



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA BRINDAR
INTERNET A ZONAS RURALES (SAN ANTONIO DE PICHINCHA)
UTILIZANDO TECNOLOGIA WIMAX



AUTOR

Iván Andrés González Arias

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA BRINDAR
INTERNET A ZONAS RURALES (SAN ANTONIO DE PICHINCHA)
UTILIZANDO TECNOLOGIA WIMAX

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Redes y
Telecomunicaciones”

Profesor guía

Mgt. Luis Santiago Criollo Caizaguano

Autor

Iván Andrés González Arias

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Luis Santiago Criollo Caizaguano
Magister En Redes de Comunicación
C.I: 1717112955

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Jorge Wilson Granda Cantuña
Master of Science Electrical Engineering
C.I. 1708594187

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Iván Andrés González Arias
C.I. 1716824758

AGRADECIMIENTO

Quiero dar un extenso agradecimiento a mi profesor guía Ing. Luis Criollo quien con sus directrices en base a sus conocimientos me permitió ejecutar este proyecto con todas las exigencias y parámetros que requiere la Universidad.

DEDICATORIA

Un extendido reconocimiento para ustedes Myriam Arias y Segundo Guillermo Gonzalez, han sido días complejos, pero gracias a su apoyo la batalla pudo ser sobrellevada. Finalmente, mi gratitud a mi esposa Karla Alexandra Paz y Miño Díaz.

RESUMEN

Las telecomunicaciones en transmisión de información a través del medio inalámbrico son las que más auge han alcanzado debido a su rápido y factible despliegue, muchas de estas tecnologías permiten tener acceso a servicios de banda ancha en cualquier lugar, lo que hace algunos años era algo inconcebible, esto se refleja en el incremento sustancial en la cantidad y calidad de los servicios de telecomunicaciones que se ofrecen a nivel mundial.

Los países subdesarrollados tecnológicamente, tienen redes de acceso limitadas en zonas urbanas y casi nulas en zonas periféricas. Muchas de las tecnologías inalámbricas que se están aplicando en nuestro país han sido tecnologías desarrolladas en países de avance tecnológico.

El presente trabajo define algunos parámetros que permiten considerar que la convergencia favorecerá a WiMAX Móvil (IEEE 802.16e-2005), esto no significa que las redes WiMAX Fijas (IEEE 802.16d-2004), dispersadas mundialmente vayan a desaparecer, cada una de las tecnologías enunciadas anteriormente son aplicadas según la necesidad y demanda que tengan cada uno de los estándares en los abonados finales, lo que se menciona es que un operador que pretenda elegir entre la versión Fija y Móvil se inclinara por la versión Móvil.

Se presenta algunas consideraciones en la planificación del diseño de una Red con Acceso Inalámbrico de última milla, en la zona rural de San Antonio de Pichincha, empleando WiMAX Móvil; esta red tiene la capacidad y niveles de cobertura suficientes para ofrecer servicios de valor agregado como voz, datos y video.

ABSTRACT

Telecommunications have introduced themselves very quickly into day to day communications among people through wireless means.

Data transfer has surged and improved tremendously over the last decade-Many of these technologies allow the user to have access to services using broadband at any time and place which was pretty much impossible a few years ago. All of this is reflected in the substantial increase of quality and quantity of the telecommunications services that are offered worldwide.

Technology underdeveloped countries have limited access networks in urban areas and almost inexistent ones in rural areas. Many wireless technologies that are being applied in our country have been developed in countries with great technology achievements.

This project allows to define parameters and guidelines of Mobile WiMax (IEEE 802.16e-2005). It is being presented using features of security and optimal quality of service to operate and offer wireless technology services to benefit society.

Some considerations are presented for the design of a last-mile wireless access network such as the internet access in rural zones of the San Antonio de Pichincha region mentioned in polls by inhabitants of the communities of Rumicucho and Caspigasi. WiMax Mobile is used due to the capacity and levels of coverage that the technology has to offer data transfer services.

ÍNDICE

1.	CAPITULO I. INTRODUCCION	1
2.	CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	1
2.1.	Descripción WiMAX	1
2.2.	Antecedentes acerca del Estándar	2
2.2.1.	Evolución del estándar IEEE 802.16	2
2.3.	Acceso a la tecnología WiMAX.....	2
2.4.	Conectividad WiMAX	4
2.4.1.	Ventajas de tecnología WiMAX	4
2.5.	Características WiMAX	5
2.5.1.	Características Subsiguientes.....	8
2.5.1.1.	Alta tasa de transferencia	8
2.5.1.2.	Ancho de banda variable	8
2.5.1.3.	Radio de la celda	8
2.5.1.4.	Escalabilidad	8
2.6.	Componentes de los sistemas WiMAX.....	9
3.	CAPITULO III. SITUACION ACTUAL.....	10
3.1.	Desarrollo	10
3.1.1.	Indicadores de Pobreza	11
3.1.2.	Categorías de Ocupación	12
3.2.	Número de Habitantes de la Parroquia San Antonio de Pichincha.	13
3.2.1.	Asentamientos Humanos	14
3.2.2.	Segmentación Geográfica.....	14
3.2.3.	Segmentación Psicográfica.....	14
3.3.	Datos de Encuesta por número de habitantes	14
3.3.1.	Procesamiento y Análisis de Resultados	16
3.3.2.	Análisis de la oferta y la demanda.	32
3.3.2.1.	La Demanda.....	32
3.3.2.2.	La Oferta	33
3.3.2.2.1.	Análisis de la Competencia	33
3.3.3.	Demanda Insatisfecha	34

3.4. Factores Climáticos	34
3.4.1. Características Climatológicas	34
3.4.2. Incidencia	35
3.5. Sistema Híbrido en Pululahua	39
4. CAPITULO IV DISEÑO DE LA RED WiMAX.	42
4.1. Introducción	42
4.1.1. Programa diseño de cobertura	42
4.1.2. Arquitectura de Red	42
4.1.3. Marco Regulatorio WiMAX	43
4.1.4. Frecuencia en la que funcionan los equipos de la tecnología seleccionada 5725 MHz y 5850MHz.	44
4.1.5. Definición de Servicios de Operación	45
4.2. Calidad de servicio	45
4.2.1. Servicios Básicos	47
4.2.1.1. rtPS	47
4.2.1.2. nrtPS	47
4.2.1.3. BE	48
4.3. Análisis de cobertura y cálculos a considerar en el diseño de sistemas inalámbricos	48
4.3.1. Pérdida por Propagación.	49
4.3.2. Potencia del Receptor	49
4.3.3. Margen de Desvanecimiento	51
4.3.4. Umbral de Recepción	52
4.3.5. Viabilidad del Enlace (Link Budget)	52
4.3.6. Calculo de Cobertura de Enlaces Inalámbricos	52
4.3.7. Radio Mobile, Análisis de Ubicación de Equipos Inalámbricos de la Red WiMAX	55
4.3.8. Zona de Fresnel	58
4.3.9. Productos WiMAX Móvil	60
4.4. Mercado de clientes y servicios	60
4.5. Proyección de usuarios (Voz, Datos y Video).	60
4.6. Calculo de la capacidad	62

5.	CAPITULO V ANALISIS COSTO BENEFICIO.....	65
5.1.	Costos de inversión, necesarios para la red de acceso de última milla WiMAX.....	65
5.1.2.	Precio estimado de la red WiMAX a ser implementada.....	66
5.1.3.	Derechos de Concesión.....	66
5.2.	Pago de Proveedores.....	69
5.2.1.	Pago Ingresos WiMAX.....	70
5.3.	Análisis económico para evaluar indicador tales como el VAN y el TIR.....	71
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
6.1.	Conclusiones.....	74
6.2.	Recomendaciones.....	75
	REFERENCIAS.....	76
	ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estándares Inalámbricos.....	3
Figura 2. Modelos de uso WiMAX.....	3
Figura 3. Configuración de conectividad.....	9
Figura 4. Número de personas que disponen de telefonía.....	11
Figura 5. Número de personas que disponen de internet.....	12
Figura 6. Encuestas Barriales en San Antonio de Pichincha.....	13
Figura 7. Encuesta Datos.....	17
Figura 8. Actividad Económica.....	18
Figura 9. Miembros de la Familia.....	19
Figura 10. Numero de dispositivos en la vivienda.....	20
Figura 11. Tipo de Vivienda.....	21
Figura 12. Pregunta Filtro.....	22
Figura 13. Conocimiento de la competencia.....	23
Figura 14. Lista de Operadores.....	24
Figura 15. Satisfacción del Servicio.....	25
Figura 16. Reclamos.....	26
Figura 17. Costos.....	27
Figura 18. Atributos del Servicio.....	28
Figura 19. Atributos del Servicio.....	29
Figura 20. Precio del Servicio.....	30
Figura 21. Formas de pago del servicio.....	31
Figura 22. Interés del Servicio.....	32
Figura 23. Precipitación Anual Parroquia San Antonio de Pichincha.....	35
Figura 24. Viento en diferentes épocas.....	37
Figura 25. Ubicación de Vanos con respecto al Sol.....	38
Figura 26. Dirección del viento con respecto al terreno escogido.....	39
Figura 27. Aerogenerador.....	40
Figura 28. Paneles Solares.....	41
Figura 29. Controlador de carga eólica /solar.....	41
Figura 30. Diseño WiMAX última milla.....	43

Figura 31. QoS in WiMAX	45
Figura 32. Enlaces WiMAX.....	57
Figura 33. Zona de Fresnel	58
Figura 34. Enlace Estación Calacali-N con Repetidor 1	58
Figura 35. Enlace Estación Base Repetidor 1 con Rumicucho	59
Figura 36. Enlace Estación Base Repetidor 1 con Caspigasi	59
Figura 37 Estimación del porcentaje uso de las aplicaciones usuarios	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales documentos 802.16	2
Tabla 2. Principales Características WiMAX	5
Tabla 3. Ramas de Actividad.....	10
Tabla 4. Indicadores de Pobreza.....	11
Tabla 5. Categorías de Ocupación.....	12
Tabla 6. Encuestas.....	16
Tabla 7. Actividad Económica	17
Tabla 8. Miembros de Familia	18
Tabla 9. Numero de dispositivos en la Vivienda.....	19
Tabla 10. Tipo de vivienda	20
Tabla 11. Pregunta Filtro	21
Tabla 12. Conocimiento de la competencia	22
Tabla 13. Lista de Operadores	23
Tabla 14. Satisfacción del Servicio.....	24
Tabla 15. Reclamos	25
Tabla 16. Costos	26
Tabla 17. Atributos del Servicio.....	27
Tabla 18. Atributos del Servicio.....	28
Tabla 19. Precio del Servicio.....	29
Tabla 20. Formas de pago del servicio	30
Tabla 21. Interés del Servicio	31
Tabla 22. Temperaturas de la Parroquia San Antonio de Pichincha	34
Tabla 23. Inclinación e intensidad de asoleamiento	36
Tabla 24. Perfiles de frecuencia, Duplexion, Tamaño FFT, BW CANAL, para WiMAX Móvil.....	44
Tabla 25. Servicios y Aplicaciones con distintos requerimientos de QoS.	46
Tabla 26. Pérdidas consideradas para el diseño.....	49
Tabla 27. Características antena seleccionada.....	50
Tabla 28. Cálculos para cada enlace inalámbrico.....	54
Tabla 29. Características de radios inalámbricos.....	54
Tabla 30. Características de antenas para la red WiMAX.....	54

Tabla 31. Características de Radio Mobile.....	56
Tabla 32. Ubicación geográfica de los equipos inalámbricos	56
Tabla 33. Enlaces Inalámbricos	57
Tabla 34. Usuarios con proyección	61
Tabla 35 Tamaño promedio de páginas WEB más visitadas	63
Tabla 36. Tamaño promedio de actualización Antivirus	64
Tabla 37. Comparación de equipos WiMAX.....	66
Tabla 38. Presupuesto de equipos/personal necesarios para la red inalámbrica diseñada.	69
Tabla 39. Benchmarking de costos de un E1	70
Tabla 40. Proyección de costos de servicios.....	70
Tabla 41. Ingresos del servicio de internet por población	70
Tabla 42. Flujo de ingresos	71
Tabla 43. Flujo de Egresos.....	71
Tabla 44. Flujo de Efectivo Neto	72
Tabla 45. Formulación de Datos	72
Tabla 46. VAN/TIR	73
Tabla 47. Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de frecuencias.....	4

1. CAPITULO I. INTRODUCCION

Las redes y telecomunicaciones se han ido actualizando y desarrollando considerablemente, por lo tanto, la calidad en los servicios debe ir mejorando para el acceso de los abonados. Los servicios de las telecomunicaciones se bifurcan en varias tecnologías a los cuales se deben acceder sin limitaciones por ubicación, condición económica, etc.

Las redes inalámbricas han tenido avances tecnológicos considerables en el impacto de la sociedad. Con el proyecto propuesto, se busca desplegar y penetrar los servicios inalámbricos de última milla, a los sectores rurales los mismos que actualmente se encuentran limitados a las comunicaciones virtuales (internet), siendo esta una necesidad social para la investigación, transferencias bancarias, diligencias personales, localización y/o ubicación.

La alta demanda de servicios en Telecomunicaciones mediante las redes inalámbricas, han permitido a los abonados acceder a los equipos de última milla a bajo costo.

Hoy en día no solamente la telefonía móvil con tecnología 3G, 4G, se ha mencionado como una de las comunicaciones más sustanciales si no las comunicaciones inalámbricas en general.

2. CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Descripción WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) hace referencia al estándar (802.16d), es utilizada en áreas metropolitanas MAN (Metropolitan Area Network) la misma que alcanza una cobertura en áreas de hasta 48 kilómetros de radio con velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología portátil LMDS (Local Multipoint Distribution System), es una importante solución para las necesidades de redes de acceso inalámbrico.

La tecnología WiMAX de acceso convierte las señales de voz y datos en ondas de radio. La cobertura WiMAX ocupa un rango intermedio en comparación con las diferentes tecnologías de acceso de corto alcance (Gonzalez, 2006, pág. 11).

2.2. Antecedentes acerca del Estándar

Las tecnologías fundadas en redes BWA (Broadband Wireless Access) ofrecen numerosas ventajas en comparación con redes WLAN.

Los antecedentes de estas tecnologías se ubican en los sistemas LDMS. Su principal propósito era proporcionar y distribuir un servicio de comunicación inalámbrica para voz, internet, video. (Sanchez, 2011, pág. 55)

2.2.1. Evolución del estándar IEEE 802.16

El estándar 802.16-2004 se basa en los resultados realizados a los estándares 802.16-2001, 802.16a-2003 y 802.16c-2002.

No obstante, en lo sucesivo de los resultados surgieron documentaciones adicionales que detallaban partes de la tecnología, con consideradas alteraciones al estándar original, 802.16-2004 (Sanchez, 2011, pág. 56)

La tabla 1.1 detalla los documentos más destacados, publicados para este estándar:

Tabla 1.

Principales documentos 802.16

Fecha y nombre del documento	Descripción
Diciembre 2001: 802.16	10-66 GHz, LOS, 2-5 km; anchos de banda del canal: 20,25,28 MHz.
Enero 2003: 802.16a	2-11 GHz, NLOS
802.16-2004	Revisión y consolidación de los anteriores reemplazándolos, 5-50 km.
7 Diciembre 2005: 802.16e	Movilidad: OFDMA
Otras mejoras: 802.16f, 802.16g, 80.216f, etc.	Aspectos de <i>Handover</i> , información de administración.

Tomado de (Sanchez, 2011)

2.3. Acceso a la tecnología WiMAX

Las clasificaciones de las redes inalámbricas son de acuerdo a la necesidad y criterio de los usuarios: movilidad y cobertura, la clasificación de acuerdo a movilidad se puede definir en dos tipos de redes inalámbricas: fijas y móviles, mientras tanto las coberturas se definen en cuatro tipos de redes inalámbricas: WPAN, WLAN, WMAN, WWAN.

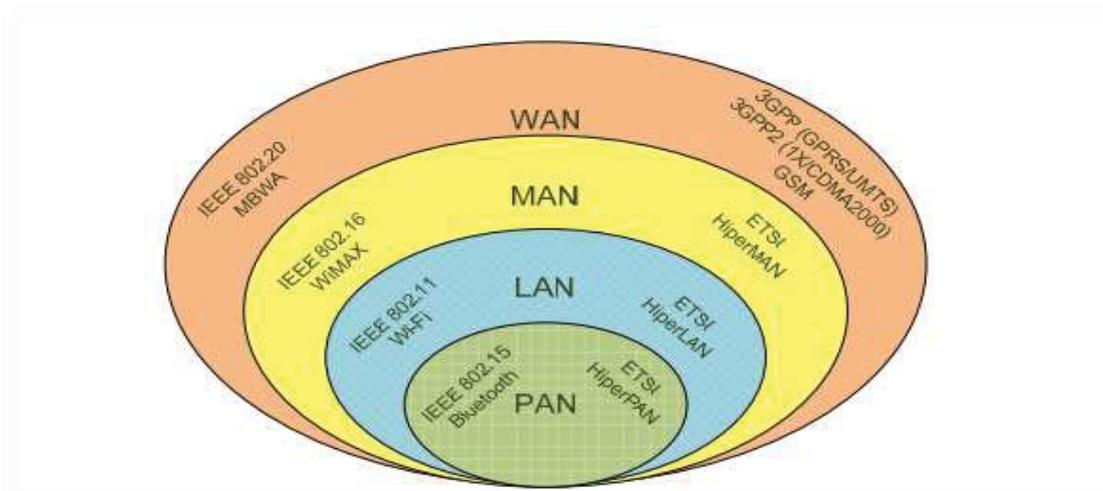


Figura 1. Estándares Inalámbricos

Tomado de (Bacuilima, 2010)

WiMAX es una tecnología de acceso en banda ancha orientada a las comunicaciones inalámbricas para áreas metropolitanas, definida por la familia de estándares IEEE 802.16 y el estándar HyperMAN del organismo de estandarización europeo ETSI.

Actualmente WiMAX se enfoca en dos tipos de modelos de uso: modelo de uso fijo que cumple el estándar IEEE 802.16d-2004 y el modelo que permite movilidad basado en el estándar IEEE 802.16e-2005 (Bacuilima, 2010, pág. 47).

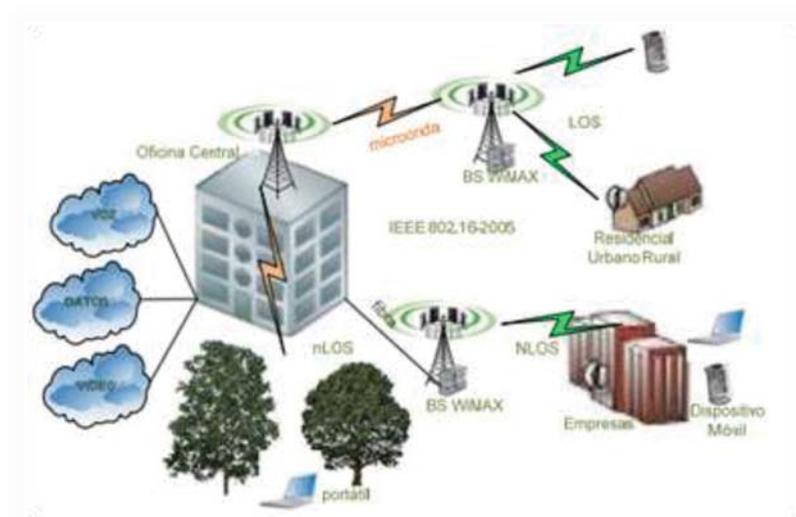


Figura 2. Modelos de uso WiMAX

Tomado de (Bacuilima, 2010)

2.4. Conectividad WiMAX

La tecnología WiMAX utiliza para su transmisión de datos las ondas de radio en las frecuencias de 5725 – 5850 MHz. Es conocida como tecnología de última milla dentro de otras tecnologías, de igual manera es conocida también como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El estándar que define la tecnología WiMAX es el IEEE 802.16.

La tecnología WiMAX es utilizada como medio de transmisión, acceso o puente para la telefonía 4G, etc.

Su funcionamiento se adapta a cualquiera de las topologías de red (Punto a punto y Punto-multipunto o bien de fijo y móvil).

Para que su operación sea efectiva es necesario que sean instaladas antenas repetidoras para que su cobertura sea amplia en determinadas zonas, se requiere que los usuarios finales de la red WiMAX adquieran antenas que se encuentren instalados en la parte superior de los domicilios para que sean conectados directamente a un repetidor multipunto.

El estándar 802.16 (WiMAX), definen el tipo de red Peer to Peer (P2P) y redes ad hoc en las que se trabaje

Se puede brindar dos formas de señal.

- Es importante indicar que la antena y el receptor operan con bajas frecuencias entre los 2 y los 11 GHz cuando existen obstáculos que interfieren la transmisión de información. Provocando que el ancho de banda disponible sea menor.
- Cuando la línea de vista este limpia las frecuencias son altas, en el orden de 66 GHz, disponiendo de un gran ancho de banda (Bacuilima, 2010, pág. 46)

2.4.1. Ventajas de tecnología WiMAX

Una de las ventajas primordiales es brindar servicios de banda ancha en sectores donde el despliegue de los medios de transmisión cable o fibra por la baja densidad de población presentan altos costos por abonado (zonas rurales).

- Se aplica en diferentes topologías de red: Punto a punto, Punto-multipunto, fijo y móvil.
- Soporta mayoría de abonados por canal, por su ancho de banda.
- Alcanza velocidades de hasta 75 Mbps (megabit por segundo), 35+35 Mbps, esta ventaja se efectúa cuando el espectro este completamente limpio (Alcestes, 2011).

2.5. Características WiMAX

La tecnología WiMAX se fundamenta en la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) es muy eficiente ya que sus datos se transmiten en canales con ancho de banda superior a 5MHz.

OFDM se caracteriza en transmitir la información modulando en QAM (Quadrature amplitude Modulation) o PSK (Phase Shift Keying) son un conjunto de portadoras de distintas frecuencias.

OFDM se extiende considerablemente en las comunicaciones de las diferentes tecnologías inalámbricas debido a su soporte a las interferencias y a las pérdidas de señal. Lo antes mencionado se obtiene debido a que las frecuencias siendo de esta manera ortogonales entre ellas, tienen la función de eliminar interferencias entre canales, utilizando OFDM alcanzando y asegurando una distancia mayor con menos interferencias en la tabla 1.2. Principales Características WiMAX se describe el funcionamiento de OFDM al igual que otras características. (Teribia, 2013, pág. 9)

Tabla 2

Principales Características WiMAX

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Sin necesidad de visión directa (LOS y NoLOS)	No necesita visión directa entre la antena y el equipo del suscriptor
Modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)	Permite la transmisión simultánea de múltiples señales a través de cable o aire en diversas frecuencias; usa espaciado ortogonal

	de las frecuencias para prevenir interferencias.
Antenas inteligentes	Soporta mecanismos de mejora de eficacia espectral en redes inalámbricas y diversidad de antenas
Topología punto multipunto y de malla (mesh)	Soporta dos topologías de red, servicio de distribución multipunto y la malla para comunicación entre suscriptores.
Calidad de Servicio (QoS)	Califica la operación NLOS (Non Line of Sight) sin que la señal se distorsione severamente por la existencia de edificios, por las condiciones climáticas ni el movimiento vehicular. Se asegura una buena calidad del servicio.
FDM (Frequency Division Multiplexing) y TDM (Time Division Multiplexing)	Soporta multiplexación en la frecuencia (FDM) para propiciar la interoperabilidad con los sistemas de telefonía móvil y la multiplexación en el tiempo (TDM) para la interoperabilidad con los sistemas inalámbricos.
Seguridad	Incluye medidas de privacidad y criptografía inherentes en el protocolo. El estándar 802.16 agrega autenticación de instrumentos con certificados x.509 usando DES en modo

	CBC (CipherBlockChaining).
Bandas bajo licencia	Opera en banda licenciada en 2.4 GHz y 3.5 GHz para transmisiones externas en largas distancias
Bandas libres (sin licencia)	Opera en banda libre en 5.4, 8 y 10.5 GHz (con variaciones según espectro libre de cada país)
Canalización	De 5 y 10 MHz
Potencia de Transmisión	Controla la potencia de transmisión
Acceso al Medio	Mediante TDMA dinámico
Corrección de errores	ARQ (retransmisión inalámbrica)
Tamaño del paquete	Ajuste dinámico del tamaño del paquete
Tasa de transmisión	Hasta 75 Mbps
Espectro de frecuencia	IEEE 802.16a entre 2-11 GHz (LOS) para comunicación entre antenas IEEE 802.16b entre 5-6 GHz con QoS IEEE 802.16c entre 10-66 GHz IEEE 802.16e entre 2-6 GHz (NLOS) para distribución a suscriptores, móvil.
Cobertura	50 Km sin Línea de Vista 8 – 10 Km en áreas de alta densidad demográfica
Aplicaciones	Voz, video y datos

Tomado de (Teribia, 2013)

2.5.1. Características Subsiguientes

2.5.1.1. Alta tasa de transferencia

La tasa máxima en el nivel de capa física que se logra alcanzar es 74Mbps (ancho de banda de 20 MHz), dedicado a un ancho de banda de 10MHz, con duplexión TDD (Test-Driven Development), modulación 64 QAM, relación 3 a 1 entre downlink y uplink, se tiene una tasa de transferencia de 25Mbps y 6Mbps respectivamente (Bacuilima, 2010, pág. 59)

2.5.1.2. Ancho de banda variable

La estructura de la capa física permite que la tasa de transferencia se ajuste sin limitaciones al ancho de banda disponible sin que su calidad en los servicios ofrecidos tenga un decrecimiento, este resultado se aplica a la optimización de OFDM, en el cual el tamaño de la FFT (Fast Fourier Transform), es propenso a variar dependiendo del ancho de banda del canal disponible (Bacuilima, 2010, pág. 59).

2.5.1.3. Radio de la celda

“La descripción del estándar permite que una de sus ventajas trabaje sin línea de vista con radios de 5 hasta 10 km, y con línea de vista alcanzando los 50 Kilómetros, realizando la transmisión de información a sus abonados” (Yaagoubi, 2012, pág. 46).

2.5.1.4. Escalabilidad

WiMAX, es la tecnología indicada para trabajar con diferentes anchos de banda desde 1,25 hasta 20 MHz, debido a su diseño se desempeña cumpliendo con la gran variedad de requerimientos espectrales existentes. Con lo mencionado anteriormente la economía tiene un servicio más adecuado y a las necesidades de cada región, brindando servicios de internet o banda ancha a zonas rurales (Yaagoubi, 2012, pág. 46).

2.6. Componentes de los sistemas WiMAX.

Los dos tipos de elementos que integran las redes 802.16 son:

- CPE (Customer Premises Equipment). Las funciones de las SS (Subscriber Station) se incluyen en este equipo (CPE), SS se identifica en el funcionamiento de las redes BWA (Broadband Wireless Acces), teniendo conectividad directa vía radio con BS (Base Station).
- Las funciones de BS. Su principal función es proveer conectividad con las SS también suministra los mecanismos de control y gestión de los equipos SS. La estación base es independiente a los demás componentes ya que tiene los elementos y requisitos necesarios para enlazarse con el sistema de distribución (Gonzalez, 2006, pág. 9)

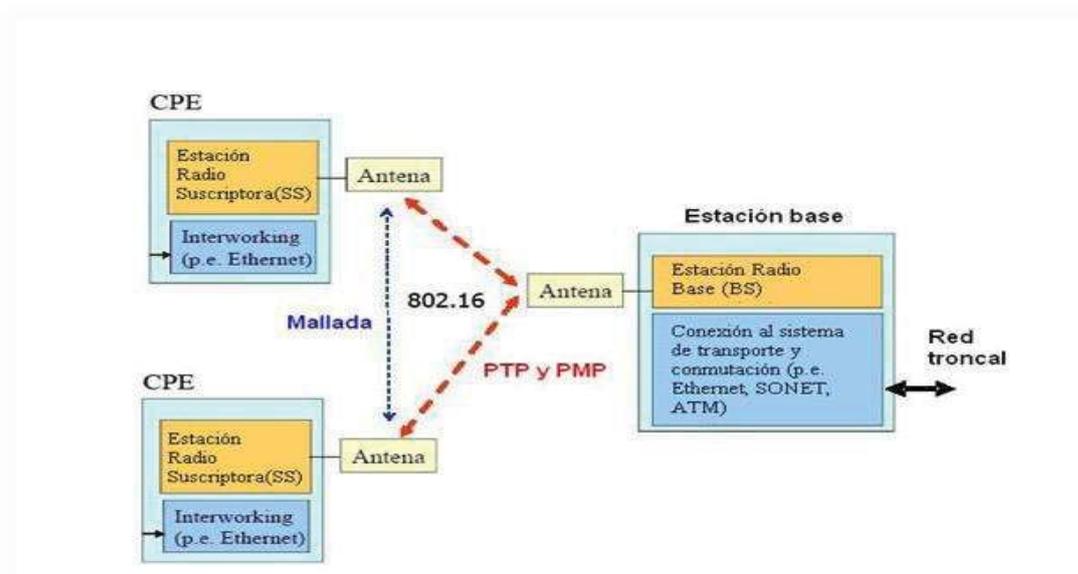


Figura 3. Configuración de conectividad

Tomado de (Gonzalez, 2006)

En la figura se asemejan estos dos elementos, demostrando posibles y seguras configuraciones de conectividad entre ellas. Una red WiMAX posee una arquitectura pareja a las redes celulares ya que se fundamenta en una distribución estratégica de una serie de alineaciones en donde se ubicarán las (BS) estaciones base. Cada estación base aplica una configuración PMP

(punto-multipunto) o PTP (punto-punto) para enlazar los equipos de última milla de los usuarios (Gonzalez, 2006, pág. 21).

3. CAPITULO III. SITUACION ACTUAL

3.1. Desarrollo

“Económicamente la población de la parroquia de San Antonio de Pichincha, tiene como producción principal, actividades de Industrias Manufactureras (17,97%); Comercio al por mayor y menor (16,49%); Construcción (9,06%); transporte y almacenamiento (8,06%)” (Manosalvas, 2016, pág. 40).

Tabla 3.

Ramas de Actividad

Ramas de actividad	Total	Porcentaje (%)
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	519	3,33
Explotación de minas y canteras	148	0,95
Industrias manufactureras	2803	17,97
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	30	0,19
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	83	0,53
Construcción	1413	9,06
Comercio al por mayor y menor	2572	16,49
Transporte y almacenamiento	1258	8,06
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	704	4,51
Información y comunicación	259	1,66
Actividades financieras y de seguros	230	1,47
Actividades inmobiliarias	68	0,44
Actividades profesionales, científicas y técnicas	494	3,17
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	667	4,28
Administración pública y defensa	521	3,34
Enseñanza	759	4,87
Actividades de la atención de la salud humana	442	2,83
Artes, entretenimiento y recreación	131	0,84
Otras actividades de servicios	326	2,09
Actividades de los hogares como empleadores	874	5,60
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	10	0,06
No declarado	823	5,28
Trabajador nuevo	466	2,99
TOTAL	15600	100,00

FUENTE: Censo INEC, 2010.

Tomado de (INEC, 2010)

3.1.1. Indicadores de Pobreza

“En lo que respecta a los indicadores de pobreza, la población de San Antonio de Pichincha, muestra las siguientes estadísticas” (INEC, 2010).

Tabla 4.

Indicadores de Pobreza

Población según Nivel de Pobreza (NBI 2010)				
Población No Pobre	Porcentaje (%)	Población Pobres	Porcentaje (%)	Población Total
21.194	65.84	10.994	34.16	32.188

Tomado de (INEC, 2010)

“En lo que respecta al servicio de Teléfono en las poblaciones de Rumicucho y Caspigasi, se afirma que el 61,42 % (65 encuestados), disponen de este servicio en sus hogares y el 38,58 % (40 encuestados), no dispone de este servicio” (INEC, 2010)

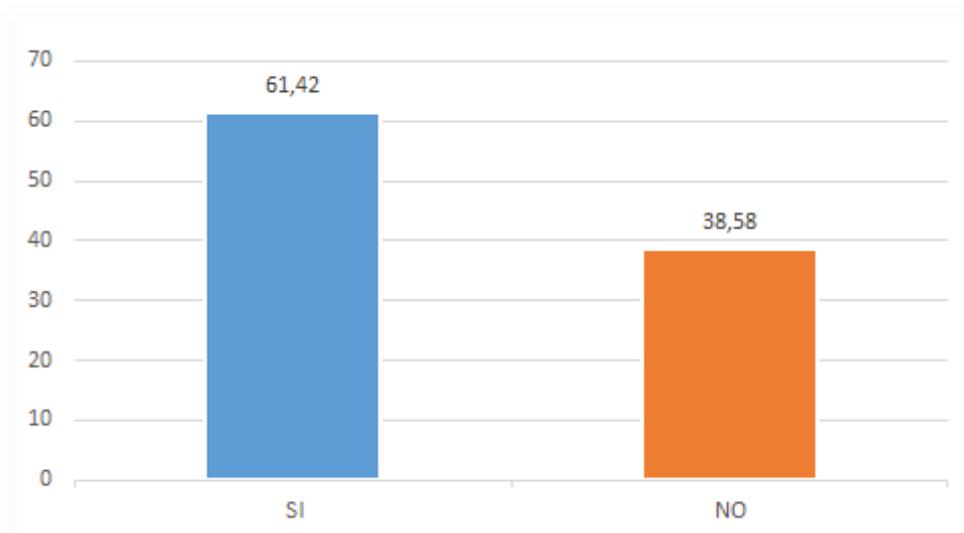


Figura 4. Número de personas que disponen de telefonía

Tomado de (INEC, 2010)

En lo que respecta al servicio de Internet, en las poblaciones de Rumicucho y Caspigasi, se afirma que el 27,30 % (29 encuestados), disponen de este servicio en sus hogares y el 72.70% (71 encuestados) no dispone de este servicio.

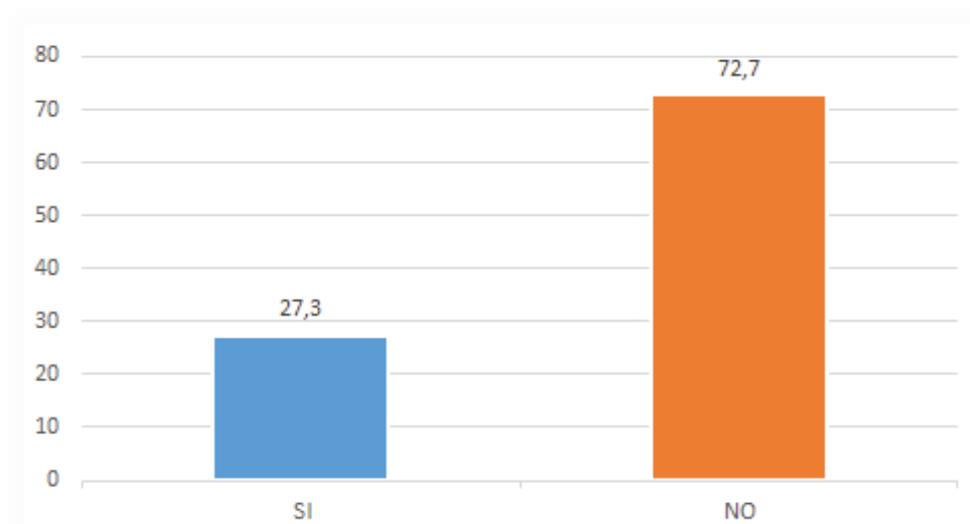


Figura 5. Número de personas que disponen de internet

3.1.2. Categorías de Ocupación

“Las categorías de ocupación predominantes son: empleado u obrero privado 48,55 % cuenta propia 17,57% empleado u obrero del Estado, Gobierno, Municipal, Consejo Provincial, Juntas Parroquiales 10,24%; jornalero o peón 6,87%” (Paredes, 2016, pág. 41).

Tabla 5.

Categorías de Ocupación

Categoría de ocupación	Total	Porcentaje (%)
Empleado/a u obrero/a del Estado, Gobierno, Municipio, Consejo Provincial, Juntas Parroquiales	155	1,02
Empleado/a u obrero/a privado	7348	48,55
Jornalero/a o peón	1039	6,87
Patrono/a	702	4,64
Socio/a	209	1,38
Cuenta propia	2659	17,57
Trabajador/a no remunerado	154	1,02
Empleado/a doméstico/a	899	5,94
Se ignora	574	3,79
Total	15134	100,00

Tomado de (INEC, 2010)

3.2. Número de Habitantes de la Parroquia San Antonio de Pichincha.

La parroquia de San Antonio de Pichincha está ubicada al norte de la Provincia de Quito, cuenta con una población de 35.000 habitantes según encuestas realizadas por el INEC en el 2010. Su parroquialización fue en 1901, en la presidencia de Leónidas Plaza. En cuanto al clima, San Antonio tiene un clima seco, con una temperatura entre 15° y 19° C, con una media mensual de precipitación de 450 mm. (2400 msnm), para la aplicación del proyecto se ejecutó encuestas a los habitantes de los barrios de Caspigasi y Rumicucho las mismas que pertenecen a la Parroquia de San Antonio de Pichincha como se indica en el grafico 2.6. (Cespedes, 2012, pág. 8).



Figura 6. Encuestas Barriales en San Antonio de Pichincha

Adoptado de(Radio Mobile, 2016)

3.2.1. Asentamientos Humanos

En la parroquia de San Antonio de Pichincha según datos recabados en los talleres de trabajo en conjunto con delegados del Gobierno Parroquial existen 35 asentamientos o barrios. Estos son: Rumicucho, Carcelén, Altar del Pululahua, Bindabona, La Marca, ASODAC, Las Alcantarillas, Caspigasi, Catequilla, Central 1, Central 2, Cuatro de Abril, El Calvario, Los Shyris, Oasis, Manantial, Santo Domingo, Equinoccial, San Agustín, San Cayetano, San Francisco, Santa Clara, Señor del Árbol, Nuestra Señora del Pilar, Santa Rosa de Rumicucho, Ciudad Futura, Tanlahua, Tanlahuilla, San Luis, Casitagua, Santa Isabel, Las Violetas, Ciudadela Universitaria, El Paraíso, Los Pinos de Caspigasi. (Pichincha G. A., 2012, pág. 63).

3.2.2. Segmentación Geográfica

El proyecto se aplicará en el sector el cual se ubicará de acuerdo a la cifra del número de habitantes que residen en los mismos. Para aplicar y ejecutar el proyecto se ha estimado a los habitantes ubicados en los pueblos de Rumicucho y Caspigasi en la parroquia de San Antonio (Urbano, 2012, pág. 35).

3.2.3. Segmentación Psicográfica

La segmentación Psicográfica se enfoca en los niveles de ingresos económicos del número de poblaciones del Ecuador, para su determinar los resultados se toma en cuenta los niveles bajo, medio y alto que corresponden al 39% del nivel Socioeconómico del Ecuador.

Para ejecutar el proyecto se ha tomado en consideración los niveles socioeconómicos medio, medio alto y alto de los pueblos en la parroquia ya mencionada (Urbano, 2012, pág. 35).

3.3. Datos de Encuesta por número de habitantes

“La encuesta es una técnica de Adquisición de información de interés, sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se puede conocer la opinión o valoración del sujeto seleccionado en una muestra sobre un asunto dado” (Urbano, 2012, pág. 38).

La encuesta que se ejecutó esta manifestada con preguntas cerradas las mismas que serán respondidas con sí o no por los encuestados con el objetivo de determinar las debilidades de las poblaciones de San Antonio de Pichincha con relación al acceso del internet.

Para saber el precio actual del servicio de internet y tomar la decisión de aplicar el proyecto se planteará la pregunta, cuanto presupuesto cuenta el cliente para adquirir el servicio en mención.

Para obtener los resultados de las 115 encuestas se comenzó a visitar a los diferentes pueblos de San Antonio de Pichincha (Rumicucho, Caspigasi) los fines de semana.

Formula del tamaño de muestra:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

$$n = \frac{(3500)(0,5)^2(1,96)^2}{(0,09)^2(3500-1) + (0,5)^2(1,96)^2}$$

$$n = \frac{(3500)(0,96)}{(0,0081)(3499) + 0,96}$$

$$n = \frac{3360}{29,30}$$

$$n = 114,67$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (3500)

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

3.3.1. Procesamiento y Análisis de Resultados

Una vez ejecutadas las encuestas a los 115 habitantes la información obtenida será reflejada en gráficos de cada una de las preguntas realizadas que demuestren los resultados individuales de las respuestas adquiridas.

Las preguntas clave que se aplicaron a los habitantes son datos que nos permitirán conocer más a detalle sobre las condiciones de vida que tienen cada uno de ellos y la probabilidad de adquirir el servicio de internet.

1. ¿Es usted Jefe de familia?

Tabla 6.

Encuestas

DATOS		
DATO	FRECUENCIA	%
Jefe de familia	55	47,62%
NO	60	52,38%
	115	100%

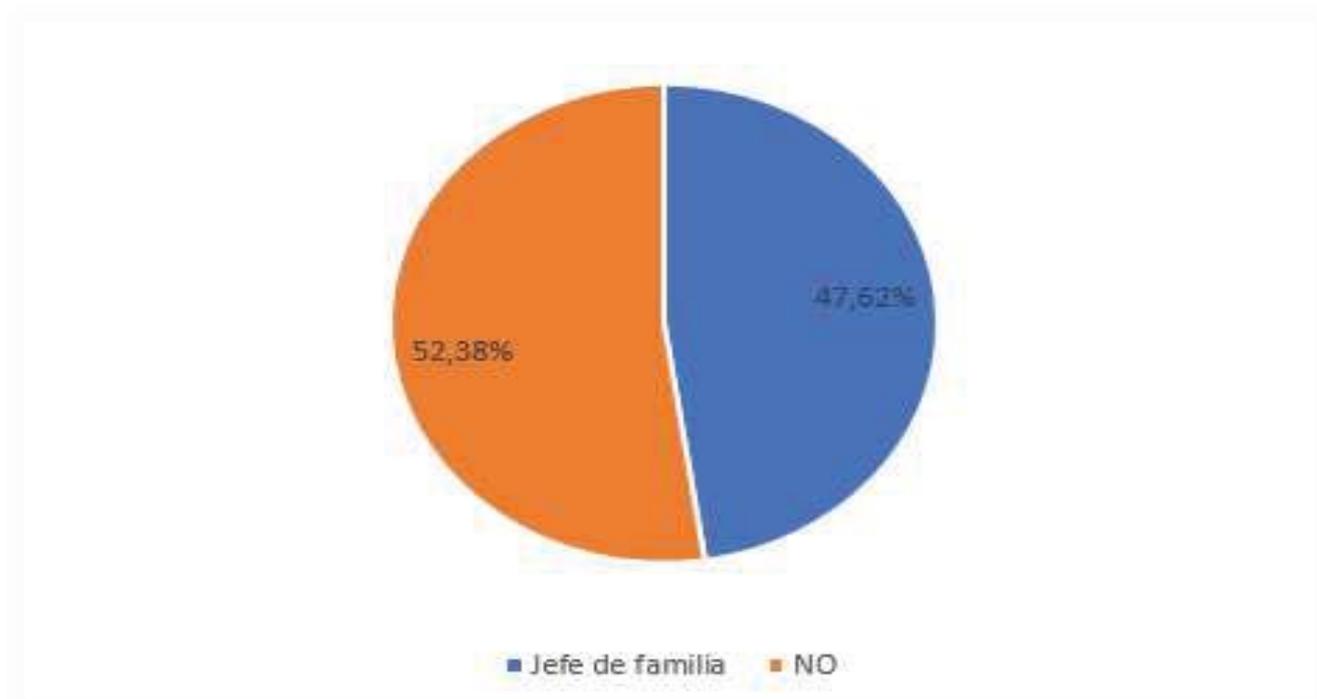


Figura 7. Encuesta Datos

De acuerdo a la encuesta realizada se puede validar que existe una mayoría en jefes de familia, para lo cual se puede determinar que los resultados pertenecen a personas que deciden dentro del lazo familiar.

2. ¿Su empleo es público, privado o particular?

Tabla 7.

Actividad Económica

ACTIVIDAD ECONOMICA		
DATO	CANTIDA	
	D	%
Empleo Publico	34	29,57%
Empleo Privado	64	55,65%
Particular	17	14,78%
	115	100%

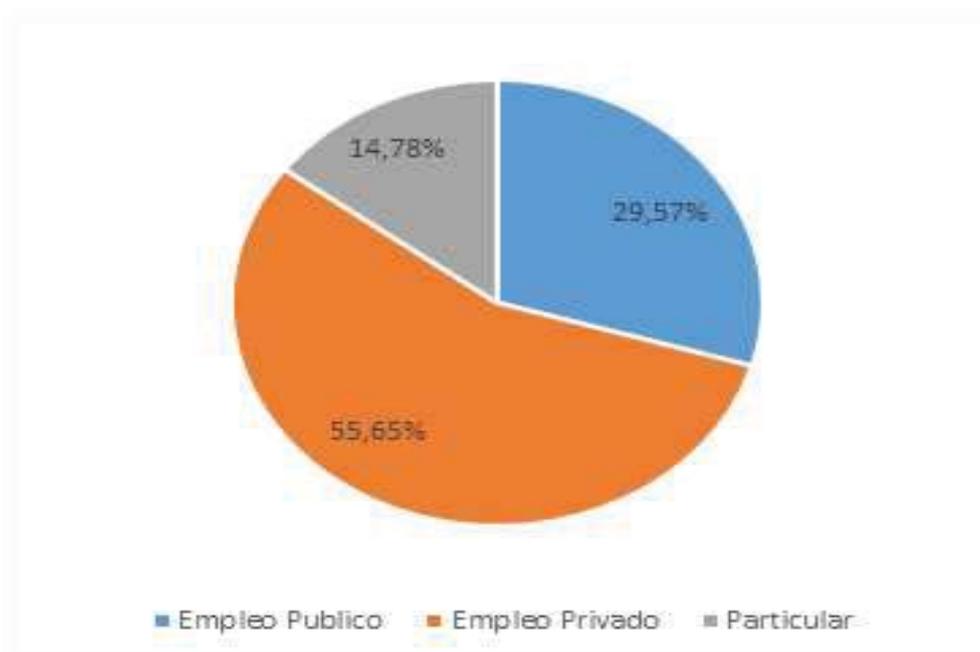


Figura 8. Actividad Económica

El mayor índice pertenece a personas con empleos privados lo que podría concluir dentro de lo laboral como una estabilidad económica para que en el caso de tener una inscripción y adquisición al servicio exista la posibilidad y seguridad de realizar el pago.

3. ¿Cuántos miembros son en su familia?

Tabla 8.

Miembros de Familia

MIEMBROS DE FAMILIA		
DATO	FRECUENCIA	%
1 A 3	19	16,53%
4 A 6	69	60%
Más de 6	27	23,47%
	115	100%

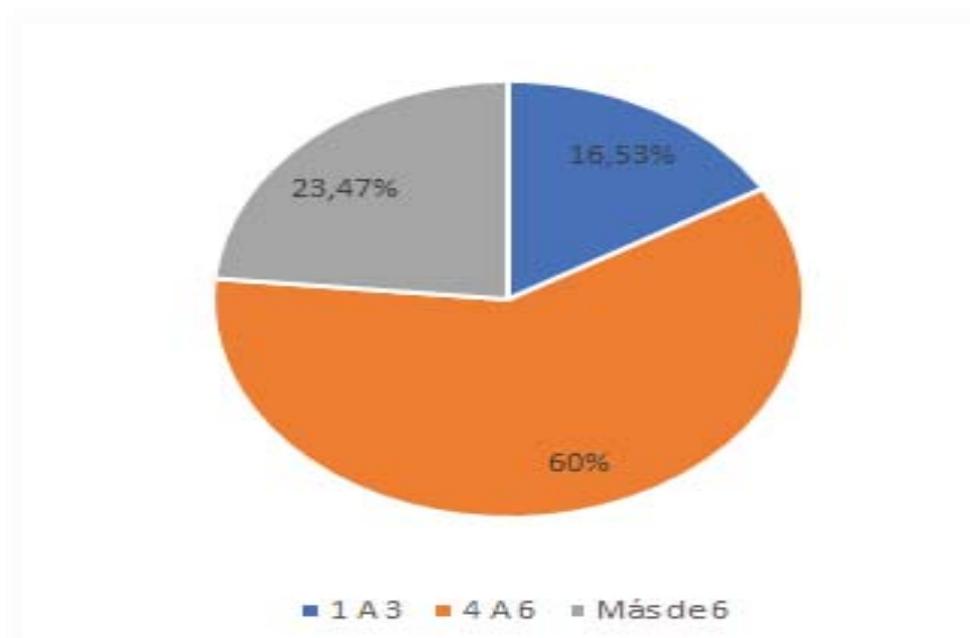


Figura 9. Miembros de la Familia

La mayoría de hogares están conformadas de 4 a 6 miembros, con este indicador se puede analizar que el requerimiento de cada familia va a ser mayor para el acceso al servicio de internet.

4. ¿Cuántos dispositivos se interconectan a internet?

Tabla 9.

Numero de dispositivos en la Vivienda

NUMERO DE DISPOSITIVOS EN LA VIVIENDA		
DATO	FRECUENCIA	%
1	59	51,31%
2	33	28,69%
Más de 2	23	20%
	115	100%

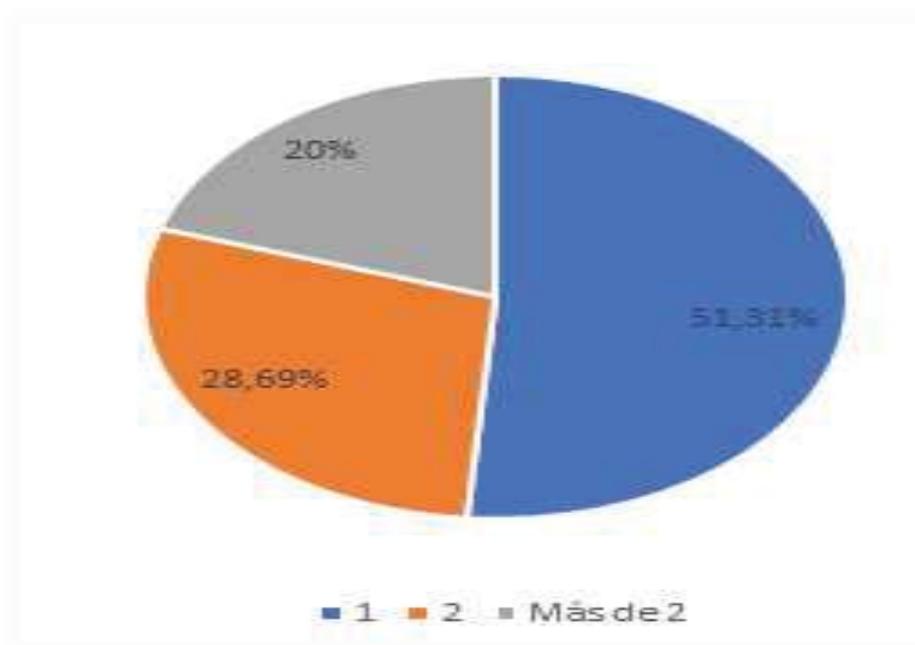


Figura 10. Numero de dispositivos en la vivienda

Con esta pregunta se puede determinar cuántos dispositivos se interconectarán al servicio en promedio de cada habitante o familia y se cree que existirá una demanda considerable de un 20% la cual concluye con la posibilidad de adquirir el servicio para dos dispositivos.

5. ¿La vivienda es propia o arrendada?

Tabla 10.

Tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA		
DATO	FRECUENCIA	%
Propia	85	76,19%
Arrendada	30	23,81%
	115	100%

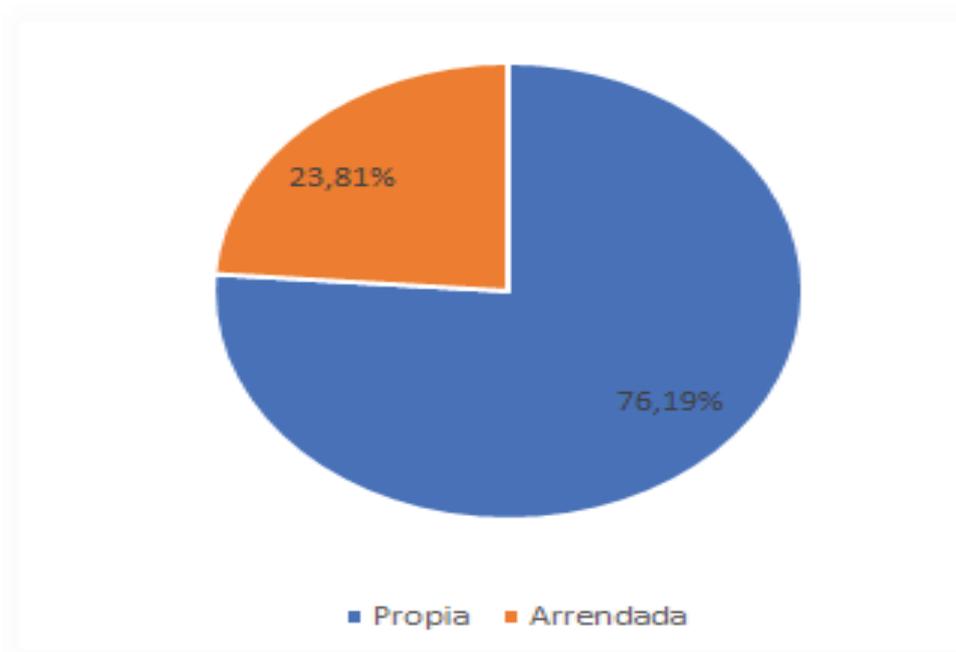


Figura 11. Tipo de Vivienda

Se concluye que gran parte de familias tienen vivienda propia, por lo que es una ventaja para ofrecer el servicio de internet.

Después de haber realizado, analizado los datos y resultados de los encuestados se define la posibilidad de acceder en el mercado.

6. ¿Le gustaría contar con un servicio de internet?

Tabla 11.

Pregunta Filtro

PREGUNTA FILTRO		
DATO	FRECUENCIA	%
SI	88	79,05%
NO	27	20,95%
	115	100%

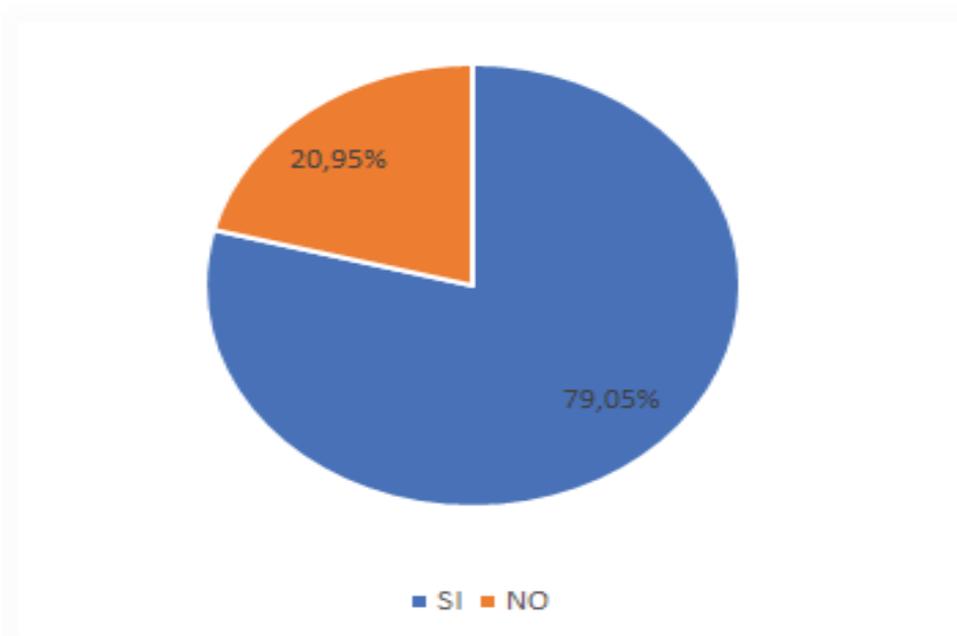


Figura 12. Pregunta Filtro

La pregunta filtro que se realizó permite decidir si el proyecto de internet se ejecuta o no en el sector de San Antonio de Pichincha.

7. ¿Ha tenido un servicio de internet?

Tabla 12.

Conocimiento de la competencia

CONOCIMIENTO DE LA COMPETENCIA		
DATO	CANTIDAD	%
SI	25	19,05%
NO	90	80,95%
	115	100%

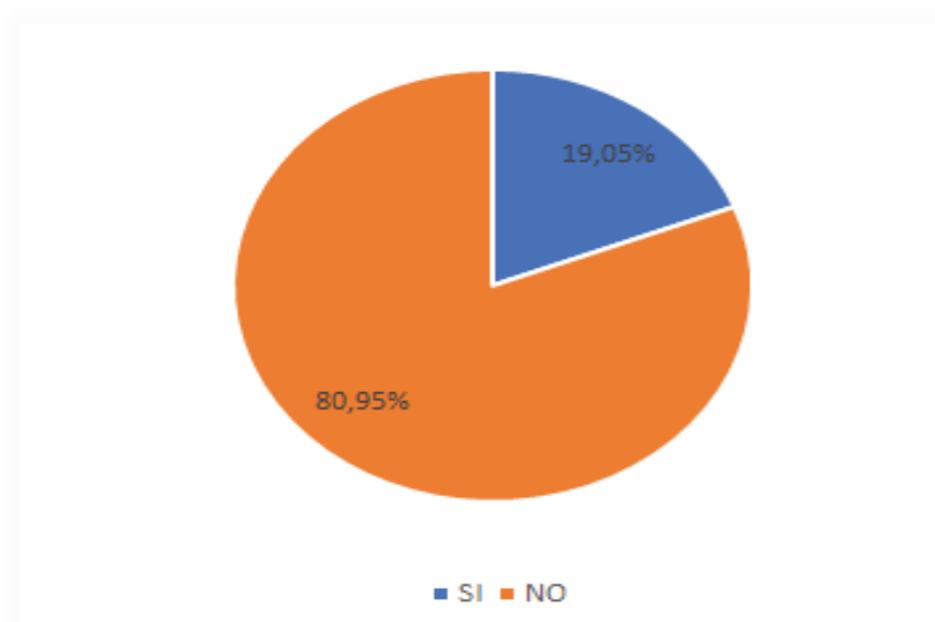


Figura 13. Conocimiento de la competencia

De acuerdo a la encuesta realizada se puede validar que la mayoría de los encuestados no ha tenido accesibilidad al internet por la falta de cobertura de algunos proveedores en el sector, por lo cual se debe tener en cuenta esta situación para irrumpir en el mercado.

8. Si ha tenido un servicio de internet responda las siguientes preguntas.

8.1 ¿Con que proveedor de internet tiene el servicio?

Tabla 13.

Lista de Operadores

LISTA DE OPERADORES		
DATO	FRECUENCIA	%
CNT	113	90%
NETFLIX	0	0%
IPLANET	0	0%
CLARO	2	10%
TVCABLE	0	0%
OTRO	0	0%
	115	100%

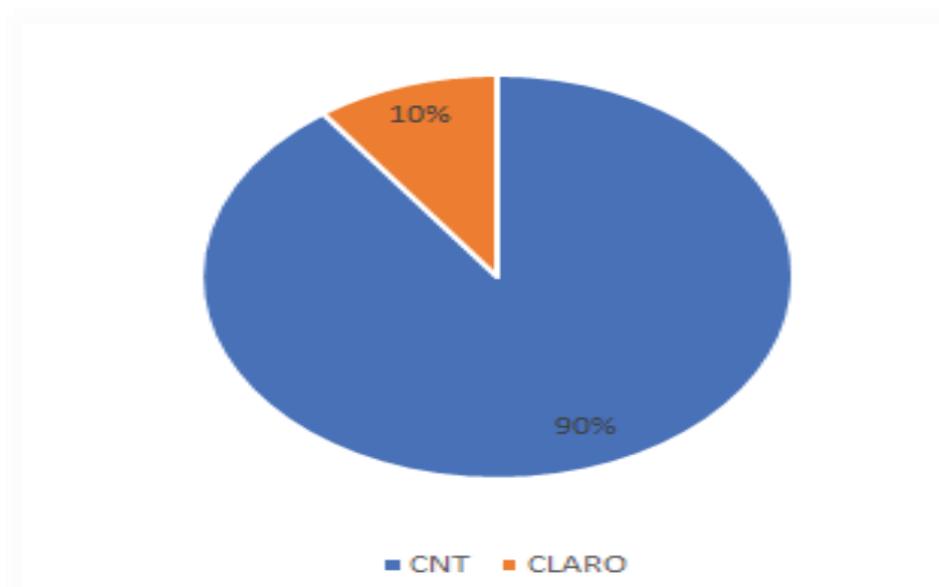


Figura 14. Lista de Operadores

De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta se puede validar que los proveedores del servicio de internet no tienen cobertura en el sector seleccionado, CNT llega con acceso al servicio, pero no lo suficiente ya que no tiene el número de puertos disponibles, CLARO tiene equipos de última milla inalámbricos.

8.2. ¿Cuál es su satisfacción con el servicio de internet?

Tabla 14.

Satisfacción del Servicio

SATISFACCION DEL SERVICIO		
DATO	CANTIDA D	%
Malo	75	65%
Regular	35	35%
Bueno	0	0%
Muy Bueno	0	0%
	115	100%

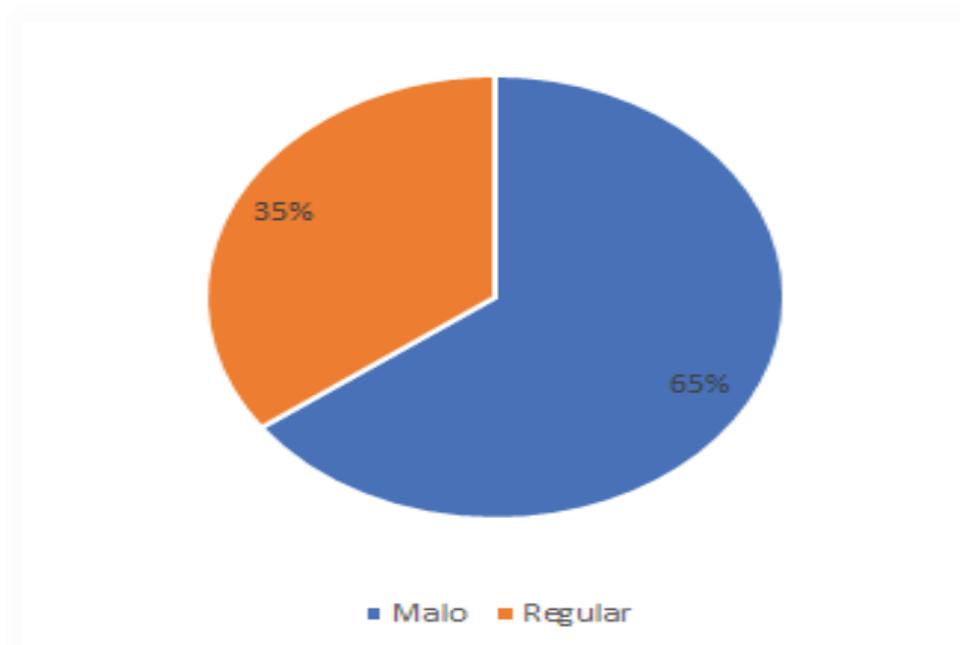


Figura 15. Satisfacción del Servicio

8.3. ¿Cuáles son los principales reclamos que ha tenido con el servicio?

Tabla 15.

Reclamos

RECLAMOS		
DATO	FRECUENCIA	%
Señal	70	60%
Canales	15	10%
Servicio	20	25%
Otros	10	5%
	115	100%

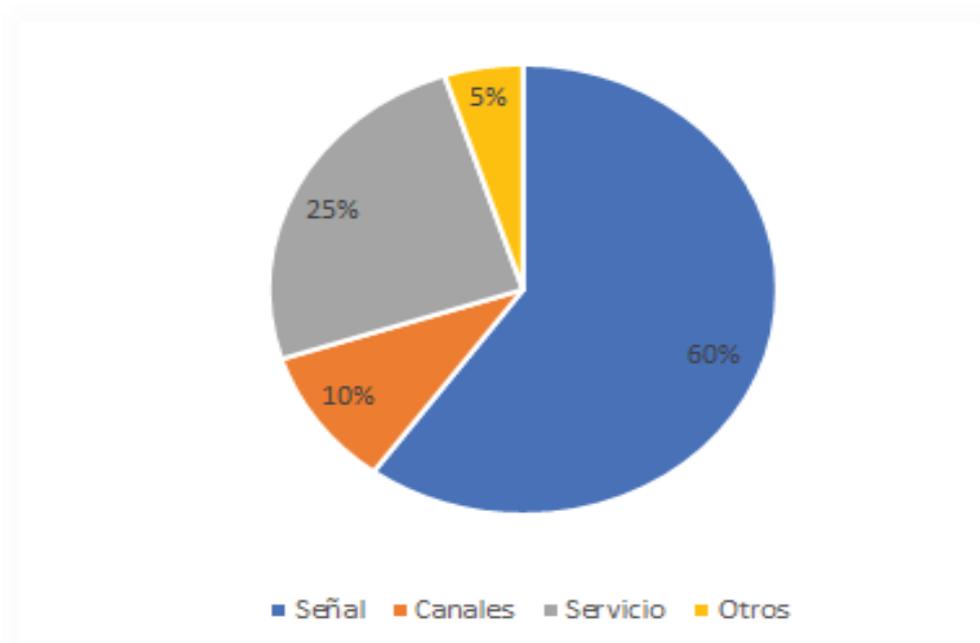


Figura 16. Reclamos

Con los resultados obtenidos se puede confirmar que este es el servicio que más aceptación ha tenido en el sector, por distintas inconsistencias con los proveedores del servicio existe inconformidad con la señal y calidad del servicio.

8.4. ¿Los costos son altos, bajos, o accesibles?

Tabla 16.

Costos

COSTOS DEL SERVICIO DE INTERNET		
DATO	FRECUENCIA	%
Altos	20	17,39%
Bajos	20	17,39%
Accesibles	75	65,22%
	115	100

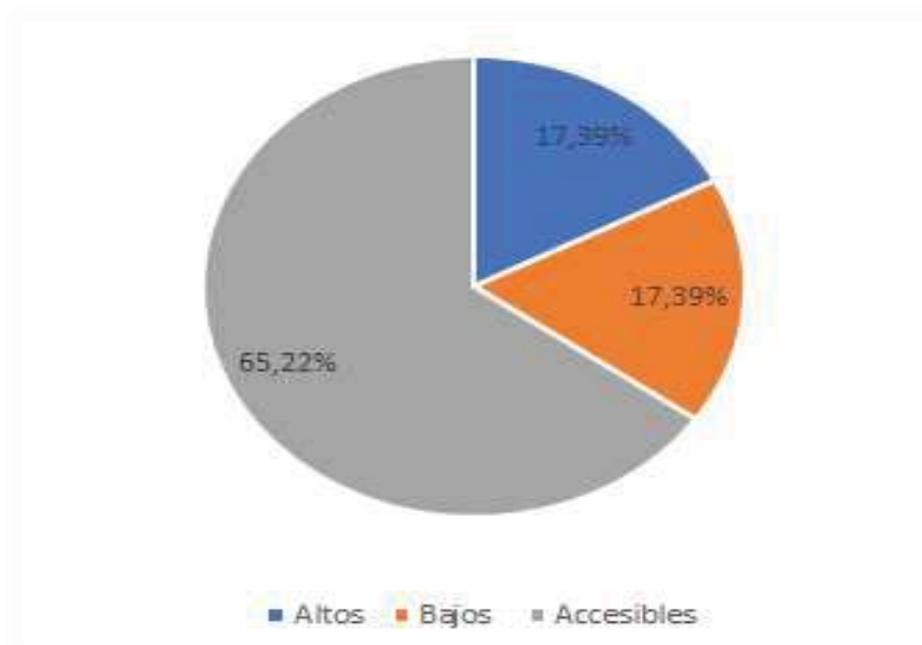


Figura 17. Costos

CNT es el proveedor líder en el servicio de internet que actualmente brinda en la mayoría de sectores periféricos, de igual manera ha incrementado sus productos, pero aun no ingresa al mercado como se espera en el sector de San Antonio de Pichincha, muchas personas dan como resultado el mal servicio de la operadora reflejado en el porcentaje de encuestas, de igual manera los habitantes consideran que el servicio tiene un precio accesible.

9. Al momento de contratar el servicio de internet CNT ¿Que considera?

Tabla 17.

Atributos del Servicio

Atributos del Servicio		
DATO	FRECUENCI	
	A	%
Precio	70	60,87%
Forma de Pago	25	21,74%
Calidad del Servicio	20	17,39%
	115	100%

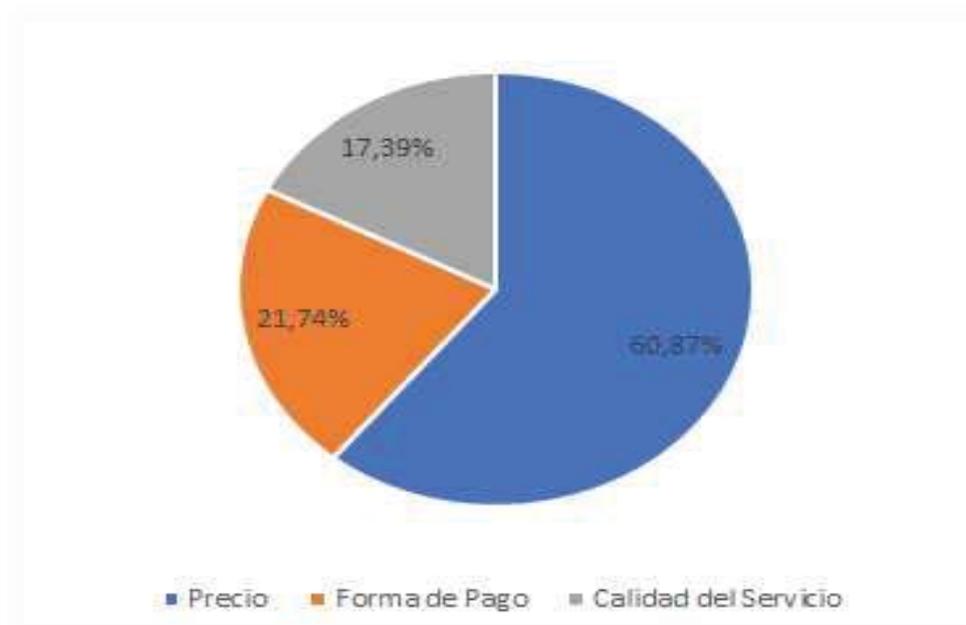


Figura 18. Atributos del Servicio

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que las personas analizan el precio del servicio antes de tomar una decisión, los ingresos económicos son cada vez menos en la actualidad.

10. ¿Qué aplicaciones y páginas web les gustaría acceder con mayor frecuencia?

Tabla 18.

Atributos del Servicio

ATRIBUTOS DEL SERVICIO		
DATO	FRECUENCIA	%
Noticias	34	29,57%
Educación	46	40%
Redes sociales	17	14,78%
Investigación	18	15,65%
	115	100

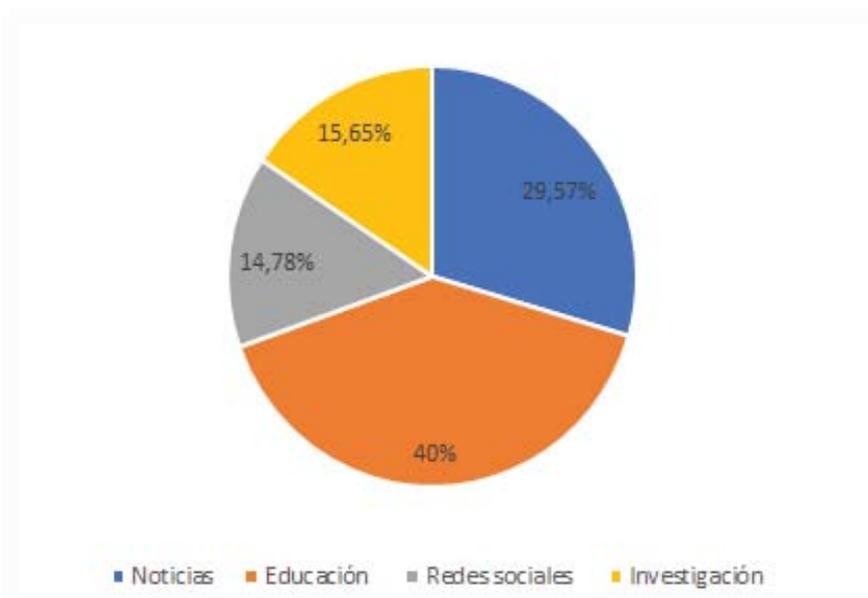


Figura 19. Atributos del Servicio

En base a la encuesta realizada, se verifican que los resultados tienen mayor índice la educación, muchas de las personas prefieren acceder a información que son de fácil acceso en la web y que muchas de las ocasiones son complicadas de encontrar en otras fuentes de información, libros, revistas, etc.

11. ¿Cuál es el presupuesto que destina para un servicio de internet?

Tabla 19.

Precio del Servicio

Precio del Servicio		
DATO	FRECUENCIA	%
De \$10 a \$20	34	29,58%
De \$20 a \$30	47	40,86%
De \$30 a \$40	17	14,78%
Más de \$40	17	14,78%
	115	100%

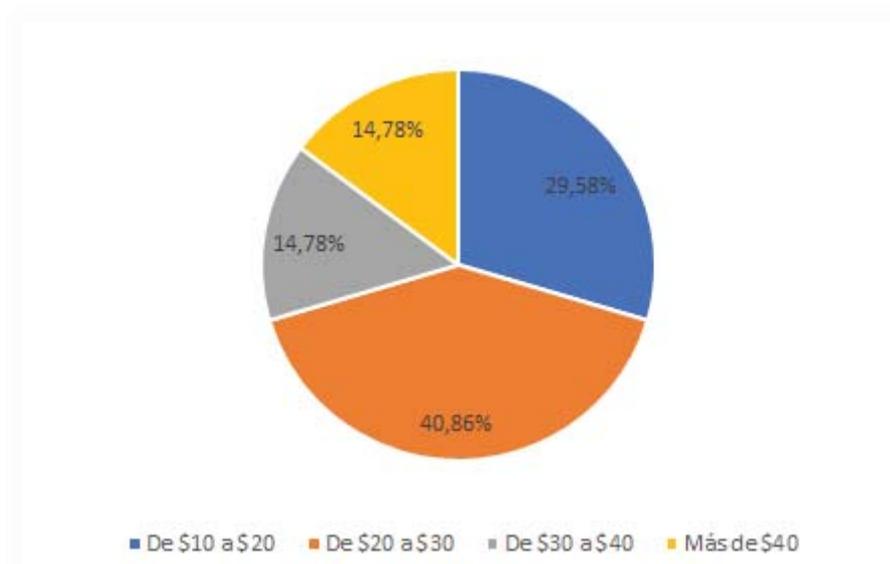


Figura 20. Precio del Servicio

En base a la encuesta realizada se puede obtener como resultado que el precio inicial se debe fijar entre los \$10 y \$20 para atraer a la mayor cantidad de suscriptores del servicio y dar inicio a la ejecución del proyecto.

12. ¿Qué formas de pago le gustaría que el ofrezca una empresa por el servicio de internet?

Tabla 20.

Formas de pago del servicio

FORMAS DE PAGO DEL SERVICIO		
DATO	CANTIDA	
	D	%
Efectivo/Debito	75	65,23%
Cheque	8	6,95%
Tarjeta de Crédito	32	27,82%
	115	100%

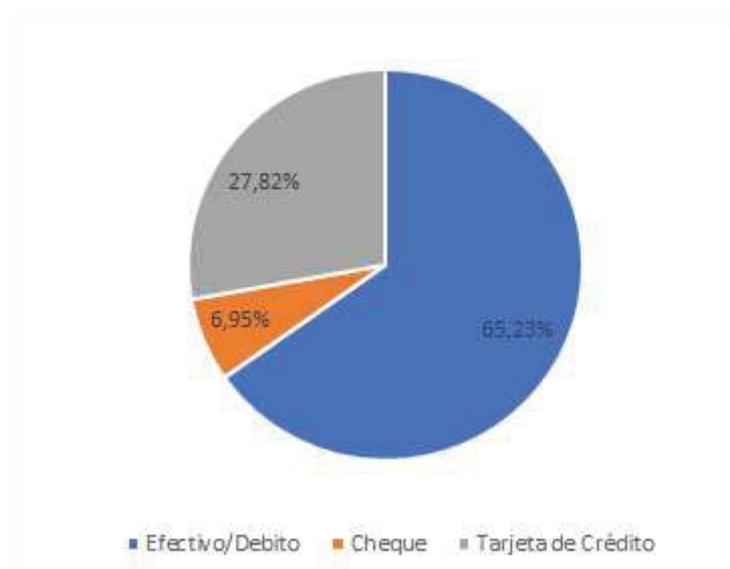


Figura 21. Formas de pago del servicio

La opción del pago en efectivo o débito bancario es lo que la mayoría de encuestados adoptaron para su pago del servicio, ya que consideran que es menos complicada y más confiable de realizar los pagos.

13. ¿Le gustaría información del servicio de internet que le ofreceríamos?

Tabla 21.

Interés del Servicio

Interés del Servicio		
DATO	FRECUENCIA	%
SI	105	95,24%
NO	10	4,76%
	115	100%

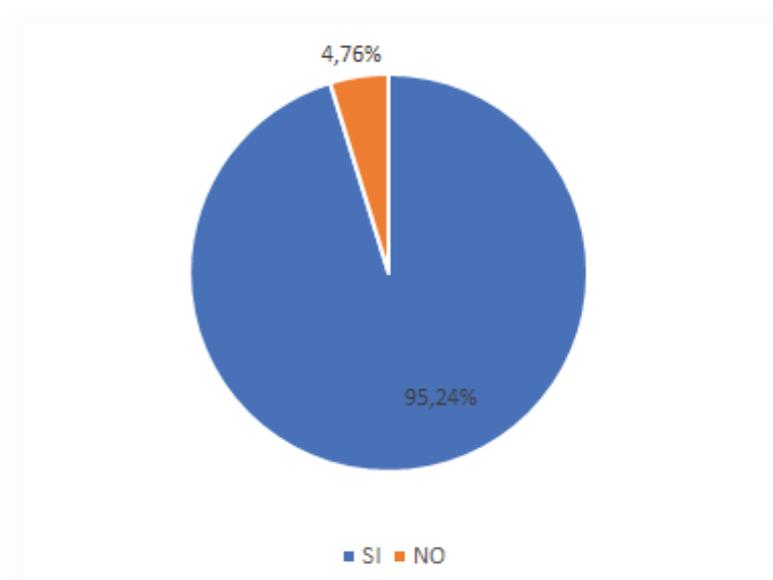


Figura 22. Interés del Servicio

Indiscutiblemente la gente necesita el servicio propuesto ya que el mismo no tiene la penetración necesaria en los barrios ya indicados de la Parroquia de San Antonio de Pichincha.

3.3.2. Análisis de la oferta y la demanda.

3.3.2.1. La Demanda

“Es la cantidad de bienes o servicios que el comprador o consumidor está dispuesto a adquirir a un precio dado y en lugar establecido, con cuyo uso pueda satisfacer parcial o totalmente sus necesidades particulares o pueda tener acceso a su utilidad intrínseca” (Baca, 2006, pág. 17).

Para determinar la demanda nos respaldamos en la información actualizada que se nos proporcionó por parte del INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) se tomó los siguientes aspectos para realizar el análisis respectivo.

- En la parroquia de San Antonio de Pichincha hay una población de 32.357 habitantes.
- Se tomó en cuenta a los habitantes de los pueblos de Rumicucho y Caspigasi considerados como la Demanda Potencial del sector.

- Se considera Demanda Potencial a los sectores de Rumicucho y Caspigasi ya que se encuentran en zonas rurales y desplegadas de las comunicaciones (internet).

Tomando en cuenta el número de personas que están dispuestos a adquirir el servicio se valida en la pregunta No.1 que el 79.05% accederá al servicio propuesto.

3.3.2.2. La Oferta

La oferta es la cantidad de bienes o servicios que en un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado.

El propósito que tiene el estudio de la oferta es determinar las cantidades y las condiciones en que una economía puede y desea poner a disposición del mercado a un bien o a un servicio.

La oferta se encuentra en función a una serie de factores, como los costos en el mercado del producto, políticas estatales de producción (Urbano, 2012, pág. 82).

3.3.2.2.1. Análisis de la Competencia

La competencia existente en el sector de San Antonio de Pichincha es CNT, Claro, su cobertura no se expande ampliamente a los barrios seleccionados por pérdidas frecuentes en cuanto a la calidad de servicio, intermitencia en los niveles de señal.

Se puede validar que existe la apertura y oportunidad de establecer un proyecto de telecomunicaciones para acceder en el mercado con el servicio de internet mediante tecnología WiMAX, la competencia no tiene la cobertura en los sectores que necesitan el servicio.

Para implementar el proyecto se ofertará un servicio de calidad con un precio accesible para poder incursionar en el mercado y afianzarnos con los clientes.

3.3.3. Demanda Insatisfecha

“Se define como demanda insatisfecha, al cual el público puede acceder al producto ofrecido sin embargo de haber accedido al servicio no está satisfecho con él. Esta demanda puede ser cubierta por el proyecto” (Lombeida, 2012).

3.4. Factores Climáticos

El clima es cálido debido a la influencia de la cuenca del Guayllabamba, se reporta una temperatura anual aproximada en promedio de 16°C, con una temperatura mínimo anual promedio de 15°C y temperatura máxima anual promedio 18°C. El clima puede llegar a 12°C debido a la influencia de los vientos fríos occidentales de los Andes. Existen dos tipos de vientos: Son los alisios y los resultantes de los cambios frecuentes de temperatura en distintos horarios del día. Los primeros se dejan sentir por la mañana de nor-este a suroeste, durante los cambios de dirección de los vientos de 12am a 3pm se producen grandes corrientes de aire que acarrear bastante polvo (Pacheco M. d., 2011, pág. 22).

Tabla 22.

Temperaturas de la Parroquia San Antonio de Pichincha

Temperaturas de la Parroquia San Antonio de Pichincha		
Temperatura Media Anual (°C)	Temperatura Mínima Absoluta (°C)	Temperatura Máxima Absoluta (°C)
16	15	18

3.4.1. Características Climatológicas

A lo que se refiere a la información climatológica del área de estudio, esta se basa en datos proporcionados por el INAMHI sobre la estación meteorológica ubicada dentro de la zona de estudio: Estación San Antonio de Pichincha, Latitud 0° 51' 0"S, Longitud 79° 14' 0"W.

El clima en la parroquia San Antonio de Pichincha, contempla un clima cálido seco-templado, con temperaturas que oscila entre los 12° C y 18° C, las

precipitaciones medias anual 250mm y 500mm y una altitud de 2400msnm (Pichincha G. A., 2012, pág. 45).

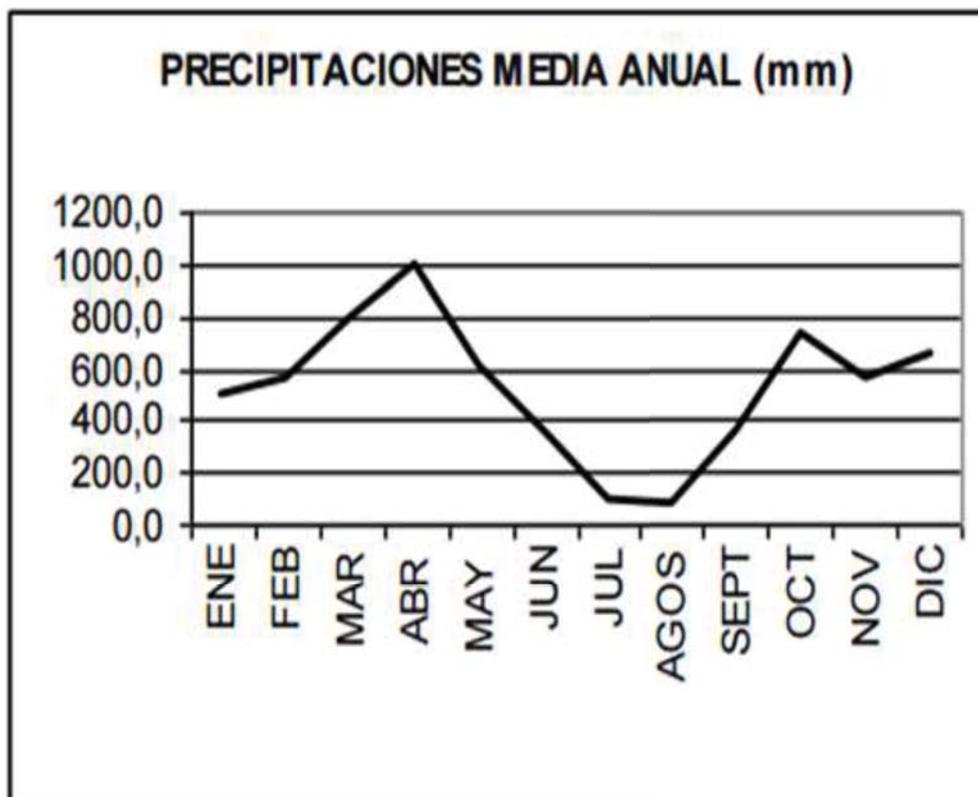


Figura 23. Precipitación Anual Parroquia San Antonio de Pichincha

Tomado de (INAMHI, 2010)

3.4.2. Incidencia

Se estima que la precipitación anual es de aproximadamente de 524.60mm, se registra época de lluvia entre febrero-abril, que se caracterizan por lluvias intensas de corta duración, siendo el mes de abril el más lluvioso con una precipitación de 993.4mm y la época seca esta entre los meses de junio, julio, agosto, septiembre y el mes de enero.

La temperatura más baja que se ha reportado durante el año es en el mes de noviembre y la temperatura más alta se presentó en el mes de mayo, agosto y septiembre (Pichincha G. A., 2012).

3.5. Recursos naturales renovables existentes en el sector

Tabla 23.

Inclinación e intensidad de asoleamiento

Equinoccio de primavera	21 de marzo	Declinación $d = 0^\circ$
Solsticio de verano	21 de junio	Declinación $d = +23,5^\circ$
Equinoccio de otoño	21 de septiembre	Declinación $d = 0^\circ$
Solsticio de invierno	21 de diciembre	Declinación $d = -23,5^\circ$

Tomado de (Prado, 2015)

La declinación d como se demuestra en la tabla 23. es el ángulo que forma el rayo solar con el plano del ecuador en cada época anual, estableciendo las estaciones climáticas.

En el hemisferio norte, las principales fechas estacionales son:

Inclinación terrestre con respecto a Ecuador.

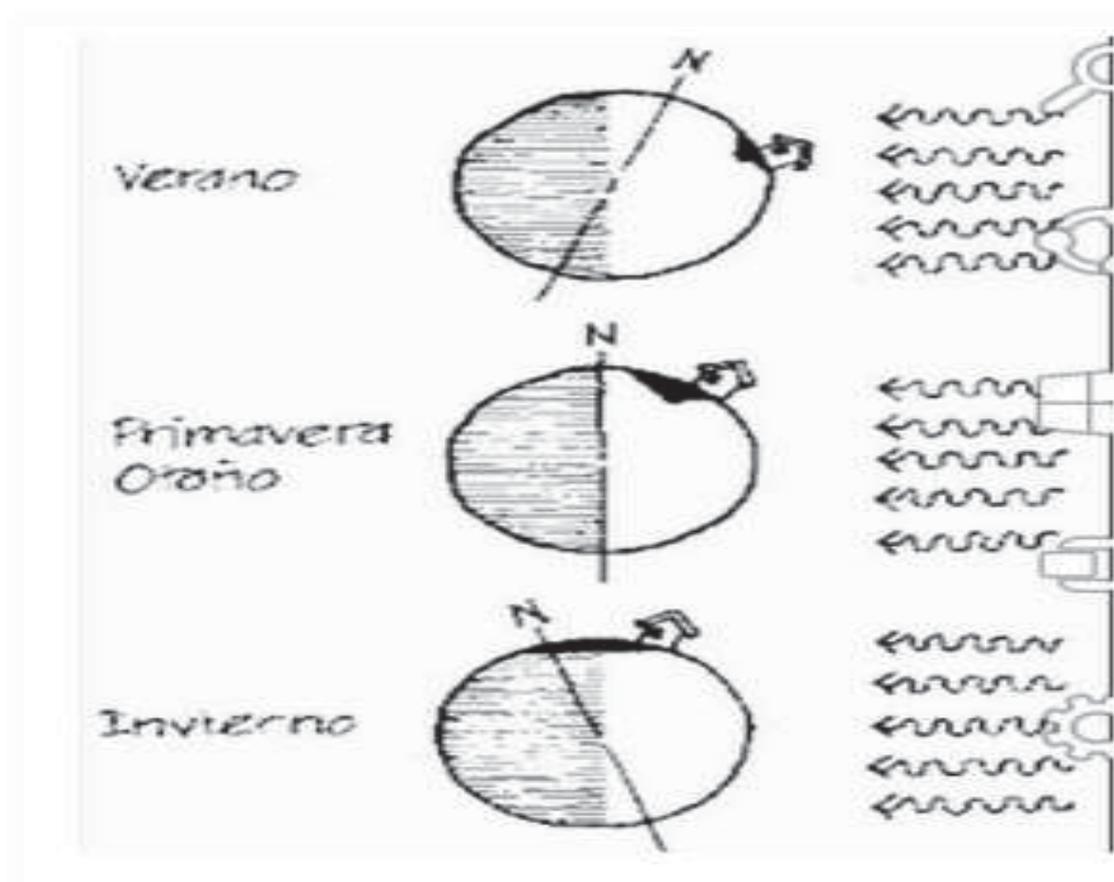


Figura 24. Viento en diferentes épocas.

Tomado de (Prado, 2015)

En base a los resultados validados en la tabla 1.26 se observa que uno de los recursos importantes que tiene el sector de San Antonio de Pichincha, es la energía solar la misma que se puede utilizar para generar energía por medio de paneles solares en sectores desplazados o periféricos del sector urbano los mismos que no cuentan con el servicio eléctrico o son limitados en algunos sectores y que desean suscribirse al servicio de internet.

“Las ganancias solares de calor tienen su mayor impacto en las superficies perpendiculares a los rayos del sol, es decir en los techos y las paredes, este y oeste, durante todo el año” (Prado, 2015, pág. 28).

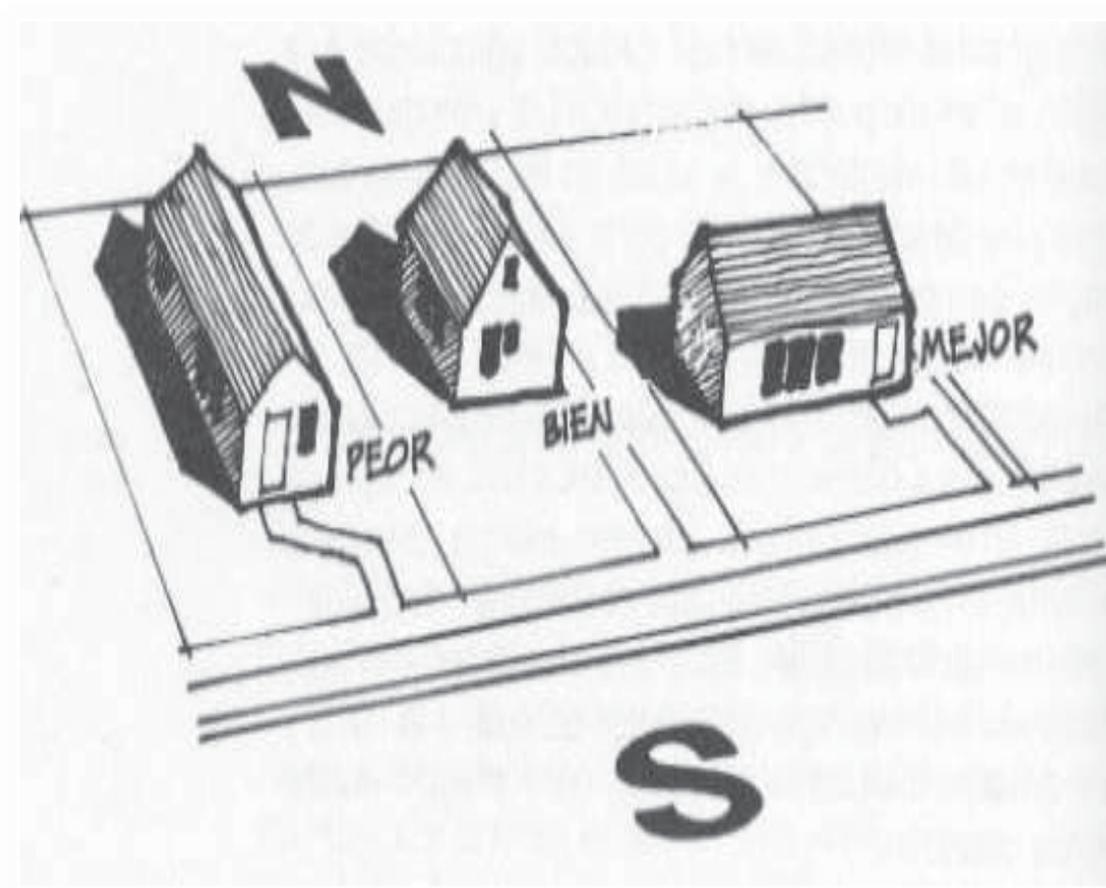


Figura 25. Ubicación de Vanos con respecto al Sol

Tomado de (Prado, 2015)

El viento es considerado también un recurso renovable del sector de San Antonio de Pichincha.

Velocidad del viento media anual: 33.1 m/s

Velocidad máxima anual: 40 m/s

Dirección del viento: N-O

Humedad: Humedad relativa: 82%

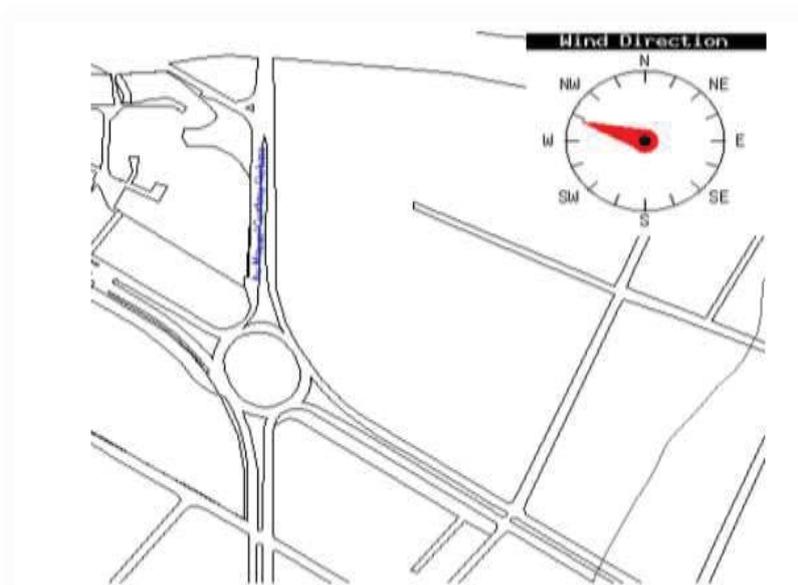


Figura 26. Dirección del viento con respecto al terreno escogido

Tomado de (Prado, 2015)

Los vientos del territorio equinoccial tienen diferentes direcciones (norte, sur) y su climatología es diferente en las distintas hoyas interandinas. Las abiertas al Occidente, su clima es similar al país de los Estados Unidos, con verano a mitad de año e invierno al finalizar el año. Y las abiertas al oriente, parecidos al de los ríos Cutuchi, Patate, Chambo, Paute y Zamora, tienen climas similares a los países de Sudamérica como Argentina, con invierno a mitad de año y verano a fines de año (Prado, 2015, pág. 29).

3.5. Sistema Híbrido en Pululahua

En Pululahua se procedió con la implementación de un proyecto para abastecer con energía al hostel que lleva el mismo nombre del cráter mediante energía eólica y energía solar. El servicio tuvo una primera fase del proyecto se instaló el aerogenerador de 1000W en una altura de 12m con sus aspas de 2.8m. Como el viento en el cráter no es muy constante procedieron con el aumento de la altura de la torre a 18m e instalaron aspas de 3.2m. Con estos cambios el aerogenerador siempre está aportando algo al sistema.



Figura 27. Aerogenerador

Tomado de (Proviento, 2008)

“La generación diaria se complementa a través de paneles fotovoltaicos que suman 520Wp (Watt Pico) conectados a la misma banca de batería a través de un controlador de Morningstar TS-45” (Proviento, 2008).



Figura 28. Paneles Solares

Tomado de (Proviento, 2008)

La energía generada se convierte en 110VAC/60Hz a través de un Inversor Exmork 2000VA que tiene suficiente potencia para arrancar las dos refrigeradoras grandes del hostel. No es un inconveniente si la generación eólica / solar abastece solo una parte del consumo requerido. Cuando el inversor detecte que las baterías se han descargado, cambiará automáticamente del modo inversor al modo de recarga; usando la línea eléctrica existente. Mientras dure la recarga, los consumidores se alimentarán por la red convencional el cambio entre Inversor a la red es instantáneo. Una vez recargadas las baterías por el sistema híbrido y/o la red eléctrica, el inversor renueva su operación.



Figura 29. Controlador de carga eólica /solar

Tomado de (Proviento, 2008)

4. CAPITULO IV DISEÑO DE LA RED WiMAX.

4.1. Introducción

En el presente capítulo se demostrará el desarrollo y los procesos para el diseño de una red de Acceso de última milla inalámbrico, aplicando la tecnología inalámbrica WiMAX Móvil. La tecnología mencionada anteriormente debe cumplir con ciertos parámetros para la cobertura en servicios de valor agregado en la parroquia de San Antonio de Pichincha.

4.1.1. Programa diseño de cobertura.

Para realizar los cálculos respectivos en el diseño de la red WiMAX, se procederá a elegir el mejor software.

Como primera opción que se consideró para el diseño de la red WiMAX, fue el software llamado LinkPlanner.

Con el software antes mencionado se puede calcular los perfiles geográficos de los enlaces, validar si existe línea de vista entre la estación base y los receptores, calcular la cobertura del sistema, entre otras opciones disponibles.

En el momento de ejecutar el software se presentó algunos limitantes e inconvenientes, no presenta opciones de selección de equipos que se va a utilizar en la aplicación del proyecto, únicamente los equipos que se dan por defecto del programa, razón por la cual se tomó la decisión en ejecutar otro software como es Radio Mobile (Teribia, 2013, pág. 14).

4.1.2. Arquitectura de Red

Se definió un modelo de referencia de red NRM (Network Resource Management), en uno de los enlaces (BS Calacalí a BS Repetidor 1) el mismo que será una representación lógica de la arquitectura de red WiMAX, la cual permite la seguridad de la interoperabilidad entre varios equipos y operadores.

La figura 33 muestra la red de acceso de última milla WiMAX Móvil.

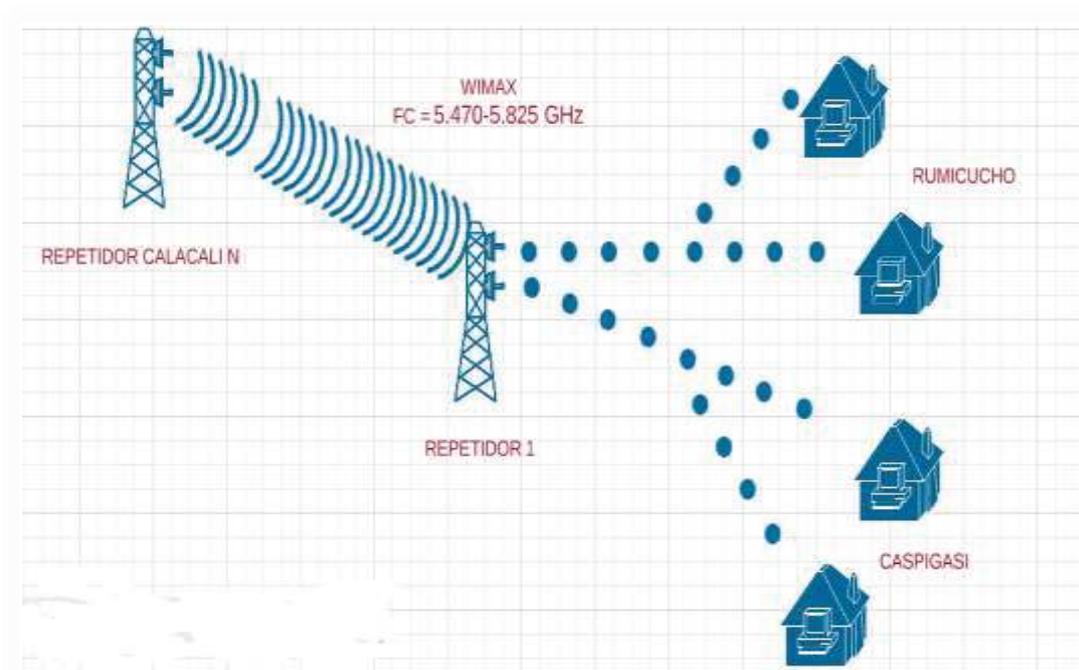


Figura 30. Diseño WiMAX última milla.

- Calacalí N (Rx-Tx): BS (Base Station) de la operadora Telefónica brinda servicio de datos a través de antenas omnidireccionales a las repetidoras que se van a implementar (Repetidor 1, Rumicucho, Caspigasi) para este proyecto.
- Repetidor 1: Recapta la señal y los servicios de la BS Calacalí N y replica su señal mediante omnidireccionales a los puntos en mención.
- Rumicucho: Son receptores (abonados) de la señal de Repetidor 1.
- Caspigasi: Son receptores (abonados) de la señal de Repetidor 1.

4.1.3. Marco Regulatorio WiMAX.

Se debe considerar una selección de bandas y frecuencias para el dimensionamiento y proyección de la red inalámbrica:

- Frecuencia en la que operaran los dispositivos de la tecnología seleccionada funcionaran

La elección de la frecuencia a utilizar es importante debido a que limita el alcance y la capacidad de las estaciones base.

En zonas rurales y poblaciones escasas en el número de clientes depende del alcance de la BS (Bacuilima, 2010, pág. 100).

4.1.4. Frecuencia en la que funcionan los equipos de la tecnología seleccionada 5725 MHz y 5850MHz.

Para WiMAX Móvil, se incluyen anchos de banda del canal de 1.25, 5, 10 y 20 MHz para bandas del espectro mundialmente licenciadas como 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.3 GHz y 3.5, 5,7GHz y 5,8GHz.

Tabla 24.

Perfiles de frecuencia, Duplexion, Tamaño FFT, BW CANAL, para WiMAX Móvil

BW Canal MHz	Tamaño o FFT	2,3 - 2,4 GHz	2,305 - 2,32/2,345 - 2,36 GHz	2,496 - 2,69 GHz	3,3 - 3,4 GHz	3,4 - 3,8 GHz	5,7 - 5,8 GHz
1,25	128						
5	512	TDD	TDD	TDD	TDD	TDD	TDD
10	1024	TDD	TDD	TDD	TDD	TDD	TDD
20	2048						

Tomado de (Bacuilima, 2010)

La forma de movilidad y frecuencias aplicadas en WiMAX Móvil en términos de regulaciones, se acerca a los servicios, Móvil celular y Móvil avanzado para los cuales se necesita un permiso de frecuencias para no compartir una banda de frecuencia con servicios paralelos que puedan ocasionar interferencias facilitando la movilidad

Actualmente en nuestro país se ha iniciado con la penetración de tecnología WiMAX por las siguientes empresas (Grupo TvCable, CNT, Claro). Se puede mencionar que en términos de regulación la situación de WiMAX Móvil se

encuentra limitado debido a que el servicio no se puede ejecutar u ofrecer movilidad en las bandas mencionadas. (Bacuilima, 2010, pág. 111).

4.1.5. Definición de Servicios de Operación

Actualmente la creciente demanda de mayores anchos de banda y conexiones más rápidas ha llevado a que los abonados busquen empresas que ofrezcan mejores servicios. El objetivo del proyecto es ofrecer el servicio de valor agregado (acceso a internet) en la parroquia de San Antonio de Pichincha (Caspigasi, Rumicucho).

4.2. Calidad de servicio

El estándar IEEE 802.16e provee diferenciación de QoS para cierta cantidad de servicios y aplicaciones que se pueden aplicar y ejecutar en las redes WiMAX Móvil como se muestra en el gráfico 1.35.

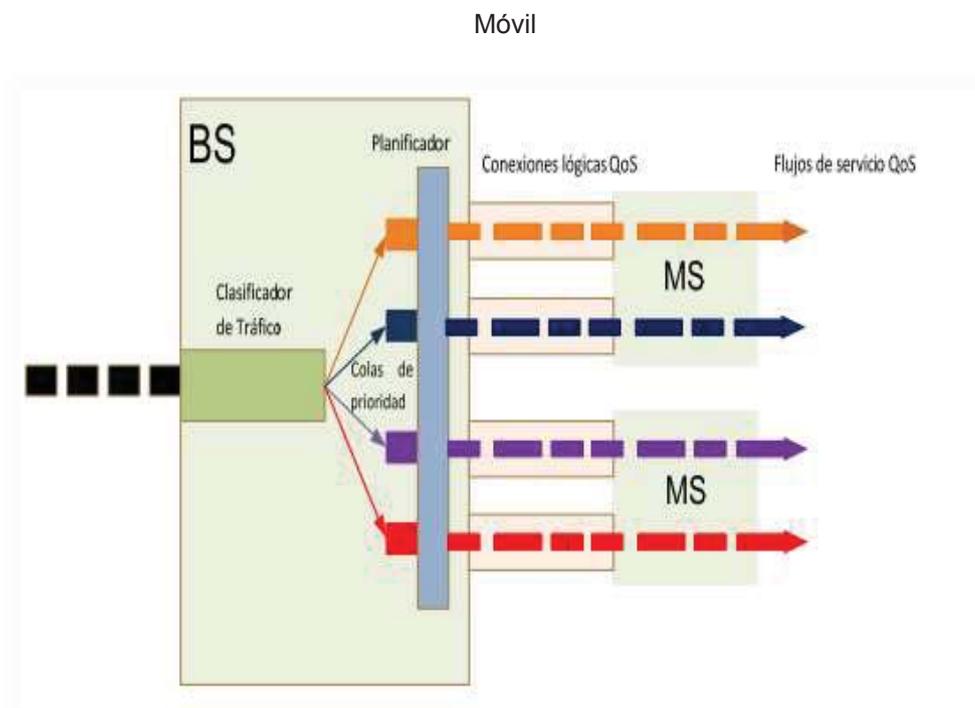


Figura 31. QoS in WiMAX

Tomado de (Bacuilima, 2010)

Este soporte de QoS se ejecuta en base a la asociación de paquetes mediante flujos de servicio que se caracteriza por parámetros como tasas máximas y mínimas de transmisión, latencia, jitter y rendimiento.

Se analiza que la comunicación entre la (BS) estación base y el abonado terminal forman un enlace lógico unidireccional entre las correspondientes MAC's adjuntando los paquetes que pasan a través de la interfaz MAC en un flujo que se transmite mediante la conexión.

Estas medidas de QoS asociados con el flujo de servicio definen el pedido y planificación de la transmisión en la interfaz aire, permitiendo un control total de QoS extremo a extremo (downlink y uplink), administrando dinámicamente los parámetros de flujo de servicio según la demanda de servicio.

Tabla 25.

Servicios y Aplicaciones con distintos requerimientos de QoS.

Categoría de QoS	Especificación QoS	Aplicación
UGS	Velocidad máxima mantenida. Máxima tolerancia a latencia. Tolerancia al jitter. Velocidad mínima reservada.	VoIP
rtPS	Velocidad mínima reservada. Velocidad máxima mantenida. Máxima tolerancia a latencia. Prioridad de tráfico	Transmisión de datos o video

nrtPS	Máxima Tolerancia al Jitter. Velocidad máxima mantenida. Velocidad mínima reservada Prioridad de tráfico.	Protocolo de transferencia de archivos TFP
BE	Velocidad máxima mantenida. Prioridad de tráfico	Transferencia de archivos, Web
ERT-VR	Velocidad mínima reservada. Velocidad máxima mantenida. Máxima tolerancia a latencia. Prioridad de tráfico	Voz con detección de actividad (VoIP)

Tomado de (Bacuilima, 2010)

4.2.1. Servicios Básicos.

4.2.1.1. rtPS

Se procede con la elección de la categoría QoS (rtPS) ya que soporta flujos de datos en tiempo real en el cual los datos en mención fluyen constantemente, requieren un ancho de banda fijo.

4.2.1.2. nrtPS

Se toma en cuenta este tipo de QoS ya que soporta flujos de tráfico tolerantes a retardo que se conforman de paquetes de datos de un tamaño variable donde se requieren mantener una velocidad mínima, como en FTP.

4.2.1.3. BE

Este tipo de QoS Soporta flujos de datos para los cuales no son necesarios un nivel mínimo en el que no se garantiza ni ancho de banda ni retrasos en las solicitudes web, ideal para los usuarios que solo quieren navegar por internet.

4.3. Análisis de cobertura y cálculos a considerar en el diseño de sistemas inalámbricos.

Para enlaces con línea de vista (LOS), los obstáculos o interferencias deben encontrarse fuera de los 0,6 metros de la primera zona de despeje de Fresnel, este valor en mención compensa la atenuación producida por las zonas o sectores de ganancia y atenuaciones sucesivas; depende de la frecuencia de operación y de la distancia entre Tx y Rx

Por lo tanto, que en un enlace NLOS, las señales que viajan desde el Tx al Rx, no es frecuente que se encuentre con línea de vista (sin obstáculos) y se propagan mediante reflexiones, difracciones y dispersiones, generándose varios tipos de interferencias aleatorias.

Estas señales poseen componentes del camino directo caminos reflejados múltiples, energía de dispersión y caminos de propagación por difracción, además tienen distintos retardos, atenuaciones, polarizaciones relativos al camino directo.

Para realizar los cálculos se detalla las siguientes formulas:

P_p = Perdida de propagación

P_t = Potencia de transmisión

P_r = Potencia del receptor

G_t = Ganancia de transmisión (ganancia de la antena)

G_r = Ganancia de recepción (ganancia de la antena)

Pc = Pérdidas de cable

Pbr = Pérdidas del Branching

Pac = Pérdidas de acoplamiento de antenas

Fm = Margen de desvanecimiento

Lb = Link Budget

Ur = Umbral de recepción.

Sr = Sensibilidad de recepción

d = Distancia (km)

f = Frecuencia (MHz)

4.3.1. Pérdida por Propagación.

Se define como la cantidad de señal necesaria para llegar de un punto a otro en los medios de comunicación inalámbricos, es la cantidad de interferencia que pierde al atravesar en el espacio de un extremo a otro.

$$P_p = 32,4 + 20 \log f + 20 \log d \quad \text{Ecuación 1}$$

4.3.2. Potencia del Receptor

La potencia en recepción es igual a la diferencia entre la potencia de transmisión y el sumatorio total de las pérdidas que se encuentran entre el transmisor y el receptor las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 26.

Pérdidas consideradas para el diseño

Pérdidas	Valor
Cable	0,05 - 1dB/metro
Branching	0,4 dB
Acoplamiento	0,1 a 0,4 dB

- **Perdidas en línea de transmisión.** Las pérdidas del cable, tienen una variación desde los 0,05 dB hasta 1 dB por metro, en el proyecto propuesto, se utilizarán cables no mayores a un metro, por lo tanto, se considera una pérdida de 1 dB entre el cable y los conectores.
- **Pérdidas en el branching.** El line Protector, es un dispositivo que tiene la función de filtrar señales de radio frecuencia y también protege los sobre voltajes y descargas eléctricas, las mismas que se desvían a tierra, este dispositivo presenta una pérdida de 0,4 dB.
- **Las pérdidas totales.** Por acoplamiento de antenas varían de 0,1 – 0,4 dB.

El cálculo de la potencia del receptor se lo realiza tomando en cuenta la siguiente ecuación:

$$Pr = Pt + Gt - Pc - Pbr - Pac + Gr - Pc - Pbr - Pac - Pp. \text{ Ecuación 2}$$

Para el cálculo correspondiente se apreció un valor de potencia de transmisión de 100 mW, según lo que estima la Arcotel es la potencia máxima establecida a transmitir en una comunicación inalámbrica punto/punto y punto/multipunto en bandas de frecuencia licenciadas y no licenciadas, por esta razón no se estipula tener un pago mensual, el único pago que se debe realizar es en un periodo anual de utilización de una banda del espectro de frecuencia. Las antenas deben tener una ganancia de acuerdo a la resolución 417 – 15 entre 6 y 25 dBi, en la banda de frecuencia de 5725 – 5850 MHz, para los cálculos a ejecutarse se estima un valor de 23dBi de ganancia para las antenas, valor que se aplica en las antenas implementadas para enlaces WiMAX (Criollo, 2010, pág. 55).

Tabla 27.

Características antena seleccionada

Outdoor/Indoor						
Modelo	Marca	Modulation	Avg. Tx	Data Rate/MCS	Tolerance	Max. Power Consumption

NSM2	Ubiquiti	AirMAX	23dBm	MCS6	(+-) 2dB	8W
------	----------	--------	-------	------	----------	----

4.3.3. Margen de Desvanecimiento

“También se lo conoce como factor de amortiguamiento en la ganancia total del sistema, el mismo que considera características no ideales, así como la propagación de ondas de múltiples trayectorias (perdidas por múltiples trayectorias), y sensibilidad a superficie rocosa” (Criollo, 2010, pág. 57).

Es necesario mencionar el margen de desvanecimiento en la determinación de la ganancia de un sistema, las condiciones atmosféricas tienden a cambios y alteraciones en la pérdida de trayectoria en el espacio libre provocando situaciones temporales fuera de lo normal. El margen de desvanecimiento permite relacionar la confiabilidad del enlace, el dato se lo obtiene con la fórmula de Bameett-Vigant (Criollo, 2010, pág. 57).

$$F_m = 30 \log d + 10 \log (6.A.B.f) - 10 \log (1-R) - 70 \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

- F_m = Margen de desvanecimiento. [dB]
- $1-R = 0.00001$ (Objetivo de confiabilidad del enlace)
- d = Longitud del trayecto [Km]
- A = Factor de rugosidad:
 - 4, si es terreno plano o agua
 - 1, terreno promedio.
 - 0.25, terreno rugoso.
- B = Factor Climático:
 - 0.5 zonas calientes y húmedas.
 - 0.25 zonas intermedias.

➤ 0.125, áreas montañosas o muy secas.

- f = frecuencia [HZ].

Para el cálculo se asumirá que $A=0.25$ y $B=0.125$ y se considerará un objetivo de confiabilidad del $99.99\%=(1-R) =0.0001$.

4.3.4. Umbral de Recepción

El umbral de recepción, es un valor referencial que el equipo receptor dispone; los valores que estén por encima de este tendrán una comunicación inalámbrica confiable.

$$U_r = P_r - F_m \quad \text{Ecuación 4}$$

4.3.5. Viabilidad del Enlace (Link Budget)

El correcto funcionamiento de una red inalámbrica, la potencia de emisión sumada las pérdidas de propagación, la sensibilidad de recepción debe ser mayor que 0.

El margen resultante nos indica si es viable o no un enlace. Para que sea un radio enlace se debe tener como margen un mínimo de 5dB.

$$L_B = P_t + G_t - P_c - P_{br} - P_{ac} + G_r - P_c - P_{br} - P_{ac} + S_r - P_p \quad \text{Ecuación 5}$$

4.3.6. Calculo de Cobertura de Enlaces Inalámbricos

“Los modelos de propagación permiten estimar el porcentaje de área donde la potencia de señal es suficiente para producir una comunicación aceptable” (Bacuilima, 2010).

Se tomará como ejemplo el enlace que se encuentra más distante a las antenas receptoras Rumicucho, el cual es con el repetidor, Repetidor 1.

$f = 5800$ MHz

$$d = 6,75 \text{ Km}$$

Pérdida de Propagación

$$P_p = 32,4 + 20 \log f + 20 \log d$$

$$P_p = 32,4 + 20 \log (5800) + 20 \log (6,75)$$

$$P_p = 124,25 \text{ dB}$$

Potencia del Receptor

$$P_r = P_t + G_t - P_c - P_{br} - P_{ac} + G_r - P_c - P_{br} - P_{ac} - P_p.$$

$$P_r = 20 \text{ dBm} + 23 \text{ dB}_i - 0,1 \text{ dB} - 0,4 \text{ dB} - 0,4 \text{ dB} + 23 \text{ dB}_i - 0,1 \text{ dB} - 0,4 \text{ dB} - 0,4 \text{ dB} - 124,25 \text{ dB}$$

$$P_r = -60,05 \text{ dB}$$

Margen de Desvanecimiento

$$A = 0,25$$

$$B = 0,125$$

$$F_m = 30 \log d + 10 \log (6 \cdot A \cdot B \cdot f) - 10 \log (1 - R) - 70$$

$$F_m = 30 \log (6,75) + 10 \log (6 \times 0,25 \times 0,125 \times 5800) - 10 \log (0,0001) - 70$$

$$F_m = 25,24$$

Umbral del receptor

$$U_r = P_r - F_m$$

$$U_r = -60,05 \text{ dB} - 25,44$$

$U_r = -85,49 \text{ dBm}$ Este valor de umbral es igual a la sensibilidad del equipo en la recepción (S_r)

Margen de enlace

$$L_B = P_t + G_t - P_c - P_{br} - P_{ac} + G_r - P_c - P_{br} - P_{ac} + S_r - P_p$$

$$L_B = 20 + 23 - 1 - 0,4 - 0,4 + 23 - 1 - 0,4 - 0,4 + 85,49 - 124,125$$

$$L_B = 23,76 \text{ dB}$$
 Se concluye que el enlace es viable

Tabla 28.

Cálculos para cada enlace inalámbrico

ENLACE	DISTANCIA (km)	FRECUENCIA (MHz)	Pp (dB)	Pr (dB)	Fm	Ur (dB)	Lb (dB)
Calacalí N - Repetidor 1	4,25	5800	120,23	56,03	19,21	75,24	17,81
Repetidor 1 - Rumicucho	6,75	5800	124,12	60,05	25,24	85,29	23,76
Repetidor 1 - Caspigasi	1,44	5800	110,83	46,63	5,11	51,74	3,31

Tabla 29.

Características de radios inalámbricos

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
Radio Inalámbrico	Potencia de transmisión: 100 mW Estándar 802.16 Interfaces 1WLAN Seguridad AES, WEP, WPA QoS (Calidad de servicio) Frecuencia 5725 - 5850 MHz

Tabla 30.

Características de antenas para la red WiMAX

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
Antena	Ganancia de 9,5 dBi - 25 dBi Frecuencia: 5725 - 5850 MHz Ancho del Haz (beamwidth): 6 - 20 grados Polarización: vertical

4.3.7. Radio Mobile, Análisis de Ubicación de Equipos Inalámbricos de la Red WiMAX

El lugar donde se van a colocar las radios de comunicación y las respectivas antenas son en Rumicucho y Caspigasi barrios que se encuentran en la Parroquia de San Antonio de Pichincha, el operador principal del servicio de datos es la radio base de Telefónica (Calacalí-N).

Para ejecutar el proyecto se utilizó el software gratuito Radio Mobile, En este proceso se resumirán las principales herramientas de funcionamiento del software, las cuales posteriormente se han utilizado para el diseño de la red WiMAX.

El software Radio Mobile con modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) acepta varios formatos de datos de elevación:

GTOP30 (Global Topographic Data), DTED (Digital Terrain Elevation Data), SRTM (Shuttle Radar Topography Mision).

Las principales herramientas que utilizaremos para nuestro diseño son:

- Mapas
- Coberturas
- Radioenlaces

Mapas

Para realizar la ejecución del software es necesario disponer de cartografía adecuada. Los datos de elevación del terreno se extrajeron con datos en coordenadas (latitud, longitud) desde el internet

A partir de estos datos Radio Mobile produce mapas de elevaciones que pueden ser supuestos a imágenes con mapas topográficos, fotografías aéreas o imágenes de satélite (Teribia, 2013, pág. 13).

Tabla 31.

Características de Radio Mobile

Nombre	Radio Mobile
Rango de Frecuencia	20 - 20000 MHz
Altura de antenas	5 - 2999 m
Rango de elevación terreno	-999 a 2000 m
Climas	Ecuatorial, subtropical continental, desértico, subtropical marino, temperado continental, etc.
Potencia de transmisión	-1^{-8} a 1^6 W
Sensibilidad de equipos	0,01 a 2000 μ V
Ganancia de antenas	-10 a 100 dBi
Número de redes	Más de 50
Número de unidades	Más de 1000
Número de sistemas	Más de 255
Topología	Red de voz, red de datos, red de datos clúster
Fuente de elevación	SRTM1,3 DTED 1,2 GTOPO30
Resolución	1/3, 1,3, 30 Segundos de arco
Cobertura	5000 Km

Tomado de (Criollo, 2010)

La Tabla 34 muestra las características de Radio Mobile de los radios de comunicación con sus respectivas antenas, cabe mencionar que las alturas de las antenas que se indican representan a la altura de las montañas geográficamente.

De igual manera la tabla incluye datos de elevación del lugar, sobre el nivel del mar, se debe tomar en cuenta que la altura señalada por Radio Mobile no corresponde a vegetación u otro obstáculo cerca del sitio, únicamente el perfil topográfico del lugar en cuestión (Criollo, 2010, pág. 62).

Tabla 32.

Ubicación geográfica de los equipos inalámbricos

Lugar de ubicación de la torre	Altura del sitio sobre el nivel del mar	Altura de la antena sobre la tierra	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud

Calacalí-N	2901,1m	40m	00°00'20,8"S	78°31'32,3"O
Repetidor 1	2879,2m	20m	00°00'21,0"N	78°29'21,0"O
Rumicucho	2620,4m	10m	00°00'00,0"N	78°25'43,3"O
Caspigasi	2659,8m	10m	00°00'30,0"N	78°28'35,3"O

A continuación, se presenta un gráfico de la ubicación física de las antenas dentro del plano de la ciudad de Quito.

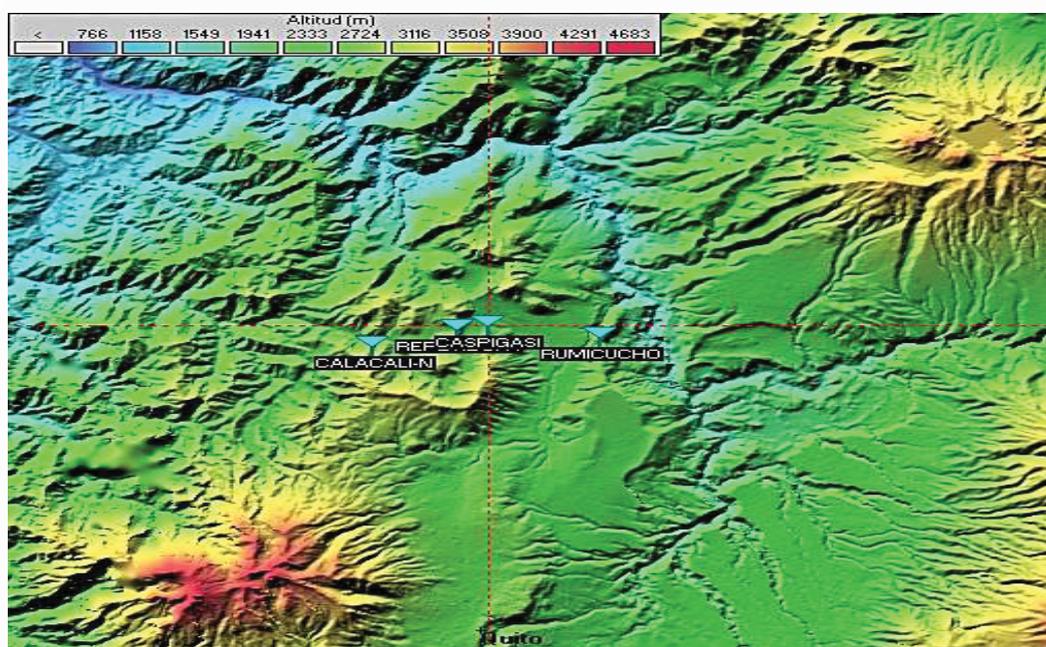


Figura 32. Enlaces WiMAX

Tabla 33.

Enlaces Inalámbricos

ENLACE	DISTANCIA (km)
Calacalí-N-Repetidor 1	4,25
Repetidor 1-Rumicucho	6,75
Repetidor 1-Caspigasi	1,44

4.3.8. Zona de Fresnel

Es el volumen de espacio que se genera entre el emisor y el receptor en un enlace inalámbrico, el espacio en mención debe estar totalmente despejado, de manera que no exista ningún tipo de obstáculos para la propagación de la onda electromagnética, acústica (Criollo, 2010, pág. 81).

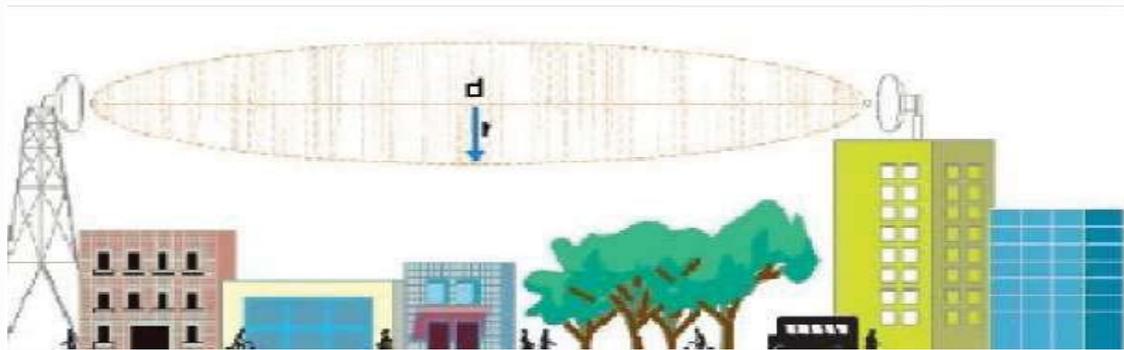


Figura 33. Zona de Fresnel

Tomado de (Criollo, 2010)

A continuación, se detallan los gráficos que muestran la zona de Fresnel de cada enlace inalámbrico.

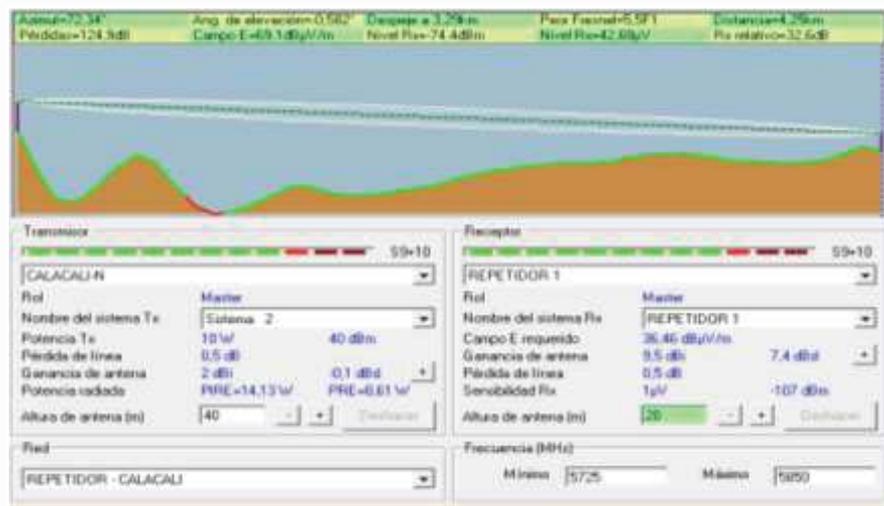


Figura 34. Enlace Estación Calacali-N con Repetidor 1

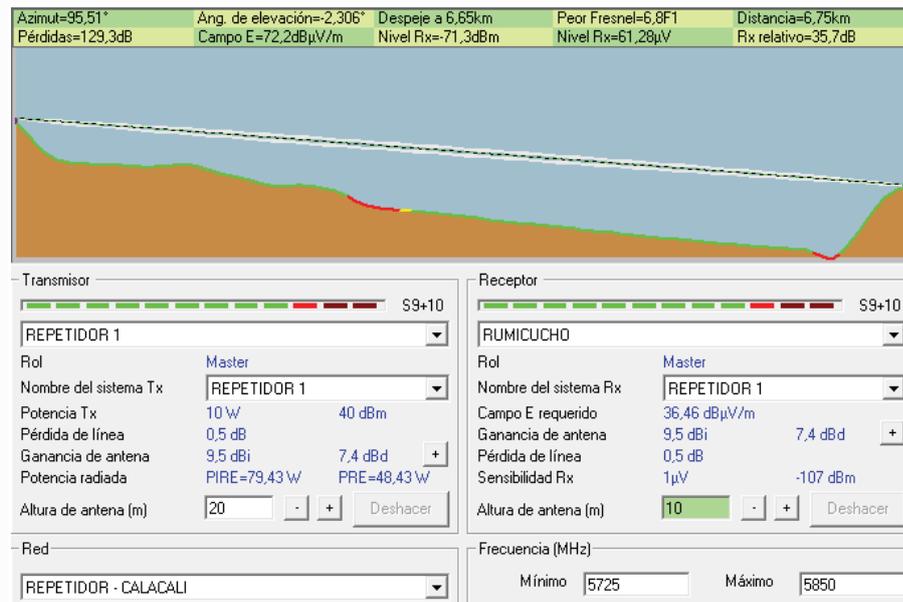


Figura 35. Enlace Estación Base Repetidor 1 con Rumicucho



Figura 36. Enlace Estación Base Repetidor 1 con Caspigasi

Para realizar el respectivo cálculo se necesita introducir los datos técnicos de los equipos, los cuales ya han sido introducidos respectivamente.

Como se puede visualizar en el ejemplo, se obtienen perfiles geográficos donde representan las zonas donde el nivel de señal es correcto (representación en verde) y las zonas donde no existe cobertura, conocidas como zona de sombra (representación en rojo).

4.3.9. Productos WiMAX Móvil.

En el mercado existen varios proveedores de equipos y productos WiMAX a nivel mundial que permiten la implementación de una plataforma de acceso WiMAX Móvil (Tabla 4.34) **Comparación de equipos WiMAX.**

4.4. Mercado de clientes y servicios

Los servicios de acceso inalámbrico de alta velocidad al internet y servicios de valor agregado no se enfocan a clientes y abonados que carecen de los servicios sino también a las personas que ya disponen del mismo.

Debido a la alta demanda al acceso del internet en zonas urbanas y rurales se ha visto necesario implementar esta comunicación virtual en zonas periféricas ya que, desde el punto de vista de infraestructura, comercial existen muchas personas de escasos recursos que no pueden tener acceso a este servicio por falta de ingresos económicos, a lo que se agotó todas las opciones para brindar el servicio a un precio asequible.

4.5. Proyección de usuarios (Voz, Datos y Video).

Del total de usuarios en la zona rural se pudo concluir que los mismos no están interesados en adquirir el servicio de triple play (voz, datos y video) ya que los costos por el servicio propuesto se incrementan en un 40% razón por la cual los miembros de Rumicucho y Caspigasi desistieron de la oferta.

Se puede concluir que el servicio de Triple Play se puede aplicar a usuarios o viviendas de estrato medio alto y alto de la zona urbana. La tabla 3.34 detalla el estudio realizado, con un total de 150 encuestas en el que se ha realizado una inferencia para la zona urbana que constituyen un total de 21500 viviendas, con un nivel de confiabilidad del 95% y un nivel errorneo del 5%.

Tabla 34.

Usuarios con proyección

Internet Banda Ancha	
Tiene el servicio	40
No tiene, pero si lo conoce	60
No tiene y tampoco le conoce	50
Televisión Pagada	
Tiene el servicio	75
No tiene, pero si lo conoce	55
No tiene y tampoco le conoce	20
Telefonía	
Tiene el servicio	30
No tiene, pero si lo conoce	120

El Ecuador de acuerdo a la información proporcionada por la Arcotel el internet tiene una penetración del 11.8%, mientras que los servicios de IPTV y VoD todavía no son ofertados por un operador, el servicio de televisión se lo ejecuta en la parroquia de San Antonio de Pichincha mediante sistemas de televisión abierta y televisión por suscripción que poseen una penetración del 7,5%, el servicio de telefonía es un mercado cautivo por las Operadoras Fijas y Móviles que prestan sus servicios en la Parroquia de San Antonio de Pichincha (Bacuilima, 2010, pág. 140).

4.6. Cálculo de la capacidad

Se va a tomar como ejemplo el análisis de la capacidad de los equipos de última milla de los usuarios en Rumicucho y Caspigasi.

Para determinar la capacidad que debe soportar la red inalámbrica se han considerado los siguientes puntos.

Los servicios de red que debe soportar la red inalámbrica son:

- Navegación Web (WEB)
- Correo Electrónico (CE)
- Antivirus (SPAM)

Para ajuste del cálculo de la capacidad se estima que en un instante de tiempo las conexiones simultáneas de los usuarios son del 80% del total. Esto en la hora pico en la que la mayoría de usuarios se conectan a la red.

Se estima el porcentaje de uso de las aplicaciones como se indica a continuación.

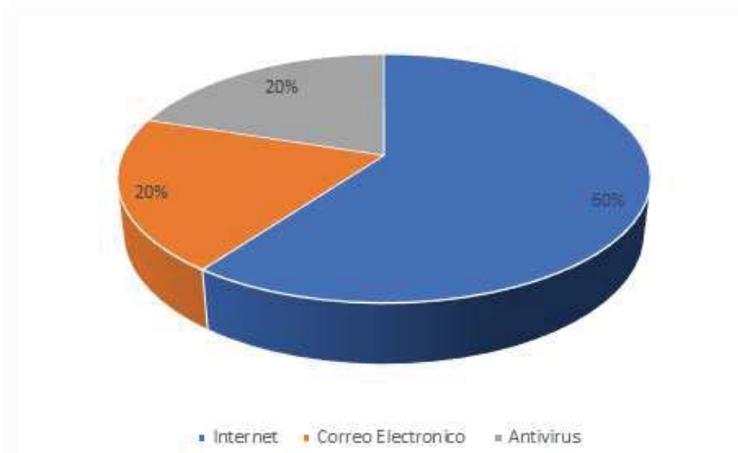


Figura 37 Estimación del porcentaje uso de las aplicaciones usuarios

El número de usuarios simultáneos se lo calcula de la siguiente manera:

$$\text{Usuarios simultáneos} = \# \text{usuarios tot.} \times \% \text{ simultaneidad} \times \% \text{ uso de las aplicaciones: Ecuación 6}$$

#usuarios totales: Es el número de equipos existentes en los dos pueblos (Rumicucho)(Caspigasi)

- % simultaneidad: Es el % de equipos que se conectan de manera simultánea a la red.
- % uso de las aplicaciones: Es el % estimado de uso de cada aplicación.

El cálculo de la capacidad de cada aplicación se lo realiza de la siguiente forma:

Capacidad requerida = #usuarios simultáneos x capacidad de la aplicación.

Ecuación 7

Correo electrónico. La información intercambiada mediante el correo electrónico corresponde, principalmente a informes, datos estadísticos, presentaciones, todo esto está realizado en herramientas de Microsoft Office, se tiene en promedio que el tamaño de un documento de texto de 20 Kbytes, un documento que incluya imágenes puede utilizar mucho más dependiendo del gráfico, se promedia este tipo de documentos en un tamaño de 700Kbytes. Finalmente se estima que el tamaño de correo electrónico por persona es de 600 Kbytes y que un usuario envía 5 correos electrónicos en las tres horas (6 a 9pm) de mayor utilización de la red (Criollo, 2010, pág. 48).

$$\text{Capacidad CE} = \frac{600\text{Kbytes}}{\text{correo}} \times \frac{8\text{Bits}}{1\text{Byte}} \times \frac{5\text{correos}}{3\text{horas}} \times \frac{1\text{hora}}{3600\text{segundos}} = 2,2 \text{ Kbps}$$

Internet. Para utilizar este servicio, se realizó un promedio con el tamaño (Kbytes) de las pagina Web más visitadas por los usuarios, esta información se la obtuvo en un sitio web el cual es: <https://tools.pingdom.com/#!/bL9iJY/www.youtube.com> el cual me permite encontrar el tamaño de una página Web (Criollo, 2010, pág. 48).

Tabla 35.

Tamaño promedio de páginas WEB más visitadas

Página Web	Tamaño (Bytes)
www.youtube.com	1976,32 Kbytes
www.hotmail.com	96,6 Kbytes

www.iess.gov.ec	2048 Kbytes
www.google.com	450,6 Kbytes
www.facebook.com	418,13 Kbytes
www.gmail.com	92,7 Kbytes
www.bce.fin.ec	3174,4 Kbytes
www.mercadolibre.com	99,6 Kbytes
Promedio	1044,56 Kbytes

Se estima que un usuario accede a una página Web cada 60 segundos, en la hora pico de mayor acceso a Internet, la cual es de 6 a 9pm.

$$\text{Capacidad WEB} = \frac{1044,56\text{Kbytes}}{\text{pagina}} \times \frac{8\text{Bits}}{1\text{Byte}} \times \frac{1\text{pagina}}{60\text{segundos}} = 139,27 \text{ Kbps}$$

Antivirus. - Las actualizaciones no se deben posponerse si se desea estar medianamente protegidos y los antivirus aplican técnicas heurísticas para anticiparse a la infección de virus desconocidos. Por internet y el correo circulan millones de archivos y correos contaminados cada día.

Tabla 36.

Tamaño promedio de actualización Antivirus

Antivirus	Tamaño (Bytes)
Microsoft Security Essentials	235 Kbytes
Eset NOD 32	141 Kbytes
Norton	59 Kbytes

AVG	38 Kbytes
Avast	94 Kbytes
Promedio	113,4 Kbytes

$$\text{Capacidad antivirus} = \frac{113,4\text{Kbytes}}{\text{actualizacion}} \times \frac{8\text{bits}}{1\text{byte}} \times \frac{1\text{actualizacion}}{24\text{horas}} \times \frac{1\text{hora}}{3600\text{segundos}} = 10,5\text{Kbytes}$$

Se utiliza la Ecuación 6 para calcular el número de usuarios conectados simultáneamente a cada aplicación, el porcentaje de simultaneidad es del 80%

$$\#\text{Usuarios simultáneos CE} = 80 \times 80\% \times 20\% = 11$$

$$\#\text{Usuarios simultáneos WEB} = 80 \times 80\% \times 60\% = 39$$

$$\#\text{Usuarios simultáneos Antivirus} = 80 \times 80\% \times 20\% = 11$$

Se utiliza la Ecuación 7 para calcular la capacidad requerida por cada aplicación.

$$\text{Capacidad requerida CE} = 11 \times 2,2 \text{ Kbps} = 24,2 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad requerida WEB} = 39 \times 139,27 \text{ Kbps} = 5431,53 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad requerida antivirus} = 11 \times 10,5 \text{ Kbps} = 115,5 \text{ Kbps}$$

5. CAPITULO V ANALISIS COSTO BENEFICIO

5.1. Costos de inversión, necesarios para la red de acceso de última milla WiMAX

La elección se basó tomando en cuenta las características técnicas y comerciales de los equipos en mención y validando cuál de ellos se ajustan a nuestras necesidades de diseño se analiza que el equipo de marca Ubiquiti tiene un precio comercial en el mercado más accesible y sus detalles técnicos son óptimos para aplicar el proyecto de redes WiMAX.

Tabla 37.

Comparación de equipos WiMAX

Características Principales	Ubiquiti UAP	Cisco Meraki MR12	Tp-Link-WA7510N
Costos Gama Baja	\$85,50	\$399,00	\$150
Costos Gama Alta	\$299	\$1399	\$550
Licencias	No	\$150 anual	.
Frecuencia	entre 5.470-5.825 GHz	.	entre 5.180-5.240 y 5.745-5.825 GHz
Potencia	200 mW	.	100 mW
Antena integrada	13 dBi	.	15dBi
Incluye POE	si	si	si
Conector para antena externa	no	no	si
Airmax	si	.	no
Terminal a tierra	no	.	si

5.1.2. Precio estimado de la red WiMAX a ser implementada.

Para el uso del espectro de frecuencias en nuestro país, inclusive en las bandas no licenciadas la ARCOTEL crea un valor por derechos de concesión para utilizar cierta banda de frecuencia, en este proyecto se aplicará la banda de [5725 - 5850] MHz (Criollo, 2010, pág. 110)

5.1.3. Derechos de Concesión

“Es el valor que se asignan para pagar por derechos y operar la red inalámbrica por un intervalo de tiempo, este pago se lo debe realizar una sola vez por el tiempo de duración de la concesión” (Criollo, 2010, pág. 111).

Para establecer el costo que conlleva esta concesión se aplica la Ecuación 6

$$\text{Derecho Concesión} = T (\$uds) \times T_C \times F_{cf}$$

Ecuación 7

Dónde:

T (\$uds): Se considera la tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico estipulado en dólares de los Estados Unidos de América correspondiente al servicio y al sistema en consideración, se tomará el valor que resulte de la suma de los resultados de las ecuaciones [8] y [9] (Criollo, 2010, pág. 112).

T_C : “Es el tiempo de concesión, es un valor detallado en meses, de la concesión a otorgarse para el uso de las frecuencias asignada, se toma como ejemplo 36 meses (3 años)” (Criollo, 2010, pág. 113).

F_{cf} : “Se define como el factor de concesión de frecuencias, se toma el valor de 0.47714 para enlaces fijos, los mismos pueden ser enlaces punto-multipunto, o punto-punto” (Criollo, 2010, pág. 113) .

Uso anual de frecuencia para una estación base

Se refiere a la tarifa anual para la operación de los enlaces, considerando que sistemas de radiocomunicaciones con fines privados pagaran este uso por utilización de frecuencias del espectro radioeléctrico en el Ecuador.

$$\text{Uso Anual} = K_a \times \alpha_4 \times \beta_4 \times A \times D^2$$

Ecuación 8

Dónde:

K_a : Factor de ajuste por inflación, inicialmente se toma el valor de 1.

α_4 : “Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), se toma el valor de 0,0015625 para Enlaces Fijo (Punto-Multipunto) para la banda 2690 MHz-6GHz “ (Criollo, 2010, pág. 113).

β_4 : “Coeficiente de corrección para la tarifa a pagar por Estación Base o Estación Central Fija. Inicialmente se toma el valor de 1” (Criollo, 2010, pág. 113).

A: “Ancho de banda del bloque de frecuencias en MHz concesionado en transmisión y recepción. Para equipos que trabajan con modulación digital de

banda ancha en la banda de frecuencia de 5725 MHz-5850MHz el valor es de 125MHz” (Criollo, 2010, pág. 113).

D: “Radio de cobertura de la Estación Base o Estación Central Fija, en Km. Se toma el valor de 10 Km, que es aproximadamente nuestra distancia de cobertura” (Criollo, 2010, pág. 113).

Uso anual de frecuencia para abonados

$$\text{Uso Anual} = K_a \times \alpha_5 \times F_d \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

K_a : Factor de ajuste por inflación. Inicialmente se toma el valor de 1.

α_5 : Coeficiente de valoración del espectro por estaciones de Abonado Móviles y Fijos para el Servicio Fijo y Móvil.

F_d : Factor de capacidad aplicable a cada servicio en función del número de estaciones radioeléctricas de abonado móviles y fijas habilitadas en el sistema, se toma el valor de 10 que corresponde al número de estaciones $20 < N \leq 30$.

Para el Servicio Fijo, en la modalidad enlaces punto-multipunto (Multiacceso), todas las frecuencias de enlace entre las distintas estaciones deben ser las mismas y podrán llegar a un máximo de dos frecuencias, para el pago, se considera todas las Estaciones Fijas, inclusive la Estación Central Fija y todos los enlaces punto-multipunto (Multiacceso) como enlaces punto-punto individuales.

Se realiza el cálculo para un enlace y el resultado se lo multiplica por la cantidad de enlaces que se tenga.

$$\text{Uso Anual Abonado} = K_a \times \alpha_5 \times F_d$$

$$\text{Uso Anual Abonado} = \$ 10,00$$

$$\text{Uso Anual Estación Base} = K_a \times \alpha_4 \times \beta_4 \times A \times D^2$$

$$\text{Uso Anual Estación Base} = \$ 19,53$$

$$\text{Derecho Concesión Anual} = T (\text{\$uds}) \times T_C \times F_{cf}$$

$$\text{Derecho Concesión Anual 1 enlace} = \$ 335,49$$

$$\text{Derecho Concesión Anual 4 enlaces} = \$ 1.341,96$$

A continuación, se detalla el precio estimado de la red WiMAX.

Tabla 38.

Presupuesto de equipos/personal necesarios para la red inalámbrica diseñada.

Material	Cantidad anual	Precio Unitario (\$)	Precio Total anual (\$)
Cable Cat 5E	192,000 m	\$ 0,35	\$ 67,200
Conectores RJ45	5000 u	\$0,25	\$ 1,250
Ubiquiti Nanostation Loco M2 8dbi 2.4 ghz	1920 u	\$ 85,50	\$ 164,160
Personal administrativo/técnico	4p	\$ 572	\$ 27,456
Derechos de Concesión (anual)	1	\$ 134,196	\$ 1,341.96
VALOR TOTAL			\$ 260.067

5.2. Pago de Proveedores

El coste que hace referencia a los pagos de los proveedores del valor de transporte de tráfico de redes, se realizó un benchmarking de tarifas y se ejecutó una proyección de tarifas a los valores de capacidad de transporte necesarios (Bacuilima, 2010, pág. 212).

Tabla 39.

Benchmarking de costos de un E1

Costo E1	Tarifa [USD]
Telefónica	\$ 680,00
CNT	\$ 750,00
Level 3	\$ 750,00

Tabla 40.

Proyección de costos de servicios

Servicio	Precio Mensual (\$)	Precio Anual (\$)
Luz	\$ 10,00	\$ 120,00
Agua	\$ 10,00	\$ 120,00
Teléfono	\$ 10,00	\$ 120,00
Internet	\$ 15,00	\$ 180,00
Publicidad	\$ 83,33	\$ 1.000,00
VALOR TOTAL		\$ 1.540,00

El valor de proyección de los costos descritos en la Tabla 42, se encuentra sujeto a un de descuento, las mismas que se aplican mensualmente.

5.2.1. Pago Ingresos WiMAX

En base a la encuesta realizada a los habitantes de la Parroquia de San Antonio de Pichincha (Rumicucho, Caspigasi) se validó en la pregunta **N.1** del Capítulo 2 que el 80 % de la población se inclina por adquirir el servicio de internet.

Tabla 41.

Ingresos del servicio de internet por población

Sector	Población	Servicio Internet	Costo del Servicio Unitario	Costo Mensual	Costo Anual
--------	-----------	-------------------	-----------------------------	---------------	-------------

Caspigasi	1400	1120	\$ 20,00	\$ 22.400	\$ 268.800
Rumicucho	1000	800	\$ 20,00	\$ 16.000	\$ 192.000
Valor Total					\$ 460.800

5.3. Análisis económico para evaluar indicador tales como el VAN y el TIR.

Son parámetros utilizadas con frecuencia al momento de realizar el cálculo de viabilidad de un proyecto, VAR (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Los dos conceptos se basan en lo misma definición y es la apreciación de los flujos de caja que adquiera la empresa.

Tabla 42.

Flujo de ingresos

Flujo de ingresos	
Año	Valor anual
1	\$ 460.800
2	\$ 470.010
3	\$ 479.230
4	\$ 488.400
5	\$ 497.660
Total	\$ 2.396.100

Los valores de los ingresos son tomados de la Tabla 43 los mismo que son considerados en un periodo anual con un crecimiento del 2% a lo que se refiere del incremento del servicio de internet en las poblaciones de Rumicucho y Caspigasi.

Tabla 43.

Flujo de Egresos

Flujo de egresos	
Año	Valor anual
1	\$ 261.070
2	\$ 274.120
3	\$ 287.170

4	\$ 300.220
5	\$ 313.280
Total	\$ 1.435.860

Los valores anuales de los egresos se han tomado de las Tablas 40,42 los mismos que tienen un incremento del 2% de acuerdo al flujo de ingresos.

Tabla 44.

Flujo de Efectivo Neto

Flujo de Efectivo Neto	
Año	Valor anual
1	\$ 199.730
2	\$ 195.890
3	\$ 192.060
4	\$ 188.180
5	\$ 184.380

Los valores anuales del flujo neto son el resultado de los valores de ingresos anuales(A) menos los valores de egresos anuales (B).

Tabla 45.

Formulación de Datos

Formulación de Datos	
f1	\$ 199.730
f2	\$ 195.890
f3	\$ 192.060
f4	\$ 188.220
f5	\$ 184.380
N	5 años
I	12% de Tasa de interés (0,12)
IO	\$ 30.000

F1 = Flujo 1

F2 = Flujo 2

F3 = Flujo 3

F4 = Flujo 4

F5 = Flujo 5

N = Número de años

I = Tasa de Interés 12%
IO = Inversión inicial \$30000
Tabla 46.

VAN/TIR

VAN	\$ 63.167,15
TIR	59%

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El estándar WiMAX 802.16 con respecto a los protocolos de seguridad son más robustos en comparación a otras tecnologías inalámbricas como Wifi. Las especificaciones técnicas sobresalen en ancho de banda, velocidad, alcance, etc. En la tecnología WiMAX se establecen aspectos relativos a la utilización del espectro de frecuencia sin licencia.

La situación geográfica de la parroquia de San Antonio de Pichincha es al norte de la provincia de Quito, está conformado por poblaciones periféricas las mismas que se encuentran limitadas de comunicaciones virtuales (internet), con la aplicación de la tecnología WiMAX en las poblaciones de Rumicucho y Caspigasi se incrementara la investigación tecnológica, los precios son accesibles y los abonados podrán inscribirse al servicio, se puede concluir de la manera antes mencionada ya que se realizó encuestas del servicio y los resultados son viables para la adquisición de internet mediante tecnología WiMAX.

El servicio inalámbrico WiMAX será distribuido a las zonas de Rumicucho y Caspigasi mediante antenas IDU's instaladas en domicilios las mismas que se apegan a equipos externos ODU's que se encuentran instalados en Radio Base (Repetidor_1) se analizó la posibilidad de aplicar energía alterna mediante paneles solares y energía eólica para alimentar los equipos de redes inalámbricas la misma que operara cuando las opciones de energía eléctrica sean escasas en el sector de San Antonio de Pichincha.

Los equipos serán adquiridos en base a cotizaciones solicitadas a proveedores que manejen tecnología con las características técnicas, normas y parámetros necesarios.

6.2. Recomendaciones

Los equipos WiMAX utilizados en el proyecto deben cumplir con todos los estándares y especificaciones técnicas que exige la tecnología, para que los mismos tengan un mayor desempeño en velocidad, ancho de banda, alcance en el servicio.

Los habitantes de los barrios de Rumicucho y Caspigasi que adquieran el servicio de internet deberán contar con autorizaciones de instalación en los domicilios que son arrendados, en el caso de no tener línea de vista ya que el domicilio se encuentra junto a una vivienda de infraestructura alta se deberá solicitar al dueño del inmueble.

Para utilizar energía renovable con los equipos de tecnología WiMAX, se deberá considerar que esta alternativa es secundaria y se aplica solamente como respaldo de la energía eléctrica principal.

Cuando se soliciten las cotizaciones de los productos a los proveedores correspondientes se deberá exigir las hojas técnicas de cada equipo ya que debemos conocer las especificaciones técnicas.

REFERENCIAS

- Bacuilima, S. (2010). Estudio y Diseño de una red WiMAX Para la ciudad de Cuenca. Tesis, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Cuenca. Recuperado el 16 de septiembre 2016 de <http://www.dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2555/1/tm4320.pdf>
- Bravo, E. O. (2008). Diseño de una red inalámbrica utilizando la tecnología Wimax para proveer el servicio de internet de banda ancha en la ciudad de Manta. Tesis, Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería y Comunicación, Guayaquil. Recuperado el 12 de septiembre 2016 de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16136/1/D-39968.pdf>
- Catalunya, U. P. (2016). Diseño de una herramienta de planificación de sistemas WiMAX. Tesis, Escuela Politécnica Superior de Castelldefels, Telecomunicaciones , Catalunya.David Stalin . Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Recuperado el 10 de octubre 2016 de <http://www.dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6810/Mario%20Alberto%20Gonz%C3%A1lez%20Cartas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrada, G. S. (2006). Análisis y diseño de acceso inalámbrico fijo de banda ancha para brindar servicio portador a los sectores de San Rafael, Sangolquí y Conocoto para Andinatel S.A. Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Ingeniería, Quito. Recuperado el 12 octubre 2016 de <http://www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/379/1/CD-0332.pdf>
- Garcia, P. G. (2006). Diseño de una herramienta de planificación de sistemas WiMAX. Tesis, Universitat Politecnica de Catalunya, Facultad en comunicaciones , Catalunya. Recuperado el 14 de octubre 2016 de

<http://www.upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3582/53965-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortega, M. G., & Cordero, A. F. (2011). "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV (Internet Protocol Television) EN LA RED DE COBRE DE LA "EMPRESA CNT AZOGUES". Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad De Ingenierías, Cuenca. Recuperado el 25 de octubre 2016 de <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1079/12/UPS-CT002140.pdf>

Pacheco, M. D. (2011). ATENCIÓN INTEGRAL EN SALUD Y BIENESTAR SOCIAL A NIÑOS (AS) Y ADOLESCENTES EN RIESGO INTERNADOS EN LA FUNDACIÓN PUEBLITO LA TERNURA EN SAN ANTONIO DE PICHINCHA (QUITO) EN COORDINACIÓN CON EL MSP AÑO 2010 - 2011. Tesis, Universidad Técnica Particular de Loja , Escuela de Medicina, Quito. Recuperado el 2 de noviembre 2016 de http://www.dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/4740/3/UTPL_Gordillo_Maria_360X1808.pdf

Paredes, J. L. (2016). DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO GEÓGRAFO EN GESTIÓN AMBIENTAL. Tesis, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Facultad de Ciencias Humanas, Quito. Recuperado el 8 de noviembre 2016 de [http://www.repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5786/T-PUCE-5942\(1\).pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5786/T-PUCE-5942(1).pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tapia, D. E. (2014). CANALIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL ESPECTRO DE LA BANDA 3.4 – 3.7 GHz ASIGNADA A SISTEMAS DE ACCESO INALÁMBRICO FIJO (FWA) PARA LA SECRETARÍA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES . Tesis, Escuela Politécnica Nacional , Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica , Quito. Recuperado el 15 noviembre 2016 de <https://www.studylib.es/doc/1245339/cd-5344.pdf>

Teribia, A. C., & Escrivá, M. C. (2013). Estudio y diseño de una red WiMAX para dar cobertura de banda ancha en un entorno rural. Tesis, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, Escuela Politécnica Superior De Gandia, Gandia. Recuperado el 20 de noviembre 2016 de <https://www.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34530/Memoria.pdf?sequence=1>

Yaagoubi, M. E. (2012). Acceso a Internet vía WiFi- WiMax. Tesis, Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Tecnología Electrónica, Leganés. Recuperado el 22 de noviembre 2016 de http://www.orff.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el-yaagoubi_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 1: Encuestas, habitantes de los Barrios de Rumicucho y Caspigasi.

1. ¿Es usted Jefe de Familia?
2. ¿Su empleo es público, privado u otro?
3. ¿Cuántos miembros son en su familia, 1 a 3, 4 a 6, más de 6?
4. ¿Cuántos dispositivos se interconectan a internet, 1, 2 más de 2?
5. ¿La vivienda es propia o arrendada?
6. ¿Le gustaría contar con un servicio de internet?
7. ¿Ha tenido servicio de internet?
8. Si ha tenido un servicio de internet responda las siguientes preguntas.
 - ¿Con que proveedor de internet tiene el servicio?
 - ¿Cuál es su satisfacción con el servicio de internet?
 - ¿Cuáles son los principales reclamos que ha tenido con el servicio?
 - ¿Los costos son altos, bajos o accesibles?
9. Al momento de contratar el servicio de internet CNT ¿Qué considera, precio, forma de pago o calidad del Servicio?
10. ¿Qué aplicaciones y páginas web les gustaría acceder con mayor frecuencia, noticias, educación, redes sociales, investigación?
11. ¿Qué presupuesto destina para un servicio de internet?
12. ¿Qué forma de pago le gustaría que le ofrezca una empresa por el servicio de internet?
13. ¿Le gustaría información del servicio de internet que le ofreceríamos?

ANEXO 2: Ley orgánica de Telecomunicaciones.

LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES

Ley 0

Registro Oficial Suplemento 439 de 18-feb.-2015

Estado: Vigente

LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES

ASAMBLEA NACIONAL EL PLENO

CONSIDERANDO

Que, el artículo 261 de la Constitución de la República, determina que el Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: ..."10. El espectro radioeléctrico y el régimen general de comunicaciones y telecomunicaciones; puertos y aeropuertos."

Que, de conformidad al artículo 313 de la Constitución, se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley, reservando al Estado, el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos.

Que, la Constitución de la República en su artículo 408, determina que el espectro radioeléctrico es un recurso natural de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado.

Que, según el artículo 314 de la Constitución de la República, el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos, entre otros, el de telecomunicaciones y dispondrá que los precios y tarifas de estos servicios públicos sean equitativos, estableciendo su control y regulación.

Que, la Constitución de la República en su artículo 16, consagra el derecho de todas las personas en forma individual o colectiva al acceso en igualdad de condiciones al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, y a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas.

Que, según lo consagrado en el artículo 17 de la misma Carta Magna, el Estado fomentará la pluralidad y la diversidad en la comunicación, y al efecto, garantizará la asignación, a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones, de las frecuencias del espectro radioeléctrico, para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, y precautelará que en su utilización prevalezca el interés colectivo.

Que, el artículo 315 de la Constitución de la República dispone que el Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas y que las empresas públicas estarán bajo la regulación y el control específico de los organismos pertinentes, de acuerdo con la ley, estableciendo para el efecto

que, la ley definirá la participación de las empresas públicas en empresas mixtas en las que el Estado siempre tendrá la mayoría accionaria, para la participación en la gestión de los sectores estratégicos y la prestación de los servicios públicos.

Que, de conformidad al artículo 316 de la Constitución de la República, el Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria. La delegación se sujetará al interés nacional y respetará los plazos y límites fijados en la ley para cada sector estratégico, y de forma excepcional, podrá delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de estas actividades, en los casos que establezca la ley.

Que, mediante Resolución No. 1 de la Corte Constitucional, publicada en el Registro Oficial Suplemento 629 de 30 de enero del 2012, se interpretan los artículos 315 y 316 distinguiendo la gestión de la administración, regulación y control por el Estado y determinando el rol de las empresas públicas delegatarias de servicios públicos.

Que, el artículo 84 de la Constitución de la República determina que la Asamblea Nacional y todo órgano con potestad normativa tendrá la obligación de adecuar, formal y materialmente, las leyes y demás normas jurídicas a los derechos previstos en la Constitución y los tratados internacionales y los que sean necesarios para garantizar la dignidad del ser humano o de las comunidades, pueblos y nacionalidades. En ningún caso, la reforma de la Constitución, las leyes, otras normas jurídicas ni los actos del poder público atentarán contra los derechos que reconoce la Constitución.

Que, la Disposición Transitoria TERCERA de la Constitución de la República determina que las superintendencias existentes continuarán en funcionamiento hasta que el órgano legislativo expida las leyes correspondientes.

Que, el artículo 133, numeral 2 de la Constitución de la República, establece que tendrán la categoría de leyes orgánicas aquellas que regulen el ejercicio de los derechos y garantías constitucionales (Agencia de Regulacion y Control de las Telecomunicaciones, 2015).

ANEXO 3: Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de frecuencias

Tabla 47.

Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de frecuencias

REGIÓN 2		ECUADOR		
Banda MHz		Banda MHz		Rango MHz Nota EQA (resumen): Servicio (Sistema/Usos)
2300 - 2450		2300 - 2450		2400-2450
FIJO MÓVIL 5.384A RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados 5.150 5.282 5.393 5.394 5.396		FIJO MÓVIL 5.384A RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados 5.150 5.282 5.396		EQA.90: (MDBA y Enlaces radioeléctricos de radiodifusión sonora que utilizan técnicas MDBA)
2450 - 2483,5		2450 - 2483,5		2450-2483,5
FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN 5.150		FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN 5.150		EQA.90: (MDBA y Enlaces radioeléctricos de radiodifusión sonora que utilizan técnicas MDBA)
2483,5 - 2500		2483,5 - 2500		
FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio- Tierra) 5.351A RADIOLOCALIZACIÓN RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (espacio- Tierra) 5.398 5.150 5.402		FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio- Tierra) 5.351A RADIOLOCALIZACIÓN RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (espacio- Tierra) 5.398 5.150 5.402		
2500 - 2520		2500 - 2520		2500-2520
FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio- Tierra)		FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A		EQA.85: FIJO y MÓVIL (IMT)

<p>5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A 5.407 5.414</p>		
2520 - 2655	2520 - 2655	2520-2655
<p>FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)</p> <p>5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE</p> <p>5.413 5.416 5.339 5.403 5.417C 5.417D 5.418B</p> <p>5.418C</p>	<p>FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A</p>	<p>EQA.85: FIJO y MÓVIL (IMT)</p>
2655 - 2670	2655 - 2670	2655-2670
<p>FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio)</p> <p>(espacio-Tierra) 5.208B 5.415 MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.384A RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.208B 5.413 5.416 Exploración de la tierra por satélite</p> <p>(pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo) 5.149 5.420</p>	<p>FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico</p> <p>5.384A 5.149</p>	<p>EQA.85: FIJO y MÓVIL (IMT)</p>
3300 - 3400	3300 - 3400	3300-3400
<p>RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados</p>	<p>FIJO</p>	<p>EQA.120: Fijo (enlaces radioeléctricos con emisiones de</p>

Fijo Móvil 5.149		televisión sin protección contra interferencias)
3400 - 3500	3400 - 3500	3400-3500
FIJO POR SATÉLITE (espacio- Tierra) Aficionados Móvil Radiolocalización 5.433 5.282 5.431A	FIJO	
3500 - 3700	3500 - 3700	3500-3700
FIJO POR SATÉLITE (espacio- Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización 5.433 MÓVIL 5.440A	FIJO MÓVIL 5.440A	EQA.60: FIJO (FWA)

Tomado de (Arcotel, 2015)

