaya Multimedia.

Carballar, J. A. (2008). Wifi: Instalación, Seguridad y Aplicaciones. Málaga: RA-MA.

ComDatosGrupo4. (2014). La Capa de Enlace de Datos. Obtenido de [https://sites.google.com/site/comdatosgrupo4/contenidos/cap2\\_capa-enlace-datos#TOC-La-Capa-de-Enlace-de-Datos](https://sites.google.com/site/comdatosgrupo4/contenidos/cap2_capa-enlace-datos#TOC-La-Capa-de-Enlace-de-Datos)

Florencia, R. (2011). Finanzas Para Emprendedores. Amazon Kindle Publishing.

Garcia Serrano, A. (2008). Redes Wi-fi. Madrid: Anaya Multimedia.

Gralla, P. (2009). Como Funcionan las Redes Inalámbricas. Barcelona: Anaya Multimedia.

Iglesias, J. L. (2013). Montaje de un Enlace Wireless de Larga Distancia.

INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

MIKROTIK. (2015). routerboard. Obtenido de <https://routerboard.com/>

Sebastian, B. (2013). Redes Inalambricas En Los Paises En Desarrollo. Copenhagen: Jane Butler.

Serrano, G., & Alberto. (2008). Redes Wi-Fi. Madrid: Anaya Multimedia.

Solorzano, J. A. (2010). Diseño de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico.

UBIQUITI. (06 de 08 de 2015). AIRMAX. Obtenido de <http://www.ubnt.com/airmax/rocket-ac/>

### **Klever W. Pérez A.**



Nació en Cayambe-Ecuador el 2 de octubre de 1986. Hijo de Cristóbal Pérez e Irma Albuja. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Fiscal “9 de Julio”. En el año 2004 obtuvo su título de Bachiller en la especialización Físico Matemático en el colegio "Nelson Torres". Actualmente, egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.