

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

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

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

TEMA:

**“DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL
ESTÁNDAR 802.11AC PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET
A LOS PARQUES PÚBLICOS DE LA PARROQUIA DE SAN
ANTONIO DE LA CIUDAD DE IBARRA.”**

Autor: JESSICA PAMELA VENEGAS VINUEZA

Director: ING. FABIÁN CUZME

IBARRA-ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de identidad	100330679-0
Apellidos y Nombres	Venegas Vinueza Jessica Pamela
Dirección	San Antonio– Santo Domingo, calle Simón Bolívar
E-mail	jpvenegas@utn.edu.ec
Teléfono móvil	0997687382
DATOS DE LA OBRA	
Título	DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL ESTÁNDAR 802.11AC PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET A LOS PARQUES PÚBLICOS DE LA PARROQUIA DE SAN ANTONIO DE LA CIUDAD DE IBARRA
Autor	Jessica Pamela Venegas Vinueza
Fecha	Julio del 2016
Programa	Pregrado
Título	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	Ing. Fabián Cuzme

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Venegas Vinueza Jessica Pamela, con cedula de identidad Nro. 100330679-0, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio de 2016

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: Venegas Vinueza Jessica Pamela



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Venegas Vinueza Jessica Pamela, con cedula de identidad Nro. 100330679-0, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4,5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado con el tema: DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL ESTÁNDAR 802.11AC PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET A LOS PARQUES PÚBLICOS DE LA PARROQUIA DE SAN ANTONIO DE LA CIUDAD DE IBARRA. Que ha sido desarrollado con propósito de obtener el título de Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio de 2016

(Firma) 

Venegas Vinueza Jessica Pamela
100330679-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: "DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL ESTÁNDAR 802.11AC PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET A LOS PARQUES PÚBLICOS DE LA PARROQUIA DE SAN ANTONIO DE LA CIUDAD DE IBARRA", certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Jessica Pamela Venegas Vinuesa, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fabián Cuzme', is written over a horizontal line.

Ing. Fabián Cuzme
DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios por darme la vida y permitirme llegar con esfuerzo y dedicación a esta meta.

A mis padres, Néstor Venegas y Tanya Vinueza, quienes han estado junto a mí en todo momento apoyándome continuamente a lo largo de esta carrera siendo un pilar fundamental en mi vida y que gracias a sus consejos y a su constancia he logrado cumplir los propósitos y metas trazadas.

A mis hermanos David, Jaqueline y Melany quienes son el motivo y razón que me ha llevado a seguirme superando día tras día, han estado a mi lado dándome la fuerza necesaria para llegar hasta el final, quienes me enseñaron a luchar para vencer los obstáculos sin perder la esperanza de conseguir los objetivos propuestos.

A mi sobrina Doménica que es el tesoro más grande que Dios me regaló, que para cumplir lo que uno se propone se necesita de perseverancia, paciencia, esfuerzo y sacrificio.

A mi novio por su apoyo y ayuda que me brindó para culminar este trabajo, por estar conmigo constantemente.

Y a toda mi familia y amigos que de una u otra manera me brindaron su apoyo y consejos para culminar la carrera y cumplir mis sueños.

Jessica Pamela Venegas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los ingenieros que compartieron sus conocimientos y me han guiado para la realización de este proyecto, principalmente al Ing. Fabián Cuzme por todo el tiempo brindado, sus consejos, su experiencia y por la ayuda para la elaboración de este trabajo.

A los miembros del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Antonio por todo el apoyo que me brindaron en especial al Msc. Oscar Lomas quien me ha dado la oportunidad de realizar el proyecto y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de esta carrera y aportar al desarrollo de las tecnologías.

A mis amigos que me extendieron la mano y me ayudaron constantemente en el transcurso de la carrera.

CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	I
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CERTIFICACIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	VI
CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
ÍNDICE DE ECUACIONES	XXI
RESUMEN	XXII
ABSTRACT	XXIII
PRESENTACIÓN	XXIV
CAPITULO I.....	1

1.	ANTECEDENTES	1
1.1.	PROBLEMA	1
1.2.	OBJETIVOS.....	2
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3.	ALCANCE	4
1.4.	JUSTIFICACIÓN.....	6
	CAPITULO II.....	8
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	8
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.1.1.	TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS.....	9
2.1.1.1.	Redes inalámbricas de corto alcance	10
2.1.1.2.	Redes inalámbricas de largo alcance	11
2.2.	REDES INALÁMBRICAS WLAN	15
2.2.1.	ARQUITECTURA DE 802.11.....	16
2.2.1.1.	Capa Física	16
2.2.1.2.	Capa de enlace de datos.....	18
2.3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES INALÁMBRICAS.....	20
2.3.1.	IEEE 802.11	21
2.3.1.1.	IEEE 802.11a.....	21
2.3.1.2.	IEEE 802.11b	22

2.3.1.3. IEEE 802.11g	22
2.3.1.4. IEEE 802.11n	23
2.3.1.5. IEEE 802.11ac	23
2.3.1.6. Comparación de los diferentes estándares.....	23
2.4. IEEE 802.11AC	25
2.4.1. MEJORAS CON RESPECTO A 802.11n.....	26
2.4.2. NECESIDAD DE REDES MÁS RÁPIDAS.....	27
2.5. CONFIGURACIÓN DE LAS REDES INALÁMBRICAS	28
2.5.1. REDES PUNTO A PUNTO	28
2.5.2. REDES PUNTO MULTIPUNTO	28
2.5.3. REDES MULTIPUNTO-MULTIPUNTO	29
2.6. DEFINICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE LAS WLAN.....	29
2.6.1. ANTENA.....	29
2.6.1.1. Tipos de antenas	30
2.6.2. ACCESS POINT	31
2.6.3. SWITCH.....	32
2.7. SOFTWARE LIBRE	33
2.7.1. LIBERTADES.....	33
2.7.2. TIPOS DE LICENCIA	34
2.8. SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS.....	35
2.8.1. MECANISMOS DE SEGURIDAD	35
2.8.1.1. WEP.....	36
2.8.1.2. WPA	36

2.8.1.3. WPA2	37
2.8.1.4. Filtrado de direcciones MAC:	37
2.8.2. RADIUS	38
2.8.3. PORTAL CAUTIVO.....	39
2.8.3.1. Tipos de portales cautivos por hardware	40
2.8.3.2. Tipos de portales cautivos por software	41
2.8.4. FIREWALL.....	42
2.8.4.1. Características de un Firewall.....	44
2.8.4.2. Funciones de un Firewall.....	45
2.8.4.3. Ventajas y Limitaciones de un Firewall	47
2.8.4.4. Tipos de firewall.....	49
2.9. MARCO REGULATORIO	50
2.9.1. NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA.....	50
2.9.2. NORMA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA.	56
2.9.3. TARIFAS	60
CAPITULO III	63
3. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.....	63
3.1. SITUACIÓN ACTUAL	63
3.1.1. PUNTOS INVOLUCRADOS EN LA RED	64
3.1.1.1. Complejo Santa Clara.....	65
3.1.1.2. Plazoleta José Tobar	65
3.1.1.3. Plaza Central de Tanguarín	66

3.1.1.4.	Parque Eleodoro Ayala.....	66
3.1.1.5.	Parque Barrio Sur	67
3.1.1.6.	Plazoleta San Agustín.....	67
3.2.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	68
3.2.1.	USUARIOS	70
3.2.2.	RAZONES DE USO DE INTERNET	74
3.2.3.	APLICACIONES A BRINDAR	75
3.2.4.	ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD DE INTERNET	76
3.2.4.1.	Factor de simultaneidad.....	77
3.2.5.	DISTRIBUCIÓN DE ANCHO DE BANDA A CADA PARQUE.....	79
3.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS Y CABLES	79
3.3.1.	COMPARACIÓN DE TIPOS DE ANTENAS	80
3.3.1.1.	Requerimientos de tipo de antena.....	80
3.3.2.	COMPARACIÓN DE MARCAS DE ANTENAS	82
3.3.2.1.	Requerimientos.....	82
3.3.2.2.	Requerimientos de Estación Transmisora	84
3.3.2.3.	Requerimientos de la antena en Estación Receptora.....	86
3.3.2.4.	Requerimientos del Access point en Estación cliente	87
3.3.3.	PIGTAIL UBIQUITI.....	91
3.4.	UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS	92
3.4.1.	UBICACIÓN DEL EQUIPO TRANSMISOR.....	92
3.4.2.	UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS RECEPTORES	92
3.4.2.1.	Ubicación equipo receptor Complejo Santa Clara	93
3.4.2.2.	Ubicación equipo receptor Plazoleta José Tobar.....	93

3.4.2.3. Ubicación equipo receptor Plaza Central de Tanguarín	93
3.4.2.4. Ubicación equipo receptor Parque Eleodoro Ayala	94
3.4.2.5. Ubicación equipo receptor Parque Barrio Sur	94
3.4.2.6. Ubicación equipo receptor Plazoleta San Agustín	94
3.5. SIMULACIÓN DE RADIOENLACES	97
3.5.1. SIMULACIÓN ENLACE COMPLEJO SANTA CLARA.....	98
3.5.1.1. Resultado de la simulación del enlace Complejo Santa Clara.....	101
3.5.1.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Complejo Santa Clara	103
3.5.2. SIMULACIÓN ENLACE PLAZA CENTRAL TANGUARÍN	105
3.5.2.1. Resultado de la simulación del enlace Plaza Central de Tanguarín	107
3.5.2.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Plaza Central de Tanguarín.....	109
3.5.3. SIMULACIÓN ENLACE PLAZOLETA JOSÉ TOBAR	111
3.5.3.1. Resultado de la simulación del enlace Plazoleta José Tobar.....	113
3.5.3.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Plazoleta José Tobar	115
3.5.4. SIMULACIÓN ENLACE PARQUE ELEODORO AYALA.....	117
3.5.4.1. Resultado de la simulación del enlace Parque Eleodoro Ayala.....	119
3.5.4.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Parque Eleodoro Ayala ..	121
3.5.5. SIMULACIÓN ENLACE PARQUE BARRIO SUR	123
3.5.5.1. Resultado de la simulación del enlace Parque Barrio Sur.....	125
3.5.5.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Parque Barrio Sur	127
3.5.6. SIMULACIÓN ENLACE PLAZOLETA SAN AGUSTÍN.....	129
3.5.6.1. Resultado de la simulación de la Plazoleta San Agustín.....	131
3.5.6.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Plazoleta San Agustín	133

3.6.	TOPOLOGÍA DE RED	135
3.6.1.	DIRECCIONAMIENTO	136
3.7.	SEGURIDAD	138
3.7.1.	FIREWALL PFSENSE	141
3.7.2.	PORTAL CAUTIVO PFSENSE	142
3.7.3.	REQUERIMIENTOS DE HARDWARE PARA PFSENSE	143
3.8.	ADMINISTRACIÓN	143
3.8.1.	CONFIGURACIÓN DE LAS POLÍTICAS EN EL FIREWALL Y PORTAL CAUTIVO PFSENSE	145
3.9.	PLAN DE PRUEBAS	150
3.9.1.	CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS UBIQUITI.....	151
3.9.1.1.	Configuración antena de transmisión Rocket5ac PtMP	152
3.9.1.2.	Configuración antena de recepción NBE-5ac-16 Complejo Santa Clara..	153
3.9.1.3.	Configuración Access point Complejo Santa Clara	153
CAPITULO IV		161
4.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	161
4.1.	EQUIPOS EN EL GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO	161
4.2.	COSTO REFERENCIAL DE LOS EQUIPOS	161
4.2.1.	PRESUPUESTO DE EQUIPOS	162
4.2.2.	PRESUPUESTO DE MÁSTILES	163
4.2.3.	COSTOS DE FUNCIONAMIENTO DEL RADIOENLACE	163
4.2.4.	COSTOS DE INSTALACIÓN.....	166

4.2.5.	COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED	167
4.2.6.	COSTO TOTAL	168
4.3.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	169
4.3.1.	ESTADO ECUATORIANO.....	169
4.3.1.1.	Plan Nacional de Banda Ancha	171
4.3.1.2.	Plan Nacional de Alistamiento Digital	172
4.3.1.3.	Plan del Buen Vivir	173
4.3.1.4.	Plan del Gobierno Electrónico.....	174
4.3.2.	ESTADÍSTICAS DE INTERNET	175
4.3.3.	APORTACIÓN A DISMINUIR LA BRECHA DIGITAL.....	176
4.3.3.1.	Infocentros	177
4.3.3.2.	Laboratorios escolares	177
4.3.3.3.	Aulas Móviles.....	179
4.3.3.4.	Zonas WiFi	179
4.3.4.	MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA.....	180
4.3.4.1.	Mayor acceso de la comunidad a la tecnología	181
4.3.4.2.	Mejorar en el proceso de enseñanza y aprendizaje.....	181
4.3.4.3.	Igualdad de oportunidades.....	182
4.3.5.	EXPERIENCIAS CON PROYECTOS SIMILARES	183
4.3.6.	BENEFICIOS CUANDO SE IMPLEMENTE LA RED INALÁMBRICA EN LA PARROQUIA DE SAN ANTONIO	185
4.3.7.	RIESGOS	186
	CAPITULO V	188
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	188

5.1. CONCLUSIONES.....	188
5.2. RECOMENDACIONES	191
REFERENCIAS	193
GLOSARIO DE TÉRMINOS	199
ANEXOS	202
ANEXO A	203
ANEXO B	254
ANEXO C	275
ANEXO D	284

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red WPAN	11
Figura 2. Red WMAN	12
Figura 3. Red WWAN	13
Figura 4. Red WLAN.	15
Figura 5. Modelo OSI.....	16
Figura 6. Evolución de las redes inalámbricas	24
Figura 7. Esquema de un firewall entre una red LAN y una WAN.	43
Figura 8. Enlaces punto multipunto desde el GAD de San Antonio de Ibarra hacia los 6 parques.....	69
Figura 9. Razones de uso de internet por área.....	74
Figura 10. Para que se utiliza el teléfono Smartphone.	75
Figura 11. Antena Rocket5ac PtMP	89
Figura 12. Antena NBE-5ac-16.....	90
Figura 13. UniFi AP AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)	90
Figura 14. UniFi AP AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)	96
Figura 15. Enlace Junta Parroquial – Complejo Santa Clara en Radio Mobile.....	99
Figura 16. Enlace Junta Parroquial – Complejo Santa Clara en Google Earth	100
Figura 17. Enlace Junta Parroquial – Plaza Central de Tanguarín en Radio Mobile	106
Figura 18. Enlace Junta Parroquial – Plaza Central de Tanguarín en Google Earth.....	106
Figura 19. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta José Tobar en Radio Mobile.....	111
Figura 20. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta José Tobar en Google Earth	112
Figura 21. Enlace Junta Parroquial – Parque Eleodoro Ayala en Radio Mobile.....	117
Figura 22. Enlace Junta Parroquial – Parque Eleodoro Ayala en Google Earth	118

Figura 23. Enlace Junta Parroquial – Parque Barrio Sur en Radio Mobile	123
Figura 24. Enlace Junta Parroquial – Parque Barrio Sur en Google Earth.....	124
Figura 25. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta San Agustín en Radio Mobile.....	129
Figura 26. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta San Agustín en Google Earth	130
Figura 27. Topología de la red punto multipunto de la Junta Parroquial	135
Figura 28. Interfaces de red	145
Figura 29. Borrar todas las reglas del Firewall.....	146
Figura 30. Configuración servidor DHCP.....	146
Figura 31. Configuración Proxy Server.....	147
Figura 32. Proxy transparente.....	148
Figura 33. Bloqueo de páginas de contenido inadecuado.	148
Figura 34. Configurar SquidGuard Proxy	149
Figura 35. Bloqueo de palabras inadecuadas.	149
Figura 36. Configuración portal cautivo	150
Figura 37. Configuración antena de transmisión Rocket5ac PtMP.....	152
Figura 38. Configuración de antena de recepción NBE-5ac-19 Complejo Santa Clara	153
Figura 39. Configuración Access point Complejo Santa Clara.....	154
Figura 40. Número de usuarios en cada Access point.....	155
Figura 41. Acceso a google	155
Figura 42. Acceso correcto a la red inalámbrica	156
Figura 43. Conexión a la red inalámbrica Complejo Santa Clara	156
Figura 44. Pantalla de condiciones de conexión.....	157
Figura 45. Comprobación de acceso a internet.....	157
Figura 46. Acceso denegado a páginas inadecuadas	158
Figura 47. Monitoreo de Access point mediante UniFi	159

Figura 48.Monitoreo de usuarios conectados a los Access point	159
Figura 49.Cobertura del Access point Complejo Santa Clara.	160
Figura 50.Usuarios conectados al Access point en Complejo Santa Clara.	160
Figura 51.Análisis de beneficios cuando se implemente una red inalámbrica.	170
Figura 51.Acceso a internet según área	175
Figura 52.Lugar de uso de internet por área.	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tecnologías inalámbricas	14
Tabla 2. Comparación de estándares	24
Tabla 3. Características Técnicas de los Sistemas de MDBA	54
Tabla 4. Límites de Emisiones no Deseadas en las Bandas de Operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.	56
Tabla 5. Abreviatura de los parques	71
Tabla 6. Número de usuarios fijos.....	71
Tabla 7. Número de usuarios día viernes.	72
Tabla 8. Número de usuarios día sábado.....	72
Tabla 9. Número de usuarios día domingo.....	73
Tabla 10. Resultados de total de usuarios	73
Tabla 11. Ancho de banda que consume cada aplicación.	76
Tabla 12. Requerimientos de operación de banda ancha.....	80
Tabla 13. Comparación de tipos de antenas	81
Tabla 14. Comparación marcas de antenas	83
Tabla 15. Selección del dispositivo para la estación base	85
Tabla 16. Selección del dispositivo para la estación receptora	86
Tabla 17. Selección del dispositivo estación cliente	88
Tabla 18. Atenuaciones del pigtail en diferentes frecuencias	91
Tabla 19. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Complejo Santa Clara.....	101
Tabla 20. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Complejo Santa Clara	104
Tabla 21. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Plaza Central Tanguarín ...	107

Tabla 22. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Plaza Central Tanguarín.....	110
Tabla 23. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Plazoleta José Tobar	113
Tabla 24. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Plazoleta José Tobar	116
Tabla 25. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Parque Eleodoro Ayala.....	119
Tabla 26. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Parque Eleodoro Ayala.....	122
Tabla 27. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Parque Barrio Sur	125
Tabla 28. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Parque Barrio Sur	128
Tabla 29. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Plazoleta San Agustín.....	131
Tabla 30. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Plazoleta San Agustín	134
Tabla 31. Direccionamiento de los equipos.....	137
Tabla 32. Requerimientos mínimos de seguridad	139
Tabla 33. Comparación de portales cautivos.....	140
Tabla 34. Presupuesto referencial de los equipos.....	162
Tabla 35. Presupuesto referencial de mástiles.....	163
Tabla 36. Valor de $\alpha 6$	165
Tabla 37. Valor de B.....	165
Tabla 38. Presupuesto referencial de costo de instalación	167
Tabla 39. Presupuesto referencial de costo de administración de la red	167
Tabla 40. Presupuesto referencial del costo total	168
Tabla 41. Riesgos en la implementación de una red inalámbrica	187

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calculo de las tarifas de los radioenlaces	61
Ecuación 2. Calculo de la Velocidad máxima de salida.....	77
Ecuación 3. Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre	103
Ecuación 4. Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor	103
Ecuación 5. Cálculo del margen de la potencia de recepción	104

RESUMEN

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

El primer capítulo detalla la descripción de los antecedentes del proyecto, donde se describe el problema que existe, los objetivos, la delimitación del trabajo y las razones para solucionar el problema.

El segundo capítulo describe los fundamentos teóricos del estándar 802.11ac para el desarrollo del proyecto, donde se detallan las ventajas de utilizar con respecto a 802.11n, los componentes básicos para la comunicación inalámbrica y las políticas para brindar seguridad a los usuarios mediante un firewall y portal cautivo.

El tercer capítulo se realiza el diseño de la red inalámbrica punto multipunto, la simulación en Radio Mobile, la topología, los equipos, áreas de cobertura y capacidad de tráfico de la red inalámbrica. También se expone el marco legal y normas de modulación de banda ancha y para las pruebas de funcionamiento respectivas se realiza en un parque de la parroquia de San Antonio de Ibarra indicando de esta manera que el objetivo se cumple.

El cuarto capítulo se detalla un presupuesto referencial de todas las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto, el costo de los equipos en el momento de implementar y el análisis costo beneficio.

Finalmente en el capítulo cinco se presenta las conclusiones obtenidas en el desarrollo del proyecto y recomendaciones sobre el mismo.

ABSTRACT

This project involves the design of a wireless network to provide Internet access to the parks of Parroquia de San Antonio de Ibarra, using 802.11ac technology with the objective of improving the quality of life, cooperate with the development of TIC's, and reduce the digital gap.

The first chapter describes the background of the project, where the problem exists, the objectives, the division of labor and the reason to solve the problem described.

The second chapter describes the theoretical foundations of 802.11ac standard for the project, the advantages of this technology over using 802.11n, the basic components for wireless communication and policies to provide security to the users, through a firewall and captive portal.

The third chapter discusses the design of the point to multipoint wireless network, simulation through the software Radio Mobile, topology, equipment, coverage areas, and traffic capacity of the wireless network. The legal framework and rules of broadband modulation is also exposed and the respective tests are performed in a park of Parroquia de San Antonio de Ibarra, indicating that the target is met.

The fourth chapter provides a reference budget of all the tools used for the project, the cost of the equipment at the time to implement and cost benefit analysis.

Finally in chapter five the conclusions of the project and recommendations are presented.

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

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

CAPITULO I

Para este primer capítulo se presentará la explicación del por qué la necesidad de realizar este proyecto, los objetivos que se va alcanzar con la elaboración del proyecto, y la delimitación del trabajo.

1. ANTECEDENTES

1.1. PROBLEMA

“De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado en el 2013, apenas el 28.3% de las residencias acceden al servicio de internet” (INEC, 2013), este fenómeno responde a dos circunstancias, una de gestión y la otra económico – social, puesto que existe un déficit en la infraestructura de cableado para internet especialmente en el sector rural, así como también la baja capacidad económica de la población para comprar o acceder a un computador. En la parroquia de San Antonio existen aproximadamente 4616 viviendas de las cuales solo 1300 tienen acceso a internet.

En la actualidad el internet es una herramienta fundamental para poder tener comunicación con el mundo, teniendo como objetivo mejorar la calidad de vida y el acceso a la información desde cualquier entorno. Estar conectados todo el tiempo se ha convertido en un espacio para intercambiar información y una necesidad para educarse, trabajar,

comunicarse o entretenerse, por lo que las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) ¹ buscan asegurar las comunicaciones para la ciudadanía.

Debido a la gran demanda de personas que no cuentan con internet en la parroquia de San Antonio se ha optado por realizar un estudio para el diseño de una red inalámbrica 802.11ac en los 6 principales parques de la parroquia para así cooperar con el desarrollo de las TICs y al mismo tiempo brindar este servicio a los ciudadanos a través de la tecnología inalámbrica WiFi² que permita reducir la brecha digital mediante un acceso gratuito a los servicios de internet, los usuarios deberán usar sus dispositivos como Notebooks, Netbooks, Ipad's, Tablets, celulares y Smartphones, que se encuentren en la zona de cobertura .

Con la implementación de las zonas WiFi en los parques públicos de la Parroquia de San Antonio se beneficiará a los usuarios que requieran de consultas oportunas en internet y pueda acceder a páginas web, mensajería instantánea, redes sociales, descarga de archivos haciendo uso de dispositivos móviles.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

¹ TIC's - Tecnologías de la Información y Comunicación

² WiFi (Wireless Fidelity) - Fidelidad inalámbrica

- Proponer una red inalámbrica mediante el estándar 802.11ac para brindar acceso a internet a los ciudadanos en los parques públicos para reducir la brecha digital en la parroquia de San Antonio de Ibarra.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir fundamentos teóricos acerca de estándares IEEE³ 802.11ac para la red de enlaces troncales y de acceso.
- Determinar los requisitos mínimos de capacidad de ancho de banda mediante un análisis de los diferentes servicios y aplicaciones que pueda disponer el usuario.
- Realizar un modelo jerárquico de red mediante herramientas necesarias para el diseño de la red troncal y topología de la red de distribución y acceso a los usuarios.
- Elegir los equipos que soporten el estándar 802.11ac mediante un análisis comparativo para proporcionar un rendimiento y alcanzar una mejor cobertura de la red inalámbrica.

³ IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers – Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

- Realizar simulaciones de los radio enlaces en cada parque mediante el software radio Mobile para la respectiva evaluación de estos.
- Investigar el marco regulatorio y las normas que se deben cumplir para el diseño de la red propuesta.
- Establecer políticas de control de acceso a algunas páginas web mediante un firewall para brindar seguridad a los usuarios.
- Limitar el tiempo de conexión a los usuarios mediante un portal cautivo para poder administrar el acceso a internet.
- Analizar los costos de los equipos realizando un presupuesto referencial para una futura implementación.

1.3. ALCANCE

El presente proyecto tiene como objetivo realizar el diseño de una red inalámbrica mediante el estándar 802.11ac, la cual nos permitirá brindar el acceso a internet a 6 parques de la parroquia de San Antonio de Ibarra de una forma eficiente, administrable y escalable, para poder cooperar al desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación tal como nos indica el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial impulsado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Antonio de Ibarra.

Primeramente se procederá a realizar la recopilación de información acerca de la descripción de las características básicas como son la velocidad de transmisión, el alcance, ancho de banda y frecuencias en las que pueden operar los enlaces troncales y de acceso del estándar IEEE 802.11ac.

Seguidamente se realizará un análisis de las aplicaciones, servicios, número de dispositivos por usuario, conexiones simultáneas, para determinar los requisitos de capacidad de la red inalámbrica y la demanda de tráfico, ya que éste crece exponencialmente y hay que tener en cuenta las exigencias del tráfico actual y futuro.

Luego se realizará el reconocimiento de los puntos donde se va a prestar el servicio de internet, la topología es punto multipunto. El principal punto será el parque central de San Antonio de Ibarra desde ahí se distribuirá a los 6 parques de la parroquia realizando los respectivos enlaces del diagrama de la red troncal y la de distribución.

Se realizará una selección de los equipos como: antenas, Access point, cables que podrían ser utilizados en la implementación de la red inalámbrica. Se analizará marcas de equipos de diferentes proveedores, se detallará las características técnicas de cada uno, y se elegirá los que soporten el estándar 802.11ac y cumplan con los requerimientos propuestos en el diseño de la red.

Para pruebas previas del enlace se realizará mediante el software radio Mobile en donde se podrá analizar varios parámetros como son: el cálculo de potencia características de los equipos y perfiles topográficos del terreno, esto servirá para determinar obstáculos físicos que puedan causar interferencia a la red, el principal parámetro que se analizará es el cálculo de la zona de fresnel el cual define un valor idóneo para una correcta comunicación inalámbrica, esto ayudará a tener una línea de vista directa y a ubicar las antenas en los

diferentes parques para tener un enlace confiable. También se realizará una prueba de funcionamiento de la red inalámbrica en un parque de la parroquia de San Antonio.

Se procederá a investigar los formularios que se deben llenar para tener la concesión de frecuencia para los enlaces troncales y de distribución y que exista un registro legal en ARCOTEL para una futura implementación.

Para brindar administración a la red se lo hará mediante la utilización de un portal cautivo con software libre, esto garantizará dar un tiempo estimado de conexión a cada usuario y controlar el ancho de banda, el cual será configurado según las necesidades determinadas en el proceso de desarrollo del proyecto. También se prohibirá que los usuarios accedan a páginas web con contenidos inadecuados para la sociedad como son pornografía, violencia, drogas; esto se realizará mediante un firewall para tener seguridad de la red y usuarios.

Posteriormente se tomará en cuenta el costo de los equipos que se utilizaran en el diseño de la red y finalmente se analizará un presupuesto referencial que servirá en el momento de una posible implementación de la red inalámbrica en la parroquia de San Antonio.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El Plan Nacional de Banda Ancha busca mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos mediante el uso, introducción y apropiación de las nuevas tecnologías de información y comunicación así como también permitir a todos los ecuatorianos independientemente

de su condición socio-económica y ubicación geográfica el acceso a los servicios de banda ancha con calidad y calidez. (MINTEL, 2009)

El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Antonio de Ibarra desea contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y a las necesidades básicas, una de esas necesidades es aportar al desarrollo de las TICs mediante un diseño de red inalámbrica en los parques de la parroquia para dar acceso a internet.

Debido a la gran necesidad de la utilización del internet de banda ancha para todo tipo de funciones como estudiar, comunicarse y trabajar se considera indispensable contar con acceso a la información y qué mejor si este es de manera gratuita en los sitios públicos, utilizando la tecnología WiFi mediante el protocolo 802.11ac gracias a sus ventajas técnicas como es mayor velocidad de transmisión, trabajar en la banda 5GHz hará que la red sea más robusta que no estarán sujetas a la interferencia de la banda 2.4GHz y será compatible con estándares anteriores.

Por estas razones se considera realizar el diseño de una red inalámbrica el cual ayudará a romper la brecha digital tecnológica que se presenta actualmente con la finalidad de brindar el acceso de internet a la población de la parroquia de San Antonio para mejorar las condiciones de educación y calidad de vida, propiciando la conectividad en parques públicos donde se brindará el acceso a las tecnologías de la información y comunicación.

CAPITULO II

En este capítulo se describe las redes inalámbricas y características, los fundamentos teóricos del estándar 802.11ac, además se explica los beneficios que tiene utilizar este estándar con respecto a 802.11n. Se define los dispositivos para la comunicación inalámbrica como son Access Point, antenas y Switch. También se habla de lo importante que es la seguridad en una red inalámbrica abierta sus mecanismos de seguridad y las políticas que se establecerán para proteger los datos e información de los usuarios que van a circular por la red mediante un portal cautivo y un firewall.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la tecnología ha avanzado de una manera muy vertiginosa, lo que ha generado nuevas formas de comunicación y transmisión de la información, que cada vez se enfoca más en lo inalámbrico.

(Fernandokatz, 2010) Describe que las redes inalámbricas han evolucionado y están ganando mucha popularidad conforme sus prestaciones aumentan y se descubren nuevas aplicaciones, convirtiéndose en una tecnología predominante brindando flexibilidad y

movilidad a los usuarios que necesitan estar conectados en cualquier parte y a cualquier hora para acceder a información y recursos en tiempo real sin la necesidad de estar conectados a un determinado lugar, para ellos se han creado los enlaces inalámbricos o WiFi.

(De la Rosa Domínguez, 2012), afirma que “El término WiFi es utilizado para designar a todas las soluciones informáticas que utilizan tecnología inalámbrica 802.11 para crear redes. El 802.11 es el estándar más utilizado para conectar computadoras o dispositivos a distancia”.

Una red WLAN⁴ permite reemplazar los cables por conexión inalámbrica ofreciendo a los usuarios movilidad en las zonas de cobertura. Se ha encontrado una variedad de aplicaciones como son en hoteles, aeropuertos, campus universitarios, parques públicos entre otros; convirtiéndose en la más utilizada hoy en día. (De la Rosa Domínguez, 2012)

2.1.1. TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS

Cada una de estas redes inalámbricas funciona bajo el estándar IEEE, las redes inalámbricas hoy en día contemplan una amplia variedad de aplicaciones como son la interconexión de computadoras a cortas distancias o comunicaciones satelitales que pueden llegar a cualquier parte del mundo. Según (Amaya Mantilla, 2007) las redes inalámbricas pueden clasificarse en dos categorías que son:

⁴ WLAN - Wireless local area network – Red de área local inalámbrica

2.1.1.1. Redes inalámbricas de corto alcance

Este tipo de redes son para comunicar equipos dentro de hogares, hospitales, redes entre edificios que no se encuentren muy retirados entre sí. Se puede encontrar dos tipos de redes que son:

- **WPAN⁵**

Estas son utilizadas principalmente para comunicar equipos dentro de hogares, almacenes entre otros, tienen un área de cobertura menor y trabajan en áreas reducidas a una distancia mínima de 10 metros.

Como se puede observar en la figura 1 estas redes usan tecnología bluetooth transmite la información empleando ondas de radio de 2.4GHz como son cámara fotográfica, teléfono celular, impresora, scanner y así intercambian información entre estos dispositivos.

⁵ WPAN - Wireless Personal Area Network– Redes inalámbricas de área personal.

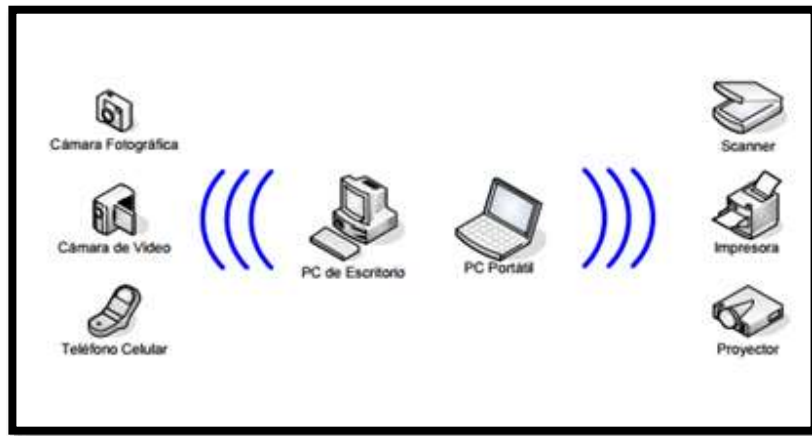


Figura 1. Red WPAN

Fuente: Amaya Mantilla, “DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA Y SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS INALÁMBRICAS CON MONITOREO REMOTO PARA EL EDIFICIO DE LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS PÚBLICAS DE QUITO (EMOP-Q)”. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, Sangolquí – Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/607/1/T-ESPE-014615.pdf>

- **WLAN**

En redes corporativas cuyos departamentos no se encuentren muy retirados entre sí se encuentran las WLAN. Permite que los usuarios puedan movilizarse en un área específica, se basa en los estándares 802.11. Este tipo de redes son para conectar usuarios móviles mediante estaciones bases o puntos de acceso, opera en las bandas de frecuencia 2,4GHz y 5GHz.

2.1.1.2. Redes inalámbricas de largo alcance

Las redes de largo alcance están orientadas hacia la transmisión de información en espacios más amplios que en las redes de corto alcance, pueden ser desde una misma ciudad

o hasta comunicaciones con varios países, se pueden usar para videoconferencias, transmisiones de canales de televisión entre otros.

- **WMAN⁶**

Son más extensas pueden variar desde comunicaciones en una misma ciudad a través de redes WMAN la cual utiliza tecnologías como WiMax y puede cubrir una distancia aproximadamente de 50 kilómetros, esta tecnología conecta edificios entre sí que se encuentran separados a grandes distancias.

Como se puede observar en la figura 2 se encuentran conectados tres edificios entre sí mediante la tecnología WiMax, la cual transmite informaciones a velocidades de hasta 124Mbps.

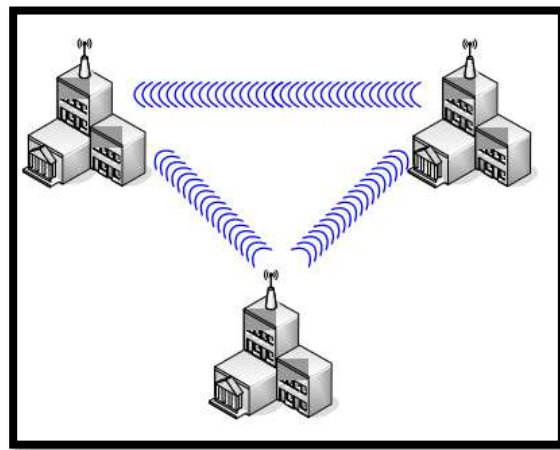


Figura 2. Red WMAN

Fuente: Amaya Mantilla, “DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA Y SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS INALÁMBRICAS CON MONITOREO REMOTO PARA EL EDIFICIO DE LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS PÚBLICAS DE QUITO (EMOP-Q)”. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, Sangolquí – Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/607/1/T-ESPE-014615.pdf>

⁶ WMAN - Wireless Metropolitan Area Network– Redes inalámbricas de área metropolitana.

- **WWAN⁷**

Permiten conexiones entre varios países o ciudades mediante redes WWAN que se realizan generalmente mediante enlaces satelitales. Son conexiones entre áreas geográficas demasiadas extensas.

En la figura 3 se puede observar mediante una comunicación satelital se puede conectar entre si dos ciudades que se encuentran muy apartadas.

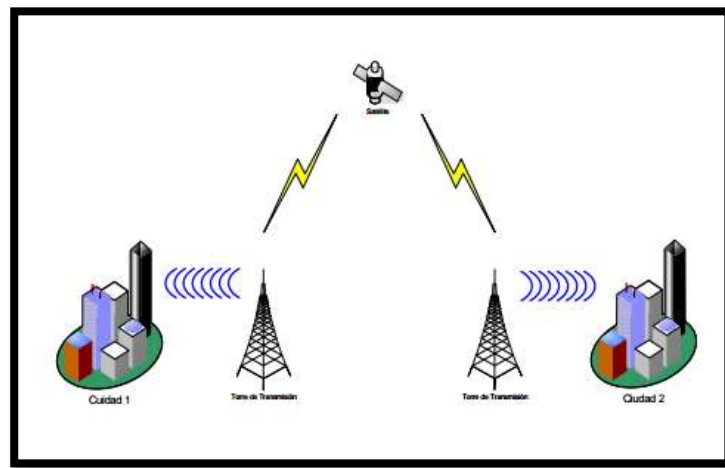


Figura 3. Red WWAN

Fuente: Amaya Mantilla, “DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA Y SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS INALÁMBRICAS CON MONITOREO REMOTO PARA EL EDIFICIO DE LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS PÚBLICAS DE QUITO (EMOP-Q)”. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, Sangolquí – Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/607/1/T-ESPE-014615.pdf>

⁷ WWAN - (Wireless Wide Area Network)– Redes inalámbricas de área amplia.

Tabla 1. *Tecnologías inalámbricas*

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Estándares	802.15	802.11	802.16	802.20
Tecnologías	Bluetooth	Wi-Fi	Wi-Max	CDMA, GSM, GPRS
Ancho de Banda	Menor a 1 Mbps.	De 1 a 54 Mbps.	124 Mbps.	9.6 Kbps. a 2.4 Mbps.
Aplicaciones	Doméstica, PDA´s, Entorno de oficina	Redes Corporativas	Interconexión de Redes Corporativas	Telefonía móvil, celular, Satélite.

Fuente: Amaya Mantilla, "DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA Y SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS INALÁMBRICAS CON MONITOREO REMOTO PARA EL EDIFICIO DE LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS PÚBLICAS DE QUITO (EMOP-Q)". ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, Sangolquí – Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/607/1/T-ESPE-014615.pdf>

La tabla 1 nos indica las características de las diferentes tecnologías inalámbricas indicando su estándar, ancho de banda y aplicaciones.

El desarrollo del proyecto está centrado en una red inalámbrica de corto alcance, una red WLAN con tecnología WiFi, se realizará los enlaces desde el GAD de San Antonio hacia los 6 parques que se encuentran separados unos pocos kilómetros.

2.2. REDES INALÁMBRICAS WLAN

“Las redes inalámbricas se basan en el principio de conectar una antena a un circuito eléctrico en donde las ondas electromagnéticas se difunden para captarse en un receptor a cierta distancia” (Hurtado Chango & Cacuango Quimbiamba, 2014).

En una red inalámbrica los datos se transmiten de un punto a otro sin la necesidad de utilizar un medio físico esto se hace por medio del aire usando la tecnología de radiofrecuencia, siendo estas de gran ayuda en lugares donde las redes cableadas no pueden acceder ya sea por costo o por ubicación, convirtiéndose las comunicaciones inalámbricas en la conexión principal de todos los usuarios.

El diagrama de una red inalámbrica se muestra en la Figura 4, en donde se encuentra un Access Point el cual trasmite información hacia los dispositivos finales como son una computadora, un teléfono móvil y una laptop, lo cual permite a los usuarios moverse libremente alrededor de la zona de cobertura.

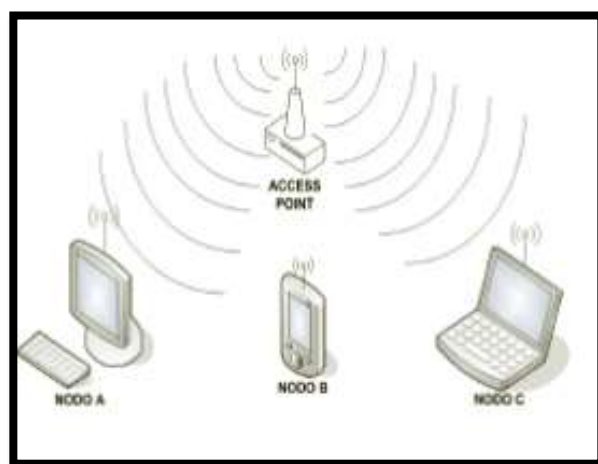


Figura 4. Red WLAN.

Fuente: Manuel Suárez Gutiérrez, MECANISMOS DE SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS, Recuperado de: <http://www.uv.mx/personal/mansuarez/files/2012/05/Mecanismos-de-Seguridad-en-Redes-InalambricasProtegido.pdf>

2.2.1. ARQUITECTURA DE 802.11

El estándar 802.11 hace referencia al modelo OSI⁸, este estándar trabaja en las dos capas inferiores en la capa física y en la enlace de datos como muestra la figura 5.

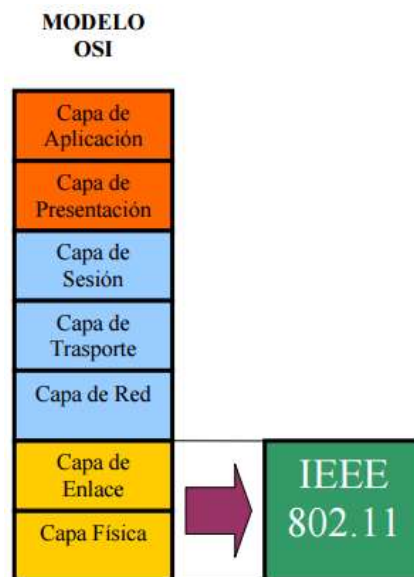


Figura 5. Modelo OSI

Fuente: Amaya Mantilla, “DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA Y SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS INALÁMBRICAS CON MONITOREO REMOTO PARA EL EDIFICIO DE LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS PÚBLICAS DE QUITO (EMOP-Q)”. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, Sangolquí – Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/607/1/T-ESPE-014615.pdf>

2.2.1.1. Capa Física

(Amaya Mantilla, 2007), refiere que la capa física describe las características físicas de la comunicación, es decir, es la que se encarga de la modulación y la codificación de las

⁸ OSI - Open System Interconnection – Modelo de interconexión de sistemas abiertos

señales, los códigos de canales, potencias de transmisión, longitudes de onda, sincronización, temporización y distancias máximas, etc.

Esta capa conforma todos los componentes de hardware que sean necesarios para lograr la comunicación entre dos puntos físicamente para que sea enviada la señal, garantizando que esta llegue a su destino.

Según (Amaya Mantilla, 2007), el estándar 802.11 engloba la tecnología de radiofrecuencia y define varias técnicas de transmisión como son:

- **Espectro ensanchado por saltos de frecuencia (FHSS⁹)**

Consiste en dividir la banda de frecuencia en una serie de canales e ir transmitiendo la información salto a salto de un canal a otro, este procedimiento conocido como hopping pattern debe ser acordado con anterioridad entre el dispositivo transmisor de información y el receptor, cada tramo de información se transmite en una frecuencia distinta durante un periodo corto de tiempo (inferior a 400 ms), esta técnica reduce la interferencia, siempre y cuando las comunicaciones no utilicen la misma frecuencia de transmisión en el mismo intervalo de tiempo, FHSS presenta una ventaja ante DSSS ya que con esta tecnología se puede tener más de un punto de acceso en la misma zona geográfica.

⁹ FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum– Espectro ensanchado por saltos de frecuencia

- **Espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS¹⁰)**

La técnica de modulación DSSS permite la generación de una señal de chip o chipping code, en el dispositivo transmisor de la información, la cual consiste en la sustitución de cada uno de los bits de la señal original por secuencias de bits mediante un proceso de modulación denominado secuencia de Barker, las cuales son únicamente conocidas por el receptor.

- **Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM¹¹)**

Es una técnica que divide el espectro en múltiples subportadoras, en cada uno de los cuales se modula una portadora distinta para transmitir grandes cantidades de datos digitales, estos se transfieren de manera simultánea hacia el receptor en diferentes frecuencias, esta técnica durante la transmisión reduce el efecto de cruce de líneas (diafonía).

2.2.1.2. Capa de enlace de datos

La capa enlace de datos se encarga del flujo de información sobre la red, asegura que la información que se envía entre dispositivos conectados directamente dentro de la red llegue libre de errores, además nos muestra cómo se transportan los datos al nivel de capa física.

¹⁰ DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum– Espectro ensanchado por secuencia directa

¹¹ OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing– Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales

La capa enlace de datos se divide en dos subcapas:

- **Subcapa LLC¹²**

Esta subcapa se encarga de que los datos sean transferidos sobre el medio físico y proporciona servicio a las capas superiores, se ubica en la parte inferior de la capa enlace de datos, las funciones que realiza son las siguientes:

- Encapsula el paquete en forma de tramas
- Corrige errores de transmisión.
- Control de flujo.
- Administra la capa de enlace.

- **Subcapa MAC¹³**

Esta subcapa está ubicada en la parte inferior de la capa enlace de datos, define las técnicas que permiten que los dispositivos compartan el espectro radioeléctrico, controla aspectos como sincronización y algoritmos de distribución utiliza la técnica CSMA/CA la cual funciona de la siguiente manera:

- Hacer un sondeo del canal para determinar si se encuentra disponible u ocupado.

¹² LLC - Logical Link Control– Control de Enlace Lógico

¹³ MAC - Media Access Control– Nivel de Acceso al Medio

- Si el sondeo del canal indica que el medio está desocupado, la estación establece un tiempo de espera adicional.
- Si durante este intervalo de tiempo el medio está ocupado, entonces se deberá esperar hasta el final de la transacción actual.
- Cuando finaliza la espera la estación ejecuta el algoritmo de Back-off, su función es la de reducir la probabilidad de colisión máxima cuando varias estaciones están esperando a que el medio quede libre para poder transmitir.
- Mientras se ejecuta la espera marcada por el algoritmo de Back-off se continúa sondeando el medio, de tal manera que si el medio se determina libre durante un tiempo esta espera va avanzando temporalmente hasta que la estación consume todas las ranura temporales asignadas.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES INALÁMBRICAS

Movilidad: Los usuarios pueden desplazarse sin perder la comunicación dentro del área de cobertura sin la necesidad de estar en un lugar fijo proporcionando comodidad, ya no es necesario estar atado a un cable para poder navegar en internet.

Fácil instalación: El tiempo de instalación es relativamente corto, elimina la necesidad de realizar cableado a través de paredes y techos, una red inalámbrica es fácil de instalar y lo más principal se ahorra dinero.

Cobertura: Permiten dar servicios a los usuarios en donde con cable es muy difícil llegar, garantizando la conectividad a lugares de difícil acceso.

Escalabilidad: Se puede incorporar nuevos usuarios a la red sin necesidad de grandes cambios en la red también pueden ser implementados con diferentes topologías, facilidad de expandir la red después de su instalación inicial.

2.3.1. IEEE 802.11

“El estándar 802.11, es un conjunto de reglas y protocolos que definen las redes inalámbricas en general, es verdaderamente el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps” (Vásquez, 2013).

Este estándar fue definido por el IEEE en 1997 el cual reemplazará los cables Ethernet por una conexión inalámbrica. A partir de este estándar se fueron desarrollando otros que han ido introduciendo mejoras en su velocidad de transmisión.

El IEEE 802.11 es un estándar de protocolo de comunicaciones el cual define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI la capa física y la capa enlace de datos, especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN.

A continuación se describen los diferentes estándares de la familia IEEE 802.11.

2.3.1.1. IEEE 802.11a

En julio de 1999 fue creado, el estándar posee una velocidad máxima de 54Mbps, opera en la banda de frecuencia de 5GHz siendo una banda menos saturada, posee una modulación

OFDM y no es compatible con 802.11b y 802.11g, ya que no utiliza el mismo rango de frecuencias. Tiene 12 canales sin solapamiento de los cuales 8 se utilizan para enlaces interiores y los 4 para enlaces exteriores (TRICALCAR, pág. 11).

2.3.1.2. IEEE 802.11b

En septiembre de 1999 fue creado, este estándar alcanza una velocidad máxima de 11Mbps, opera en la banda de frecuencia de 2,4GHz y posee una modulación DSSS. Es compatible con los equipos 802.11g y 802.11n. Tiene 11 canales de los cuales se utilizan el 1, 6 y 11 ya que estos canales no tendrán problemas de solapamiento (TRICALCAR, pág. 11).

2.3.1.3. IEEE 802.11g

En junio del 2003 fue creado, el estándar posee una velocidad teórica máxima de 54Mbps, opera en la banda de frecuencia de 2,4GHz y emplea dos técnicas de modulación OFDM y DSSS. Compatible con 802.11b y 802.11n (TRICALCAR, pág. 12).

2.3.1.4. IEEE 802.11n

En enero del 2009 fue aprobado, el estándar posee una velocidad máxima de 600Mbps, opera en la banda de frecuencia de 2,4GHz y 5GHz y posee la tecnología MIMO¹⁴ y emplea la técnica de modulación 64QAM¹⁵. Compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de WiFi (TRICALCAR, pág. 13).

2.3.1.5. IEEE 802.11ac

En diciembre del 2013 fue aprobado, el estándar posee una velocidad máxima de 1,3Gbps, opera en la banda de frecuencia de 5GHz la cual presenta menos interferencias, emplea una modulación 256QAM y posee una tecnología MU-MIMO¹⁶.

2.3.1.6. Comparación de los diferentes estándares

En la Tabla 2 se puede observar la comparación de los diferentes estándares 802.11 sus parámetros técnicos como son la banda de frecuencia en la que operan y la velocidad de transmisión que posee cada uno.

¹⁴ MIMO – Multiple Input Multiple Output– Múltiples entradas y múltiples salidas

¹⁵ QAM – Quadrature Amplitud Modulation– Modulación de amplitud en cuadratura

¹⁶ MU–MIMO – Multiuser–Multiple Input Multiple Output– Multiusuarios múltiples entradas y múltiples salidas

Tabla 2. Comparación de estándares

Estándar	Año	Banda de Frecuencia	Velocidad de transmisión
802.11	1997	2,4Ghz	2Mbps
802.11a	1999	5Ghz	54Mbps
802.11b	1999	2,4Ghz	11Mbps
802.11g	2003	2,4Ghz	54Mbps
802.11n	2009	2,4Ghz y 5Ghz	600Mbps
802.11ac	2013	5Ghz	1,3Gbps

Fuente: Elaborado por autor

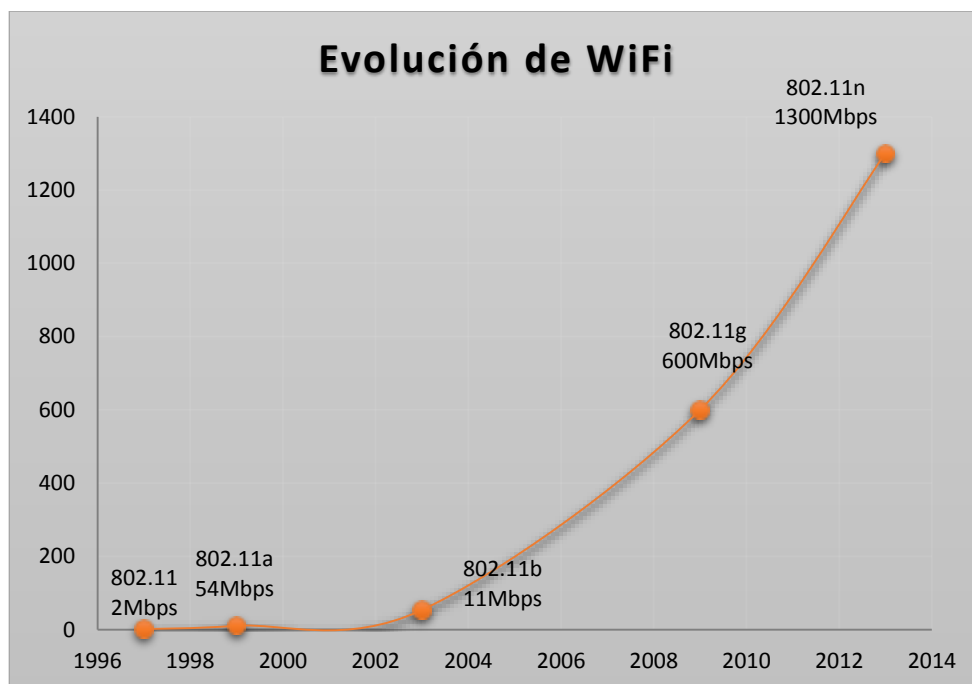


Figura 6. Evolución de las redes inalámbricas

Fuente: Elaborado por autor

Como se puede observar en la Figura 6 los estándares de las redes inalámbricas han mejorado su velocidad de transmisión según los años que han ido transcurriendo llegando a una velocidad muy rápida que ofrece el estándar 802.11ac como es de 1,3Gbps.

2.4. IEEE 802.11AC

“Las redes inalámbricas futuras deben luchar con una demanda mucho más grande. Se prevé que para mediados de 2015, más del 50% de los Smartphones incluirán hardware 802.11ac.” (Fluke Networks Corporation, 2014)

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

“El estándar 802.11ac representa la quinta generación de estándares IEEE 802.11 para redes LAN inalámbricas, y ofrece una conexión con velocidad de transferencia de datos de al menos tres veces la velocidad del estándar 802.11n.” (Motorola Solutions, 2013)

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

2.4.1. MEJORAS CON RESPECTO A 802.11n

- Opera en la banda de 5Ghz, haciendo que las redes inalámbricas sean más robustas y no estén sujetas a la interferencia y ruido que presenta la banda 2,4GHz.
- Es compatible con versiones anteriores con 802.11a/n, sin embargo cuando se conecten su velocidad reducirá a la de IEEE 802.11a/n, la compatibilidad con 802.11b/g se da cuando el equipo 802.11ac sea dual esto quiere decir que trabaje en la banda de frecuencia de 2,4GHz y 5GHz.
- 802.11n ofrece velocidad de 600Mbps mientras que 802.11ac velocidad teórica de 1,3Gbps.
- Ha desarrollado la unión de canales de 80MHz hasta 160MHz, esto es para seguir aumentando la velocidad a un máximo de 9,6Gbps.
- En 802.11n la modulación es 64QAM este pasa a una modulación 256-QAM en 802.11ac esto servirá para incrementar la eficiencia en la transferencia de datos. Con respecto a 802.11n lograra velocidades de 1.33 veces más altas. Cuanto mayor es el número de QAM, mayor es la cantidad de bits por símbolo que pueden transmitirse y más rápida es la velocidad de transferencia de datos del enlace inalámbrico.
- En 802.11n incluye la capacidad MIMO esto solo beneficia a un solo dispositivo, tiene 4 antenas para transmisión y recepción mientras que en 802.11ac puede tener 8 antenas de transmisión y recepción utilizando la tecnología MU-MIMO el cual activa las transmisiones simultáneas para varios usuarios.

- Incorpora la tecnología Beamforming, en donde la señal WiFi tiene una mejor penetración de los obstáculos como las paredes y por lo tanto, una mejor cobertura.

2.4.2. NECESIDAD DE REDES MÁS RÁPIDAS

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

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

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

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

2.5. CONFIGURACIÓN DE LAS REDES INALÁMBRICAS

Las redes inalámbricas dependiendo del uso o la configuración para lo que son diseñadas se clasifican en:

2.5.1. REDES PUNTO A PUNTO

Una red punto a punto, es aquella que se forma entre dos equipos que se comunican entre sí sin la necesidad de un dispositivo central, donde uno de los elementos es el transmisor y el otro el receptor (MTM Telecom, 2012).

2.5.2. REDES PUNTO MULTIPUNTO

Las redes punto multipunto son aquellas redes en las que uno o más dispositivos se conectan, por medio de un solo punto de acceso se puede comunicar a más de un dispositivo. Existe un punto central que se comunica con varios puntos remotos (MTM Telecom, 2012).

2.5.3. REDES MULTIPUNTO-MULTIPUNTO

En este tipo de redes, no existe un equipo que lidere o controle la transmisión de la información que circula en la red central, esto quiere decir que todos los nodos se comunican con todos para transmitir el tráfico hacia los demás (MTM Telecom, 2012).

Este tipo de redes se forman en una topología malla, la cual ofrece redundancia en las comunicaciones sin ser interrumpida si un nodo llega a fallar los demás están para suplantarlo.

2.6. DEFINICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE LAS WLAN

Una red inalámbrica está formada por varios dispositivos que se encargan de enviar la información al usuario, los elementos que constituyen una WLAN son los siguientes:

2.6.1. ANTENA

“Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir señales de radiofrecuencia hacia el espacio libre, una antena transmisora transforma voltajes en señales de radiofrecuencias, y una receptora realiza la función inversa”. (Vázquez Peralta, 2010)

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

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

La característica más importante de una antena es la ganancia, cuanto mayor es la ganancia mejor es la antena.

2.6.1.1. Tipos de antenas

- **Antenas direccionales**

“Este tipo de antena concentra la mayor parte de la energía radiada en un solo lugar, de esta forma se aumenta la potencia hacia el receptor, evitando todo tipo de interferencias desconocidas o provenientes de lugares no deseados.” (De la Rosa Domínguez, 2012).

Se utilizan en comunicaciones punto a punto, su radiación se centran en un solo punto dando un mejor rendimiento y largo alcance enviando la información a una cierta zona de cobertura, tiene una ganancia de hasta 25dBi.

- **Antenas omnidireccionales**

“Las antenas de esta clasificación envían la información a los 360 grados, por lo que teóricamente es posible establecer la conexión y comenzar la comunicación desde cualquier punto.” (De la Rosa Domínguez, 2012)

Este tipo de antenas orientan la señal en todas las direcciones pero su alcance es menor que el de las direccionales la ganancia es sobre los 14dBi.

- **Antenas sectoriales**

Este tipo de antenas son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales, emiten un radio más amplio que una direccional pero no tan extenso como una omnidireccional. Su alcance es superior que el de las omnidireccionales pero no mejor que la direccional. (De la Rosa Domínguez, 2012)

Estas antenas son más costosas que las omnidireccionales y las unidireccionales, se debe instalar 3 antenas sectoriales de 120° para tener una cobertura de 360°, su ganancia esta sobre los 20dBi.

2.6.2. ACCESS POINT

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

por los dos medios (cableada e inalámbrica). Tiene una dirección IP asignada para poder ser configurado” (Moro Vallina, 2013)

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

El Access Point o punto de acceso, hace de transmisor central y receptor de las señales de radio en una red WLAN, tiene la capacidad de gestionar todo el tráfico de las estaciones inalámbricas.

2.6.3. SWITCH

“Un switch o conmutador es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar equipos en red formando lo que se conoce como una red de área local (LAN) y cuyas especificaciones técnicas siguen el estándar conocido como Ethernet.” (González, 2013)

Un Switch opera en la capa 2 o capa enlace de datos del modelo OSI interconectando dos o más dispositivos, su función principal es servir como un puente para transmitir datos de un segmento a otro, reenvía los paquetes en base a la dirección, gestiona la distribución de la información del servidor a las estaciones de trabajo.

El Switch hace que la información dirigida a un dispositivo vaya desde un puerto origen a un puerto destino y viaje de forma directa, almacena direcciones de red de dispositivos alcanzables a través de sus puertos.

2.7. SOFTWARE LIBRE

En la actualidad el uso de software libre se está incrementando notablemente debido a las prestaciones que ofrece como: costo del software bajo o nulo, continua corrección de fallos para optimizar el software, no existe restricciones legales para su uso, no utiliza licencias, no existe restricciones en el número de usuarios que utilizan el software, independencia de proveedores de software propietario, seguridad entre otros. (Miño Robalino & Muñoz Puenayán , 2014)

El software libre es una alternativa para dar servicios de comunicaciones en instituciones de bajos recursos, aportando a la disminución de la brecha tecnológica.

En el sitio web de (Free Knowledge Foudation) se afirma que “El Software Libre son programas de ordenador que pueden ser utilizados, copiados, modificados y redistribuidos libremente por sus usuarios”.

El software libre no significa que es gratis sino que expresa libertad de que el usuario pueda ejecutar un programa sin que se le prohíba nada.

2.7.1. LIBERTADES

(Linux Professional Institute, 2014) Afirma que los usuarios poseen libertades frente a los servicios informáticos de software libre existentes entre los que define:

- **Libertad 0:** la libertad de que el usuario use el programa para lo que quiera.

- **Libertad 1:** la libertad de estudiar el funcionamiento del programa, y de modificarlo, pero es necesario el acceso al código fuente.
- **Libertad 2:** la libertad de que el usuario pueda redistribuir copias de los programas.
- **Libertad 3:** la libertad de que el usuario redistribuya copias del programa modificado pero es necesario el acceso al código fuente.

2.7.2. TIPOS DE LICENCIA

- **Licencia GPL:** Protege el software libre de apropiaciones. Esto quiere decir, que si se copia un programa se debe redistribuir con la misma licencia y no una propietaria asegurando que es libre para todos los usuarios.
- **Licencia BSD:** Permite la redistribución y modificación de manera libre incluso si los trabajos tienen propietario, esto quiere decir que el usuario tiene libertad ilimitada con respecto al software y puede decidir redistribuirlo como libre o no libre.
- **Licencia MPL:** No hace ninguna restricción en absoluto esto quiere decir que se puede usar, copiar, modificar el código (Biblioteca Universitaria UCLM).

2.8. SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS

Una red inalámbrica al transmitir datos a través de las ondas de radio es más vulnerable a sufrir ataques que una red cableada de tal manera que para brindar seguridad se debe usar mecanismos de encriptación y protocolos de protección de los datos.

La seguridad de una red inalámbrica es muy importante ya que se debe controlar el acceso de los usuarios, algunas recomendaciones que se deben aplicar son:

- Utilizar un mecanismo de encriptación.
- Inhabilitar DHCP, usar IP's fijas.
- Cambiar el SSID por defecto de los puntos de acceso
- Desactivar la emisión de broadcast del SSID.
- Cambiar frecuentemente la contraseña de acceso.

2.8.1. MECANISMOS DE SEGURIDAD

Se define los diferentes protocolos de cifrado de datos para el estándar WiFi como son el WEP¹⁷, WPA¹⁸, WPA2, filtrado de direcciones MAC¹⁹ que se encargan de codificar la información transmitida para proteger la confidencialidad e integridad de los datos que circulan por la red (Panda Software International).

¹⁷ WEP - Wired Equivalent Privacy - Privacidad equivalente al cable

¹⁸ WPA - WiFi Protected Access – Acceso protegido WiFi

¹⁹ MAC - Media Access Control – Control de acceso al medio

2.8.1.1. WEP

Es el algoritmo opcional de seguridad, según el estándar IEEE 802.11, su función es proporcionar confidencialidad, autenticación y control de acceso en redes WLAN.

Este mecanismo de seguridad utiliza una misma clave simétrica y estática en las estaciones y el punto de acceso. WEP no incluye autenticación de usuarios ni mecanismos de protección contra mensajes repetidos esto permite que se capturen los paquetes haciendo que este sistema no sea apropiado para asegurar una red inalámbrica.

Utiliza claves de 64 o 128 bits, no es seguro utilizar porque su protección es demasiado débil y es muy fácil descryptar, mediante programas adecuados se romperá la clave por personas maliciosas por lo que es considerado un protocolo no seguro (Panda Software International).

2.8.1.2. WPA

Soluciona las debilidades de WEP mejora la confidencialidad y posee nuevas técnicas de integridad y autenticación.

Propone un protocolo de cifrado conocido como TKIP²⁰, este se encarga de cambiar la clave compartida entre un punto de acceso y un usuario cada cierto tiempo, usa un

²⁰ TKIP - Temporary Key Integrity Protocol– Protocolo de integridad de clave temporal

mecanismo de autenticación 802.1x y se recomienda que la clave sea larga porque es vulnerable a contraseñas cortas.

Posee una distribución dinámica de claves y distribuidas de forma automática es más robusta evitando tener que modificar manualmente en cada uno de los elementos (Panda Software International).

2.8.1.3. WPA2

Corrige las vulnerabilidades de WPA, se basa en el estándar 802.11i tiene un algoritmo de cifrado AES²¹ utiliza claves de 128 bits, ayuda a los dispositivos cuando hacen roaming y cambian de punto de acceso. La contraseña debe constar de al menos 8 hasta máximo 63 caracteres proporcionando una seguridad adecuada frente a amenazas a las redes inalámbricas (Panda Software International).

2.8.1.4. Filtrado de direcciones MAC:

Únicamente podrán ingresar a la red inalámbrica los usuarios que tengan los equipos registrados en la tabla de acceso. Este método consiste en la creación de una tabla de datos la cual contendrá las direcciones MAC de las tarjetas de red inalámbrica de cada usuario que

²¹ AES - Advanced Encryption Standard - Estándar de Encriptación Avanzada

pueden acceder al Access Point, de esta manera se logra autenticar el equipo para que pueda conectarse a la red. Esto se debe aplicar en redes pequeñas que no tengan un elevado tráfico de datos. En redes medianas o grandes no es recomendable aplicar esta seguridad, mientras aumentan los usuarios se torna inmanejable la red (CCM Benchmark, 2016).

2.8.2. RADIUS

Es un protocolo que utiliza el puerto 1812 UDP²² y funciona como cliente-servidor, permite gestionar la autenticación, autorización y auditoría más conocido como AAA²³ para el acceso y uso de recursos de la red esto se define de la siguiente manera:

Autenticación: Es un proceso por el cual se determina si un usuario tiene permiso para acceder a la red esto es mediante la presentación de credenciales haciendo uso de un nombre de usuario y una contraseña personal.

Autorización: Se refiere a conceder servicios a un usuario autenticado aquí se puede configurar restricciones a la autorización de determinados servicios como la hora, la localización del usuario.

Auditoría: Lleva el registro de toda la actividad que realiza un usuario en base a la identidad de quien accedió, el tiempo de conexión de inicio y final acceso a la red y cantidad de paquetes enviados.

²² UDP - User Datagram Protocol - Protocolo de datagrama de usuario

²³ AAA - Authentication, Authorization y Accounting - Autenticación, Autorización y Auditoría

Radius es un servidor encargado de autenticar las conexiones remotas de manera segura, utiliza un protocolo PAP, CHAP o EAP para comprobar la identidad del usuario. (Microsoft, 2016)

2.8.3. PORTAL CAUTIVO

(Ibañez , 2011) , afirma que “Un portal cautivo, es un programa o máquina que, en una red informática, controla el tráfico HTTP²⁴ y fuerza a los usuarios a pasar por una página pasarela para habilitar la navegación por Internet de forma normal”.

Esto quiere decir que el usuario deberá autenticarse para poder acceder a la navegación o únicamente se mostrara las normas de uso y el tiempo de duración de la conexión.

Los portales cautivos se utilizan generalmente en redes abiertas en donde se desea dar un mensaje de bienvenida a los usuarios indicando las condiciones de uso para que puedan navegar (Ricciardi, 2012).

Actualmente con el gran uso de redes inalámbricas abiertas como son en parques, aeropuertos, universidades o demás lugares públicos ha aumentado la utilización de portales cautivos, ya que el internet en estos lugares es gratuito se utiliza software libre sin tener que contar con una licencia pagada ahorrando cantidades de dinero. Garantizando la seguridad de la red y la información (Delta, 2016).

²⁴ HTTP - HyperText Transfer Protocol – Protocolo de transferencia de hipertexto

El funcionamiento del portal cautivo es el siguiente:

- El usuario desde cualquier dispositivo móvil con tecnología WIFI selecciona la red a la cual desea conectarse, solicitara la contraseña de acceso para validar el ingreso.
- Toda petición de navegación será redirigida al portal cautivo hasta que se ingrese las credenciales de acceso.
- Se verifica que las credenciales ingresadas por el usuario son correctas, una vez que comprueba esto se redirecciona a la página principal la cual contiene las políticas de acceso y condiciones de uso para que puedan acceder a los recursos de la red (Ricciardi, 2012).

2.8.3.1. Tipos de portales cautivos por hardware

Un Portal Cautivo por hardware son dispositivos dedicados esto quiere decir que no necesita de un computador ya que todo viene integrado en el mismo dispositivo. A continuación se mencionan algunos.

- Endian HotSpot
- 4ipnet HSG300 Wireless
- Cisco BBSM-Hotspot
- Cisco Site Selection Gateway
- NomadixGateway

- AptoAccess Gateway
- AnticaPayBridge

2.8.3.2. Tipos de portales cautivos por software

Un Portal Cautivo por software es un programa instalado en una computadora o servidor, el cual necesita mínimo dos tarjetas de red algunos son:

Linux:

- PepperSpot
- NoCatAuth
- Chillispot
- CoovaChilli
- WifiDog
- AirMarshal
- ZeroShell

Windows:

- Antamedia HotSpot
- WifiDog
- FirstSpot

FreeBSD:

- m0n0wall

- Pfsense

2.8.4. FIREWALL

(Santillán Arenas , 2010), describe que los firewalls (también llamados cortafuegos), son mecanismos de protección utilizados para establecer un control de acceso de los paquetes que entran y salen de una red. Funcionan mediante la definición de políticas, las cuales establecen lo que se va a permitir y lo que será restringido.

Un firewall es un dispositivo o filtro que controla todas las comunicaciones que pasan entre la red local y la red de internet permitiendo o denegando el paso del tipo de tráfico como puede ser correo electrónico, servicios web, ftp. Dependiendo del tipo de tráfico y examinando si la comunicación es entrante o saliente decide si permite o no el paso (Hernandez, 2000).

Un firewall puede ser un programa que se instala en el dispositivo de conexión o en dispositivo hardware que se conecte entre la red de internet y la red local, para que el cortafuegos funcione correctamente todo el tráfico de la información será inspeccionada mediante el uso de políticas de seguridad.

En otras palabras un firewall es un dispositivo que permite o niega los diferentes tipos de tráfico de una red a otra, es un filtro que controla todas las comunicaciones que pasan entre la red local y la de internet (Hernandez, 2000).

Con una correcta configuración de un firewall, permiten a los usuarios tengan soluciones de seguridad y no sean vulnerables ante hackers, crackers, etc.

Un firewall opera en las capas superiores del modelo OSI²⁵ en la capa de red y transporte en donde examinan los encabezados IP²⁶ y TCP²⁷, rechazan o pasan paquetes basándose en las reglas de filtrado establecidas.

2.8.4.1. Características de un Firewall

(García Delgado, 2012), describe ciertas características esenciales de un firewall entre ellas están:

- **Protección de la red:** Permite acceder únicamente al personal que se encuentre conectado a la red manteniendo alejados a los crackers informáticos.
- **Control de acceso a los recursos de la red:** Filtra el tráfico permitiendo o denegando el acceso a los recursos de la red mediante reglas programadas, controlando el acceso de los usuarios.
- **Control de uso de internet:** Permite boquear páginas web con contenidos inadecuados para la sociedad, determinar que sitios puede el usuario visitar y cuáles no.
- **Concentra la seguridad:** Vigila y monitorea los ataques externos y detecta actividades sospechosas.

²⁵ OSI - Open System Interconnection– Modelo de interconexión de sistemas abiertos

²⁶ IP - Internet Protocol– Protocolo de Internet

²⁷ TCP - Transmission Control Protocol– Protocolo de Control de Transmisión

2.8.4.2. Funciones de un Firewall

Filtrado de Paquetes de Datos.- Esta función principalmente se basa en analizar el tráfico de capa 3, teniendo en cuenta ciertas características del tráfico que se genera por las capas 2 o 4 y también características propias de capa 1 (Garcia Delgado, 2012). Las decisiones que se toman para saber si un paquete es útil o no son los siguientes:

- La dirección de origen desde donde viene el paquete (capa 3).
- La dirección del host de destino del paquete (capa 3).
- El protocolo específico que está siendo usado para la comunicación, frecuentemente Ethernet o IP (capas 2 y 3).
- El tipo de tráfico: TCP, UDP o ICMP (capas 3 y 4).
- Los puertos de origen y destino de la sesión (capa 4).
- El interfaz físico del cortafuegos a través del que el paquete llega y por el que habría que darle salida (capa 1), en dispositivos con 3 o más interfaces de red

Filtrado por Aplicación.- Este tipo de firewall da sus servicios principalmente a capa 7, servicios de autenticación de usuarios. También presta servicios de Proxy, este proxy se encarga de controlar el tráfico de un protocolo determinado como por ejemplo HTTP, FTP, DNS, etc., proporcionando un control de acceso y detallando registro de sucesos que ocurran en este. Los agentes que comúnmente cuentan con este tipo de dispositivos son DNS, FTP, HTTP, HTTPS, LDAP, NMTP, SMTP y Telnet (Garcia Delgado, 2012).

Reglas de Filtrado.- La familia de firewalls de filtrado de paquetes sobre la pila de protocolos TCP/IP funcionan filtrando las comunicaciones en ambos sentidos, es decir, entre

la interfaz interna, que es la conexión a la red privada y la interfaz externa, que es la conexión a la red pública (Hernandez, 2000).

El mecanismo de funcionamiento de este es a través de una lista de reglas, estas reglas pueden ser de tipo de aceptación rechazo y denegación.

(Garcia Delgado, 2012), define que en iptables, corresponde con los argumentos ACCEPT, REJECT y DROP, respectivamente. La lista de reglas de entrada (del exterior hacia la red) es totalmente independiente de la lista de reglas de filtrado de salida (de la red hacia el exterior). Las distintas listas de reglas se llaman cadenas.

Las reglas de rechazo y denegación son bastante similares, la diferencia radica en lo siguiente, cuando se rechaza una petición externa, envía una respuesta negativa diciendo que no acepta la comunicación, por el contrario, si descarta una petición, no envía ningún tipo de respuesta (Hernandez, 2000).

Registros de sucesos de unos cortafuegos.- Puede habilitar el registro de sucesos de los cortafuegos como ayuda para identificar el origen del tráfico entrante y obtener información detallada acerca de qué tráfico se está bloqueando (Garcia Delgado, 2012).

Normalmente el tráfico saliente correcto no se registra. El tráfico saliente que no está bloqueado no se registra.

2.8.4.3. Ventajas y Limitaciones de un Firewall

Según (Garcia Delgado, 2012) ayuda con la descripción de algunas ventajas y limitaciones de un firewall.

Ventajas

- Bloquea el acceso a personas o aplicaciones no autorizadas a redes privadas.
- Administran los accesos provenientes de Internet hacia la red privada. Sin un firewall, cada uno de los servidores propios del sistema se exponen al ataque de otros servidores en el Internet.
- Por ello la seguridad en la red privada depende de la "dureza" con que el firewall cuente.
- Administran los accesos provenientes de la red privada hacia el Internet.
- Permite al administrador de la red mantener fuera de la red privada a los usuarios no autorizados, prohibiendo potencialmente la entrada o salida de datos.
- El firewall crea una bitácora en donde se registra el tráfico más significativo que pasa a través él.
- Concentra la seguridad.

Limitaciones:

- Un cortafuego no puede proteger contra aquellos ataques cuyo tráfico no pase a través de él.
- El cortafuego no puede proteger de las amenazas a las que está sometido por ataques internos o usuarios negligentes. El cortafuego no puede prohibir a espías corporativos copiar datos sensibles en medios físicos de almacenamiento (discos, memorias, etc.) y sustraerlas del edificio.
- El cortafuego no puede proteger contra los ataques de ingeniería social.
- El cortafuego no puede proteger contra los ataques posibles a la red interna por virus informáticos a través de archivos y software. La solución real está en que la organización debe ser consciente en instalar software antivirus en cada máquina para protegerse de los virus que llegan por cualquier medio de almacenamiento u otra fuente.
- El cortafuego no protege de los fallos de seguridad de los servicios y protocolos cuyo tráfico esté permitido. Hay que configurar correctamente y cuidar la seguridad de los servicios que se publiquen en Internet.

2.8.4.4. Tipos de firewall

- **Cortafuegos software integrados en los sistemas operativos.**

Un firewall gratuito es un Software que se puede instalar y utilizar libremente, o no, en el ordenador. Son también llamados 'desktop firewall' o 'software firewall'. Son firewalls básicos que monitorean y bloquean, siempre que sea necesario, el tráfico de Internet. Casi todos los ordenadores vienen con un firewall instalado, por ejemplo; Windows XP y Windows Vista lo traen (Garcia Delgado, 2012).

Los cortafuegos, por defecto, se activan siempre que se enciende el ordenador. Hay que configurarlo con cuidado, pues puede ocurrir que no funcione el correo electrónico o no se abran páginas web en el navegador porque el 'firewall' no permite a estos programas acceder a Internet.

Para eso concentran todo el flujo entrante y saliente entre la PC e Internet y bloquea los pedidos de enlaces no solicitados por los usuarios potencialmente inseguros, instalaciones clandestinas de programas y algunos hasta bloquean pop ups, publicidades, etc.

- **Cortafuegos software libres y propietarios.**

La mayoría de Firewall libres se distribuye para Linux, y se basan en IPChains, una facilidad que ofrece el sistema operativo para filtrar el tráfico. Para poner un Firewall basado en IPChains es necesario un extenso conocimiento de Redes, ya que las reglas hay que

ponerlas basándose en direcciones IP de destino / origen, puertos y protocolo de aplicación (García Delgado, 2012).

2.9. MARCO REGULATORIO

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

2.9.1. NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA.

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

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

En el documento de (Resolución TEL-560-18-CONATATEL, 2010) menciona lo siguiente:

Art. 5.- Características de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.-

Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son aquellos que se caracterizan por:

- a) Una distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de una anchura de banda mucho mayor que la convencional, y con un bajo nivel de potencia;
- b) La utilización de técnicas de modulación que proporcionan una señal resistente a las interferencias;
- c) Permitir a diferentes usuarios utilizar simultáneamente la misma banda de frecuencias;
- d) Coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.
- e) Operar en bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de Atribución de Frecuencias.

Art. 6.- Bandas de Frecuencias.- Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones (incluyendo radiodifusión sonora), que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes frecuencias.

BANDA (MHZ) ASIGNACIÓN

902 – 928	ICM
2400 – 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5250 – 5350	INI
5470 – 5725	INI
5725 – 5850	ICM, INI

Art. 7.- Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.- la operación de los sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

- Sistemas punto – punto.
- Sistemas punto – multipunto.
- Sistemas móviles.

Artículo 12. Certificados de Registro. Una vez presentada la documentación y previo el análisis respectivo, la ARCOTEL procederá con la emisión del Certificado de Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha que será entregado al interesado, el cual incluirá la descripción del sistema registrado.

Para este caso será la ARCOTEL quien analizará la documentación y emitirá el certificado de registro en caso de ser aceptado

El Certificado de Registro será otorgado por la ARCOTEL, en el término máximo de diez (10) días a partir de la presentación de la solicitud, previo el pago de los valores establecidos en el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, vigente a la fecha de registro, más los impuestos de ley.

Artículo 13. Vigencia del Registro. El Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha tendrá una duración de cinco años y podrá ser renovado, previa solicitud del interesado, dentro del plazo de treinta (30) días anteriores a su vencimiento, previo el pago correspondiente.

De no darse cumplimiento a lo establecido en el párrafo anterior el Certificado quedará anulado de manera automática, y el usuario o concesionario no estará autorizado para operar el sistema.

Dentro de esta norma también se encuentra en los anexos las características técnicas que deben respetar los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha para poder estar en un normal funcionamiento, tales como los límites de potencias, especificadas para cada banda de frecuencia, así como los límites de emisiones no deseadas.

Como se puede observar en la tabla 3 se detalla las características técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

- **Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha**

Tabla 3. *Características Técnicas de los Sistemas de MDBA*

SISTEMA DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA				
TIPO DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	BANDAS DE OPERACIÓN (MHz)	POTENCIA PICO MÁXIMA DEL TRANSMISOR (mW)	P.I.R.E (mW)	DENSIDAD DE P.I.R.E (mW/MHz)
Punto-punto				
Punto-multipunto	902 – 928	250	----	----
Móviles				
Punto-punto				
Punto-multipunto	2400 – 2483.5	1000	----	----
Móviles				
Punto-punto				
Punto-multipunto	5150 – 5250	50 ⁱ	200	100
Móviles				
Punto-punto				
Punto-multipunto		----	200	10
Móviles	5350 – 5350			
		250 ⁱⁱ	1000	50
Punto-punto				
Punto-multipunto	5470 – 5725	250 ⁱⁱ	1000	50
Móviles				
Punto-punto				
Punto-multipunto	5725 – 5850	1000	----	----
Móviles				

Fuente: ARCOTEL, Recuperado de http://www.arcotel.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/07/2005_a417_15.pdf

(i) 50 mW o $(4 + 10 \log B)$ dBm, la que sea menor

(ii) (ii) 250 mW o $(11 + 10 \log B)$ dBm, la que sea menor

Donde:

B es la anchura de emisión en M

Dentro del apartado (vii) del anexo de la RESOLUCIÓN 417-15-CONATEL-2005 se encuentra las especificaciones técnicas para las transmisiones dentro de la banda de 5725 – 5850 MHZ:

“Estas bandas pueden emplear antenas de transmisión con ganancia direccional mayor a 6 dBi y de hasta 23 dBi sin la correspondiente reducción en la potencias pico de salida del transmisor.”

Si se emplea ganancia direccional en la antena mayor a 23 dBi, será requerida una atenuación de 1 dB en la potencia pico del transmisor y en la densidad espectral de potencia pico por cada dB que la ganancia de la antena exceda a los 23 dBi.” (Resolución TEL-560-18-CONATATEL, 2010)

La frecuencia a la que se va a trabajar en este diseño es de 5.8GHz según la normativa del país se debe trabajar con equipos que tengan la Potencia pico máxima del transmisor de 1W (30dBm) y una ganancia máxima de 23dBi.

- **Límites de Emisiones no Deseadas en las Bandas de Operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.**

En cuanto se refiere a las emisiones pico fuera de las bandas de frecuencias de operación, estas se encuentran determinadas para cada frecuencia que se esté usando. Para la banda de operación en la cual se centra este estudio (5.8 GHz).

En las bandas de 5150 – 5250 MHz, 5250 – 5350 MHz, 5470 – 5725 MHz y 5725 – 5850 MHz, deberán cumplir con lo establecido en la Tabla 4.

Tabla 4. *Límites de Emisiones no Deseadas en las Bandas de Operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.*

BANDA DE OPERACIÓN (MHz)	RANGO DE FRECUENCIA CONSIDERADO (MHz)	P.I.R.E. PARA EMISIONES FUERA DE LA BANDA (dBm/MHz)
5150 – 5250	< 5150 > 5250	-27
5250 – 5350	< 5250 > 5350	-27
5470 – 5725	< 5470 > 5725	-27
5725 – 5850	5715 – 5725 5850 – 5860	-17
	< 5715 > 5860	-27

Fuente: ARCOTEL, Recuperado de
http://www.arcotel.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/07/2005_a417_15.pdf

2.9.2. NORMA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) ha establecido los formularios necesarios para el trámite correspondiente a la concesión, renovación o modificación de una concesión de frecuencias; así como para la concesión y renovación de credenciales para radioaficionados y sistemas de banda ciudadana; de la misma forma para el registro de sistemas de modulación digital de banda ancha, estos están organizados de la siguiente forma: (ARCOTEL, 2015)

Para poder obtener un título habilitante y mantener la operación legal del Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha dentro del GAD Parroquial San Antonio, es necesario llevar a cabo un procedimiento el cual está organizado de la siguiente forma según menciona la (ARCOTEL, 2015):

Formulario ST-1A-DGGST (Formulario de Información General).-Este formulario debe ser incluido en cualquier solicitud obtención, ampliación y/o modificación del permiso de operación de RED PRIVADA. En este formulario se debe registrar toda la información legal del solicitante y el responsable técnico.

Formulario ST-2A-DGGST (Formulario para Información características técnicas y control de documentación).-Este formulario debe ser incluido en cualquier solicitud de obtención, ampliación y/o modificación del permiso de operación de RED PRIVADA. Se debe indicar las características técnicas generales de la RED PRIVADA y describir todos los documentos técnicos-legales (formularios) que se presentan con la solicitud que para el efecto han sido establecidos por esta Secretaría.

Formulario RC-1B (Formulario para Información Legal Modulación Digital de Banda Ancha).- Este formulario debe ser incluido en cualquier solicitud de registro, modificación técnica o legal de un sistema de Modulación Digital de Banda Ancha. En este formulario se debe registrar toda la información legal del solicitante y el responsable técnico, así como la declaración de aceptación de interferencias en las bandas de operación.

Formulario RC-2A, (Formulario para Información de la Estructura del Sistema de Radiocomunicaciones).- En este formulario se deben registrar todos los datos del tipo de estructura utilizada, su ubicación así como el tipo de alimentación y protecciones.

Formulario RC-3A (Formulario para Información de Antenas).- Incluye todas las especificaciones de la antena.

Formulario RC-3B (Formulario para patrones de radiación de antenas).- Incluye el formato para graficar los patrones de radiación de antenas, así como también las tablas donde se debe especificar los valores de ganancia (dBd) para cada radial tanto en el plano horizontal como en el vertical.

Formulario RC-4A (Formulario para Información de Equipamiento).- Incluye todas las especificaciones de los equipos a utilizarse, debe utilizarse siempre y cuando se incluya un equipo nuevo en una concesión, renovación o modificación, no es necesario cuando se opere con equipos previamente registrados en la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)

Formulario RC-9B (Formulario para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto-Multipunto).- Incluye todas las especificaciones correspondientes a las características de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto Multipunto.

Formulario RC-14A (Formulario para Esquema del Sistema de Radiocomunicaciones).- En este formulario se debe presentar un esquema de la topología del sistema de radiocomunicaciones en su totalidad.

Formulario RC-15A (RNI-T1) (Formulario para Estudio Técnico de Emisiones de RNI).-En este formulario se debe presentar el cálculo de la distancia de seguridad para la Radiaciones No Ionizantes.

Para observar los formularios ver en el ANEXO A.

De la misma forma es necesario poder cumplir con todos los requerimientos obligatorios para de esta forma obtener el permiso pertinente de la Red Privada.

Todos los sistemas MDBA para que puedan entrar a operar, deben cumplir con las características que se exponen en la Norma para Implementación de un sistema MDBA.

Al tratarse de sistemas privados, ya que pertenecen a una sola entidad, sin fines de ofrecer servicios finales, dentro de esta misma norma se encuentra los siguientes artículos referidos a los derechos y obligaciones de los usuarios en particular para cada tipo sistema según la (Resolución TEL-560-18-CONATATEL, 2010):

Artículo 15. Respeto de los Sistemas Privados. Cuando la aplicación que sedé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a Sistemas Privados, es decir que se prohíbe expresamente el alquiler del sistema a terceras personas, el concesionario deberá obtener previamente el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 16. Interferencia. Si un equipo o sistema ocasiona interferencia perjudicial a un sistema autorizado que está operando a título primario, aun si dicho equipo o sistema cumple con las características técnicas establecidas en los Reglamentos y Normas pertinentes, deberá suspender inmediatamente la operación del mismo. La operación podrá reanudarse, hasta que la ARCOTEL envíe un informe técnico favorable indicando que se ha subsanado la interferencia perjudicial.

Artículo 17. Modificaciones. Los usuarios que requieran modificar la ubicación de sus sitios de transmisión o la información de las características técnicas registradas en la ARCOTEL, deberán solicitar previamente dicha modificación a la ARCOTEL a fin de que

sea autorizada por la referida entidad. Los usuarios que requieran interrumpir el proceso de registro de un “Certificado de Registro de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha”, únicamente lo podrán realizar por voluntad del concesionario o usuario, expresada mediante solicitud escrita dentro de las 48 horas posteriores a la solicitud original.

Artículo 18. Responsabilidad. El usuario de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es responsable de asegurar que las emisiones se encuentren dentro de la banda de frecuencias de operación y de cumplir con todas las condiciones técnicas especificadas en el Certificado de Registro, de conformidad con lo preceptuado en la presente Norma.

El organismo que se encargará de realizar la supervisión de este tipo de sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha será la ARCOTEL, quien vigilará que se cumpla con todo lo dispuesto dentro de la norma y las disposiciones reglamentarias pertinentes.

2.9.3. TARIFAS

Dentro del Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por el uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, se encuentra los derechos y tarifas que aplicarán para el pago de una concesión. A continuación se detallan las especificaciones necesarias para las tarifas que tendrán que pagar los sistemas que usen MDBA. Según la (RESOLUCIÓN 485-20-CONATEL, 2008) resuelve lo siguiente:

Artículo 19. Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha que operen en configuración punto-punto, en las bandas que la ARCOTEL determine, pagarán una tarifa mensual por uso de frecuencias, según la ecuación 2.

$$TA(US\$) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * NTE \quad (1)$$

Donde:

TA (US\$) = Tarifa anual en dólares de los Estados Unidos de América

K_a = Factor de ajuste por inflación.

α_6 = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

β_6 = Coeficiente de corrección para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

B = Constante de servicio para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha

NTE = Es el número total de Estaciones Fijas, de Base, Móviles y Estaciones Receptoras de Triangulación, de acuerdo al sistema.

Con respecto al cobro, pago mora y multas se especifican los siguientes deberes:

Artículo 37.- Para el cobro de las tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, la ARCOTEL emitirá las facturas en forma mensual, a cada uno de los concesionarios, una vez que se hayan firmado los respectivos contratos. Los valores facturados corresponderán al valor de las tarifas más los impuestos de Ley. Las facturas deberán ser canceladas en diez días laborables contados a partir de su emisión, vencido este plazo el concesionario pagará el valor de las tarifas, los impuestos de Ley y el interés causado por la mora.

Artículo 39.- El uso del espectro radioeléctrico se cobra por Derechos de concesión de frecuencias y tarifas por su utilización en Sistemas de Radiocomunicaciones. La no utilización de las frecuencias concesionadas, no exime del pago de la tarifa correspondiente, en razón de que éstas están destinadas para uso exclusivo del beneficiario de acuerdo a las condiciones establecidas en el título habilitante.

Artículo 41.- Si los concesionarios no cancelaren facturas por más de 90 días (tres meses), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones dará por terminado en forma anticipada y unilateral los contratos; y las frecuencias serán revertidas al Estado, sin perjuicio de la acción coactiva que se iniciará para cobrar lo adeudado.

Artículo 42.- La mora se extinguirá con el pago de la obligación, así como de los intereses devengados.

En el análisis de tarifas, también tienen un costo considerable el otorgamiento de títulos habilitantes, específicamente para operación de redes privadas se tiene el siguiente artículo:

Art. 15. Derechos. Por concepto de derechos por los títulos habilitantes, los permisionarios pagarán el valor de 500 dólares de los Estados Unidos de América. Todo anexo o modificación al permiso original será gratuito siempre y cuando no implique el uso de espectro radioeléctrico o servicios que se encuentren sujetos a tasas, gravámenes, pago de derechos u otros, en cuyo caso deberá pagarse los correspondientes valores.

CAPITULO III

En este capítulo se describe el diseño de la red inalámbrica la zona de cobertura, los enlaces de los 6 parques a brindar acceso a internet, los usuarios, la velocidad de transmisión los formularios que se deben llenar para poder levantar los enlaces de una manera legal y la seguridad y administración de la red mediante un firewall y un portal cautivo.

3. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

3.1. SITUACIÓN ACTUAL

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

En el GAD de San Antonio existe una torre de aproximadamente 12 metros, cuenta con una protección eléctrica de un pararrayo, su estructura es metálica y está ubicada en la terraza del edificio del GAD de San Antonio.

3.1.1. PUNTOS INVOLUCRADOS EN LA RED

El proyecto de interconectividad y acceso a internet a los parques de San Antonio, nace de una iniciativa del GAD Parroquial San Antonio con el único fin de brindar este servicio de internet en los 6 parques públicos.

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

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

Para cumplir con los requisitos que se imponen se ha analizado la ubicación del parque, la cantidad de personas que concurren, las actividades que se realizan en cada uno de ellos y de esta manera escoger los 6 parques que abarquen a la mayoría de los habitantes de la parroquia. De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial de GAD Parroquial San Antonio este proyecto corresponde a una primera fase en el tema de conectividad, para lo cual de acuerdo a los requerimientos estratégicos se define un plan piloto con los 6 parques seleccionados y poniendo a consideración que se amplíe el proyecto a las demás zonas posteriormente. Esta información ha sido proporcionada por el GAD Parroquial San Antonio de Ibarra.

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

3.1.1.1. Complejo Santa Clara

Este complejo se encuentra ubicado en el Barrio Occidental en la calle Luis Enríquez Cevallos y tiene una extensión de aproximadamente 75x80m, cuenta con un coliseo y un polideportivo con una cancha sintética, canchas de básquet y ecuavóley. Este lugar se escogió porque tiene mucha afluencia de personas y la actividad principal que se realiza es campeonatos deportivos. El enlace va desde el GAD Parroquial San Antonio hasta el Complejo Santa Clara con una distancia de 0.46Km entre ellos.

3.1.1.2. Plazoleta José Tobar

Esta plazoleta se encuentra ubicada en la Ciudadela José Tobar en la calle Monseñor Leónidas Proaño junto a la pana americana, y tiene una extensión de aproximadamente 45x25m, cuenta con una cancha deportiva, juegos recreacionales y una casa comunal. Este lugar se escogió porque puede beneficiar a los habitantes de la Ciudadela Andrea Tobar, Ciudadela Gustavo Pareja, el Barrio Moras y el Barrio Chorlaví. El enlace va desde el GAD Parroquial San Antonio hasta la Plazoleta José Tobar con una distancia de 0.75Km entre ellos.

3.1.1.3. Plaza Central de Tanguarín

Esta plaza se encuentra ubicada en el Barrio Tanguarín en la calle Ezequiel Rivadeneira y Laura López, tiene una extensión de aproximadamente 65x80m, cuenta con una cancha deportiva, juegos recreacionales y un coliseo. Este lugar se escogió porque puede beneficiar a los habitantes de Santo Domingo, La Compañía de Jesús y Santa Marianita, que son barrios aledaños a este punto. El enlace va desde el GAD Parroquial San Antonio hasta la Plaza Central Tanguarín con una distancia de 0.87Km entre ellos.

3.1.1.4. Parque Eleodoro Ayala

Este parque se encuentra ubicada en el Barrio Central en la calle 27 de Noviembre y Francisco Calderón, tiene una extensión de aproximadamente 80x100m, Esta información ha sido proporcionada por la Junta Parroquial de San Antonio los fines de semana se realiza una feria artesanal en donde están ubicadas 20 carpas cada una con una persona, estas ferias se realizan en el horario de 08:00am hasta aproximadamente las 18:00pm. Este lugar se escogió porque hay mucha afluencia de personas y a su vez es un centro turístico donde visitan extranjeros para la compra de artesanías y a su vez puede beneficiar a los habitantes de Bellavista, los Soles, que son barrios aledaños a este punto. El enlace va desde el GAD Parroquial San Antonio hasta el Parque Eleodoro Ayala con una distancia de 0.19Km entre ellos.

3.1.1.5. Parque Barrio Sur

Este parque se encuentra ubicada en el Barrio Sur en la calle 27 de Noviembre y Línea Férrea, tiene una extensión de aproximadamente 33x38m. Cuenta con una pequeña cancha recreacional donde se realizan actividades culturales. Este lugar se escogió porque hay mucha afluencia de personas al estar ubicado junto a la estación del ferrocarril siendo un atractivo turístico que visitan los extranjeros y a su vez puede beneficiar a los habitantes de Los Nogales y a Israel, que son barrios aledaños a este punto. El enlace va desde el GAD Parroquial San Antonio hasta el Parque Barrio Sur con una distancia de 0.39Km entre ellos.

3.1.1.6. Plazoleta San Agustín

Este parque se encuentra ubicada en el Barrio San Agustín en la calle 27 de Noviembre y América, tiene una extensión de aproximadamente 35x75m. Existe un espacio deportivo, junto a este es la parada de los buses de San Antonio, este parque también es utilizado frecuentemente como punto de partida para competencias de atletismo y ciclopaseos. A su vez puede beneficiar a los habitantes de La Cruz, Pucahuayco y San Vicente, que son barrios aledaños a este punto. El enlace va desde el GAD Parroquial San Antonio hasta la Plazoleta San Agustín con una distancia de 1.12Km entre ellos.

3.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

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

Para el diseño se va a partir del punto central que será el GAD de San Antonio de Ibarra, se realiza un enlace punto multipunto, para esto se utiliza el software radio Mobile y el software google earth el cual permite analizar la zona de fresnel y la ubicación adecuada de los equipos para poder tener una línea de vista directa y un enlace confiable. Esto permite simular los radioenlaces.

Como se puede observar en la figura 8 se encuentra el enlace desde la Junta Parroquial punto referencial hacia los 6 parques.

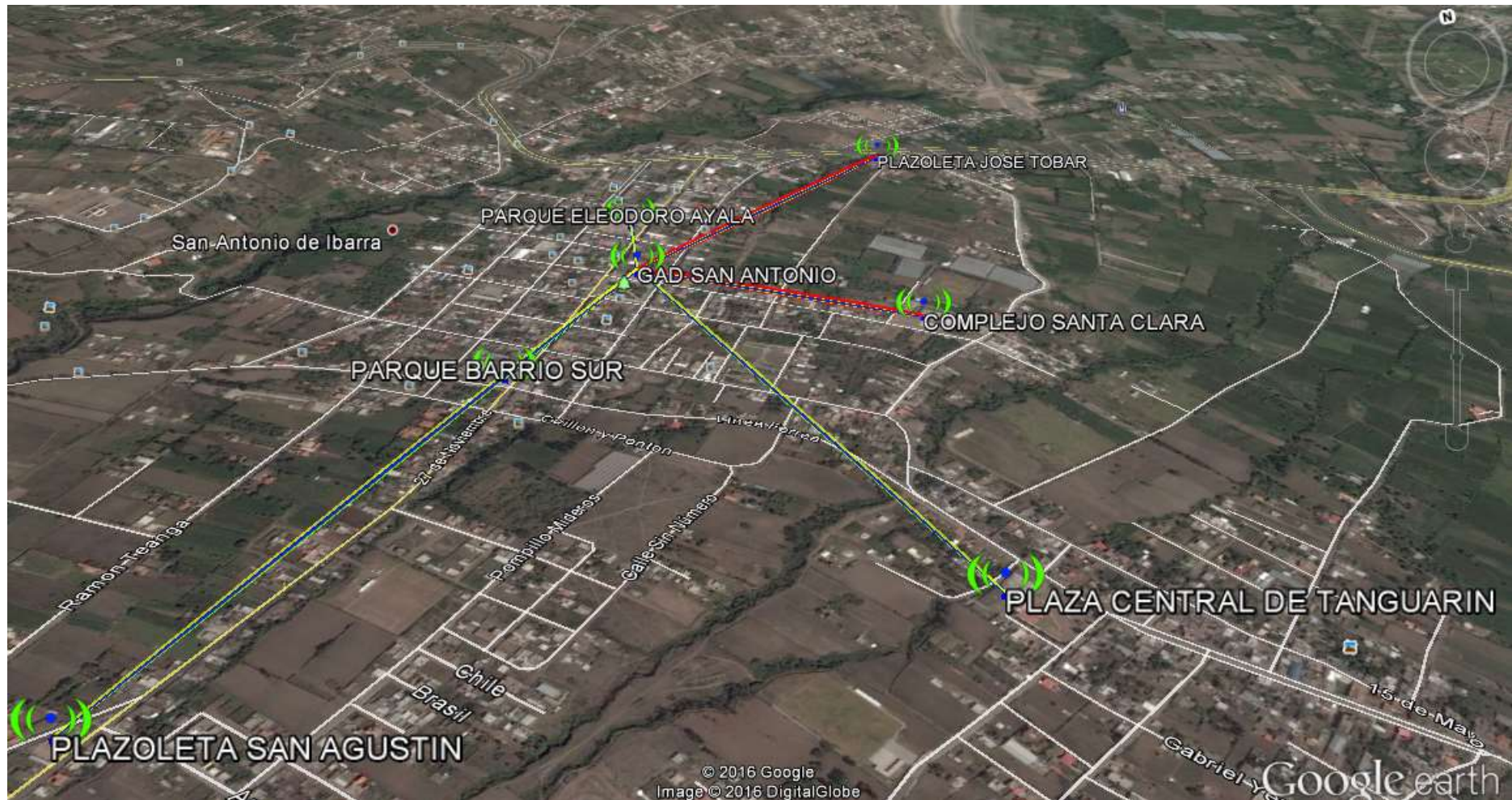


Figura 8. Enlaces punto multipunto desde el GAD de San Antonio de Ibarra hacia los 6 parques.
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.2.1. USUARIOS

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

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

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

En la tabla 5 se observa la nomenclatura que se va a utilizar para cada parque.

Tabla 5. *Abreviatura de los parques*

NÚMERO	NOMBRE DEL PARQUE
1	Complejo Santa Clara
2	Plaza Central de Tanguarín
3	Plazoleta José Tobar
4	Parque Eleodoro Ayala
5	Parque Barrio Sur
6	Plazoleta San Agustín

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 6 en base a la nomenclatura que se utiliza anteriormente se puede observar el número usuarios fijos que se van a encontrar alrededor de la zona de cobertura, indicando que en cada casa poseen dos dispositivos móviles para conectarse a la red.

Tabla 6. *Número de usuarios fijos.*

USUARIOS FIJOS	
PARQUE	Número de usuarios
1	10
2	12
3	10
4	20
5	8
6	6

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 7 se observa el total de usuarios fijos y ocasionales que se encuentran el día viernes en los 6 parques.

Tabla 7. *Número de usuarios día viernes.*

VIERNES			
PARQUE/HORA	9:00am a 11:00am	14:00pm a 16:00pm	18:00pm a 20:00pm
1	20	22	34
2	20	22	36
3	18	20	30
4	28	30	30
5	20	22	28
6	20	22	24

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 8 se observa el total de usuarios fijos y ocasionales que se encuentran el día sábado en los 6 parques.

Tabla 8. *Número de usuarios día sábado.*

SÁBADO			
PARQUE/HORA	9:00am a 11:00am	14:00pm a 16:00pm	18:00pm a 20:00pm
1	25	28	35
2	24	27	32
3	24	28	32
4	34	32	30
5	25	27	30
6	22	25	31

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 9 se observa el total de usuarios fijos y ocasionales que se encuentran el día domingo en los 6 parques.

Tabla 9. Número de usuarios día domingo.

DOMINGO			
PARQUE/HORA	9:00am a 11:00am	14:00pm a 16:00pm	18:00pm a 20:00pm
1	28	30	36
2	22	29	28
3	28	30	26
4	36	34	26
5	26	28	24
6	23	27	26

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 10 se puede observar los resultados obtenidos del conteo visual donde se determina un promedio de 28 usuarios por parque dando un total de 171 usuarios promedios en la red inalámbrica.

Tabla 10. Resultados de total de usuarios

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

Fuente: Elaborado por autor

3.2.2. RAZONES DE USO DE INTERNET

Al momento de proveer un servicio de internet se verifica las necesidades del usuario, como se observa en la figura 9, en el 2013 el usuario rural tiene la necesidad de acceder a la red como fuente de información con un 23,5%, para comunicación en general con un 20,2% y para su educación y aprendizaje con un 48,3%, esto sirve como una pauta para las prioridades y limitaciones de uso de ancho de banda para los usuarios de la red inalámbrica de la Parroquia Rural de San Antonio de Ibarra.

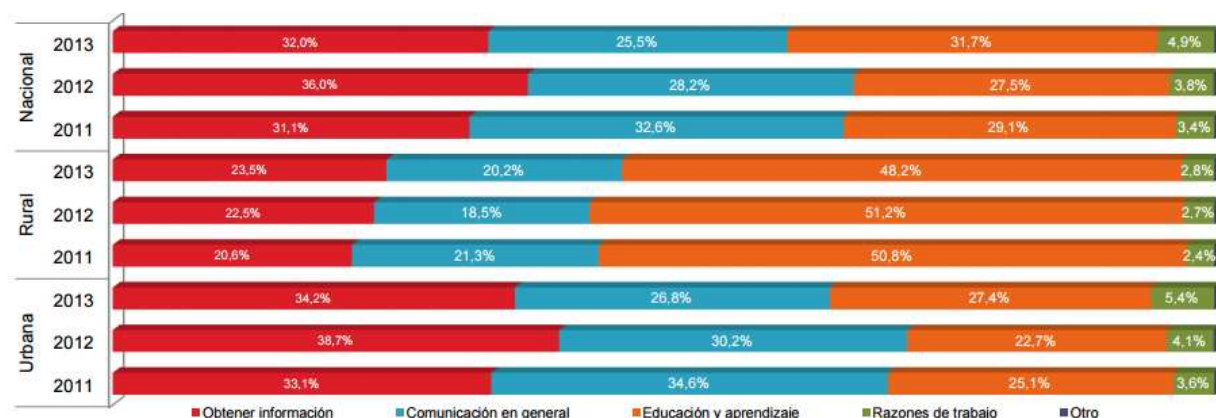


Figura 9. Razones de uso de internet por área.

Fuente: Recuperado de Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU (2011 - 2013)
http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf

En la figura 10 se puede observar para que utilizan los teléfonos celulares en una conexión a internet según la Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDUR – Nacional Total.

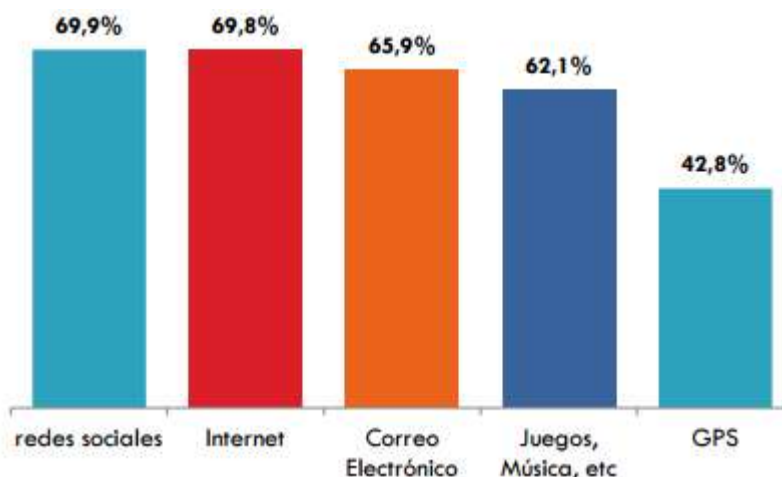


Figura 10. Para que se utiliza el teléfono Smartphone.

Fuente: Recuperado de Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDUR – Nacional Total
http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf

3.2.3. APLICACIONES A BRINDAR

Calculo individual del ancho de banda para acceso a internet según las aplicaciones a brindar, al observar las estadísticas en la figura 9 y 10 y las razones por las que el usuario accede a internet son las siguientes: como fuente de información está la navegación en páginas web, como medio de comunicación a través de redes sociales como Facebook y servicios de mensajería, como herramienta de educación y aprendizaje mediante consultas en páginas web, correo electrónico y otros servicios usados para entretenimiento como YouTube y música.

En la tabla 11 se observa el ancho de banda que consume cada aplicación a brindar en la red inalámbrica.

Tabla 11. Ancho de banda que consume cada aplicación.

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

Fuente: Recuperado de Comunidad WNDW, Libro Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo, www.wndw.net y de WI-FI: COMO CONSTRUIR UNA RED INALAMBRICA

3.2.4. ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD DE INTERNET

Para el cálculo de la velocidad de internet se ha tomado en cuenta el número de usuarios de todos los parques y los valores mínimos que se necesita para poder descargar correo electrónico, consultas en internet y redes sociales.

Al analizar la tabla 11 y al ser una red inalámbrica abierta que tendrá una conexión de 2 horas y la mayoría de usuarios utilizan un dispositivo móvil para conectarse en redes WiFi gratuitas, esto quiere decir que el usuario no podrá estar utilizando todas las aplicaciones a la vez por lo que se toma el valor máximo de las aplicaciones que es YouTube con una capacidad de acceso a internet de 360Kbps por cada usuario garantizando la eficiencia de la red y tomando en cuenta que será suficiente para que el usuario pueda hacer uso de las diferentes aplicaciones antes mencionadas.

El total de velocidad que se necesita para la red es la multiplicación de los usuarios por la velocidad, redondeando los usuarios son 180 por 360Kbps da un total de 64800Kbps esto

quiere decir que aproximadamente para la red inalámbrica se necesitará una velocidad de 64,80Mbps (Mega bits por segundo).

3.2.4.1. Factor de simultaneidad

El servicio de internet se basa en la necesidad de las personas de acceder a información de una manera totalmente aleatoria. Puesto que es improbable que todos los usuarios se conecten a la misma hora y además existe una alta probabilidad de que una porción de ellos utilice el servicio simultáneamente. Al existir intereses y necesidades diferentes de consumo de la información disponible en internet se presenta la definición del factor de simultaneidad. El factor de simultaneidad expresa que porción de usuarios utilizan el servicio al mismo tiempo y se representa como $1/n$ en este caso los niveles del factor de simultaneidad son iguales a 0,5 hasta 0,1. (WNDW, 2008)

Esto se traduce a que hay una baja probabilidad de que los 180 usuarios utilicen la red al mismo tiempo. Por lo tanto se mantiene un factor de simultaneidad de 0,3, es decir que el 30% del total de usuarios utilizarán el servicio al mismo tiempo. Se podrán conectar 54 usuarios a la misma hora y simultáneamente de los 180 que se estima tener en la red, podrán hacer uso de cualquier tipo de aplicación y se determina mediante el siguiente cálculo que se expresa en la ecuación 2, recuperado del Proyecto Técnico de despliegue de Red Inalámbrica en el municipio San Rafael del Río

$$VT = VTT \times \text{Factor de simultaneidad} \quad (2)$$

En donde:

VT: Velocidad del factor de simultaneidad.

VTT: Velocidad total de la red.

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

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

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

En las horas picos como es el fin de semana se va a tener a la mayoría de usuarios conectados esta velocidad es suficiente para tener un margen de que el 20% más de los usuarios pueda llegar a estar conectados simultáneamente y al mismo tiempo; es decir se puede llegar a conectar la mitad de usuarios, los cuales podrán tener una capacidad de navegación de 256Kbps. Como se observa en la tabla 11, la capacidad mínima que necesita la red para poder navegar es de 100Kbps y la velocidad máxima es de 360Kbps.

En una conexión inalámbrica los usuarios realizan diferentes tipos de tareas pero no pueden utilizar todas las aplicaciones de forma simultánea, algunos podrán estar navegando, otros comunicándose, otros escuchando música entre otras actividades, esto quiere decir que según la actividad que se haga y la capacidad que consuma cada uno los usuarios podrán estar conectados más o menos usuarios. Si los usuarios utilizan las aplicaciones que consumen más recursos disminuye la capacidad de la red, mientras que si utilizan las aplicaciones livianas se pueden llegar a conectar más usuarios simultáneamente; sin que afecte el correcto funcionamiento de la red.

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

3.2.5. DISTRIBUCIÓN DE ANCHO DE BANDA A CADA PARQUE

La distribución del ancho de banda a cada parque se va a realizar de manera dinámica para así poder ocupar todo el recurso de red de una manera eficiente, se ha optado por realizar esto porque anteriormente basándose en el factor de simultaneidad existe una baja probabilidad del 30% de que todos los usuarios utilicen la red al mismo tiempo, al ser usuarios esporádicos.

El ancho de banda designado para dar acceso a los 6 puntos es de 20Mbps, este será distribuido entre los usuarios que se conecten en dichas zonas a brindar el acceso a internet, el cual se irá dividiendo de acuerdo al número de usuarios que se conecten por parque, esto quiere decir que los 30 usuarios establecidos por cada parque accederán eventualmente al servicio y harán uso de diferentes aplicaciones.

3.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS Y CABLES

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

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

La elección de los equipos se realizará en base a la normativa del país y también en base a los requerimientos que se acoplen a las necesidades del diseño. Como se puede observar en la Tabla 12 están los parámetros que se debe cumplir para el diseño de una red inalámbrica.

Tabla 12. *Requerimientos de operación de banda ancha*

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

Fuente: Elaborado por autor

3.3.1. COMPARACIÓN DE TIPOS DE ANTENAS

La selección del tipo de antenas se hace en base a las detalladas en el capítulo anterior las cuales son: antenas direccionales, antenas omnidireccionales y antenas sectoriales. Se escoge la que más se acople a los requerimientos del diseño.

3.3.1.1. Requerimientos de tipo de antena

- Soporte comunicación punto multipunto.
- Adecuada para brindar escalabilidad al proyecto.

- La ganancia no sobre pase los 23dBi según la reglamentación de país.
- Alcance máximo a 1,2Km.

Como se puede observar en la tabla 13 se realiza la comparación de tipos de antenas, en base a los requerimientos del diseño y las características más importantes que deben valorarse a la hora de elegir una antena.

Tabla 13. *Comparación de tipos de antenas*

	Direccional	Omnidireccional	Sectorial
Comunicación	Punto a punto	Punto multipunto	Punto multipunto
Escalable	No	Si	Si
Ganancia	Hasta 25dBi	Hasta 14dBi	Hasta 20dBi
Alcance	Largo	Corto	Medio

Fuente: Elaborado por autor

Para el diseño de la red inalámbrica se escoge las antena omnidireccional porque son las que más se adaptan a las necesidades del diseño y cumplen con los requerimientos que son: soportar la comunicación punto multipunto, alcance suficiente para poder cubrir los 6 parques de la parroquia de San Antonio y a su vez permitir que la red pueda ser escalable a zonas más lejanas donde se encuentran más parques cuando se requiera ampliar el proyecto.

El parque más lejano se encuentra a una distancia de 1,2Km, en el momento que se implemente el proyecto, con esa antena es suficiente cubrir las zonas a brindar el acceso a internet.

Para cubrir toda la zona de San Antonio se debe colocar 1 antena omnidireccional y así abarcar los 360°.

3.3.2. COMPARACIÓN DE MARCAS DE ANTENAS

Para la elección de las antenas se realiza una comparación detallada de tres marcas reconocidas en la industria que se encuentran en el mercado, las cuales son: Cisco Systems, Ubiquiti Networks y MikroTik, se detallan sus características principales y se determina la más indicada para el diseño.

3.3.2.1. Requerimientos

- Herramientas de configuración.
- Costos.
- Método de configuración.
- Soporte la banda de 5GHz.
- Soporte el estándar 802.11ac.
- Soporte de monitoreo y administración.

Como se puede observar en la tabla 14 comparamos algunos parámetros importantes entre las tres marcas de antenas.

Tabla 14. *Comparación marcas de antenas*

	Ubiquiti Airmax	Cisco Aironet	Mikrotik SXT
Sistema Operativo	Software pre- instalado en la antena AirOS	Sistemas Operativos Cisco IOS	Utiliza el Sistema operativo RouterOS
Bandas	2,4 GHz – 5 GHz	2,4 GHz – 5 GHz	2,4 GHz – 5 GHz
Alimentación POE	SI	SI	SI
Interfaz de Red	Ethernet	Ethernet	Ethernet
Configuración	Mediante LAN Controller sobre interfaz WEB	Mediante un terminal utilizando líneas de comandos o a través del interfaz WEB	Puede ser de 3 maneras: mediante la herramienta Winbox, a través del interfaz WEB o por línea de comandos
Estándares Inalámbricos	802.11 a/b/g/n/ac	802.11 a/b/g/n/ac	802.11 a/b/g/n/ac

Fuente: Elaborado por autor

Según las necesidades del diseño y en base a la comparativa realizada se escoge los equipos de la marca Ubiquiti Networks, los parámetros más importantes como son el costo y cada equipo incluye su software para realizar las configuraciones necesarias desde la WEB, esto quiere decir que no habrá costos adicionales para utilizar estos equipos en lo que es licencias. Además que se cuenta con un presupuesto muy limitado, siendo esta marca en soluciones costo/beneficio, posee una fácil configuración de equipos, gestión y

administración a través de software sin licencia, da soluciones a proyectos sociales brindando un costo bajo con respecto a otras marcas.

Una vez seleccionada la marca se presenta los requisitos necesarios para el diseño y se realiza la respectiva selección de:

- Estación transmisora
- Estaciones receptoras

3.3.2.2. Requerimientos de Estación Transmisora

- Soportar el protocolo IEEE 802.11ac
- Trabajar en la banda de 5GHz
- La potencia irradiada no sobrepase el 1W (30dBm) según la reglamentación del país.
- Permitir una velocidad de transferencia de 18Mbps.
- Permitir escalabilidad para nuevos clientes
- Modulación OFDM (BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256QAM)
- La antena con soporte ac debe proporcionar un método de conexión hacia una antena omnidireccional.
- Soporte topología punto multipunto.

Como se observa en la tabla 15 se realiza una comparativa entre 3 tipos de antenas de la marca Ubiquiti, detallando cada uno de los requerimientos que se necesita para el diseño de la red inalámbrica.

Tabla 15. *Selección del dispositivo para la estación base*

	Rocket5ac Lite	Rocket5ac PtP	Rocket5ac PtMP
Topología	Punto a punto	Punto a punto	Punto multipunto
Soporta 802.11ac	Si	Si	Si
Frecuencia	5GHz	5GHz	5GHz
Potencia	27dBm	27dBm	27dBm
Escalable	Si	Si	Si
Modulación OFDM (BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256QAM)	Si	Si	Si
Conexión a una antena omnidireccional	Si	Si	Si

Fuente: Elaborado por autor

En base a los requerimientos del diseño para la estación base transmisora antes detallados y mediante una comparativa entre tres antenas de la marca Ubiquiti, la que más se acopla al diseño y cumple las normativas del marco regulatorio es la Rocket5ac PtMP, la cual estará conectada a una antena omnidireccional AMO5G13 siendo compatible y teniendo la ganancia más alta con respecto a otras con 13dBi. Ganancia suficiente para cubrir a los 6 parques de la Parroquia de San Antonio.

3.3.2.3. Requerimientos de la antena en Estación Receptora

- Soportar el protocolo IEEE 802.11ac.
- Trabajar en la banda de 5GHz
- La potencia irradiada no sobrepase el 1W (30dBm) según la reglamentación del país.
- Modulación OFDM (BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256QAM)
- Ganancia máxima 23dBi según la reglamentación del país.

Como se observa en la tabla 16 se realiza una comparativa entre 3 tipos de antenas de la marca Ubiquiti, detallando cada uno de los requerimientos mínimos que se necesita para el diseño de la red inalámbrica.

Tabla 16. Selección del dispositivo para la estación receptora

	AirMax NanoBeam 5AC-16	AirMax NanoBeam 5AC-19	AirMax PowerBeam 5AC-500
Soporta 802.11ac	Si	Si	Si
Frecuencia	5GHz	5GHz	5GHz
Potencia	26dBm	26dBm	26dBm
Escalable	Si	Si	Si
Modulación OFDM (BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256QAM)	Si	Si	Si
Ganancia	16dBi	19dBi	27dBi

Fuente: Elaborado por autor

Luego de realizar la comparativa entre tres antenas de la marca Ubiquiti y analizando cada uno de los parámetros antes establecidos, la antena que se escoge para la estación receptora es la AirMax NanoBeam 5AC-16, la misma que cumple con todos los requerimientos planteados, teniendo características técnicas que están dentro del marco regulatorio con una potencia de 26dBm y una ganancia de 16dBi, alcanzando la comunicación con la estación transmisora.

3.3.2.4. Requerimientos del Access point en Estación cliente

- Soportar el protocolo 802.11ac
- Compatible con estándares anteriores
- Trabajar en la banda 2,4GHz y 5GHz
- La potencia irradiada no sobrepase el 1W (30dBm) según la reglamentación del país.
- Capacidad mínimo 30 usuarios
- Escalabilidad
- Rango de cobertura mayor a 100m

Como se observa en la tabla 17 se realiza una comparativa entre 3 tipos de Access point de la marca Ubiquiti, detallando cada uno de los requerimientos mínimos que se necesita para el diseño de la red inalámbrica.

Tabla 17. Selección del dispositivo estación cliente

	UniFi AP-AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)	UniFi AP- Outdoor+ (UAP- Outdoor+)	UniFi AP- Outdoor 5G (UAP-Outdoor5)
Soporta 802.11ac	Si	No	No
Frecuencia	2,4GHz y 5GHz	2,4GHz	5GHz
Potencia	28dBm	27dBm	27dBm
Escalable	Si	Si	Si
Capacidad	50	50	50
Rango	183m	183m	183m

Fuente: Elaborado por autor

Una vez realizada la comparativa entre tres Access point de la marca Ubiquiti, el que más se apega a los requerimientos del diseño es el UniFi AP-AC Outdoor, cumpliendo con los requerimientos como es soportar el estándar 802.11ac y trabajar en la banda de 2,4GHz y 5GHz, posee un alcance de 183m suficiente para cubrir la zona de cada parque.

Antena para transmisión: Rocket5ac PtMP

Trabaja a 5GHz, soporta hasta más de 450Mbps es ideal para el despliegue en punto a multipunto, para aplicaciones que requieren el máximo rendimiento. La tecnología ac ofrece una menor latencia y una mayor inmunidad al ruido, con lo que la escalabilidad y el rendimiento aumentan significativamente.

Cuenta con la tecnología AirPrism la cual elimina hasta un 30+ dB adicional de canal adyacente por lo que puede proporcionar significativamente mayor rendimiento y mejora la relación señal-ruido.



Figura 11. Antena Rocket5ac PtMP

Fuente: Recuperado de http://dl.ubnt.com/datasheets/RocketAC/Rocket5ac_DS.pdf

Antena de recepción: NBE-5ac-16

La Antena Ubiquiti Nanobeam NBE-5AC-16 opera en la frecuencia de 5Ghz y soporta hasta 450Mbps, dirige la energía de RF en un haz más estrecho. Con un mayor enfoque, bloquea o filtra el ruido, por lo que la inmunidad al ruido mejora. Esta característica es especialmente importante en un área llena de otras señales de RF de la misma o similar frecuencia.

Tiene la tecnología AirMax la cual ofrece mejoras de rendimiento en la latencia, inmunidad al ruido, la escalabilidad y el rendimiento.



Figura 12. Antena NBE-5ac-16

Fuente: Recuperado de <http://www.solutec.com.mx/producto/antena-ubiquiti-nanobeam-nbe-5ac-16/>

UniFi AP AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)

Soporta el estándar 802.11ac, es capaz de ofrecer hasta 1300 Mbps en la banda de 5 GHz y hasta 450 Mbps en 2.4 GHz, tiene un rango de alcance de hasta 183m.

Incluye el controlador del Recuperado de Software Unifi este permite al operador de la red mapear redes y manejar el tráfico de la red, el controlador de Unifi se puede acceder a través de cualquier dispositivo con un navegador Web.



Figura 13. UniFi AP AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)

Fuente: Recuperado de <http://www.solutec.com.mx/producto/antena-ubiquiti-nanobeam-nbe-5ac-19/>

3.3.3. PIGTAIL UBIQUITI

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

En la tabla 18 se observa las pérdidas del pigtail en diferentes frecuencias.

Tabla 18. *Atenuaciones del pigtail en diferentes frecuencias*

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

Fuente: Recuperado de <http://www.data-alliance.net/cable-rp-sma-male-to-rp-sma-male-4-inch-6-inch-8-inch-10-inch-1-ft/>

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

3.4. UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

La ubicación de los equipos transmisor y receptor se coloca en puntos estratégicos donde no interfieran obstáculos para tener la comunicación de un extremo a otro y así garantizar la viabilidad del enlace.

3.4.1. UBICACIÓN DEL EQUIPO TRANSMISOR

La estación base que está constituida por una antena omnidireccional con una antena Rocket5ac PtMP se coloca sobre la torre que se encuentra en la terraza del GAD San Antonio, la altura que tiene del piso a la terraza es de 4m aproximadamente y la torre tiene una altura de 12 metros aproximadamente, esta antena es colocada un metro abajo del final de la torre para así poder tener línea de vista hacia los 6 parques a brindar el acceso a internet y de esta manera abarcar los 360° realizando el enlace punto multipunto.

3.4.2. UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS RECEPTORES

Cada nodo receptor está constituido por una antena de recepción y un Access point los cuales se enlazan a la estación base ubicada en el GAD Parroquial San Antonio.

Para determinar la ubicación se ha tomado en cuenta que exista línea de vista para que se pueda comunicar la estación transmisora con la estación receptora y también el alcance que tienen los APs que es de 183 metros, a continuación se detalla dónde se va a ubicar cada equipo receptor en los parques respectivamente.

3.4.2.1. Ubicación equipo receptor Complejo Santa Clara

Para determinar la ubicación adecuada del equipo receptor se realizó una visita al lugar, se observa que existe un coliseo de aproximadamente 6m, la ubicación idónea del equipo es en la fachada del coliseo sobre un tubo galvanizado de 2m, garantizando la efectividad del enlace y la comunicación entre la estación base y el receptor, el Access point se ubica en el mismo tubo bajo la antena receptora.

3.4.2.2. Ubicación equipo receptor Plazoleta José Tobar

Para determinar la ubicación adecuada del equipo receptor se realizó una visita al lugar, se observa que existe una casa comunal de aproximadamente unos 3m, la ubicación idónea es sobre un mástil de 12m junto a la casa comunal para tener alimentación a las antenas, garantizando la efectividad del enlace y la comunicación entre la estación base y el receptor, el Access point se coloca bajo la antena receptora.

3.4.2.3. Ubicación equipo receptor Plaza Central de Tanguarín

Para determinar la ubicación adecuada del equipo receptor se realizó una visita al lugar, se observa que existe un coliseo de aproximadamente 6m, la ubicación idónea del equipo es en la parte posterior con un tubo galvanizado de 6m, garantizando la efectividad del enlace y la comunicación entre la estación base y el receptor, el Access point se coloca bajo la antena receptora.

3.4.2.4. Ubicación equipo receptor Parque Eleodoro Ayala

Para determinar la ubicación adecuada del equipo receptor se realizó una visita al lugar, se observa que existe un infocentro de aproximadamente 3m, la ubicación idónea del equipo sobre un mástil de 12m empotrado al piso junto al infocentro para tener alimentación a las antenas, garantizando la efectividad del enlace y la comunicación entre la estación base y el receptor, el Access point se coloca bajo la antena receptora.

3.4.2.5. Ubicación equipo receptor Parque Barrio Sur

Para determinar la ubicación adecuada del equipo receptor se realizó una visita al lugar, se observa que existe la estación del ferrocarril de aproximadamente 4m, la ubicación idónea del equipo es sobre la fachada en un tubo galvanizado de 4m, garantizando la efectividad del enlace y la comunicación entre la estación base y el receptor, el Access point se coloca bajo la antena receptora.

3.4.2.6. Ubicación equipo receptor Plazoleta San Agustín

Para determinar la ubicación adecuada del equipo receptor se realizó una visita al lugar, se observa que existe una caseta de aproximadamente 3m, la ubicación idónea del equipo es colocar un mástil de 12m empotrado al piso, para garantizar la efectividad del enlace y la comunicación entre la estación base y el receptor, el Access point se coloca bajo la antena receptora.

En la figura 14 se puede observar la ubicación de los equipos, la estación transmisora se encuentra ubicada en una torre que se encuentra en el GAD de San Antonio y los equipos receptores se encuentran en mástiles ubicados en cada parque.

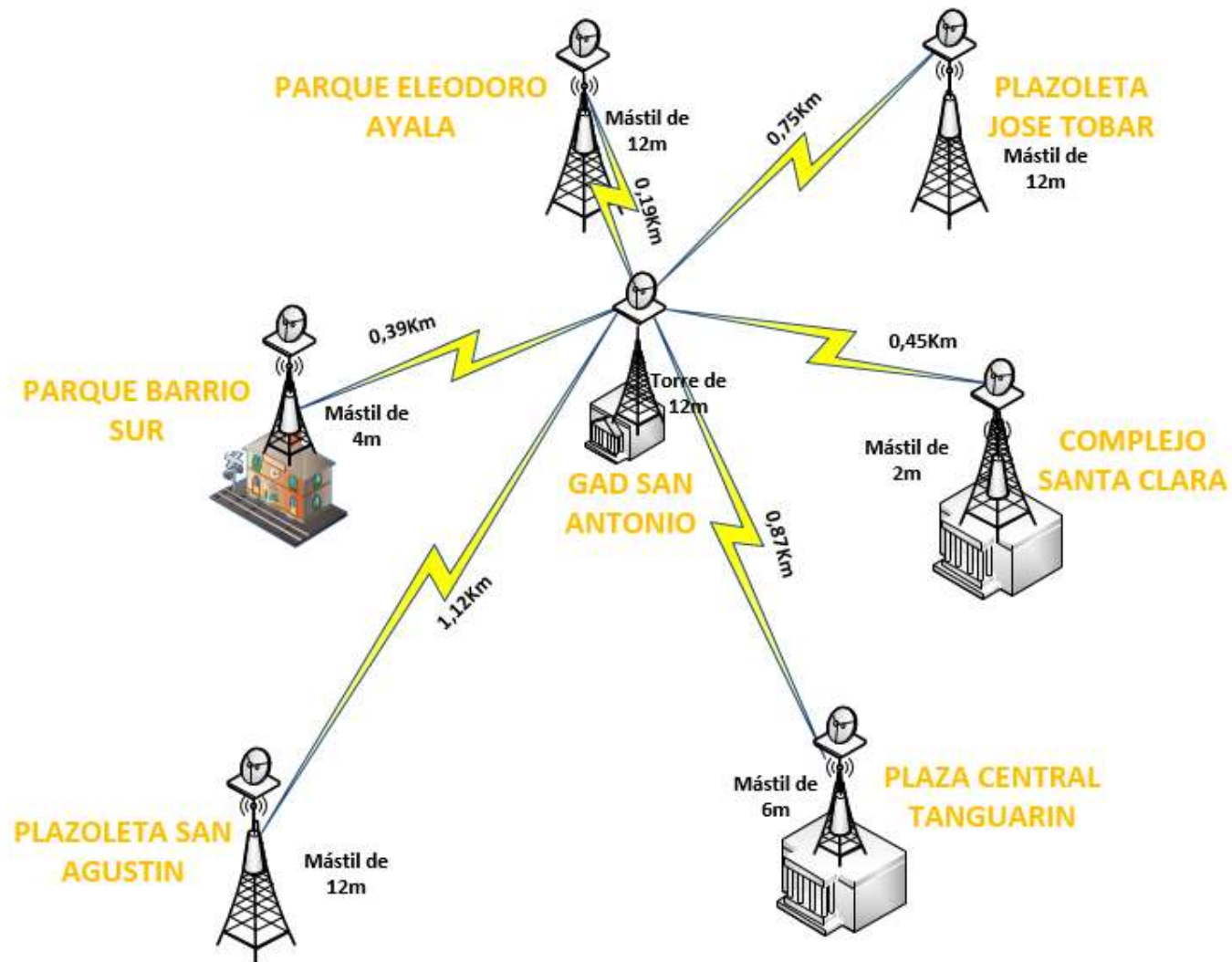


Figura 14. UniFi AP AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)

Fuente: Elaborado por autor

3.5. SIMULACIÓN DE RADIOENLACES

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

Este software Radio Mobile utiliza mapas topográficos de la zona donde se realiza el diseño del sistema inalámbrico.

Los datos para la simulación nos proporcionan los equipos a utilizar y el software google earth las posiciones geográficas de cada punto a brindar el acceso a internet.

Para el enlace punto multipunto están definidos utilizar los siguientes equipos seleccionados anteriormente:

Antena Rocket5ac PtMP

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

- **Modelo:** Rocket5ac PtMP
- **Potencia de Trasmisión:** 27 dBm
- **Sensibilidad del receptor:** -96 dBm
- **Pérdida de los cables y conectores:** 0.52dB
- **Tipo de antena integrada:** Omnidireccional 360°

- **Frecuencia de Operación:** 5.15 - 5.85 GHz
- **Ganancia de la antena:** 13 dBi
- **Polarización:** Doble polaridad

Antena NanoBeam NBE-5ac-16

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

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

3.5.1. SIMULACIÓN ENLACE COMPLEJO SANTA CLARA

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta el Complejo Santa Clara, separados por una distancia de 0,45Km, con un despeje de 4,8F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los

equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 100,8dB se calcula en base a la distancia recorrida por la señal y las pérdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -45,3dBm y un valor de la recepción relativa de 50,7dB, como se puede observar en la figura 15 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.

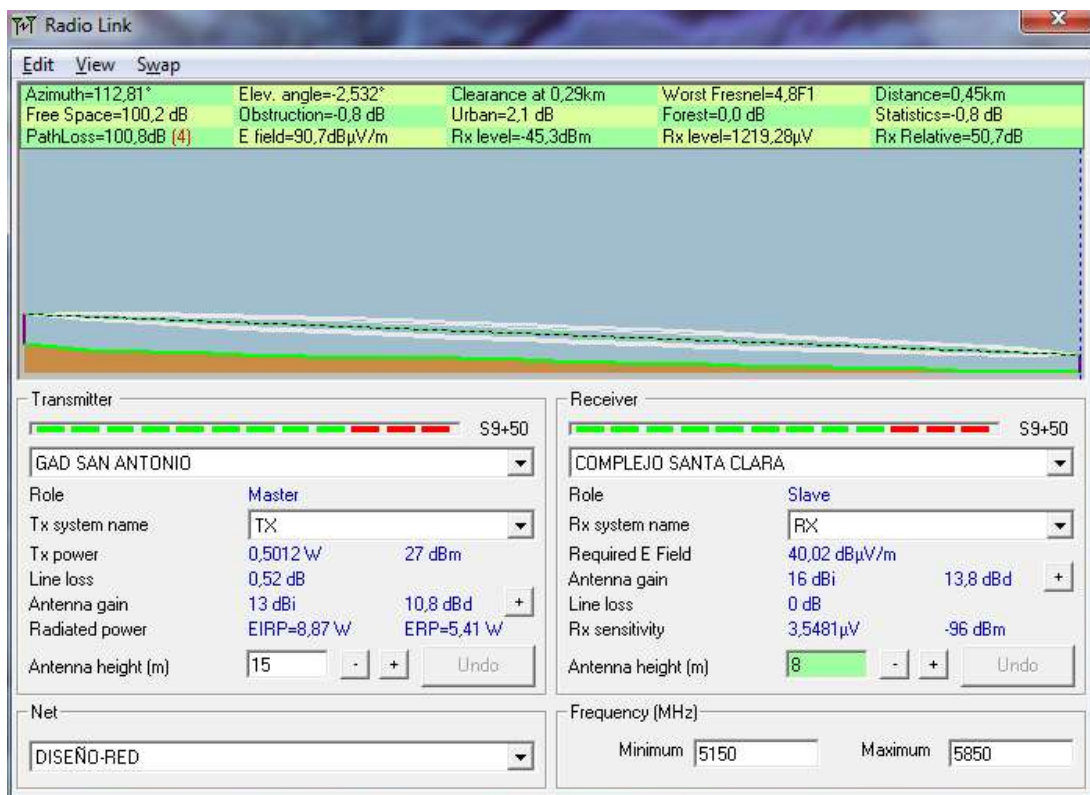


Figura 15. Enlace Junta Parroquial – Complejo Santa Clara en Radio Mobile
Fuente: Recuperado de Radio Mobile

Para una visualización del enlace y las zonas de fresnel se puede observar en la figura 16 mediante una simulación en el software google earth.



Figura 16. Enlace Junta Parroquial – Complejo Santa Clara en Google Earth
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.5.1.1. Resultado de la simulación del enlace Complejo Santa Clara

Tabla 19. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Complejo Santa Clara

GAD San Antonio		Complejo Santa Clara	
Latitud	0°19'58.91"N	Latitud	0°19'53.30"N
Longitud	78°10'12.76"O	Longitud	78°9'59.42"O
Elevación	2350	Elevación	2335,5
Altura de la antena	15m	Altura de la antena	8m
SISTEMA DE RADIO			
Modelo	Ubiquiti	Modelo	Ubiquiti
Potencia de Tx(dBm)	27dBm	Potencia de Tx(dBm)	26dBm
Tipo de antena	Omnidireccional AMO5G13	Tipo de antena	Directiva NBE-5ac-16
Ganancia de antena Tx(dBi)	13dBi	Ganancia de antena Tx(dBi)	16dBi
Perdidas en el cable(dB)	0,52dB	Perdidas en el cable(dB)	0dB
Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm	Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm
RENDIMIENTO			
Distancia(Km)	0.45km		
Frecuencia(GHz)	5.8GHz		
Perdidas en el espacio libre(dB)	100.8dB		
1ª zona de fresnel (F1)	4.8F1		
Nivel de recepción del sistema(dBm)	-45.3dBm		
Recepción relativa del sistema(dB)	50.7dB		

Fuente: Elaborado por autor

Para verificar si este enlace es óptimo es necesario interpretar los resultados que se observan en la tabla 19 y analizar los más importantes que brinda el simulador los cuales son:

- Worst Fresnel = 4.8F1
- Rx level = -45.3dBm
- Rx Relative = 50.7dB
- Antenna height = 8m

El primer resultado muestra un valor de 4.8F1 que interpreta la peor zona de fresnel, este valor debe ser siempre positivo mientras mayor es el valor mejor línea de vista tiene el radioenlace y su peor zona de fresnel es aceptable. Debe ser mayor al 0,6F1 requerido.

El segundo resultado presenta un valor de -45.3 dBm que es el nivel de recepción del sistema, este valor debe ser mayor al mínimo valor de la sensibilidad del radio receptor que en este caso es de -96 dBm.

El tercer resultado con un valor de 50.7 dB es la recepción relativa de todo el sistema y debe ser siempre positivo y depende de todos los resultados de la simulación si este resultado es negativos el sistema no es estable y se resalta en rojo.

Y el ultimo valor la altura de la antena hace dependiente a los resultados obtenidos, se debe considerar una altura mínima que pueden ser instaladas las antenas de las estaciones clientes y se tomó como referencia 8 metros para este punto.

Los resultados muestran una línea visual limpia entre las estaciones separadas por una distancia de 0.45km.

3.5.1.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Complejo Santa Clara

- **Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)**

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

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

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

Las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace se calculan mediante la ecuación 3, recuperada de Tranzeo Wireless Technologies.

$$FSL (dB) = 92,44 + 20 \log(F) + 20 \log(D) \quad (3)$$

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

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

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

- **Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor se calcula mediante la ecuación 4, recuperada de Fernández Nieto Proyecto Técnico de despliegue de Red Inalámbrica en el municipio San Rafael del Río.**

$$PRx(dBm) = PTx(dBm) - LTx(dB) + GTx(dBi) - FSLx(dB) + GRx(dBi) - LRx(dB) \quad (4)$$

Características de los equipos en Recepción y Transmisión:

Potencia del transmisor $PTx(dBm) = 27 \text{ dBm}$

Pérdidas en los cables del Transmisor $LTx(dB) = 0.52 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Transmisión. $GT_{x\text{dBi}} = 13\text{dBi}$

Pérdidas en el Espacio Libre. $FSL = 100.73\text{ dB}$

Pérdidas en los cables en el Receptor. $LR_{x\text{dB}} = 0\text{ dB}$

Ganancia de la antena en Recepción. $GR_{x\text{dBi}} = 16\text{ dBi}$

Sensibilidad del Receptor $SR_{x\text{dBm}} = -96\text{ dBm}$

$$PR_{x\text{(dBm)}} = 27 - 0,52 + 13 - 100,73 + 16 - 0$$

$$PR_{x\text{(dBm)}} = -45,25$$

- **Calculo del margen de la potencia de recepción del enlace está dado por la ecuación 5, recuperada de Fernández Nieto, Proyecto Técnico de despliegue de Red Inalámbrica en el municipio San Rafael del Río.**

$$M(\text{dB}) = PR_{x\text{(dBm)}} - SR_{x\text{(dBm)}} \quad (5)$$

$$M(\text{dB}) = -45,25(\text{dBm}) - (-96(\text{dBm}))$$

$$M(\text{dB}) = 50,75\text{dB}$$

Tabla 20. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Complejo Santa Clara

	Radio mobile	Cálculo matemático
Perdidas en el espacio libre	100,8	100,73
Nivel de señal en el receptor	-45,3	-45,25
Margen de la potencia de recepción	50,7	50,75

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 20 se observan los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias. Se realiza el cálculo de acuerdo al modelo matemático para todos los enlaces de acuerdo al escenario expuesto.

3.5.2. SIMULACIÓN ENLACE PLAZA CENTRAL TANGUARÍN

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta Plaza Central Tanguarín, separados por una distancia de 0,87Km, con un despeje de 2,4F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 100,6dB se calcula en base a la distancia recorrida por la señal y las pérdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -51,3dBm y un valor de la recepción relativa de 44,7dB, como se puede observar en la figura 17 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.

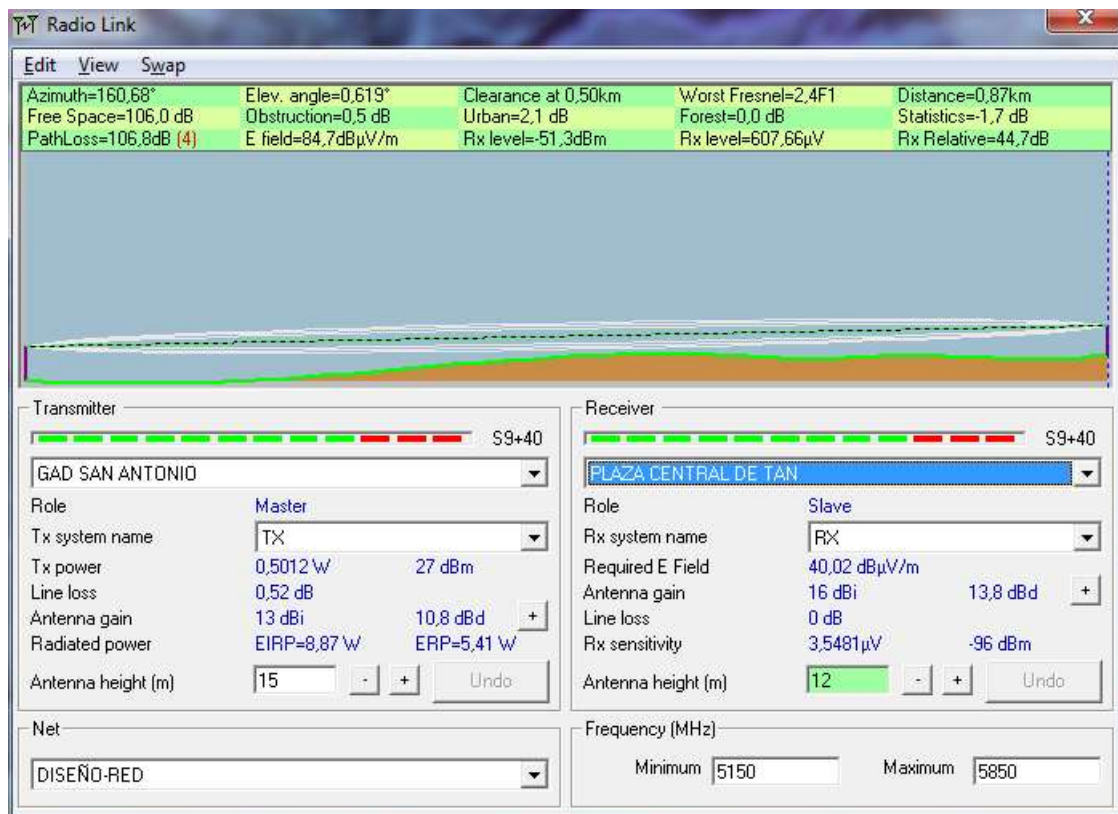


Figura 17. Enlace Junta Parroquial – Plaza Central de Tanguarín en Radio Mobile
Fuente: Recuperado de Radio Mobile

Para una visualización del enlace y las zonas de fresnel se puede observar en la figura 18 mediante una simulación en el software google earth.

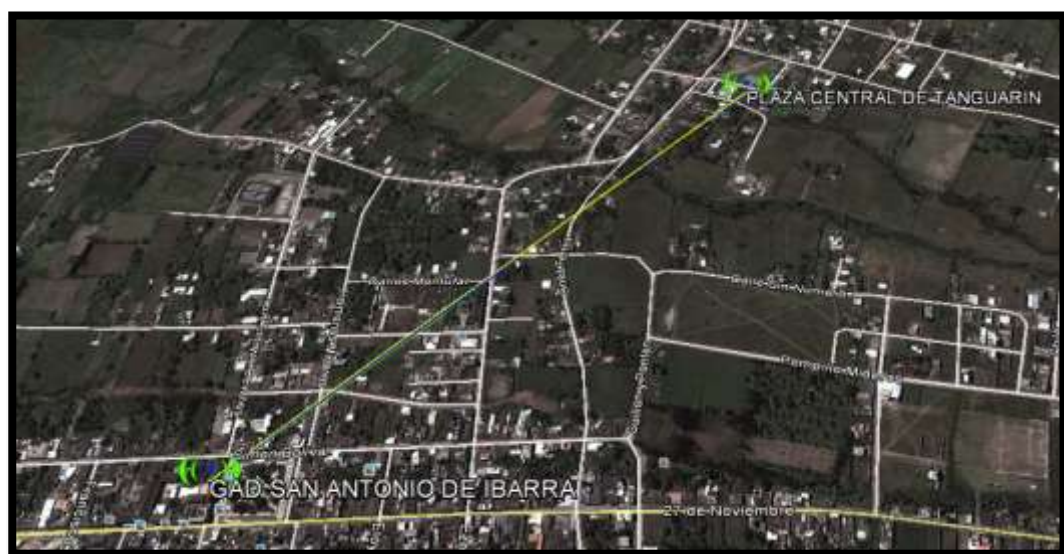


Figura 18. Enlace Junta Parroquial – Plaza Central de Tanguarín en Google Earth
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.5.2.1. Resultado de la simulación del enlace Plaza Central de Tanguarín

Tabla 21. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Plaza Central Tanguarín

GAD San Antonio		Plaza Central de Tanguarín	
Latitud	0°19'58.91"N	Latitud	0°19'32.44"N
Longitud	78°10'12.76"O	Longitud	78°10'3.49"O
Elevación	2350	Elevación	2361,2
Altura de la antena	15m	Altura de la antena	12m
SISTEMA DE RADIO			
Modelo	Ubiquiti	Modelo	Ubiquiti
Potencia de Tx(dBm)	27dBm	Potencia de Tx(dBm)	26dBm
Tipo de antena	Omnidireccional AMO5G13	Tipo de antena	Directiva NBE-5ac-16
Ganancia de antena Tx(dBi)	13dBi	Ganancia de antena Tx(dBi)	16dBi
Perdidas en el cable(dB)	0.52Db	Perdidas en el cable(dB)	0dB
Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm	Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm
RENDIMIENTO			
Distancia(Km)			0.87km
Frecuencia(GHz)			5.8GHz
Perdidas en el espacio libre(dB)			106.8dB
1ª zona de fresnel (F1)			2.4F1
Nivel de recepción del sistema(dBm)			-51.3dBm
Recepción relativa del sistema(dB)			44.7dB

Fuente: Elaborado por autor

Para verificar si este enlace es óptimo es necesario interpretar los resultados que se observan en la tabla 21 y analizar los más importantes que brinda el simulador los cuales son:

- Worst Fresnel = 2.4F1
- Rx level = -51.3dBm
- Rx Relative = 44.7dB
- Antenna height = 12m

El primer resultado muestra un valor de 2.4 F1 que interpreta la peor zona de fresnel, este valor debe ser siempre positivo mientras mayor es el valor mejor línea de vista tiene el radioenlace y su peor zona de fresnel es aceptable. Debe ser mayor al 0,6F1 requerido.

El segundo resultado presenta un valor de -51,3 dBm que es el nivel de recepción del sistema, este valor debe ser mayor al valor mínimo de la sensibilidad del radio receptor que en este caso es de -96 dBm.

El tercer resultado con un valor de 44,7 dB es la recepción relativa de todo el sistema y debe ser siempre positivo y depende de todos los resultados de la simulación si este resultado tiene resultados negativos el sistema no es estable y se resalta en rojo.

El cuarto valor la altura de la antena hace dependiente a los resultados obtenidos, se debe considerar una altura mínima que pueden ser instaladas las antenas de las estaciones clientes y se tomó como referencia 12 metros para este punto.

Los resultados muestran una línea visual limpia entre las estaciones separadas por una distancia de 0.87km.

3.5.2.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Plaza Central de Tanguarín

- **Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)**

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

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

$$D = 0.87 \text{ Km}$$

El Resultado de las Perdidas en el Espacio Libre del enlace es:

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(F) + 20\log(D)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(5.8) + 20\log(0,87)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 15,26 - 1,20$$

$$FSL (dB) = 106,46$$

- **Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor**

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

Características de los equipos en Recepción y Transmisión:

Potencia del transmisor $PTx(dBm) = 27 \text{ dBm}$

Pérdidas en los cables del Transmisor $LTx(dB) = 0.52 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Transmisión. $GTx(dBi) = 13\text{dBi}$

Pérdidas en el Espacio Libre. $FSL = 106.46 \text{ dB}$

Pérdidas en los cables en el Receptor. $LR_{dB} = 0$ dB

Ganancia de la antena en Recepción. $GR_{dBi} = 16$ dBi

Sensibilidad del Receptor $SR_{dBm} = -96$ dBm

$$PRx(dBm) = 27 - 0,52 + 13 - 106,46 + 16 - 0$$

$$PRx(dBm) = -50,98$$

- **Calculo del margen de la potencia de recepción del enlace es:**

$$M(dB) = PRx(dBm) - SRx(dBm)$$

$$M(dB) = -50,98(dBm) - (-96(dBm))$$

$$M(dB) = 45,02dB$$

Tabla 22. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Plaza Central Tanguarín

	Radio mobile	Cálculo matemático
Perdidas en el espacio libre	106,8	106,46
Nivel de señal en el receptor	-51,3	-50,98
Margen de la potencia de recepción	44,7	45,02

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 22 se observa los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias.

3.5.3. SIMULACIÓN ENLACE PLAZOLETA JOSÉ TOBAR

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta la Plazoleta José Tobar, separados por una distancia de 0,75Km, con un despeje de 4,8F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 105,2dB se calcula en base a la distancia recorrida por la señal y las pérdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -49,7dBm y un valor de la recepción relativa de 46,3dB, como se puede observar en la figura 19 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.

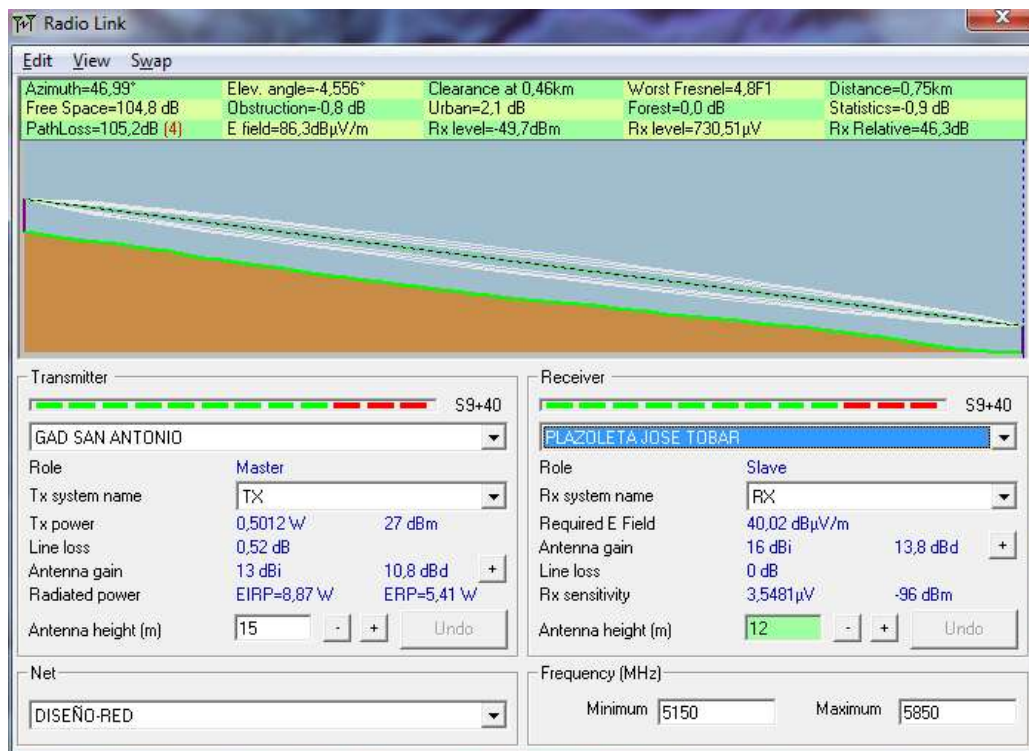


Figura 19. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta José Tobar en Radio Mobile

Fuente: Recuperado de Radio Mobile

Para una visualización del enlace y las zonas de fresnel se puede observar en la figura 20 mediante una simulación en el software google earth.



Figura 20. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta José Tobar en Google Earth
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.5.3.1. Resultado de la simulación del enlace Plazoleta José Tobar

Tabla 23. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Plazoleta José Tobar

GAD San Antonio		Plazoleta José Tobar	
Latitud	0°19'58.91"N	Latitud	0°20'4.41"N
Longitud	78°10'12.76"O	Longitud	78°10'8.26"O
Elevación	2350m	Elevación	2331,7m
Altura de la antena	15m	Altura de la antena	12m
SISTEMA DE RADIO			
Modelo	Ubiquiti	Modelo	Ubiquiti
Potencia de Tx(dBm)	27dBm	Potencia de Tx(dBm)	26dBm
Tipo de antena	Omnidireccional AMO5G13	Tipo de antena	Directiva NBE-5ac-19
Ganancia de antena Tx(dBi)	19dBi	Ganancia de antena Tx(dBi)	16dBi
Perdidas en el cable(dB)	0.52 dB	Perdidas en el cable(dB)	0 dB
Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm	Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm
RENDIMIENTO			
Distancia(Km)	0.75km		
Frecuencia(GHz)	5.8GHz		
Perdidas en el espacio libre(dB)	105.2dB		
1ª zona de fresnel (F1)	4.8F1		
Nivel de recepción del sistema(dBm)	-49.7dBm		
Recepción relativa del sistema(dB)	46.3dB		

Fuente: Elaborado por autor

Para verificar si este enlace es óptimo es necesario interpretar los resultados que se observan en la tabla 23 y analizar los más importantes que brinda el simulador los cuales son:

- Worst Fresnel = 4.8F1
- Rx level = -49.7dBm
- Rx Relative = 46.3dB
- Antenna height = 12m

El primer resultado muestra un valor de 4.8 F1 que interpreta la peor zona de fresnel, este valor debe ser siempre positivo mientras mayor es el valor mejor línea de vista tiene el radioenlace y su peor zona de fresnel es aceptable. Debe ser mayor al 0,6F1 requerido.

El segundo resultado presenta un valor de -49.7 dBm que es el nivel de recepción del sistema, este valor debe ser mayor al mínimo valor de la sensibilidad del radio receptor que en este caso es de -96 dBm.

El tercer resultado con un valor de 46.3 dB es la recepción relativa de todo el sistema y debe ser siempre positivo y depende de todos los resultados de la simulación si este resultado tiene resultados negativos el sistema no es estable y se resalta en rojo.

El cuarto valor la altura de la antena hace dependiente a los resultados obtenidos, se debe considerar una altura mínima que pueden ser instaladas las antenas de las estaciones clientes y se tomó como referencia 12 metros para este punto.

Los resultados muestran una línea visual limpia entre las estaciones separadas por una distancia de 0.75km.

3.5.3.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Plazoleta José Tobar

Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

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

$$D = 0.75 \text{ Km}$$

El Resultado de las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace es:

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(F) + 20\log(D)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(5,8) + 20\log(0,75)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 15,26 - 2,49$$

$$FSL (dB) = 105,17$$

- **Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor**

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

Características de los equipos en Recepción y Transmisión:

Potencia del transmisor $PTx(dBm) = 27 \text{ dBm}$

Pérdidas en los cables del Transmisor $LTx(dB) = 0.52 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Transmisión. $GTx(dBi) = 13\text{dBi}$

Pérdidas en el Espacio Libre. $FSL = 105.17 \text{ dB}$

Pérdidas en los cables en el Receptor. $LR_{dB} = 0 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Recepción. $GR_{dBi} = 16 \text{ dBi}$

Sensibilidad del Receptor $SR_{dBm} = -96 \text{ dBm}$

$$PRx(dBm) = 27 - 0,52 + 13 - 105,17 + 16 - 0$$

$$PRx(dBm) = -49,69$$

- **Calculo del margen de la potencia de recepción del enlace es:**

$$M(dB) = PRx(dBm) - SRx(dBm)$$

$$M(dB) = -49,69(dBm) - (-96(dBm))$$

$$M(dB) = 46,31dB$$

Tabla 24. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Plazoleta José Tobar

	Radio mobile	Cálculo matemático
Perdidas en el espacio libre	105,2	105,17
Nivel de señal en el receptor	-49,7	-49,69
Margen de la potencia de recepción	46,3	46,31

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 24 se observa los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias.

3.5.4. SIMULACIÓN ENLACE PARQUE ELEODORO AYALA

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta Parque Eleodoro Ayala, separados por una distancia de 0,19Km, con un despeje de 8,7F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 93,6dB se calcula en base a la distancia recorrida por la señal y las perdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -38,1dBm y un valor de la recepción relativa de 57,9dB, como se puede observar en la figura 21 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.

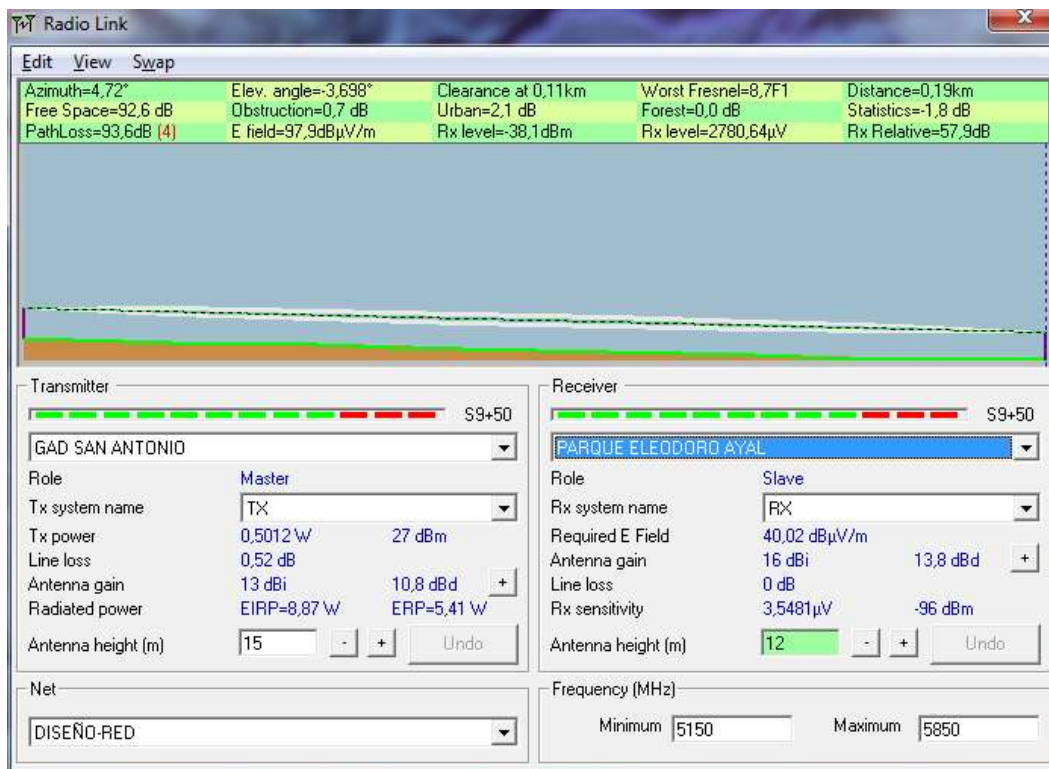


Figura 21. Enlace Junta Parroquial – Parque Eleodoro Ayala en Radio Mobile
Fuente: Recuperado de Radio Mobile

Para una visualización del enlace y las zonas de fresnel se puede observar en la figura 22 mediante una simulación en el software google earth.



Figura 22. Enlace Junta Parroquial – Parque Eleodoro Ayala en Google Earth
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.5.4.1. Resultado de la simulación del enlace Parque Eleodoro Ayala

Tabla 25. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Parque Eleodoro Ayala

GAD San Antonio		Parque Eleodoro Ayala	
Latitud	0°19'58.91"N	Latitud	0°20'4.90"N
Longitud	78°10'12.76"O	Longitud	78°10'12.27"O
Elevación	2350m	Elevación	2340,1m
Altura de la antena	15m	Altura de la antena	12m
SISTEMA DE RADIO			
Modelo	Ubiquiti	Modelo	Ubiquiti
Potencia de Tx(dBm)	27dBm	Potencia de Tx(dBm)	26dBm
Tipo de antena	Omnidireccional AMO5G13	Tipo de antena	Directiva NBE-5ac-16
Ganancia de antena Tx(dBi)	13dBi	Ganancia de antena Tx(dBi)	16dBi
Perdidas en el cable(dB)	0.52 dB	Perdidas en el cable(dB)	0 dB
Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm	Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm
RENDIMIENTO			
Distancia(Km)	0.19km		
Frecuencia(GHz)	5.8GHz		
Perdidas en el espacio libre(dB)	93.6dB		
1ª zona de fresnel (F1)	8.7F1		
Nivel de recepción del sistema(dBm)	-38.1dBm		
Recepción relativa del sistema(dB)	57.9dB		

Fuente: Elaborado por autor

Para verificar si este enlace es óptimo es necesario interpretar los resultados que se observan en la tabla 25 y analizar los más importantes que brinda el simulador los cuales son:

- Worst Fresnel = 8.7F1
- Rx level = -38.1dBm
- Rx Relative = 57.9dB
- Antenna height = 12m

El primer resultado muestra un valor de 8.7 F1 que interpreta la peor zona de fresnel, este valor debe ser siempre positivo mientras mayor es el valor mejor línea de vista tiene el radioenlace y su peor zona de fresnel es aceptable. Debe ser mayor al 0,6F1 requerido.

El segundo resultado presenta un valor de -38.1 dBm que es el nivel de recepción del sistema, este valor debe ser mayor al mínimo valor de la sensibilidad del radio receptor que en este caso es de -96 dBm.

El tercer resultado con un valor de 57.9 dB es la recepción relativa de todo el sistema y debe ser siempre positivo y depende de todos los resultados de la simulación si este resultado tiene resultados negativos el sistema no es estable y se resalta en rojo.

El cuarto valor la altura de la antena hace dependiente a los resultados obtenidos, se debe considerar una altura mínima que pueden ser instaladas las antenas de las estaciones clientes y se tomó como referencia 12 metros para este punto.

Los resultados muestran una línea visual limpia entre las estaciones separadas por una distancia de 0.19km.

3.5.4.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Parque Eleodoro Ayala

Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

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

$$D = 0.19 \text{ Km}$$

El Resultado de las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace es:

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(F) + 20 \log(D)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(5,8) + 20 \log(0,19)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 15,26 - 14,42$$

$$FSL (dB) = 93,24$$

- **Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor**

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

Características de los equipos en Recepción y Transmisión:

Potencia del transmisor $PTx(dBm) = 27 \text{ dBm}$

Pérdidas en los cables del Transmisor $LTx(dB) = 0.52 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Transmisión. $GTx(dBi) = 13 \text{ dBi}$

Pérdidas en el Espacio Libre. $FSL = 93.24 \text{ dB}$

Pérdidas en los cables en el Receptor. $LRx(dB) = 0 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Recepción. $GRx(dBi) = 16 \text{ dBi}$

Sensibilidad del Receptor $SR_{x\text{dBm}} = -96 \text{ dBm}$

$$PR_{x\text{(dBm)}} = 27 - 0,52 + 13 - 93,24 + 16 - 0$$

$$PR_{x\text{(dBm)}} = -37,76$$

- **Calculo del margen de la potencia de recepción del enlace es:**

$$M\text{(dB)} = PR_{x\text{(dBm)}} - SR_{x\text{(dBm)}}$$

$$M\text{(dB)} = -37,76\text{(dBm)} - (-96\text{(dBm)})$$

$$M\text{(dB)} = 58,24\text{dB}$$

Tabla 26. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Parque Eleodoro Ayala

	Radio mobile	Cálculo matemático
Perdidas en el espacio libre	93,6	93,24
Nivel de señal en el receptor	-38,1	-37,76
Margen de la potencia de recepción	57,9	58,24

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 26 se observa los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias.

3.5.5. SIMULACIÓN ENLACE PARQUE BARRIO SUR

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta Parque Barrio Sur, separados por una distancia de 0,39Km, con un despeje de 5,2F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 99,4dB se calcula en base a la distancia recorrida por la señal y las perdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -43,9dBm y un valor de la recepción relativa de 52,1dB, como se puede observar en la figura 23 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.

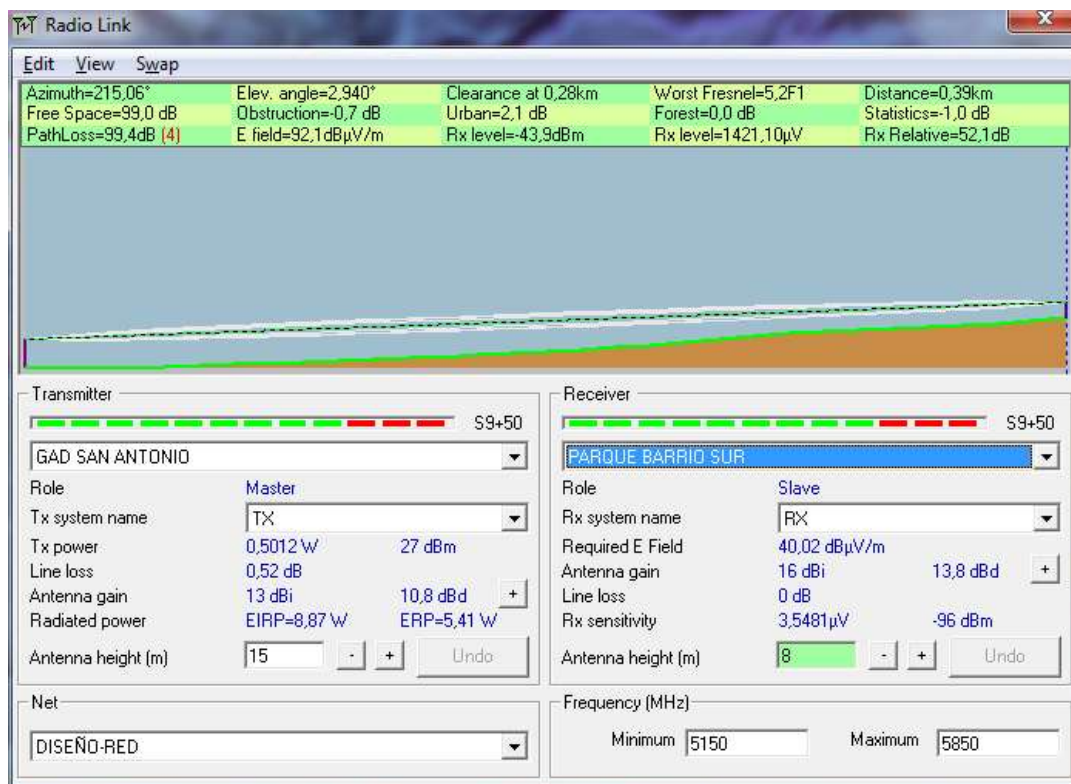


Figura 23. Enlace Junta Parroquial – Parque Barrio Sur en Radio Mobile
Fuente: Recuperado de Radio Mobile

Para una visualización del enlace y las zonas de fresnel se puede observar en la figura 24 mediante una simulación en el software google earth.



Figura 24. Enlace Junta Parroquial – Parque Barrio Sur en Google Earth
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.5.5.1. Resultado de la simulación del enlace Parque Barrio Sur

Tabla 27. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Parque Barrio Sur

GAD San Antonio		Parque Barrio Sur	
Latitud	0°19'58.91"N	Latitud	0°19'48.66"N
Longitud	78°10'12.76"O	Longitud	78°10'19.95"O
Elevación	2350m	Elevación	2376,4m
Altura de la antena	15m	Altura de la antena	8m
SISTEMA DE RADIO			
Modelo	Ubiquiti	Modelo	Ubiquiti
Potencia de Tx(dBm)	27dBm	Potencia de Tx(dBm)	26dBm
Tipo de antena	Omnidireccional AMO5G13	Tipo de antena	Directiva NBE-5ac-16
Ganancia de antena Tx(dBi)	13dBi	Ganancia de antena Tx(dBi)	16dBi
Perdidas en el cable(dB)	0.52 dB	Perdidas en el cable(dB)	0 Db
Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm	Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm
RENDIMIENTO			
Distancia(Km)	0.39km		
Frecuencia(GHz)	5.8GHz		
Perdidas en el espacio libre(dB)	99.4dB		
1ª zona de fresnel (F1)	5.2F1		
Nivel de recepción del sistema(dBm)	-49.9dBm		
Recepción relativa del sistema(dB)	52,1dB		

Fuente: Elaborado por autor

Para verificar si este enlace es óptimo es necesario interpretar los resultados que se observan en la tabla 27 y analizar los más importantes que brinda el simulador los cuales son:

- Worst Fresnel = 5.2F1
- Rx level = -49.9 dBm
- Rx Relative = 52.1dB
- Antenna height = 8m

El primer resultado muestra un valor de 5.2 F1 que interpreta la peor zona de fresnel, este valor debe ser siempre positivo mientras mayor es el valor mejor línea de vista tiene el radioenlace y su peor zona de fresnel es aceptable. Debe ser mayor al 0,6F1 requerido.

El segundo resultado presenta un valor de -49.9 dBm que es el nivel de recepción del sistema, este valor debe ser mayor al mínimo valor de la sensibilidad del radio receptor que en este caso es de -96 dBm.

El tercer resultado con un valor de 52.1 dB es la recepción relativa de todo el sistema y debe ser siempre positivo y depende de todos los resultados de la simulación si este resultado tiene resultados negativos el sistema no es estable y se resalta en rojo.

La altura de la antena hace dependiente a los resultados obtenidos, se debe considerar una altura mínima que pueden ser instaladas las antenas de las estaciones clientes y se tomó como referencia 8 metros para este punto.

Los resultados muestran una línea visual limpia entre las estaciones separadas por una distancia de 0.39km.

3.5.5.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Parque Barrio Sur

Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

$$F = 5,8 \text{ GHz}$$

$$D = 0,39 \text{ Km}$$

El Resultado de las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace es:

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(F) + 20 \log(D)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(5,8) + 20 \log(0,39)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 15,26 - 8,17$$

$$FSL (dB) = 99,49$$

- **Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor**

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

Características de los equipos en Recepción y Transmisión:

Potencia del transmisor $PTx(dBm) = 27 \text{ dBm}$

Pérdidas en los cables del Transmisor $LTx(dB) = 0,52 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Transmisión. $GTx(dBi) = 13 \text{ dBi}$

Pérdidas en el Espacio Libre. $FSL = 99,49 \text{ dB}$

Pérdidas en los cables en el Receptor. $LR_{dB} = 0 \text{ dB}$

Ganancia de la antena en Recepción. $GR_{dBi} = 16 \text{ dBi}$

Sensibilidad del Receptor $SR_{dBm} = -96 \text{ dBm}$

$$PRx(dBm) = 27 - 0,52 + 13 - 99,49 + 16 - 0$$

$$PRx(dBm) = -44,01$$

- **Calculo del margen de la potencia de recepción del enlace es:**

$$M(dB) = PRx(dBm) - SRx(dBm)$$

$$M(dB) = -44,01(dBm) - (-96(dBm))$$

$$M(dB) = 51,99dB$$

Tabla 28. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Parque Barrio Sur

	Radio mobile	Cálculo matemático
Perdidas en el espacio libre	99,4	99,49
Nivel de señal en el receptor	-43,9	-44,01
Margen de la potencia de recepción	52,1	51,99

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 28 se observa los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias.

3.5.6. SIMULACIÓN ENLACE PLAZOLETA SAN AGUSTÍN

La simulación va desde el GAD de San Antonio hasta Plazoleta San Agustín, separados por una distancia de 1,12Km, con un despeje de 3,9F1, los parámetros del enlace tales como la frecuencia mínima 5150MHz y máxima 5850MHz, la ganancia de la antena como es de 13dBi en transmisión y 16dBi en recepción, la potencia en transmisión de 27dBm y la sensibilidad en recepción de -96dBm son características de los fabricantes de los equipos, los resultados obtenidos de la simulación con el software Radio Mobile son las pérdidas en el espacio libre toma el valor de 108,6dB se calcula en base a la distancia recorrida por la señal y las perdidas por obstrucción e interferencias, el nivel de señal recibida con un valor de -53,2dBm y un valor de la recepción relativa de 42,8dB, como se puede observar en la figura 25 existe una perfecta conexión entre ambos siendo el enlace viable.

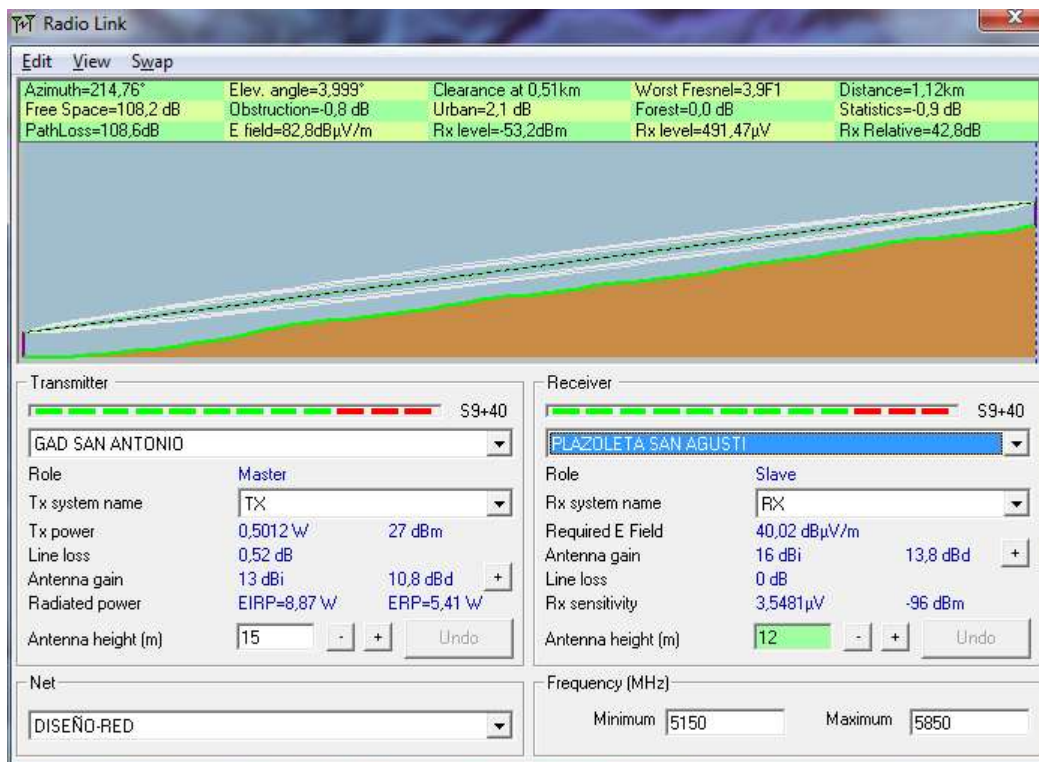


Figura 25. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta San Agustín en Radio Mobile

Fuente: Recuperado de Radio Mobile

Para una visualización del enlace y las zonas de fresnel se puede observar en la figura 26 mediante una simulación en el software google earth.



Figura 26. Enlace Junta Parroquial – Plazoleta San Agustín en Google Earth
Fuente: Recuperado de Google Earth

3.5.6.1. Resultado de la simulación de la Plazoleta San Agustín

Tabla 29. Datos de la simulación enlace GAD San Antonio-Plazoleta San Agustín

GAD San Antonio		Plazoleta San Agustín	
Latitud	0°19'58.91"N	Latitud	0°19'29.07"N
Longitud	78°10'12.76"O	Longitud	78°10'33.47"O
Elevación	2350m	Elevación	2429,8m
Altura de la antena	15m	Altura de la antena	12m
SISTEMA DE RADIO			
Modelo	Ubiquiti	Modelo	Ubiquiti
Potencia de Tx(dBm)	27dBm	Potencia de Tx(dBm)	26dBm
Tipo de antena	Omnidireccional AMO5G13	Tipo de antena	Directiva NBE-5ac-16
Ganancia de antena Tx(dBi)	13dBi	Ganancia de antena Tx(dBi)	16dBi
Perdidas en el cable(dB)	0.52 dB	Perdidas en el cable(dB)	0 dB
Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm	Sensibilidad de recepción(dBm)	-96dBm
RENDIMIENTO		PLAZOLETA SAN AGUSTÍN	
Distancia(Km)			1.12km
Frecuencia(GHz)			5.8GHz
Perdidas en el espacio libre(dB)			108.6dB
1ª zona de fresnel (F1)			3.9F1
Nivel de recepción del sistema(dBm)			-53.2dBm
Recepción relativa del sistema(dB)			42.8dB

Fuente: Elaborado por autor

Para verificar si este enlace es óptimo es necesario interpretar los resultados que se observan en la tabla 29 y analizar los más importantes que brinda el simulador los cuales son:

- Worst Fresnel = 3.9F1
- Rx level = -53.2dBm
- Rx Relative = 42.8dB
- Antenna height = 12m

El primer resultado muestra un valor de 3.9 F1 que interpreta la peor zona de fresnel, este valor debe ser siempre positivo mientras mayor es el valor mejor línea de vista tiene el radioenlace y su peor zona de fresnel es aceptable. Debe ser mayor al 0,6F1 requerido.

El segundo resultado presenta un valor de -53.2 dBm que es el nivel de recepción del sistema, este valor debe ser mayor al mínimo valor de la sensibilidad del radio receptor que en este caso es de -96 dBm.

El tercer resultado con un valor de 42.8 dB es la recepción relativa de todo el sistema y debe ser siempre positivo y depende de todos los resultados de la simulación si este resultado tiene resultados negativos el sistema no es estable y se resalta en rojo.

La altura de la antena hace dependiente a los resultados obtenidos, se debe considerar una altura mínima que pueden ser instaladas las antenas de las estaciones clientes y se tomó como referencia 12 metros para este punto.

Los resultados muestran una línea visual limpia entre las estaciones separadas por una distancia de 1,12km.

3.5.6.2. Cálculo del presupuesto de potencia del enlace Plazoleta San Agustín

Cálculo de las Pérdidas en el Espacio Libre (FSL)

Para el caso del enlace se tienen los siguientes datos:

$$F = 5,8 \text{ GHz}$$

$$D = 1,12 \text{ Km}$$

El Resultado de las Pérdidas en el Espacio Libre del enlace es:

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(F) + 20 \log(D)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 20 \log(5,8) + 20 \log(1,12)$$

$$FSL (dB) = 92,4 + 15,26 + 0,98$$

$$FSL (dB) = 108.64$$

- **Cálculo del nivel de señal recibido en el receptor**

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

Características de los equipos en Recepción y Transmisión:

$$\text{Potencia del transmisor } PTx(dBm) = 27 \text{ dBm}$$

$$\text{Pérdidas en los cables del Transmisor } LTx(dB) = 0.52 \text{ dB}$$

$$\text{Ganancia de la antena en Transmisión. } GTx(dBi) = 13 \text{ dBi}$$

$$\text{Pérdidas en el Espacio Libre. } FSL = 108.64 \text{ dB}$$

Pérdidas en los cables en el Receptor. $LR_{dB} = 0$ dB

Ganancia de la antena en Recepción. $GR_{dBi} = 16$ dBi

Sensibilidad del Receptor $SR_{dBm} = -96$ dBm

$$PRx(dBm) = 27 - 0,52 + 13 - 108,64 + 16 - 0$$

$$PRx(dBm) = -53,16$$

- **Calculo del margen de la potencia de recepción del enlace es:**

$$M(dB) = PRx(dBm) - SRx(dBm)$$

$$M(dB) = -53,16(dBm) - (-96(dBm))$$

$$M(dB) = 42,84 \text{ dB}$$

Tabla 30. Comparación simulador y cálculo enlace GAD San Antonio-Plazoleta San Agustín

	Radio mobile	Cálculo matemático
Perdidas en el espacio libre	108,6	108,64
Nivel de señal en el receptor	-53,2 dBm	-53,16 dBm
Margen de la potencia de recepción	42,8 dB	42,84 dB

Fuente: Elaborado por autor

En la tabla 30 se observa los resultados del presupuesto del enlace obtenidos según el método matemático y el software Radio Mobile existe una variación mínima en el nivel de la señal en Recepción y el Margen de desvanecimiento del enlace debido al modelo de cálculo de las pérdidas que el software determina en base a pérdidas adicionales por obstrucción y múltiples trayectorias.

3.6. TOPOLOGÍA DE RED

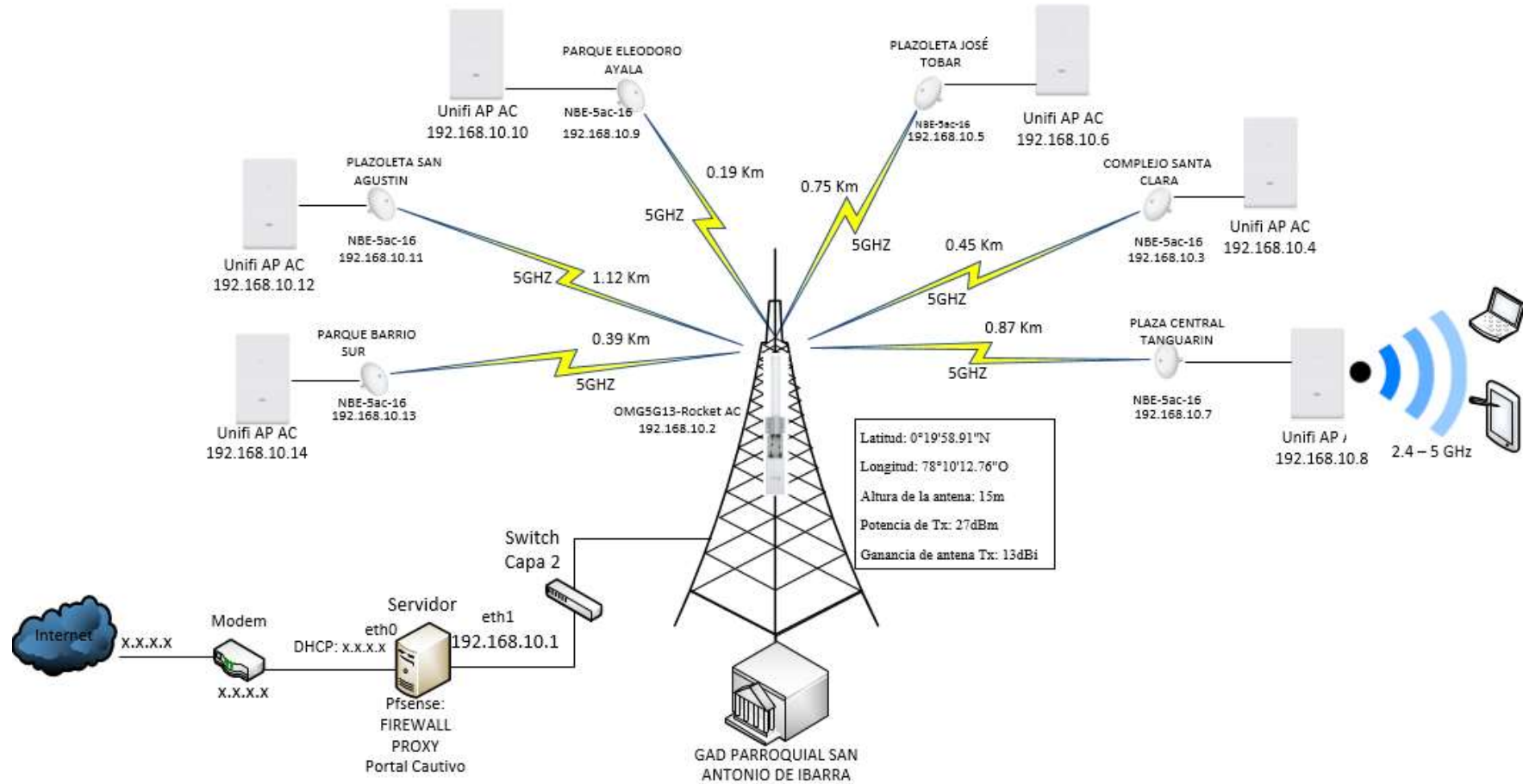


Figura 27. Topología de la red punto multipunto de la Junta Parroquial

Fuente: Elaborado por autor

En esta topología se indica los equipos que se utiliza para la red inalámbrica como se puede observar en la figura 27, el portal cautivo y firewall proxy se encuentra configurado en un Recuperado de Servidor PfSense el cual tiene dos tarjetas de red, la tarjeta eth0 se conecta al ISP del GAD Parroquial San Antonio mediante DHCP y la tarjeta eth1 se conecta al switch con una dirección estática 192.168.10.1, en la torre de 12m aproximadamente de altura que se encuentra sobre la terraza de la junta se coloca la antena de marca Ubiquiti omnidireccional incluida una antena de transmisión Rocket5ac PtMP, desde aquí se hará los enlaces a 5GHz hacia los 6 parques respectivamente cada uno con su distancia correspondiente estableciendo la comunicación punto multipunto hacia los receptores Ubiquiti Nanobeam NBE-5AC-16, los cuales estarán ubicados en mástiles.

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

3.6.1. DIRECCIONAMIENTO

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

Red privada: 192.168.10.0

Clase C: 255.255.255.0

Es un direccionamiento sin VLSM debido al crecimiento posterior, como se puede observar en la tabla 31 se realiza el siguiente direccionamiento:

Tabla 31. *Direccionamiento de los equipos*

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

Fuente: Elaborado por autor

Las direcciones Ip que tendrán los usuarios son mediante DHCP desde la subred 192.168.10.20 hasta la 192.168.10.254.

3.7. SEGURIDAD

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

Los requerimientos mínimos para la plataforma de administración y gestión de red inalámbrica y usuarios se puede observar en la tabla 32 siendo los siguientes:

Tabla 32. *Requerimientos mínimos de seguridad*

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

Fuente: Elaborado por autor

Para la seguridad de la red se necesita un servidor el cual contendrá el firewall/proxy y el portal cautivo bajo software y licencia GPL, se ha realizado una comparación entre los más conocidos y destacados para funcionar en redes inalámbricas publicas los cuales son: Chillispot, Zeroshell, Wifidog, Antamedia Hotspot, FirstSpot y Pfsense analizando cada una las características que poseen; como se puede observar en la tabla 33.

Tabla 33. Comparación de portales cautivos

CARACTERÍSTICAS	CHILLISPOT	ZEROSHELL	WIFIDOG	ANTAMEDIA	FIRSTSPOT	PFSENSE
				HOTSPOT		
Plataforma	Linux	Linux	Linux y Windows	Windows	Windows	FreeBSD
Configuración	Fácil	Fácil	Un poco difícil	Fácil		Fácil
Open Source	Si	No en su totalidad	Si	No	No	Si
Métodos de autenticación	Radius	Radius	Crear cuentas de acceso con correo.	Crear cuentas de usuarios y pagar por el servicio de internet.	Sin autenticación, crear cuentas de usuario, código de Scratch y Radius.	Sin autenticación, cuentas de usuario y Radius
Monitoreo y administración en tiempo real	Si	No	Si	Si	Si	Si
Portal Cautivo	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Firewall	No	Si	No	No	No	Si

Fuente: Elaborado por autor

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

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

3.7.1. FIREWALL PFSENSE

- Habilitación de límites para conexiones simultaneas con reglas de base.
- Políticas de enrutamiento con alta flexibilidad para la selección del Gateway sobre las reglas de base para el equilibrio de banda, failover, WAN múltiple, backup sobre más ADSL.
- Posibilidad de creación de Alias de grupos de IP y nombres de IP, networks y puertas.
- Filtración transparente Layer 2. Posibilidad de puentear interfaces y filtrar el tráfico entre estas.
- Filtrado por IP de origen y destino, puerto de protocolo IP, origen y destino para el tráfico TCP y UDP.

3.7.2. PORTAL CAUTIVO PFSense

El portal cautivo permite forzar la autenticación de los usuarios redirigiéndolos a una página especial de autenticación o para aceptar los términos de uso, para poder tener acceso a la red. El portal cautivo es usado comúnmente para control de accesos a la red en los puntos de accesos inalámbricos de los hoteles, restaurantes, parques, etc.

Las características que Pfsense ofrece para la implementación de portales cautivos son:

- Limitar el número de conexiones concurrentes de una misma IP, para evitar denegación de servicio por clientes que envían tráfico repetidamente sin autenticación.
- Desconexión de usuarios que se mantienen inactivos por un número de minutos predefinidos.
- Redirección de URL, para llevar a los usuarios a una página predefinida antes, durante y después de la autenticación.
- Filtrado de MACs.
- Múltiples métodos de autenticación, usuarios locales, Radius, y Microsoft Active Directory.
- El portal soporta ambos protocolos HTTP o HTTPS.
- Página web personalizable.

3.7.3. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE PARA PFSENSE

Los requerimientos de hardware son los siguientes:

- Procesador Intel Pentium III, hasta un Intel Xeon.
- Memoria RAM desde 256 Mb hasta 3 Gb.
- Disco Duro de 2 Gb hasta 80 Gb
- Dos Tarjetas de red cableadas Intel y Realtek
- El PC o servidor necesitará un teclado y monitor.

3.8. ADMINISTRACIÓN

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

Firewall Proxy Pfsense: Este será configurado para dar protección a los usuarios, tendrá la función de bloquear el contenido web inadecuado. Al ser una entidad estatal quien dará el acceso a internet a espacios públicos y una red abierta se conectarán personas de toda edad y basándose en el código de la niñez y adolescencia en el art. 47 numeral f) menciona ***“Sancionar de acuerdo a lo previsto en esta Ley, a las personas que faciliten a los menores: libros, escritos, afiches, propaganda, videos o cualquier otro medio auditivo y/o visual que hagan apología de la violencia o el delito, que tengan imágenes o contenidos pornográficos o que perjudiquen la formación del menor”***, es por esta razón que se prohíbe acceso a contenido sexual.

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

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

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

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

3.8.1. CONFIGURACIÓN DE LAS POLÍTICAS EN EL FIREWALL Y PORTAL CAUTIVO PFSense

Se describe las políticas que se va a utilizar para dar seguridad, se puede ver la configuración detallada en el ANEXO B.

Como se puede observar en la figura 28 están habilitadas las dos interfaces la WAN y la LAN.

El enmascaramiento para que la red local salga a la red net (internet) a través de la eth1, se hizo automáticamente.

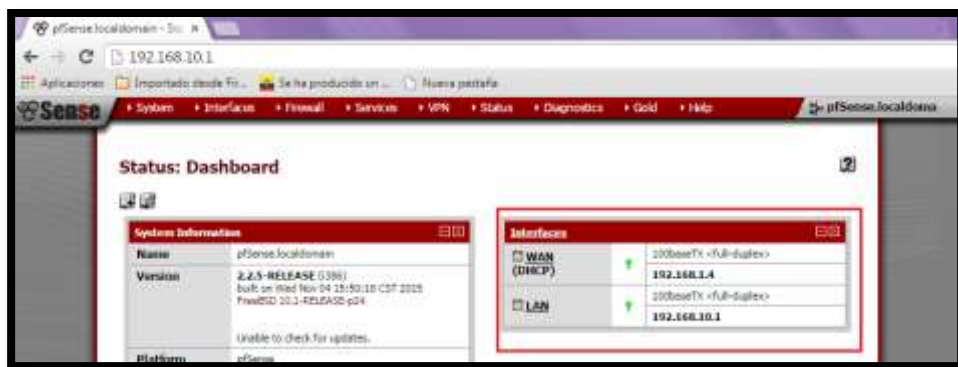


Figura 28. Interfaces de red
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

Para que el firewall sea transparente se debe borrar todas las reglas que aparecen en la lista. Para esto ir a **Firewall > NAT**, allí se debe seleccionar **AON - Advanced Outbound NAT**. Se recomienda grabar los cambios en todo momento de la configuración. Como se puede observar en la figura 29.



Figura 29. Borrar todas las reglas del Firewall
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

Se configura el servidor DHCP, está configurado en el rango 192.168.10.20 hasta la 192.168.10.254, esto servirá para dar direcciones ips a los usuarios que se conecten a la red de los Access point de los parques de San Antonio. Como se puede observar en la figura 30.

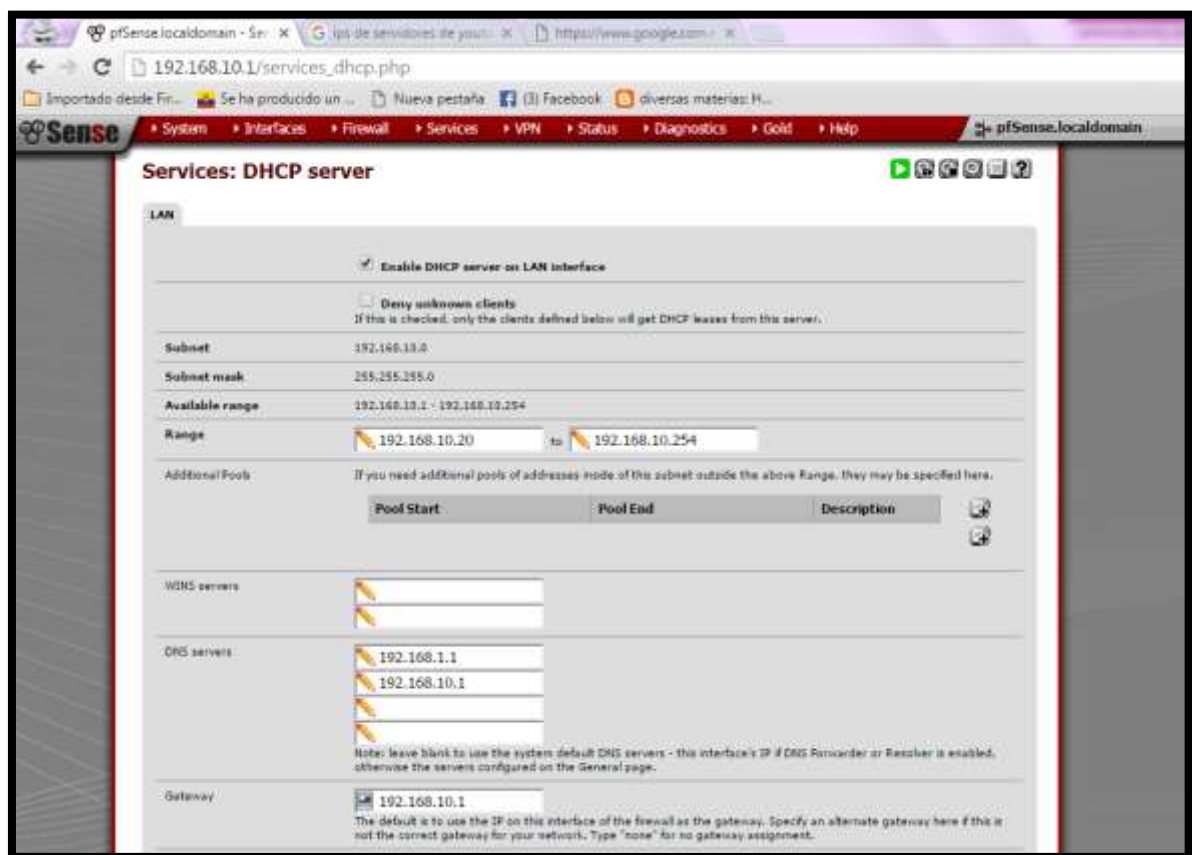


Figura 30. Configuración servidor DHCP.
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

Una vez realizado eso se configura el firewall pfSense. Para entrar a configurar y crear restricciones en el servidor proxy ir a **Services>>Proxy Server**. Como se puede observar en la figura 31.



Figura 31. Configuración Proxy Server
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

Es importante definir el puerto de trabajo que es el 3128 y que trabaje de forma transparente. El proxy siempre va a actuar en la interfaz de la red LAN y el resto de los parámetros se dejan por defecto y guardar los cambios. Los campos a llenar son los remarcados de color rojo como se observa en la figura 32.

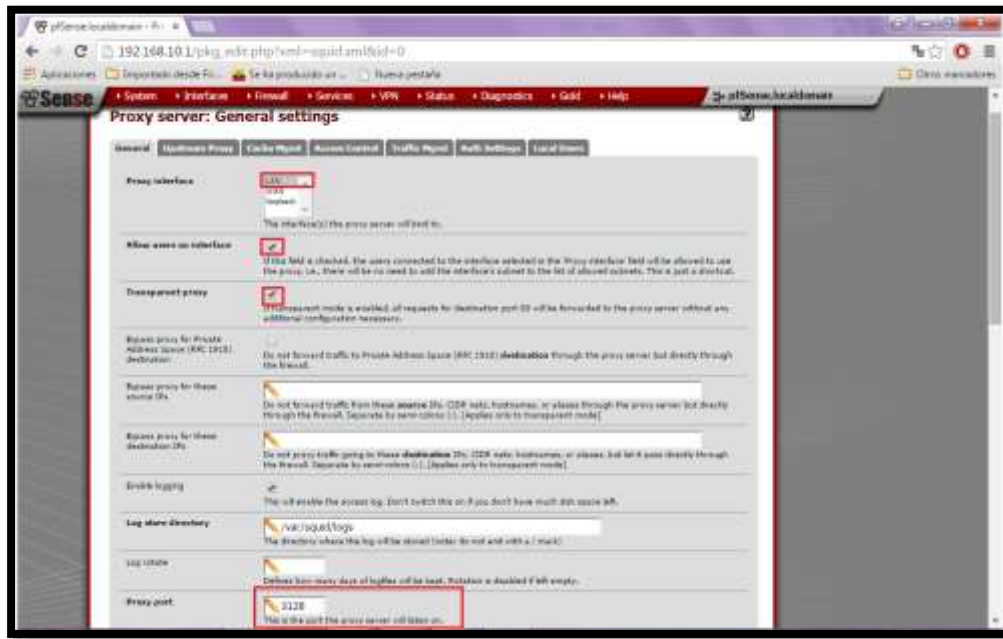


Figura 32. Proxy transparente
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

Para las restricciones en el proxy seleccionar en la pestaña **Access Control** y en el parámetro **Blacklist** escribir las páginas que se dese bloquear en este caso:

- Prohibir todas las páginas con contenido sexual como son: xxx, redtube, porn entre otras. Como se puede observar en la figura 33.



Figura 33. Bloqueo de páginas de contenido inadecuado.
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

Ir a **Services**>>**SquidGuard Proxy** para configurar el bloqueo de palabras inadecuadas se puede observar en la figura 34.

Una vez configurado el servidor Firewall Proxy se configura el portal cautivo PfSense en la figura 36 se observa los campos que se llenaron que son los siguientes: un número máximo de usuarios en este caso 180 porque son los usuarios que se estiman tener en la red, un tiempo mínimo de inactividad de 10 minutos, un tiempo de conexión de 2 horas y reconexión después de 4 horas.

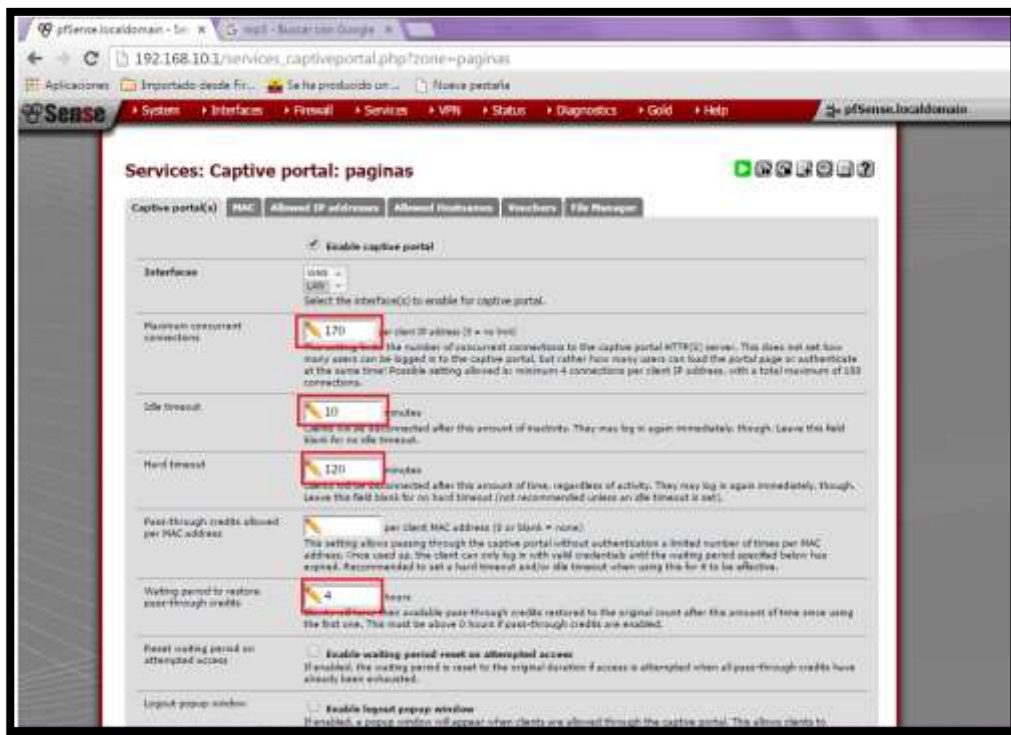


Figura 36. Configuración portal cautivo
Fuente: Recuperado de Servidor PfSense

3.9. PLAN DE PRUEBAS

En este tema, tomando en cuenta que se trata de una propuesta de diseño y aún no se cuentan con los equipos y materiales necesarios para implementar en todos los parques, se ha considerado realizar las pruebas en el Complejo Santa Clara, se escogió este lugar en

vista de que cuenta con los requisitos óptimos para el enlace como: línea de vista, altura, facilidad de acceso, infraestructura, alimentación.

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

Para esta prueba se conecta el servidor tal como se indica en la topología de red como se puede ver en la figura 25, una tarjeta de red eth 0 está conectada al modem del GAD San Antonio el cual tiene una velocidad de 3,5Mbps, y la otra tarjeta eth1 está conectada a la antena de transmisión que se encuentra en la torre de la junta mediante un cable utp categoría 6A. Para el respectivo funcionamiento se realiza las siguientes configuraciones:

3.9.1. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS UBIQUITI

La configuración de los respectivos equipos se realiza de acuerdo a la tabla de direccionamiento para ver más detalladamente observar en el ANEXO C.

3.9.1.1. Configuración antena de transmisión Rocket5ac PtMP

Dar clic en **Network** escoger en qué modo se va a trabajar, como es la antena de transmisión se selecciona en modo puente y colocar la Ip correspondiente a la tabla de direccionamiento. En la figura 37 se observa los campos marcados con rojo serán los que se debe configurar

- **Dirección:** 192.168.10.2
- **Mascara:** 255.255.255.0
- **Gateway:** 192.168.10.1

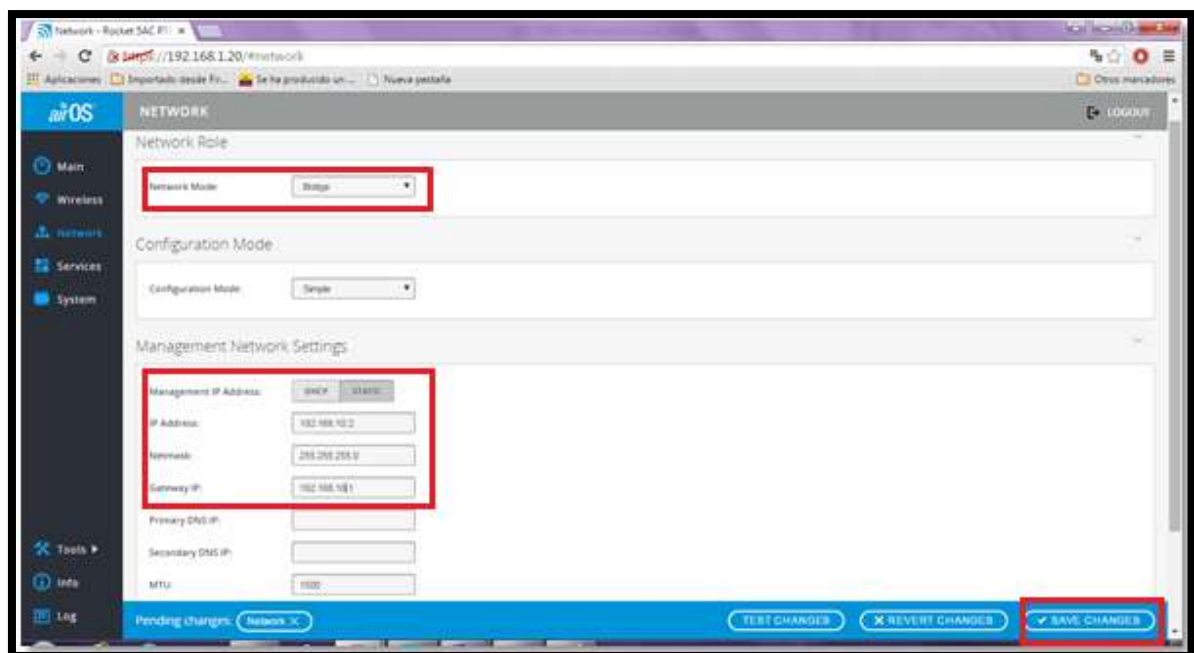


Figura 37. Configuración antena de transmisión Rocket5ac PtMP

Fuente: Recuperado de Software Ubiquiti

3.9.1.2. Configuración antena de recepción NBE-5ac-16 Complejo Santa Clara

Dar clic en **Network** escoger en qué modo se va a trabajar, como es la antena de recepción se selecciona en modo puente y colocar la Ip correspondiente. En la figura 38 se observa los campos marcados con rojo serán los que se deben configurar.

- **Dirección:** 192.168.10.3
- **Mascara:** 255.255.255.0
- **Gateway:** 192.168.10.1

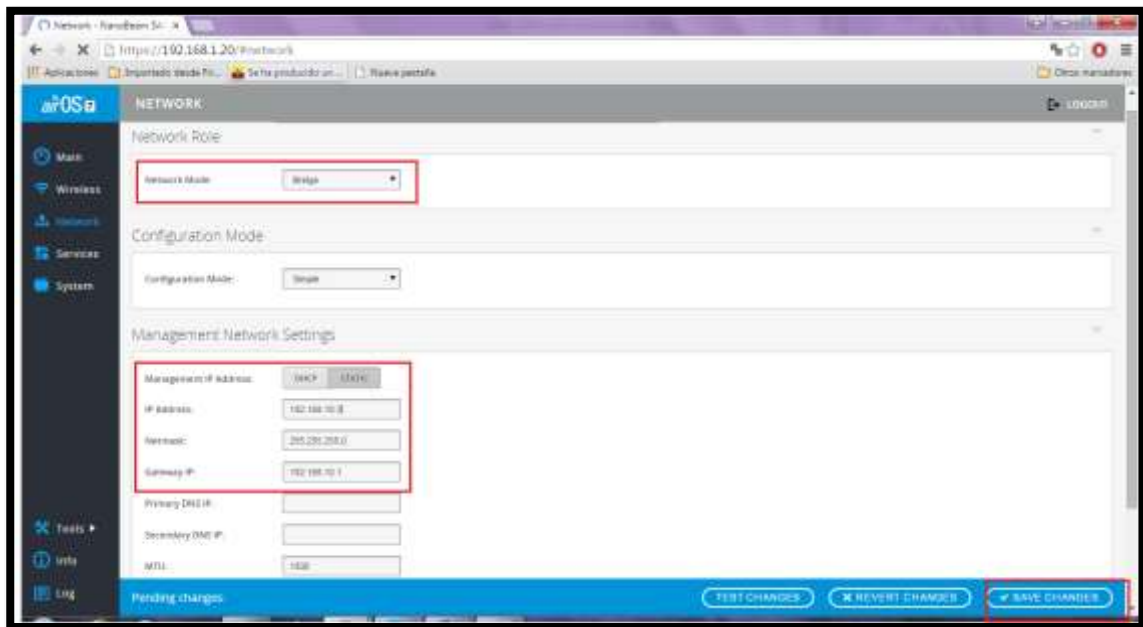


Figura 38. Configuración de antena de recepción NBE-5ac-19 Complejo Santa Clara
Fuente: Recuperado de Software Ubiquiti

3.9.1.3. Configuración Access point Complejo Santa Clara

Clic en el Access point que se va a configurar en este caso en el AP-1 que corresponde al Complejo de Santa Clara. Clic en configuración ingresar a Networks y configurar la Ip estática correspondiente al Complejo Santa Clara. Como se observa en la figura 39.

- **Dirección:** 192.168.10.4
- **Mascara:** 255.255.255.0
- **Gateway:** 192.168.10.1
- **DNS primario:** 192.168.10.1
- **DNS secundario:** 192.168.1.1



Figura 39. Configuración Access point Complejo Santa Clara
Fuente: Recuperado de Software Ubiquiti

Se configura los usuarios como máximo que se van a conectar en cada Access point, en este caso se da acceso únicamente a 30 usuarios. Este parámetro se observa configurado en la figura 40.

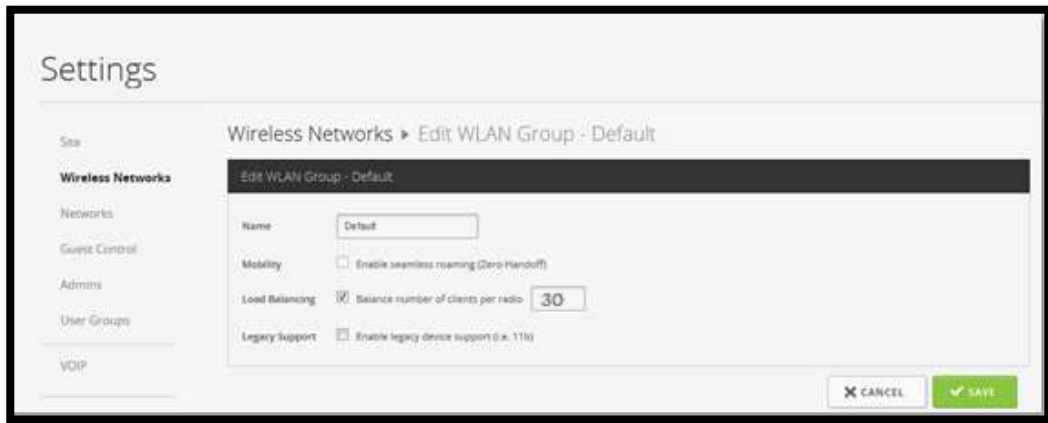


Figura 40. Número de usuarios en cada Access point
Fuente: Recuperado de Software Unifi

Una vez configurados los equipos se procede a verificar que se tenga acceso y salida a internet mediante el servidor.

- Prueba de conectividad del Firewall Proxy: Verificar que el Firewall Proxy tenga salida a internet, para comprobar esto se entrara a la página de www.google.com

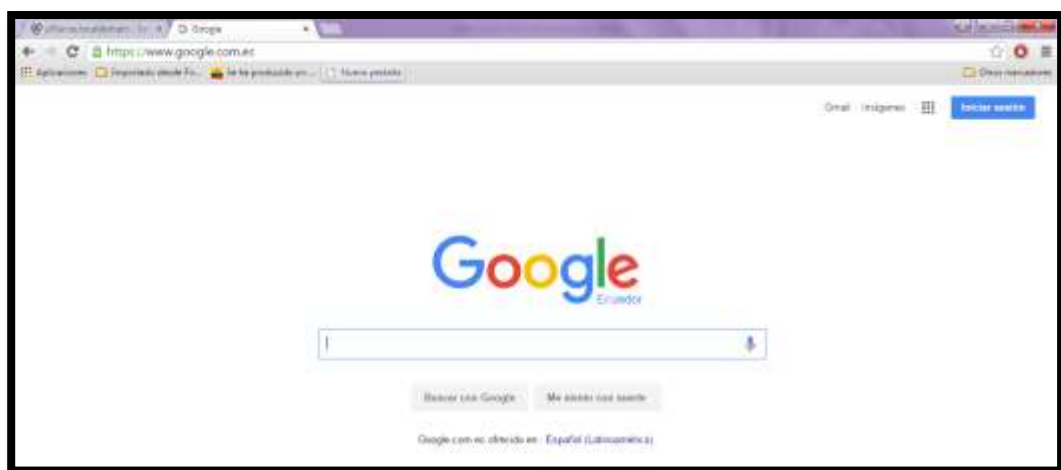


Figura 41. Acceso a google
Fuente: Elaborado por autor

Como se puede observar en la figura 41, se verifica que la red inalámbrica funciona correctamente.

Para verificar que la red se configuro correctamente se ingresa mediante el administrador UNIFI y clic en **Dashboard** y como se puede observar en la figura 42 la red Wlan estará de color verde indicando que la red está lista para funcionar.



Figura 42. Acceso correcto a la red inalámbrica
Fuente: Recuperado de Software Unifi

Se realiza la conexión de un usuario a la red inalámbrica llamada Complejo Santa Clara, como se puede observar en la figura 43 se conecta a la red.

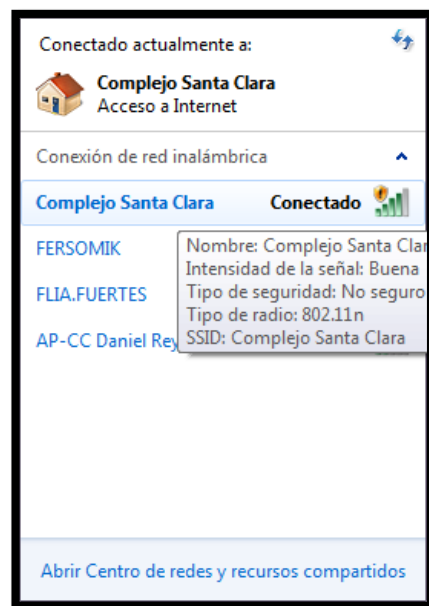


Figura 43. Conexión a la red inalámbrica Complejo Santa Clara
Fuente: Elaborado por autor

Una vez que se conecte a la red, el usuario no podrá navegar hasta que acepte los términos y condiciones del portal cautivo como se puede observar en la figura 44.

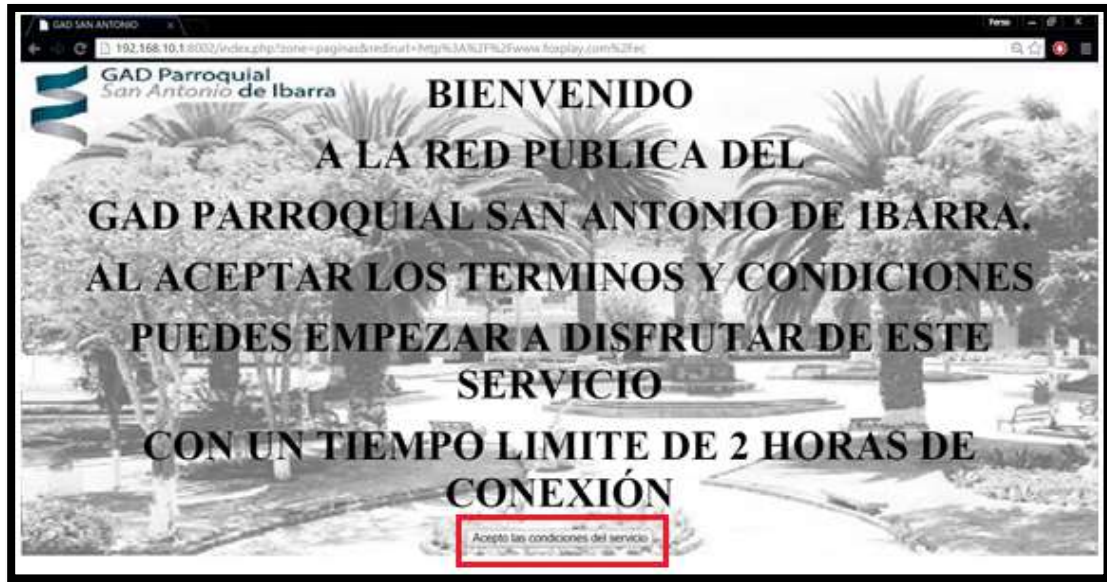


Figura 44. Pantalla de condiciones de conexión
Fuente: Elaborado por autor

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

- Ingreso a Internet del Usuario: En esta prueba se ingresa a www.google.com para comprobar que una vez que se ha aceptado se tiene acceso a internet. Como se observa en la figura 45.

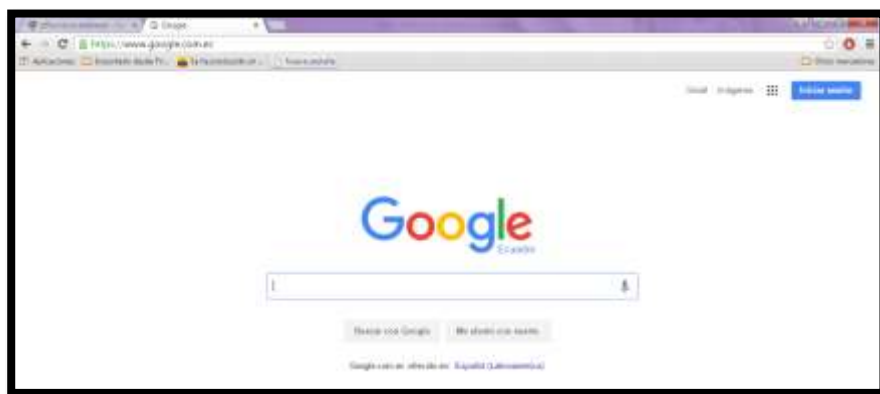


Figura 45. Comprobación de acceso a internet
Fuente: Elaborado por autor

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

- Prohibir todas las páginas con contenido sexual.

No se permite el ingreso a contenido inadecuado como es pornografía se denegara el acceso. Como se observa en la figura 46 no se podrá ingresar a páginas inadecuadas.



Figura 46. Acceso denegado a páginas inadecuadas
Fuente: Elaborado por autor

Para monitorear la red inalámbrica se realiza mediante el controlador de los Access point UniFi.

En la figura 47 se puede observar que mediante el controlador UniFi se puede monitorear los Access point que se encuentren configurados, aquí muestra al Access point que corresponde al Complejo Santa Clara.

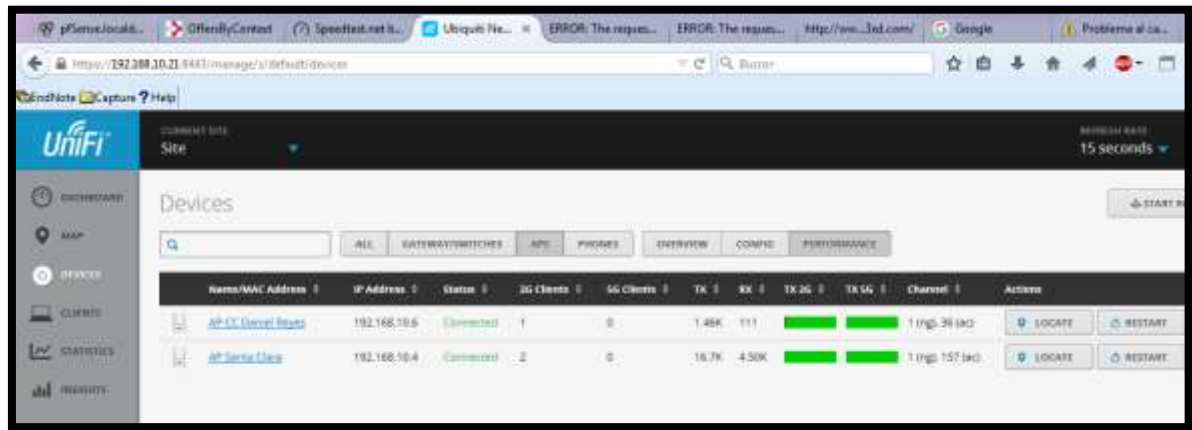


Figura 47. Monitoreo de Access point mediante UniFi
Fuente: Recuperado de Software UniFi

En la figura 48 se puede observar que en la red inalámbrica llamada Complejo Santa Clara se encuentra conectado 3 usuarios en la banda de 2.4GHz y se les asignado una ip dentro del rango establecido en el direccionamiento para usuarios con DHCP.

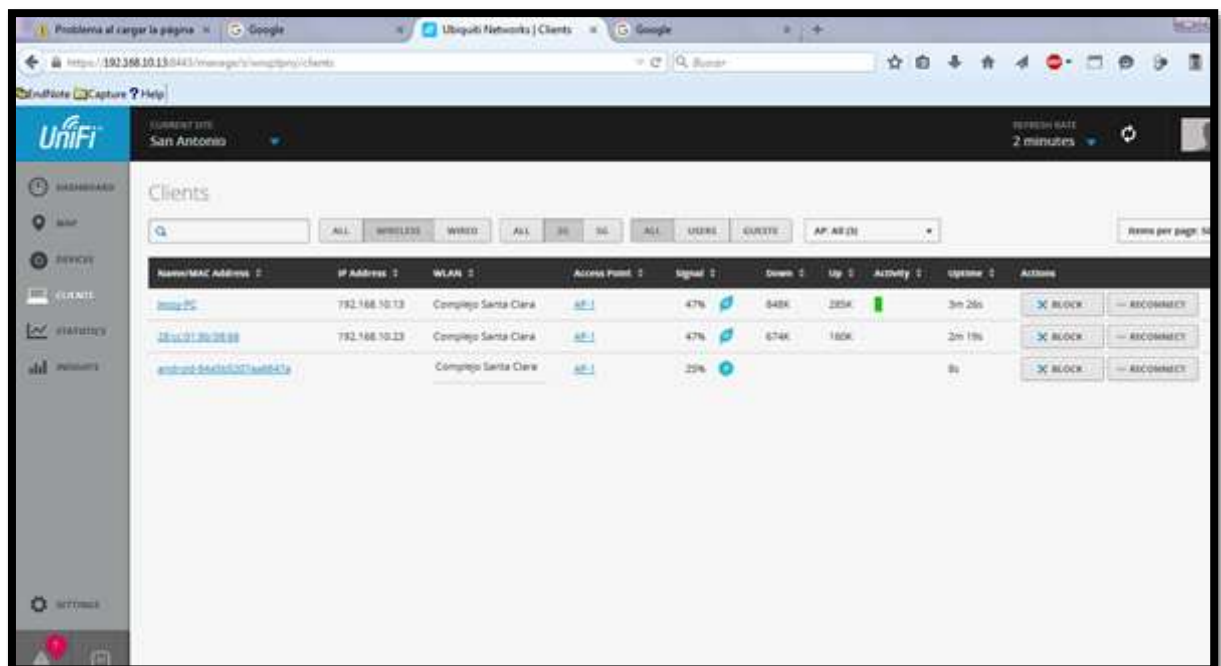


Figura 48. Monitoreo de usuarios conectados a los Access point
Fuente: Recuperado de Software UniFi

En la figura 49 se puede observar la cobertura de la red inalámbrica que se va a tener en el Complejo Santa Clara y en la figura 50 se observa los usuarios que se encuentran conectados a la red y en que banda de frecuencia están operando.

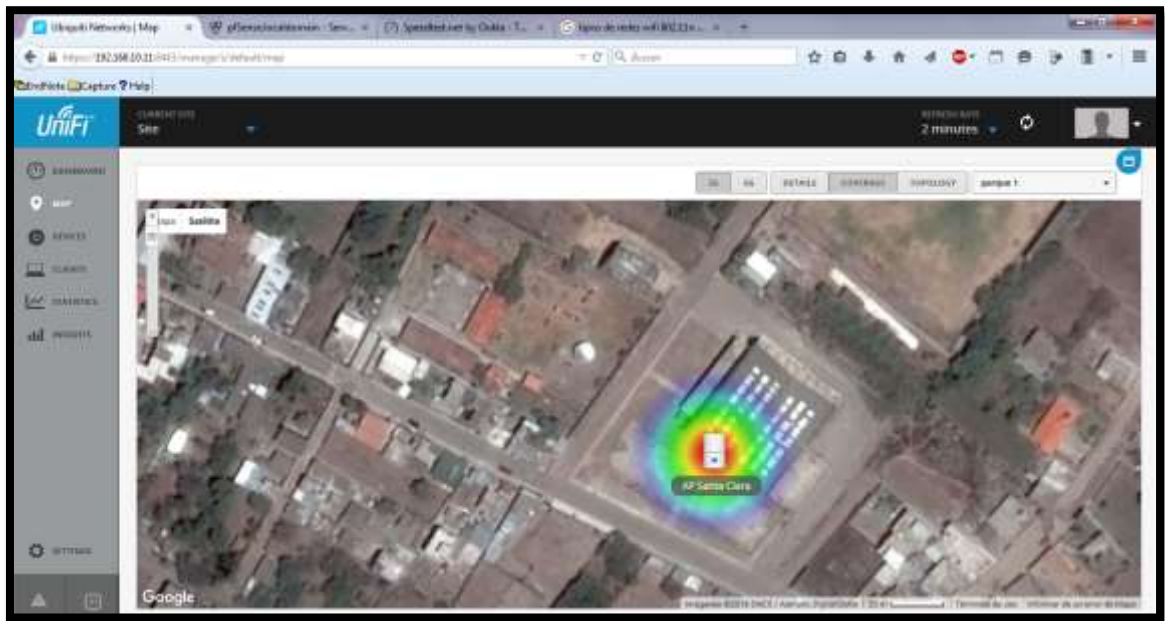


Figura 49. Cobertura del Access point Complejo Santa Clara.
Fuente: Recuperado de Software Unifi

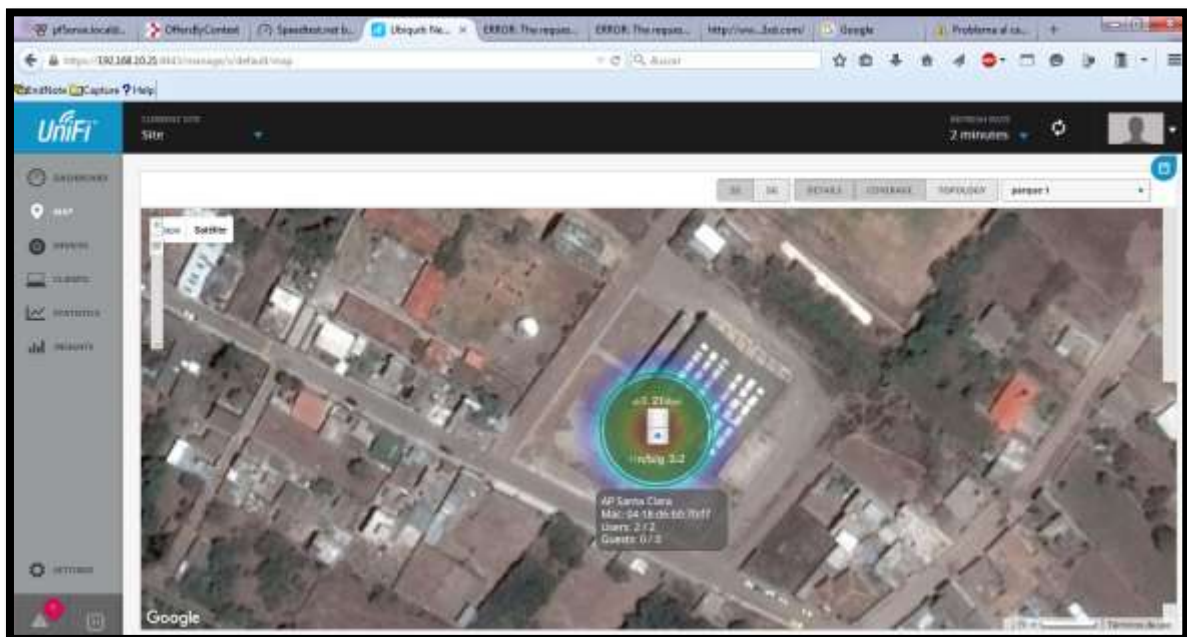


Figura 50. Usuarios conectados al Access point en Complejo Santa Clara.
Fuente: Recuperado de Software Unifi

CAPITULO IV

En este capítulo se indican los equipos que se necesita para la red inalámbrica punto multipunto del GAD Parroquial San Antonio y se detalla un presupuesto referencial de todas las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto y el costo de los equipos en el momento de implementar.

4. PRESUPUESTO REFERENCIAL

4.1. EQUIPOS EN EL GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO

De acuerdo al diseño que se estableció en el capítulo anterior en la Junta Parroquial se necesita de un switch el cual servirá para conectar el servidor y la antena de transmisión que se va a utilizar como nodo central de la red inalámbrica. Se necesita de 1 antena omnidireccional para poder cubrir los 360° de toda la zona de cobertura.

Los equipos para los enlaces punto multipunto se necesita de una antena de recepción y un Access point en cada uno de los parques a brindar los servicios.

4.2. COSTO REFERENCIAL DE LOS EQUIPOS

Este es un proyecto social, el cual no tiene beneficio económico, el fin del mismo es dar un servicio gratuito a los ciudadanos para así disminuir la brecha digital.

A continuación se detallan los costos de todos los equipos a ser utilizados en el diseño de la red inalámbrica, el costo de tarifas de los radioenlaces, costo de mástiles y costo de mano de obra e instalación.

4.2.1. PRESUPUESTO DE EQUIPOS

En la tabla 34 se observa el costo de los equipos que se necesitan para la red inalámbrica, estos precios son en base a una proforma brindada por la empresa Purick Systems Soluciones Tecnológicas y Servicetel, la cual se encuentra detallada en el ANEXO D.

Tabla 34. *Presupuesto referencial de los equipos*

Cantidad	Equipo	Costo Unitario	Costo Total
1	Ubiquiti: Rocket -5ac –PtMP Air-Prism	515,42	515,42
1	Antena Onmireccional 360° 5GHz, 13dBi	259	259
6	Ubiquiti networks Unifi Uap-ac outdoor enterprise WiFi system	1002,40	6014,40
6	Ubiquiti: cpe-Nanobeam-5 ac-16	212,80	1276,80
1	Servidor Dell	1033,58	1033,58
1	Materiales varios (cable UTP, Rj45)	300	300
			9399,20

TOTAL

Fuente: Proformas Empresa Purick Systems y Servicetel

4.2.2. PRESUPUESTO DE MÁSTILES

En base a la descripción en el capítulo anterior para la ubicación de los equipos de recepción se necesita mástiles los cuales se describen sus costos como se puede observar en la tabla 35. Estos precios son en base a una proforma brindada por la empresa Servicetel se puede observar en el ANEXO D.

Tabla 35. *Presupuesto referencial de mástiles*

Cantidad	Mástil	Costo Unitario	Costo Total
1	Mástil de 2m	49,76	49,76
3	Mástiles de 12m	399,99	1199,97
1	Mástil de 4m	119,99	119,99
1	Mástil de 6m	225,79	225,79
2	Dipolos	30	60
TOTAL			1655,51

Fuente: Proforma Empresa Servicetel

4.2.3. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO DEL RADIOENLACE

En el capítulo anterior se detallaron los artículos que señalan las tarifas que se deben cancelar por el uso del espectro radioeléctrico. A continuación se calculará el costo económico que trae consigo la operación de estos radioenlaces. Los sistemas detallados funcionan en la frecuencia de 5,8 GHz, correspondientes a Sistemas de Modulación Digital

de Banda Ancha con topología punto a multipunto, por lo que la tarifa a pagar por cada uno de ellos se calcula utilizando la ecuación 1.

$$TA(US\$) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * NTE$$

Donde:

TA (US\$) = Tarifa anual en dólares de los Estados Unidos de América

K_a = Factor de ajuste por inflación.

α_6 = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

β_6 = Coeficiente de corrección para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

B = Constante de servicio para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha

NTE = Es el número total de Estaciones Fijas, de Base, Móviles y Estaciones Receptoras de Triangulación, de acuerdo al sistema.

El coeficiente β_6 tendrá un valor igual a 1, independientemente de valores fijados por el ARCOTEL en los siguientes casos:

a) Sistemas Privados, exceptuando los sistemas de los servicios Fijo y Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz.

b) Autorizaciones de uso temporal de frecuencias

Se establece inicialmente el valor de 1 para la constante K_a y el coeficiente β_n .

El valor de α_6 se detalla en la tabla 36 y el valor de B se detalla en la tabla 37, que viene dado por el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico:

Tabla 36. *Valor de α_6*

Valor de α_6	Sistema
0.533333	Modulación Digital de Banda Ancha

Fuente: Elaborado por autor

Tabla 37. *Valor de B*

Valor de B	Sistema
12	Sistemas punto-punto y punto-multipunto y sistemas móviles.

Fuente: Elaborado por autor

Con los datos detallados de las constantes se puede calcular la tarifa de los enlaces

$$TA(US\$) = (1) * (0,533333) * (1) * (12) * (2)$$

$$TA(US\$) = 12,79$$

A este valor se le suma el valor que se debe cancelar por concepto del otorgamiento del título habilitante para una red privada según lo expuesto en el capítulo anterior en el art. 15 tiene un costo de 500 dólares.

Como son 6 los radioenlaces que se están analizando dentro de este estudio, el total por todo el sistema será:

$$TA(US\$) = (6) * (12,79)$$

$$TA(US\$) = 76,74 \text{ dólares}$$

Por lo tanto se tendrá que cancelar anualmente un valor de 76 dólares con 74 centavos por valor de todos los radioenlaces que constituyen la red inalámbrica del GAD San Antonio de Ibarra. A este total se agregan los 500 dólares por motivo del título habilitante, es decir la tarifa total a cancelar por cuestiones de obtención de permisos es de:

$$TA(US\$) = 500 + 76,74$$

$$TA(US\$) = 576,74 \text{ dólares}$$

Es preciso indicar que este valor de 576.74 dólares será cancelado solo la primera vez, ya que la tarifa del título habilitante solo se cancela una vez; el tiempo durante el cual dure el permiso de funcionamiento de la red se deberá cancelar 76.74 dólares por año

4.2.4. COSTOS DE INSTALACIÓN

En la tabla 38 se presenta el costo de mano de obra para la instalación, configuración y puesta en marcha de todos los enlaces propuestos en el proyecto, fundamentado en una proforma de la empresa Servicetel se puede observar en el ANEXO D.

Tabla 38. *Presupuesto referencial de costo de instalación*

Descripción de Costo de Instalación	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Instalación y Configuración de Equipos	6	114	684
Instalación de Mástiles de 12m	3	171	513
Instalación de mástil de 6m	1	114	114
Instalación de mástil de 4m	1	102,60	102,60
Instalación de mástil de 2m	1	45,60	45,60
Costo total			1459,20

Fuente: Elaborado por autor

4.2.5. COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED

El GAD Parroquial no cuenta con un departamento de TICs, motivo por el cual no habrá quien administre la red inalámbrica, en la tabla 39 se presenta el costo de que tendrá un técnico para la administración y gestión de la red, fundamentado en documentos de las Contraloría General del Estado donde se indican los salarios mínimos para un trabajador.

Tabla 39. *Presupuesto referencial de costo de administración de la red*

Cantidad	Descripción	Costo por mes (dólares)
1	Técnico	480
	TOTAL	480

Fuente: Elaborado por autor

4.2.6. COSTO TOTAL

En la tabla 40 se presenta el costo total para el diseño de la red costo de equipamiento, costo de mástiles para la instalación de los equipos receptores, tarifa a cancelar por los enlaces y costo de mano de obra.

Tabla 40. *Presupuesto referencial del costo total*

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

Fuente: Elaborado por autor

Para la implementación del proyecto se considera un presupuesto aproximadamente de 13570,65 dólares, para el funcionamiento de los enlaces se deberá cancelar el valor de 76,74 dólares cada año.

4.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

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

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

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

4.3.1. ESTADO ECUATORIANO

Para el análisis práctico de los beneficios tenemos la siguiente gráfica 51 que nos ilustra el análisis de los beneficios, la disminución de la brecha digital y como mejora la calidad de vida mediante la implementación de una red inalámbrica.

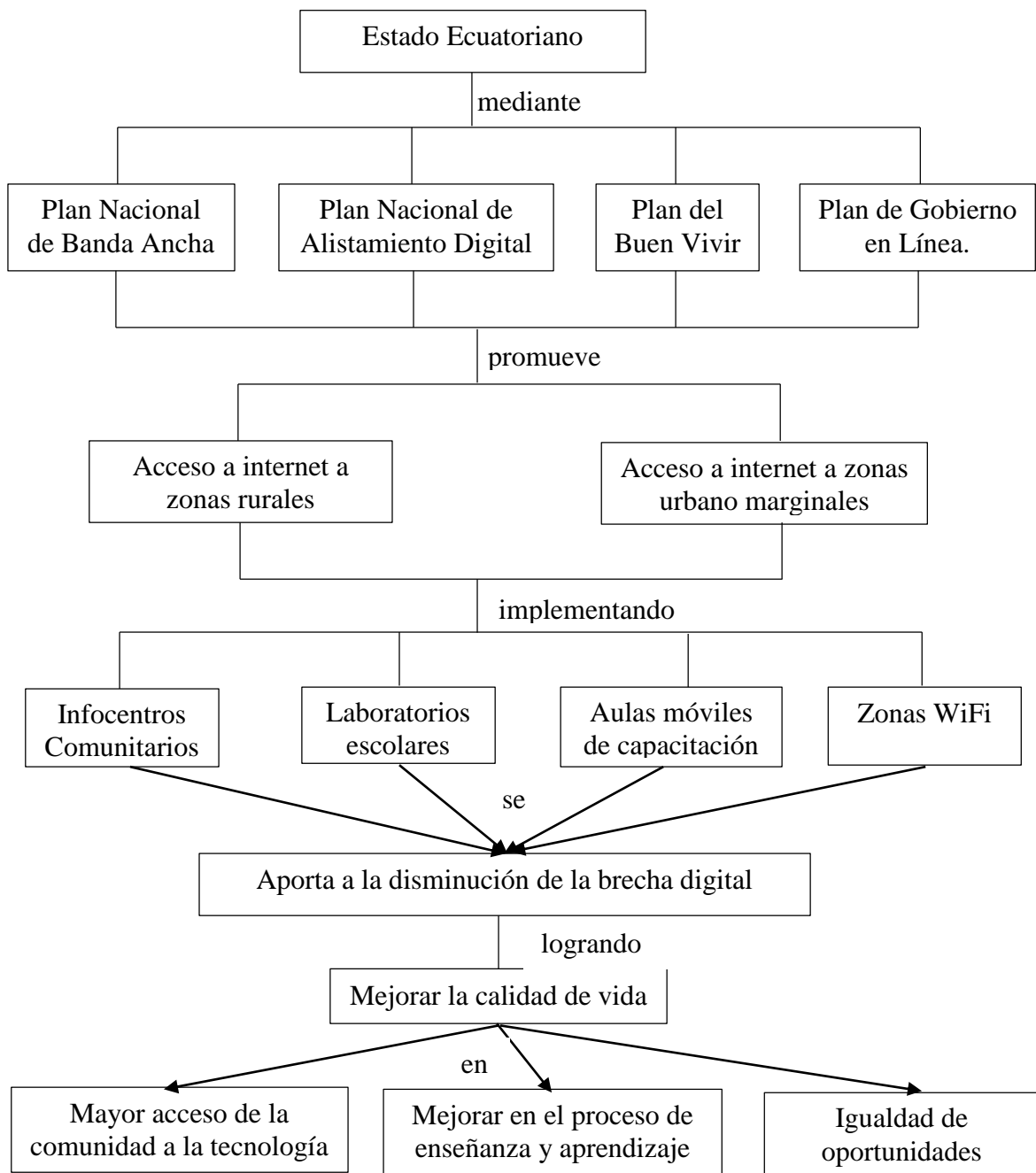


Figura 51. Análisis de beneficios cuando se implemente una red inalámbrica.

Fuente: Autor

Que de conformidad con el artículo innumerado 1 del artículo 10 de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones y artículo 87 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones, el CONATEL es el ente público encargado de establecer, en representación del Estado las políticas y normas de regulación de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador.

Que es política de Estado impulsar la masificación del uso del internet como herramienta para el desarrollo económico, cultural, social y político del Ecuador, a fin de reducir la brecha digital, que afecta a los sectores más vulnerables de la sociedad, limitados por su condición económica, social, cultural, étnica o de localización geográfica;

Que el artículo 16, numeral 2 de la Constitución de la República señala que todas las personas, en forma individual o colectiva tienen derecho a: "El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación"

El estado promueve a la reducción de la brecha digital mediante los siguientes planes:

4.3.1.1. Plan Nacional de Banda Ancha

Los beneficios que se obtendrán a futuro a través del Plan Nacional de Desarrollo de la Banda Ancha son esencialmente sociales, toda vez que a través del plan, el Estado pretende que la población ecuatoriana tenga una mejor calidad de vida mediante el uso, introducción y apropiación de las nuevas tecnologías de información y comunicación, especialmente en aquellos sectores que actualmente no tienen acceso a este servicio o que lo reciben con una

calidad no adecuada a la tecnología existente en la actualidad. Adicionalmente se tendrá un mayor acceso y mayor despliegue de infraestructura y mercado de banda ancha.

El “Plan Nacional de Banda Ancha” no busca rentabilidad económica a través de su desarrollo, por lo tanto los beneficios son netamente sociales.

Este plan pretende aplicar las estrategias necesarias y sectorizadas para lograr un despliegue masivo de redes y servicios para toda la ciudadanía y así promover y garantizar un desarrollo social inclusivo y sostenible, generador de oportunidades y armónico con la naturaleza que mejore la calidad de vida de los ecuatorianos mediante el uso, introducción y apropiación de las nuevas tecnologías de información y comunicación permitiendo a todos independientemente de su condición socioeconómica y ubicación geográfica el acceso a los servicios de banda ancha con calidad y calidez. (MINTEL, 2013)

4.3.1.2. Plan Nacional de Alistamiento Digital

Con el fin de alinearse con el principio de equidad previsto en la Constitución Política del Ecuador, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información a través de la Dirección de Alistamiento Digital desarrolló el Plan Nacional de Alistamiento Digital PLANADI, con el propósito de empoderar a nuestra sociedad ecuatoriana en el manejo y uso adecuado de las Tecnologías de Información y Comunicación que les permitan mejorar su calidad de vida y a su vez impulsen el desarrollo productivo de nuestro país.

El PLANADI es de vital importancia para el progreso de las TIC en el Ecuador, cuya implementación promoverá el desarrollo económico, social, cultural, solidario e inclusivo de la comunidad.

El plan de alistamiento digital está constituido por un conjunto de lineamientos y contenidos para la formación de la ciudadanía en Tecnologías de la Información y Comunicación. Promovidos por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información los cuales ponen a disposición el material didáctico para la Capacitación en Tecnologías en Infocentros, escuelas y colegios del País, realizando así el objetivo de Transportar tecnología y conocimiento por todo el Ecuador, promoviendo el uso de herramientas tecnológicas y ofreciendo capacitaciones sobre el buen uso de las TIC. (PLANADI, 2013)

4.3.1.3. Plan del Buen Vivir

En base al Objetivo 11 Del Plan Nacional del Buen Vivir que trata acerca de asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.- se considera el acceso a internet como una herramienta tecnológica indispensable para el desarrollo de los pueblos, debido a las grandes ventajas que este puede ofrecernos en los diferentes campos de la educación, acceso a información, investigación y comunicación. (Plan del Buen Vivir, 2013-2017)

Teniendo en cuenta el porcentaje de acceso a internet que tienen la población urbana y rural, este proyecto se presenta como una contribución al cumplimiento de los objetivos del plan nacional de buen vivir referente a la igualdad de oportunidades que deben tener todos

y cada uno de los habitantes del Ecuador; ya que facilitaría a los pobladores de la parroquia de San Antonio de Ibarra, el acceso a varias de las ventajas que brinda el contar con una conexión internet.

4.3.1.4. Plan del Gobierno Electrónico

El Plan Nacional de Gobierno Digital aumentará la eficiencia, eficacia y la transparencia del sector público, a través de la implementación y provisión de servicios de Gobierno Digital, con plena participación ciudadana. Este plan mejorará la calidad de los servicios ciudadanos, reducirá los costos de trámites al Gobierno.

La sociedad y las empresas están avanzando más rápido que el Estado en el uso y aprovechamiento de las TIC. Es momento de integrar servicios para conseguir reducir la brecha digital con visión de Estado y con soluciones adecuadas y con cuadros profesionales capacitados para esta nueva realidad. (Plan Nacional de Gobierno Electrónico, 2014-2017)

Al hablar de una zona rural, donde la mayoría de ciudadanos no cuentan con acceso a internet, estos no pueden aprovechar las herramientas desarrolladas por el plan nacional de gobierno electrónico, por lo que la realización de este tipo de proyecto denominado como social, facilitaría a los habitantes de las zonas rurales la utilización y ventajas que las diferentes dependencias del estado pueden ofrecerles por medio de contenidos web, logrando de esta forma beneficiar a la población y a la vez permitir que las herramientas del estado lleguen a más habitantes, de esta manera se haría un aporte a la reducción de la brecha digital existente en el país.

4.3.2. ESTADÍSTICAS DE INTERNET

Según la Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU (2010 - 2013). El 40,4% de la población de Ecuador ha utilizado Internet. En el área urbana el 47,6% de la población ha utilizado internet, frente al 25,3% del área rural. Como se observa en la figura 51 el crecimiento de internet es evidente en el área rural. En la figura 52 se observa que de las personas que usan Internet, el 45,1% lo hace en su hogar. En el área urbana el mayor porcentaje de la población utiliza Internet en el hogar con el 50,9%, mientras el mayor porcentaje de población del área rural lo usa en centros de acceso público con el 42,5%.

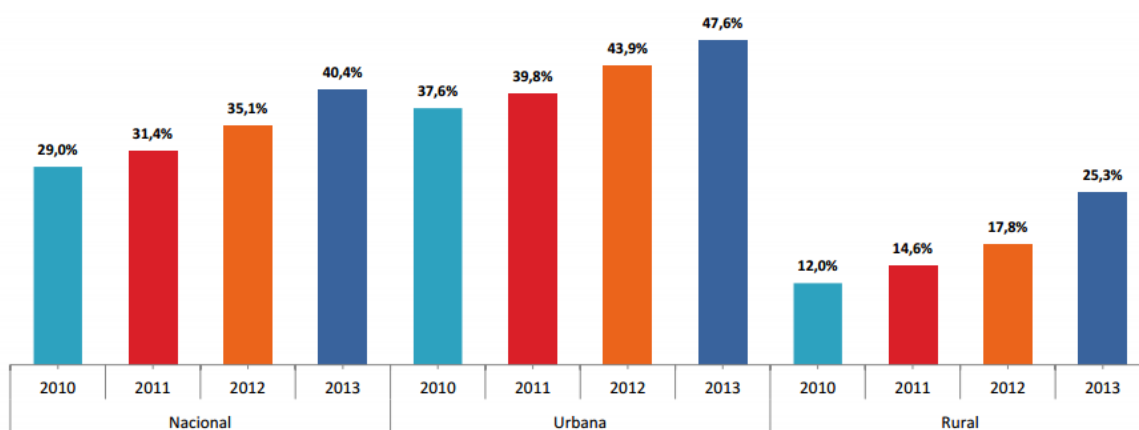


Figura 52. Acceso a internet según área

Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU (2010 - 2013)

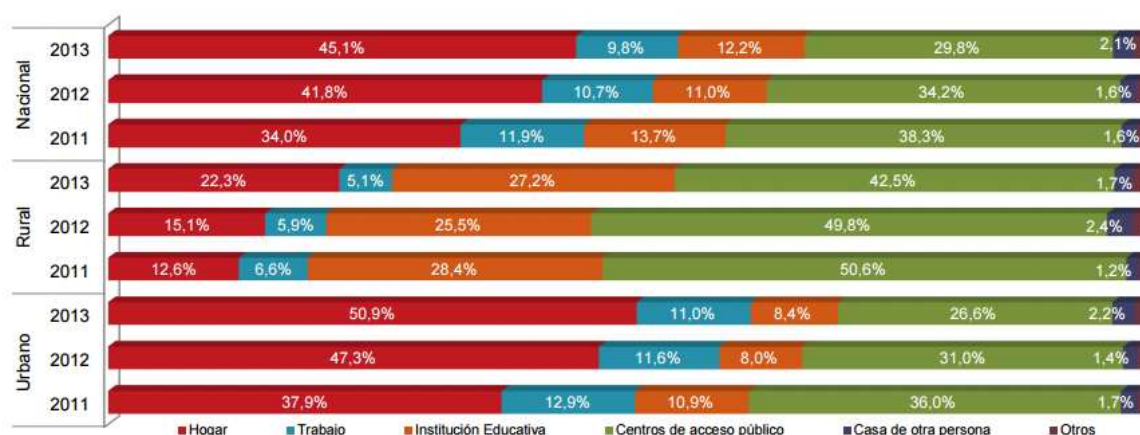


Figura 53. Lugar de uso de internet por área.

Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU (2010 - 2013)

4.3.3. APORTACIÓN A DISMINUIR LA BRECHA DIGITAL

Los resultados del Global Information Technology Report (GITR) 2014 indican que la brecha digital en el país continúa disminuyendo. De acuerdo al reporte, Ecuador ocupa el puesto 82 de 148 países en su nivel de respuesta para aprovechar las TICs. Además, Ecuador es el único país de América Latina que ha mejorado su posición en los últimos cinco años.

Según Guido Caicedo, de la Esape-Espol y citado por Diario El Universo, esta subida en el ranking se debe a que el NRI (Network Readiness Index) del país ha mejorado, pasando de 3.03 en el 2009 a 3.85 en el 2014. El NRI es un indicador que mide la habilidad de una economía para empujar sus avances en las TICs en beneficio de su competitividad y el buen vivir de sus ciudadanos.

Ecuador logró, además, la disminución de la brecha digital con la reducción de 9,2 puntos de analfabetismo digital. En 2010 era del 29.2% mientras que para 2013 esa cifra era

del 20%. (Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica, 2015). Esta reducción se da por la implementación de:

4.3.3.1. Infocentros

Durante una entrevista al espacio radial Habla Guayas, Quiroga explicó que el Gobierno ha construido 490 infocentros en zonas rurales y urbanas del país, que han recibido 2,5 millones de visitas, de las cuales 110 mil han recibido capacitación en tecnologías de información y comunicación.

Estos espacios, que cuentan con alta tecnología y conectividad, son utilizados por los ciudadanos de manera gratuita y ya alcanzan una cobertura del 78% del total de cantones rurales del país, añadió el funcionario. Los infocentros se han convertido en una herramienta para el desarrollo productivo de pequeñas comunidades y microempresas. (Agencia de Noticias Andes, 2014)

Los ciudadanos visitan los Infocentros Comunitarios para realizar gestiones como: investigación, capacitaciones, uso del correo electrónico, tareas escolares, recreación, comunicación con sus familiares, entre otras.

4.3.3.2. Laboratorios escolares

Como parte del Plan Nacional de Banda Ancha que ejecuta el MINTEL se enfatiza en promover el acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación, no solo, a través

de la dotación de equipamiento y conectividad sino, a través de la capacitación en TIC a la población beneficiada.

Es por ello, que desde el MINTEL le apostamos a la educación tecnológica de calidad. Entregamos equipamiento y conectividad a escuelas y colegios fiscales; así como a organismos de desarrollo social en todo el país; fomentamos la democratización del acceso a la información y el mejoramiento continuo de los procesos educativos, en todos los cantones y provincias del Ecuador.

Desde el MINTEL trabajamos para generar igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos, priorizando a los sectores rurales, urbano marginales y aquellos desprovistos de los servicios de telecomunicaciones, con énfasis en el sistema educativo, para reducir la brecha digital, promover una escolarización de calidad y erradicar el analfabetismo digital.

Hasta el 2006, 0 escuelas fueron atendidas con Internet, hasta el 2014, se atendieron 7.117 escuelas fiscales con servicios de Internet, lo que ha aportado significativamente en el mejoramiento de los procesos de aprendizaje de los estudiantes y docentes de estos centros educativos. 1'323.726 personas fueron beneficiados con conectividad y 682.401 con equipamiento. Además, se implementaron 1.240 laboratorios de computación y se dotó de conectividad a 2.360.

Mediante el uso de Internet en establecimientos educativos se ha facilitado la realización de consultas, tareas, se promueve el aprendizaje interactivo, se fortalecen procesos de comunicación, entre otras actividades que posibilitan a los estudiantes beneficiarse con esta herramienta de alto contenido social. (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2014)

4.3.3.3. Aulas Móviles

Aulas Móviles es un medio de transporte equipado con la más alta tecnología, para transportar tecnología y conocimiento a todo el país, para promover el uso de herramientas tecnológicas, construyendo confianza y seguridad en el uso de las TIC.

El programa Internet para Tod@s del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), brinda el servicio de Alistamiento Digital a los habitantes de los sectores más apartados del Ecuador. El programa realiza talleres de sensibilización y capacitación en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS) y está dirigido a todos los habitantes del país sin ningún tipo de limitación y restricción.

Las Aulas Móviles han visitado 1794 sitios del país, beneficiando a 258618 usuarios. (EcuadorUniversitario.Com, 2013)

4.3.3.4. Zonas WiFi

Con el aumento del uso de equipos tecnológicos como Tablets, teléfonos inteligentes y computadoras portátiles, necesidad de zonas WiFi crece. En ciudades ecuatorianas como Riobamba, Cuenca, Guayaquil, Ibarra y Loja, los Municipios han aumentado este servicio en espacios públicos. (EL COMERCIO, 2014)

En Ecuador ya existen ciudades digitales que van orientadas a brindar conectividad, a reducir el analfabetismo digital y disminuir la brecha digital entre las cuales se mencionan las siguientes:

Desde el 2003 la administración del alcalde de Guayaquil, Jaime Nebot, se ha enfocado en reducir el analfabetismo digital, y brindarles a los ciudadanos las herramientas para acceder a la tecnología de la información y comunicación. Esto se ha conseguido a través de una serie de programas, entre ellos la conectividad que brindarán 6000 puntos de internet gratuitos, los cuales se terminarán de implementar en 2017. (COMPUTERWORLD, 2016)

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito habilitó el proyecto #QuitoTeConecta, el cual permite la conexión gratuita de Internet en espacios públicos de la ciudad, entre ellos: parques, paradas de las estaciones de los sistemas de transporte Trolebus y Ecovía. Estos puntos de internet inalámbrico gratuito permiten a los ciudadanos, en su mayoría jóvenes, acceder a redes sociales y páginas web. (Coello, 2014)

4.3.4. MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA

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

4.3.4.1. Mayor acceso de la comunidad a la tecnología

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

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

4.3.4.2. Mejorar en el proceso de enseñanza y aprendizaje

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

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

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

4.3.4.3. Igualdad de oportunidades

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

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

4.3.5. EXPERIENCIAS CON PROYECTOS SIMILARES

Proyecto El Ángel

En la ciudad El Ángel, Provincia del Carchi se ha dado el incremento del uso de equipos tecnológicos como, teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, Tablets, por lo que estar “conectados” todo el tiempo se ha convertido en una necesidad para estudiar, trabajar, comunicarse o divertirse. Es por esto que el Municipio de Espejo ha invertido 4 mil 400 dólares en la instalación de zonas gratuitas de Wi- Fi pero a esto se suma el valor de 3 mil 500 dólares que se pagará año a año por el servicio que se ha aplicado en 3 puntos estratégicos de la ciudad El Ángel, como son: Parque Bellavista, Parque 10 de Agosto y Parque Libertad. (GAD MUNICIPAL ESPEJO, 2014)

Lo cual ha tenido como resultado un incremento del turismo ya que se puede utilizar Tablet y teléfonos que disponen de la tecnología actual de GPS en la cual se pueden evidenciar observar los diferentes atractivos turísticos que tiene el cantón Espejo y se puede trazar una ruta de cómo llegar, debido a que con el uso de tecnologías GPS se rompen los límites de idioma que en algún momento hacia que turistas de otras nacionalidades no se

puedan ubicar ni sepan cómo llegar a sitios turísticos como por ejemplo la Reserva Ecológica el Ángel, por mencionar uno de los muchos beneficios que ha traído la implementación de este tipo de proyectos para la comunidad y visitantes en general.

Loja Digital

En Loja, por un convenio que realizó el Municipio con la empresa Netplus existen zonas públicas con conexión WiFi abierto. Los parques San Sebastián, Santo Domingo, Central, Simón Bolívar, El Valle, Jipiro y en la Terminal Terrestre, desde el 22 de septiembre de 2015, cuentan con la señal abierta de Internet. De este servicio también se benefician las ocho escuelas municipales ubicadas en la periferia de la ciudad. Estos espacios se suman a los 35 en restaurantes y comercios de Loja. Durante 45 minutos, los usuarios pueden hacer uso del Internet gratuito. Con Tablets, celulares o cualquier dispositivo móvil pueden acceder al WiFi Netplus Vuelve Loja que permitirá conectarse con redes sociales, hacer consultas de Internet y de servicios municipales. Según Jackson Torres, Coordinador General del Municipio de Loja, esta primera fase se constituye en el camino al desarrollo digital. (EL COMERCIO, 2014)

El modelo de la ciudad de Loja tiene como énfasis la limitación de tiempo en que los usuarios pueden estar conectados al servicio ya que con el fin de no congestionar el servicio se ha tomado las restricciones de tiempo que es de 45 minutos diarios que cada usuario puede permanecer conectado y así ayudar a la ciudadanía de Loja para disminuir la falta de acceso a internet.

4.3.6. BENEFICIOS CUANDO SE IMPLEMENTE LA RED INALÁMBRICA EN LA PARROQUIA DE SAN ANTONIO

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

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

La brecha digital se reduce en Ecuador con la política del Gobierno de expandir el acceso a internet a zonas rurales y urbano marginales, a través de la implementación de los denominados infocentros, laboratorios escolares, zonas WIFI y aulas móviles de capacitación (Agencia de Noticias Andes, 2014), en el momento de que se implemente este proyecto en la parroquia de San Antonio se aportará a la disminución de la brecha digital, utilizar el servicio de internet como una herramienta para intercambiar información, educarse, trabajar y comunicarse, al integrar las tecnologías de la Información y Comunicación.

Al implementar el diseño de la red inalámbrica en los parques públicos de la Parroquia de San Antonio se incrementará el número de personas con acceso a internet, con el objeto de reducir la brecha digital tal como indica el Plan Nacional de Banda Ancha, Plan Nacional

de Aislamiento Digital, Plan del Buen Vivir y Plan de Gobierno en Línea. En consecuencia, se estará aportando a reducir los índices antes mencionados.

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

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

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

4.3.7. RIESGOS

En la tabla 41 se observa los riesgos que pueden ocurrir en el momento que el GAD Parroquial implemente el proyecto y las acciones que se tomaran para prevenir.

Tabla 41. *Riesgos en la implementación de una red inalámbrica*

Riesgos	Probabilidad de ocurrencia	Nivel de impacto	Acción
Robo de equipos en recepción	Baja	Los equipos utilizados son de una nueva tecnología, por lo que la pérdida de estos equipos implicaría un alto costo de reinversión.	En el diseño se consideró ubicar los equipos en zonas cerradas de difícil acceso y con resguardo.
Robo de dispositivos móviles	Media	En este tipo de proyectos, los usuarios se conectan en gran parte con dispositivos móviles como celulares, Tablets y laptops, por lo que podrían exponerse al robo de equipos.	Para fomentar la seguridad de las personas que accedan a la red, el GAD Parroquial deberá informar a la policía para que esta realice operativos de control con el fin de evitar la delincuencia.
Construcción de nuevas casas	Baja	Las construcciones pueden afectar la viabilidad del enlace y provocar pérdidas en la comunicación de las antenas y en consecuencia la pérdida del servicio	Cuando esto ocurra se deberá rediseñar la ubicación de los equipos remotos o se tendrá que poner en lo más alto del mástil para así tener la comunicación.
Incremento de usuarios en la red	Media	En las horas pico si la red sobrepasa los 30 usuarios establecidos en el diseño en alguno de las 6 zonas a brindar el acceso de internet	El administrador de la red deberá de reajustar la cantidad de usuarios a conectarse y hacer un dimensionamiento de la velocidad de contratación por parte del GAD Parroquial San Antonio

Fuente: Elaborado por autor

CAPITULO V

Este capítulo contiene las conclusiones y sugerencias que se indicaran al finalizar el proyecto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La propuesta de red inalámbrica representa para el GAD Parroquial San Antonio mejora en algunos aspectos; permitir el desarrollo económico, social y cultural al permitir el acceso universal a las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aportando con las políticas estatales en relación al Plan Nacional de Banda Ancha, Plan Nacional de Alistamiento Digital, Plan del Buen Vivir y Plan de Gobierno en Línea aportando a la disminución de la brecha digital, mediante el diseño de zonas WiFi aplicando el estándar 802.11ac a este proyecto aportando con ventajas respecto a estándares anteriores como es su velocidad de transmisión más rápida y opera en la banda de 5Ghz por lo que es menos propensa a la interferencia y ruido, siendo una banda libre no congestionada con respecto a la banda 2.4Ghz; haciendo a la red más robusta, flexible y escalable.
- En base al análisis realizado para determinar el ancho de banda de las aplicaciones a brindar en la red inalámbrica y las encuestas del INEC, y tomando en cuenta el factor de simultaneidad existe una baja probabilidad de que una gran cantidad de usuarios

se conecten al mismo tiempo a la red, con la que se determinó la velocidad que debe disponer el GAD Parroquial San Antonio para brindar el servicio, el mismo que debería ser de mínimo 20Mbps, siendo suficiente para que la red funcione correctamente y brindar una conexión de calidad.

- De las tres topologías que se consideraron, la topología punto multipunto es la más factible para este diseño, permite cubrir las 6 zonas consideradas para brindar el acceso a internet y a su vez ofrece escalabilidad al proyecto, en donde se considera que el punto central de ubicación de la estación transmisora es en el GAD Parroquial San Antonio hacia las 6 estaciones receptoras.
- En base a los requerimientos del diseño y sujetos a la resolución TEL-560-18-CONATATEL-2010 que menciona especificaciones técnicas necesarias para este tipo de redes, se eligió equipos de la marca Ubiquiti Networks siendo una tecnología que sobresale con respecto a Cisco y Mikrotik en lo que es costo beneficio, licencia incluida en cada equipo de tal manera que se ahorre recursos al estar sujetos a un presupuesto limitado y cumpliendo con los parámetros establecidos por el marco regulatorio.
- Mediante la utilización de la herramienta Radio Mobile se realizó las respectivas simulaciones de los 6 enlaces, cumpliendo con los parámetros mencionados como es obtener una línea de vista directa despejando el 60% de la primera zona de fresnel; concluyendo que los radioenlaces son confiables y viables.
- En el diseño de la red se utiliza el estándar 802.11ac el cual trabaja en la banda libre de 5,8GHz, para la utilización de esta banda en la red se debe cumplir con ciertos

parámetros permitidos para la implementación y operación de sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha los cuales son potencia de transmisión, ganancia de antenas y formularios necesarios para legalizar los radioenlaces, todas estas especificaciones se encuentran en el marco regulatorio.

- Al ser una conexión abierta a todos los usuarios sin distinción de edad se establecen restricciones de páginas ofensivas no aptas para menores de edad, basándose en el código de la niñez y adolescencia donde expresa que los niños y adolescentes no deben estar expuesto a contenido inadecuado como la pornografía, por lo que se proponen reglas de filtrado de páginas con contenido inadecuado para los menores.
- El uso de software libre como herramienta tecnológica para el desarrollo de proyectos sociales y educativos tiene como ventaja reducir los costos y posee características como estabilidad, seguridad y código abierto, el servidor Pfsense cumple con todos los requerimientos para brindar seguridad y administración de la red.
- Se establece reglas de control de acceso al servicio inalámbrico mediante la utilización de un portal cautivo, en donde los usuarios deberán aceptar los términos y condiciones de uso del servicio para tener acceso a internet, el tiempo de utilización del recurso será de 2 horas y con la posibilidad de volver a utilizarlo después de 4 horas. Este criterio se consideró al ser un servicio dado a usuarios esporádicos y en índices de las encuestas del INEC donde indica que un alto porcentaje de habitantes de zonas rurales utilizan el internet como medio de aprendizaje y educación.

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

5.2. RECOMENDACIONES

- Este diseño sirve como un modelo de una primera etapa, se recomienda tomar como base este proyecto para ampliar las zonas WIFI públicas, cubriendo a todos los parques que conforman la Parroquia de San Antonio.
- Usar equipos de la misma marca en la estación transmisora y receptora de cada uno de los parques, para que sean compatibles entre sí y alcancen un mayor rendimiento en la red inalámbrica.
- Tomar en cuenta las leyes y normas que rigen en el país para la interconexión de los nodos, llenar los formularios en el momento de implementar para que los enlaces estén debidamente legalizados para la operación del servicio y así evitar sanciones por parte de los organismos de control.

- Se recomienda la supervisión constante de un técnico para el monitoreo de la red siguiendo las políticas de seguridad necesarias y verificando que la red funcione correctamente para así conservar el rendimiento de la red.
- Conectarse a la red de preferencia con equipos de tecnología 802.11ac para que puedan disfrutar de todas las características que ofrece esta tecnología principalmente de la velocidad de transmisión.
- Si la demanda de usuarios en la red inalámbrica se incrementa, se deberá redimensionar la red en los parques que tengan mayor afluencia, para considerar el aumento de más puntos de acceso ya que los AP que se consideran en el diseño soportan un máximo de 50 usuarios.

REFERENCIAS

- Agencia de Noticias Andes. (18 de Agosto de 2014). *Acceso a internet reduce brecha digital en Ecuador*. Obtenido de <http://www.andes.info.ec/es/noticias/acceso-internet-reduce-brecha-digital-ecuador.html>
- Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica. (26 de 04 de 2015). *Inversión pública en tecnología permite a Ecuador reducir en 9,2 puntos su margen de analfabetismo digital*. Obtenido de <http://www.andes.info.ec/es/noticias/inversion-publica-tecnologia-permite-ecuador-reducir-92-puntos-margen-analfabetismo-digital>
- Amaya Mantilla, C. (2007). *“DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA Y SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS INALÁMBRICAS CON MONITOREO REMOTO PARA EL EDIFICIO DE LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS PÚBLICAS DE QUITO (EMOP-Q)”*. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO , DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, Sangolquí – Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/607/1/T-ESPE-014615.pdf>
- ARCOTEL. (2015). *Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones : <http://www.arcotel.gob.ec>
- Biblioteca Universitaria UCLM. (s.f.). *Biblioteca Universitaria. Universidad de Castilla* . Obtenido de http://biblioteca.uclm.es/Archivos/Investigacion/Software_libre.pdf

- CCM Benchmark. (Mayo de 2016). *Wifi - Redes Inalambricas y Seguridad*. Obtenido de CCM Web site: <http://es.ccm.net/faq/1160-wifi-redes-inalambricas-y-seguridad>
- Coello, M. J. (02 de Diciembre de 2014). *Zonas wiFi (internet gratis) en Quito #QuitoTeConecta*. Obtenido de <http://cliptelecom.com/wi-fi-en-quito-quitoteconecta/>
- COMPUTERWORLD. (2016). *SMART CITIES: Cuando los modelos de innovación son sostenibles*. Obtenido de <http://computerworld.com.ec/files/286.pdf>
- De la Rosa Domínguez, J. (2012). *Diseño de una red inalámbrica de larga distancia en la comunidad de La Reforma, Municipio de Alto Lucero, Veracruz*. Universidad Veracruzana, Tesis de Pregrado, Xalapa-Enríquez, Veracruz. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32371/1/delarosadominguezjoaquin.pdf>
- Delta. (2016). *Delta Asesores*. Obtenido de Delta Asesores: <http://www.deltaasesores.com/recursos/terminos/p-s/2538-portal-cautivo>
- EcuadorUniversitario.Com. (04 de Julio de 2013). *MINTEL desarrolla programas de Aulas Móviles e Infocentros comunitarios*. Obtenido de <http://ecuadoruniversitario.com/ciencia-y-tecnologia/mintel-desarrolla-programas-de-aulas-moviles-e-infocentros-comunitarios/>
- EL COMERCIO. (06 de Noviembre de 2014). *Más zonas Wi-Fi gratuitas en las ciudades del Ecuador*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/zonas-wifi-gratis-ecuador.html>
- Fernandokatz. (05 de Septiembre de 2010). *Introducción a las Redes Inalámbricas*. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Introduccion-a-Las-Redes-Inalambricas/691290.html>

- Fluke Networks Corporation. (26 de marzo de 2014). Obtenido de <http://es.flukenetworks.com/content/white-paper-impact-80211ac-wireless-networks-network-technicians>
- Free Knowledge Foudation. (s.f.). *Libre.org*. Obtenido de <http://www.libre.org/es/libre/software-libre/definicion-de-software-libre>
- GAD MUNICIPAL ESPEJO. (2014). *El ÁNGEL CUENTA CON 3 ZONAS GRATUITAS DE WI-FI*. Obtenido de <http://www.gadme.gob.ec/index.php/69-el-angel-cuenta-con-3-zonas-gratuitas-de-wi-fi>
- Garcia Delgado, J. (febrero de 2012). *Instalacion y Configuracion de Cortafuegos*. Obtenido de Instalacion y Configuracion de Cortafuegos: <https://jgdasir2.files.wordpress.com/2012/02/ut04-instalacion-y-configuracion-de-cortafuegos.pdf>
- González, M. S. (08 de 11 de 2013). *Redes Telemáticas*. Obtenido de <http://redestelematicas.com/el-switch-como-funciona-y-sus-principales-caracteristicas/>
- Hernandez, R. (2000). Firewalls: Seguridad en las redes e Internet. *Boletín de Política Informática N° 2, 7*.
- Hurtado Chango, E., & Cacuango Quimbiamba, C. (febrero de 2014). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO "EL MAIZAL" DE LA ESFORCE VENCEDORES DEL CENEPA*. Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", Monografía de Pregrado, Latacunga, Ecuador. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7401/1/M-ESPEL-ENT-0054.pdf>

- Ibañez , A. (24 de junio de 2011). *OBSERVATORIO TECNOLÓGICO* . Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/equipamiento-tecnologico/redes/1005-como-crear-tu-portal-cautivo-con-easy-hotspot>
- INEC. (2013). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- International Telecommunication Union-ITU. (2014). *Manual para la medición del uso y el acceso a las TIC por los hogares y las personas* . Obtenido de http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ITCMEAS-2014-PDF-S.pdf
- Linux Professional Institute. (2014). *SEO & Linux*. Obtenido de *SEO & Linux*: <http://www.revistalinux.net/>
- Microsoft. (2016). *TN Servidor Radius*. Obtenido de [https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc755248\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc755248(v=ws.11).aspx)
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (2014). *Conectividad Escolar*. Obtenido de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/conectividad-escolar/#>
- MINTEL. (2009). *Plan de Banda Ancha*. Obtenido de Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información: www.mintel.gob.ec
- Miño Robalino, P., & Muñoz Puenayán , L. (2014). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE INFRAESTRUCTURA MULTISERVICIOS PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE "SAN PEDRO DE HUACA" Y SUS DEPENDENCIAS*. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, Tesis de Pregrado, Quito.
- Moro Vallina, M. (2013). *Infraestructuras de redes de datos y sistemas de telefonía*. Madrid: Parainfo.

- Motorola Solutions. (2013). *LO QUE DEBE SABER ACERCA DEL ESTÁNDAR 802.11AC*.
- MTM Telecom. (2012). *MTM Telecom Web Site*. Obtenido de <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>
- Panda Software International. (s.f.). *Teoría de la Señal y Comunicaciones*. Obtenido de Teoría de la Señal y Comunicaciones: http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/comunicaciones-moviles-digitales/contenidos/Documentos/WP_wifi_PSE.pdf
- RESOLUCIÓN 485-20-CONATEL. (2008). *REGLAMENTO DE DERECHOS POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Resolucion-485-20-CONATEL-2008-Reglamento-de-Tarifas-reformado-hasta-la-resoluci%C3%B3n.pdf>
- Resolución TEL-560-18-CONATATEL. (2010). *EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES*. Obtenido de http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/560_tel_18_conatel.pdf
- Ricciardi, F. (2012). *Portal Cautivo de punto de acceso*. Obtenido de Portal Cautivo de punto de acceso: <http://www.zeroshell.net/es/captiveportaldetails/>
- Santillán Arenas , J. (2010). *Firewalls, Controlando el Acceso a la Red. Seguridad*, 3.
- Superintendencia de Telecomunicaciones Ecuador. (2012). *Operación: Velocidad de Trasmisión. El ABC de la Banda Ancha*. Obtenido de http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/super17_final2.pdf

- TRICALCAR. (s.f.). *Sitio Web TRICALCAR*. Obtenido de http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/02_es_estandares-inalambricos_guia_v02.pdf
- Vásquez, E. (10 de octubre de 2013). *MenteCuriosa Curiosidades y tecnología*. Obtenido de <http://mentecuriosa.net/cosas-que-deberias-saber-de-las-redes-inalambricas-wi-fi/>
- Vázquez Peralta, S. (2010). *Estudio técnico y diseño para el despliegue de una red de banda ancha inalámbrica en el cantón Chordeleg usando tecnología de acceso WI-Fi en distintos puntos del cantón y dentro de la I. Municipalidad de Chordeleg*. UNIVERSIDAD DE CUENCA . Cuenca, Ecuador: Tesis Maestría. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2566/1/tm4325.pdf>
- WNDW. (2008). *Redes Inalámbricas en Paises en Desarrollo*. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/292ABB9462E78D4F05257C38005E5C79/\\$FILE/1_PDFsamTMPbufferALXDD1.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/292ABB9462E78D4F05257C38005E5C79/$FILE/1_PDFsamTMPbufferALXDD1.pdf)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AAA: Corresponde a un tipo de protocolos que realizan tres funciones: autenticación, autorización y contabilización.

ARCOTEL: Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. Es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.

BEAMFORMING: Es una manera de manejar la señal de radiofrecuencia a través de un Access point que utiliza múltiples antenas para transmitir la misma señal. La infraestructura de la red inalámbrica puede ajustar estas señales enviadas y determinar cuál es el mejor camino que deberían tomar para alcanzar un dispositivo cliente.

DHCP: Sigla de Dynamic Host Configuration Protocol, es un protocolo que permite que un equipo conectado a una red pueda obtener su configuración en forma dinámica

MIMO: (Multiple Input Multiple Output) es una tecnología de radio comunicaciones que se refiere a enlaces de radio con múltiples antenas en el lado del transmisor y del receptor. Debido a las múltiples antenas las transmisiones son más rápidas.

MU-MIMO: Multi-User Multiple Input Multiple Output, es una tecnología que forma parte del estándar 802.11ac y que utiliza la tecnología beamforming para focalizar la señal en los clientes inalámbricos, además es capaz de permitir transmisiones simultáneas a los clientes.

PATRÓN DE RADIACIÓN: El patrón de radiación es un gráfico o diagrama polar sobre el que se representa la fuerza de los campos electromagnéticos emitidos por una antena. Este patrón varía en función del modelo de antena.

PIRE: Es la cantidad de potencia que emitiría una antena isotrópica teórica es decir, aquella que distribuye la potencia exactamente igual en todas direcciones para producir la densidad de potencia observada en la dirección de máxima ganancia de una antena.

POLARIZACIÓN: Es la orientación de la señal inalámbrica con respecto a su cobertura tanto horizontal como vertical.

QAM: Acrónimo de Modulación de Amplitud en Cuadratura (Quadrature Amplitude Modulation), es una técnica que transporta dos señales independientes, mediante la modulación de una señal portadora, tanto en amplitud como en fase.

SSID: Nombre con el que se identifica una red inalámbrica. Es un código que se incluye en todos los paquetes que viajan por una red inalámbrica para identificarlos como parte de ella.

UIT: La Unión Internacional de Telecomunicaciones, es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), encargado de

regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

WIFI: Siglas Wireless Fidelity, es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basadas en las especificaciones IEEE 802.11.


Eficiencia Espectral: Velocidad de transmisión de datos a la que la información puede ser transmitida sobre un ancho de banda determinado, en un sistema de comunicación específico.

ANEXOS

ANEXO A


FORMULARIOS DE RED PRIVADA

FORMULARIO ST-1A


 Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones		FORMULARIO DE INFORMACION GENERAL PARA SOLICITAR PERMISOS DE RED PRIVADA		ST - 1A Elab.: DGGST
SOLICITUD:				
2) OBJETO DE LA SOLICITUD*:		<input checked="" type="checkbox"/> PERMISO RED PRIVADA <input type="checkbox"/> MODIFICACIÓN Y/O AMPLIACIÓN RED PRIVADA		
3) MEDIO DE TRANSMISIÓN DE SISTEMA*:		<input type="checkbox"/> MEDIO FÍSICO <input checked="" type="checkbox"/> SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA <input type="checkbox"/> SERVICIO FIJO MÓVIL POR SATELITE		
DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:				
PERSONA NATURAL				
4) NOMBRE				
APELLIDO PATERNO*:		APELLIDO MATERNO*:	NOMBRES*:	CI*:
PERSONA JURIDICA				
5) NOMBRE DE LA EMPRESA*: GAD Parroquial San Antonio de Ibarra				
6) REPRESENTANTE LEGAL				
APELLIDO PATERNO*:		APELLIDO MATERNO*:	NOMBRES*:	CI*:
LOMAS		REYES	OSCAR RENÉ	1002022571
7) CARGO* PRESIDENTE DEL GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO				
8) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: SERVICIO PÚBLICO				RUC*: 1060014480001
9) DIRECCION				
PROVINCIA*:		CIUDAD*:	DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):	
IMBABURA		IBARRA	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar	
e-mail:			CASILLA:	TELEFONO / FAX*:
gadsanantonio@hotmail.com				062933163
10) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) Certifico que el presente anteproyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva				
APELLIDO PATERNO*:		APELLIDO MATERNO*:	NOMBRES*:	LIC. PROF*:
VENEGAS		VINUEZA	JESSICA PAMELA	
e-mail:			CASILLA:	TELEFONO / FAX*:
jpvvv@utn.edu.ec				062933246
DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):			FECHA:	
Santo Domingo Calle Simón Bolívar				FIRMA
11) DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA Declaro bajo juramento que la información proporcionada es verídica y que conozco que la comprobación de falsedad de la misma o de los documentos anexos, determinará el archivo de esta solicitud				

NOMBRE*: OSCAR RENE LOMAS REYES		FECHA:	 FIRMA
12) OBSERVACIONES:			
13) PARA USO DE LA SNT			
SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL ()	CONSTITUCIÓN DE LA CIA. ()	NOMB. REPRESENTANTE LEGAL ()	CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. ()
REGISTRO UNICO CONTRIBUY. ()	COMPROBANTE DEL 1/1000 ()	ANTEPROYECTO TÉCNICO ()	COPIA LICENCIA PROFESIONAL ()
COPIA CARACTERISTICAS MEDIOS FISICOS DE TRANSMISION ()	COPIA CONTRATOS CON PORTADOR ()	C. SUPTTEL ()	
COPIA DE ESCRITURAS PROPIEDAD ()	COPIAS CONTRATOS DE ARREND. ()	OTROS {AGUA,LUZ,IMP.PREDIAL} ()	

FORMULARIO ST-2A


 Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones		FORMULARIO DE INFORMACIÓN TÉCNICO PARA SOLICITAR PERMISOS DE RED PRIVADA				ST- 2A Elab.: DGGST	
²⁾ CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA (SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA)							
PUNTO A PUNTO ()				PUNTO A MULTIPUNTO (X)			
³⁾ COBERTURA (Provincias, ciudades o poblaciones que cubre el sistema solicitado)*							
COMPLEJO SANTA CLARA, PLAZOLETA JOSE TOBAR, PARQUE ELEODORO AYALA, PARQUE BARRIO SUR, PLAZOLETA TANGUARIN Y PLAZOLETA SAN AGUSTIN							
⁴⁾ CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA (SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA, SERVICIO FIJO MÓVIL POR SATÉLITE, COBRE Y/O FIBRA ÓPTICA)*							
No. ESTACIONES	No. REPETIDORES	No. ENLACES FÍSICOS		ENLACES INALÁMBRICOS		No. TOTAL DE ENLACES	
		COBRE	FIBRA ÓPTICA	FIJO MÓVIL POR SATÉLITE	MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA		
1	0	----	----	----	6	6	
⁵⁾ FORMULARIOS QUE SE DEBEN ADJUNTAR							
SISTEMA DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA (en el caso de utilizar este tipo de sistemas)							
FORMULARIO RC-1B FORMULARIO PARA INFORMACIÓN LEGAL				(X)			
FORMULARIO RC-3A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE ANTENAS				(X)			
FORMULARIO RC-9A FORMULARIO PARA LOS SISTEMAS DE SMDBA (ENLACES PUNTO-PUNTO)				()			
FORMULARIO RC-2A FORMULARIO PARA LA INFORMACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA				(X)			
FORMULARIO RC-4A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE EQUIPAMIENTO				(X)			
FORMULARIO RC-9B FORMULARIO PARA LOS SISTEMAS DE SMDBA (SISTEMA PUNTO-MULTIPUNTO)				(X)			
FORMULARIO RC-15A FORMULARIO DE EMISIONES DEL RNI				(X)			
SERVICIO FIJO MOVIL POR SATÉLITE (en el caso de utilizar este tipo de sistemas)							
FORMULARIO RC-1A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN LEGAL				()			
FORMULARIO RC-3A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE ANTENAS				()			
FORMULARIO RC-11A FORMULARIO PARA LOS SISTEMAS FIJO POR SATÉLITE				()			
FORMULARIO RC-2A FORMULARIO PARA LA INFORMACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA				()			
FORMULARIO RC-4A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE EQUIPAMIENTO				()			
FORMULARIO RC-15A FORMULARIO DE EMISIONES DEL RNI				()			

FORMULARIO RC-1B

	FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL (SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA)		RC - 1B Elab.: DGGER Versión: 02
			1) No. Registro:
SOLICITUD:			
2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	(G)	REG <u>U</u> STRO	RENOVACION <u>M</u> ODIFICACION
3) TIPO DE SISTEMA:	(PR)	<u>P</u> RIVADO	<u>E</u> XPLOTAION
DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:			
4) PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL			
APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	CI:
5) CARGO:			
PERSONA JURIDICA			
6) NOMBRE DE LA EMPRESA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
7) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: SERVICIO PÚBLICO			RUC: 1060014480001
8) DIRECCION			
PROVINCIA: IMBABURA	CIUDAD: IBARRA	DIRECCION: Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar	
e-mail: gadsanantonio@hotmail.com	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 062933163	
9) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)			
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 062933246	
DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No): Santo Domingo Calle Simón Bolívar		FECHA:	_____ FIRMA
10) CERTIFICACION Y DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA			
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación			


Declaro que:		
1. En caso de que el presente sistema cause interferencia a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda.		
2. Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados acusen al presente sistema.		
NOMBRE: OSCAR RENE LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA
¹¹⁾ OBSERVACIONES:		

ENLACE GAD SAN ANTONIO-COMPLEJO SANTA CLARA

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES			RC - 2A Elab.: DGGER Versión: 02	
	1) Cod. Cont.:				
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES					
2) ESTRUCTURA 1					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE AUTOSOPORTADA			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2350,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S1			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 16 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)		
			LATITUD (S/N) (°0) (19') (58,9") (S/N)	LONGITUD (W) (78°) (10') (12,8") (W)	
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:					
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS		SI (X) NO ()
OTROS (Describa):					
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:					
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO (X)		
TIPO DE RESPALDO					
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____		
6)					
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO					
2) ESTRUCTURA 2					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2337,7 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S2			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 8m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)		
			LATITUD (S/N) (°0) (19') (53,30") (S/N)	LONGITUD (W) (°78) (9') (59,42") (W)	
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos			
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:					
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS		SI () NO ()
OTROS (Describa):					
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:					
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()		
TIPO DE RESPALDO					


GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				
2) ESTRUCTURA 3				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:		ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:		ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA	SI ()	NO ()	PARARRAYOS	SI () NO ()
OTROS (Describe):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				

FORMULARIO RC-4A

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO			RC – 4A Elab.: DGGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN BASE			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 1-E1			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	OMO5G13			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,50W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN FIJA			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 2-E2			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	NBEAC16			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,39W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				


VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN TRANSMISORA

	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) ('19) ('58,9)	LONGITUD (°78) (10') (12,8")
Imbabura	Ibarra	San Antonio		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	16m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		14.63		
5 m		15.33		
10 m		17.61		
20 m		24.70		
50 m		52.06		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.5 W	13 dBi	8.87 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	672.41	0.013		


5 m	738.30	0.012	
10 m	974.24	0.009	
20 m	1916.65	0.004	
50 m	8514.48	0.001	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN RECEPTORA COMPLEJO SANTA CLARA

	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) ('19) ('53.30')	LONGITUD (°78) (9') (59.42")
Imbabura	Ibarra	San Antonio		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	8m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		6.80		
5 m		8.20		
10 m		11.92		
20 m		21.02		
50 m		50.42		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.39 W	16 dBi	15.84 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	145.26	0.10		


5 m	211.24	0.07	
10 m	446.37	0.03	
20 m	1388.08	0.011	
50 m	7986.48	0.0019	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

ENLACE GAD SAN ANTONIO-PLAZA CENTRAL DE TANGUARIN

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	RC - 2A Elab.: DGER Versión: 02	
		1) Cod. Cont.:	
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES			
2) ESTRUCTURA 1			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE AUTOSOPORTADA	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2350,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S1	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 16 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84) LATITUD (S/N) (°0) ('19) (58,9") (S/N) LONGITUD (W) (°78) (10') (12,8") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar	
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:			
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
OTROS (Describe):			
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO (X)
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO			
2) ESTRUCTURA 2			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2362,9 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 3-S3	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 12m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84) LATITUD (S/N) (°0) ('19) (32,44") (S/N) LONGITUD (W) (°78) (10') (3,49") (W)
IMBABURA	IBARRA	TANGUARIN/ Ezequiel Rivadeneira y Laura López	
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:			
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI () NO ()
OTROS (Describe):			
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____


6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				
2) ESTRUCTURA 3				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):	
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS	
			SI () NO ()	
OTROS (Describa):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				

FORMULARIO RC-4A

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO			RC – 4A Elab.: DGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN BASE			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 1-E1			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	OMO5G13			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,50W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN FIJA			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 3-E3			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	NBEAC16			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,39W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				


VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN RECEPTORA PLAZA TANGUARÍN

	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) ('19) ('32.44')	LONGITUD (°78) (10') (3.49")
Imbabura	Ibarra	Tanguarín		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	12m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		10.68		
5 m		11.62		
10 m		14.5		
20 m		22.58		
50 m		51.09		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.39 W	16 dBi	15.84 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	358.33	0.044		


5 m	424.19	0.037	
10 m	660.51	0.023	
20 m	1601.76	0.0098	
50 m	8200.14	0.0019	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

ENLACE GAD SAN ANTONIO-PLAZOLETA JOSÉ TOBAR

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	RC - 2A Elab.: DGGER Versión: 02	
		1) Cod. Cont.:	
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES			
2) ESTRUCTURA 1			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE AUTOSOPORTADA	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2350,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S1	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 16 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84) LATITUD (S/N) (°0) ('19) (58,9") (S/N) LONGITUD (W) (°78) (10') (12,8") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar	
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:			
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
OTROS (Describe):			
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO (X)
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____
6)			
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO			
2) ESTRUCTURA 2			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2293,3 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 4-S4	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 12 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84) LATITUD (S/N) (°0) (20') (4,41") (S/N) LONGITUD (W) (°78) (10') (8,26") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Monseñor Leónidas Proaño	
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:			
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI () NO ()
OTROS (Describe):			
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____


6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				
2) ESTRUCTURA 3				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):	
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS	
			SI () NO ()	
OTROS (Describa):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				

FORMULARIO RC-4A

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO			RC – 4A Elab.: DGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN BASE			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 1-E1			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	OMO5G13			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,50W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN FIJA			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 4-E4			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	NBEAC16			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,39W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				


VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN RECEPTORA PLAZA TANGUARÍN

	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) (°20) (°4.41')	LONGITUD (°78) (10') (8.26')
Imbabura	Ibarra	San Antonio		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	12m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		10.68		
5 m		11.62		
10 m		14.5		
20 m		22.58		
50 m		51.09		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.39 W	16 dBi	15.84 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	358.33	0.044		


5 m	424.19	0.037	
10 m	660.51	0.023	
20 m	1601.76	0.0098	
50 m	8200.14	0.0019	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

ENLACE GAD SAN ANTONIO-PARQUE ELEODORO AYALA

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	RC - 2A Elab.: DGGER Versión: 02	
		1) Cod. Cont.:	
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES			
2) ESTRUCTURA 1			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE AUTOSOPORTADA	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2350,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S1	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 16 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)
			LATITUD (S/N) (°0) ('19) (58,9") (S/N) LONGITUD (W) (°78) (10') (12,8") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar	
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:			
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI (X) NO ()
OTROS (Describa):			
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO (X)
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____
6)			
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO			
2) ESTRUCTURA 2			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2341,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 5-S5	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 12m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)
			LATITUD (S/N) (°0) (20') (4,90") (S/N) LONGITUD (W) (°78) (10') (12,27") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ 27 de Noviembre y Francisco Calderón	
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:			
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI () NO ()
OTROS (Describa):			
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()
TIPO DE RESPALDO			


GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				
2) ESTRUCTURA 3				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:		ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:		ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA SI () NO ()		PARARRAYOS SI () NO ()		
OTROS (Describe):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				

FORMULARIO RC-4A

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO			RC – 4A Elab.: DGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN BASE			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 1-E1			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	OMO5G13			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,50W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN FIJA			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 5-E5			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	NBEAC16			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,39W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				


VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN RECEPTOR PARQUE ELEODORO AYALA

	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) (°20) (4.90")	LONGITUD (°78) (10') (12.27")
Imbabura	Ibarra	San Antonio		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	12m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		10.68		
5 m		11.62		
10 m		14.5		
20 m		22.58		
50 m		51.09		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.39 W	16 dBi	15.84 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	358.33	0.044		


5 m	424.19	0.037	
10 m	660.51	0.023	
20 m	1601.76	0.0098	
50 m	8200.14	0.0019	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

ENLACE GAD SAN ANTONIO-PARQUE BARRIO SUR

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES		RC - 2A Elab.: DGER Versión: 02	
			1) Cod. Cont.:	
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES				
2) ESTRUCTURA 1				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE AUTOSOPORTADA		ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2350,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S1		ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 16 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°0) ('19) (58,9") (S/N)	LONGITUD (W) (°78) (10') (12,8") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar		
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI (X)	NO ()
OTROS (Describe):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO (X)	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO				
2) ESTRUCTURA 2				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL		ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2377,4 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 6-S6		ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 8m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°0) ('19) (48,66") (S/N)	LONGITUD (W) (°78) (10') (19,95") (W)
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ 27 de Noviembre y Línea Férrea		
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA	SI () NO ()	PARARRAYOS	SI ()	NO ()
OTROS (Describe):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	


6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				
2) ESTRUCTURA 3				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):	
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS	
			SI () NO ()	
OTROS (Describa):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				

FORMULARIO RC-4A

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO			RC – 4A Elab.: DGGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN BASE			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 1-E1			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	OMO5G13			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,50W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN FIJA			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 6-E6			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	NBEAC16			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,39W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				


VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN RECEPTORA PARQUE BARRIO SUR

	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) (°19) (48.66")	LONGITUD (°78) (10') (19.95")
Imbabura	Ibarra	San Antonio		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	8m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		6.80		
5 m		8.20		
10 m		11.92		
20 m		21.02		
50 m		50.42		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.39 W	16 dBi	15.84 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE $(\pi * R^2)$	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	145.26	0.10		


5 m	211.24	0.07	
10 m	446.37	0.03	
20 m	1388.08	0.011	
50 m	7986.48	0.0019	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

ENLACE GAD SAN ANTONIO-PLAZOLETA SAN AGUSTÍN

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES			RC - 2A Elab.: DGER Versión: 02	
	1) Cod. Cont.:				
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES					
2) ESTRUCTURA 1					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE AUTOSOPORTADA			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2350,5 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 1-S1			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 16 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)		
			LATITUD (S/N) (°0) ('19) (58,9") (S/N)	LONGITUD (W) (°78) (10') (12,8") (W)	
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:					
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS		SI (X) NO ()
OTROS (Describe):					
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:					
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO (X)		
TIPO DE RESPALDO					
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____		
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO					
2) ESTRUCTURA 2					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2432,1 m		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: ESTRUCTURA 7-S7			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 12 m		
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)		
			LATITUD (S/N) (°0) ('19) (29,07") (S/N)	LONGITUD (W) (°78) (10') (33,47") (W)	
IMBABURA	IBARRA	SAN ANTONIO/ 27 de Noviembre y América			
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:					
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS		SI () NO ()
OTROS (Describe):					
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:					
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()		
TIPO DE RESPALDO					
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____		


6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				
2) ESTRUCTURA 3				
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):	
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):	
3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:				
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA		SI () NO ()	PARARRAYOS	
			SI () NO ()	
OTROS (Describa):				
5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL ()	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS ()	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:				

FORMULARIO RC-4A

	FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO			RC – 4A Elab.: DGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN BASE			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 1-E1			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	OMO5G13			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,50W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN FIJA			
CODIGO DEL EQUIPO:	Equipo 7-E7			
MARCA:	UBIQUITI			
MODELO:	NBEAC16			
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	80MHz			
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	-----			
TIPO DE MODULACION:	256QAM			
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	450000Kbps			
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	0,39W			
RANGO DE OPERACION (MHz):	5150-5850 MHz			
SENSIBILIDAD (μ V) o (dBm):	-96 dBm			
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-----			
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				


VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

FORMULARIO RC-15A-ESTACIÓN RECEPTOR PLAZOLETA SAN AGUSTÍN


	FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)	RC-15A RNI-T1		
		Fecha.:		
1) USUARIO :				
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GAD PARROQUIAL SAN ANTONIO DE IBARRA			
DIRECCIÓN :	Luis Enrique Cevallos 5-44 y Bolívar			
2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°0) ('19) (29,07")	LONGITUD (°78) (10') (33,47")
Imbabura	Ibarra	San Antonio		
3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :				
FRECUENCIAS (MHz)	S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²)	S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²)		
5150-5850	50	10		
4) CALCULO DE R² :				
Altura h (m) :	12m	$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$		
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)		
2 m		10.68		
5 m		11.62		
10 m		14.5		
20 m		22.58		
50 m		51.09		
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)		
0.39 W	16 dBi	15.84 W		
6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO :				
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$				
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE S _{lim} (W/m ²)		
2 m	358.33	0.044		

5 m	424.19	0.037	
10 m	660.51	0.023	
20 m	1601.76	0.0098	
50 m	8200.14	0.0019	
<p>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva</p>			
APELLIDO PATERNO: VENEGAS	APELLIDO MATERNO: VINUEZA	NOMBRES: JESSICA PAMELA	LIC. PROF.:
e-mail: jpvv@utn.edu.ec	CASILLA:	TELEFONO / FAX: 0629933246	
DIRECCION: Santo Domingo Calle Simón Bolívar	FECHA:	<hr/> FIRMA	
<p>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</p> <p>Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación</p>			
NOMBRE: OSCAR LOMAS REYES	FECHA:	<hr/> FIRMA	

FORMULARIO DE ANTENAS DE ENLACE PUNTO-MULTIPUNTO


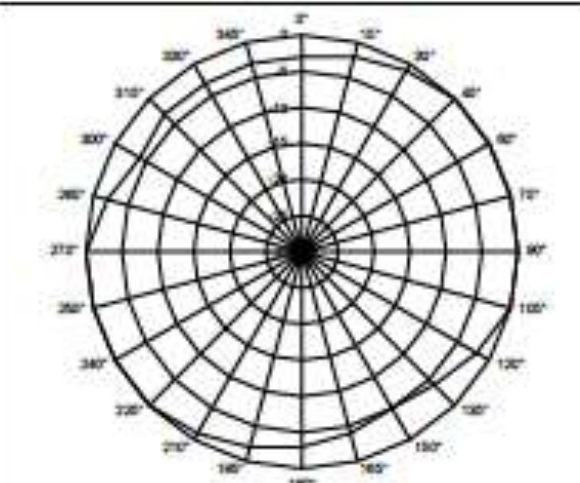
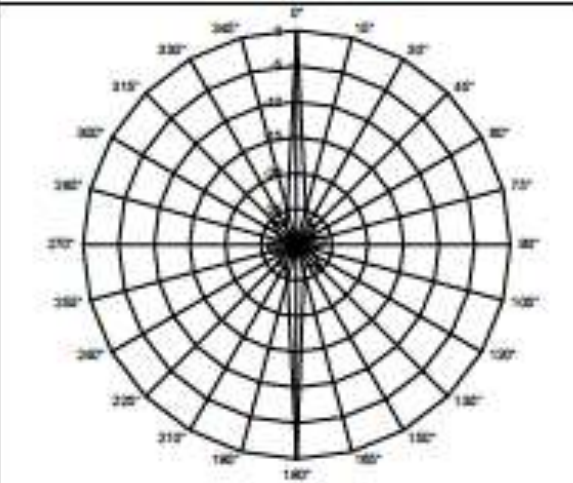
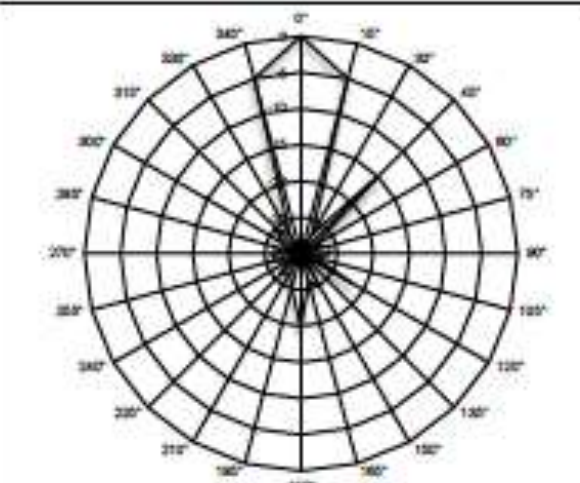
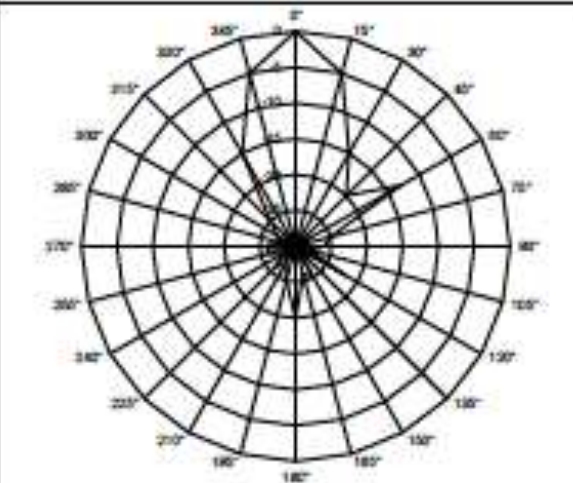
	FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS	RC – 3A Elab.: DGGER Versión: 02
		1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 1	ANTENA 2
CODIGO DE ANTENA:	Antena 1-A1	Antena 2-A2
MARCA:	UBIQUITI	UBIQUITI
MODELO:	AMO5G13	NBE-5ac-16
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5850 MHz	5150-5875 MHz
TIPO:	OMNIDIRECCIONAL	DIRECTIVA
IMPEDANCIA (ohmios):	50 ohmios	50 ohmios
POLARIZACION:	HORIZONTAL-VERTICAL	HORIZONTAL-VERTICAL
GANANCIA (dBd):	10,85 dBd	13,85 dBd
DIÁMETRO (m):	----	----
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	345°	112,81°
ANGULO DE ELEVACION (°):	2,53	-2,53°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	16 m	8 m
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 3	ANTENA 4
CODIGO DE ANTENA:	Antena 3-A3	Antena 4-A4
MARCA:	UBIQUITI	UBIQUITI
MODELO:	NBE-5ac-16	NBE-5ac-16
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5875 MHz	5150-5875 MHz
TIPO:	DIRECTIVA	DIRECTIVA
IMPEDANCIA (ohmios):	50 ohmios	50 ohmios
POLARIZACION:	HORIZONTAL-VERTICAL	HORIZONTAL-VERTICAL
GANANCIA (dBd):	13,85 dBd	13,85 dBd
DIÁMETRO (m):	----	----
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	160,68°	46,99°
ANGULO DE ELEVACION (°):	0,619°	-4,556°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	12 m	12 m
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 5	ANTENA 6
CODIGO DE ANTENA:	Antena 5-A5	Antena 6-A6
MARCA:	UBIQUITI	UBIQUITI
MODELO:	NBE-5ac-16	NBE-5ac-16
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5875 MHz	5150-5875 MHz
TIPO:	DIRECTIVA	DIRECTIVA

IMPEDANCIA (ohmios):	50 ohmios	50 ohmios
POLARIZACION:	HORIZONTAL-VERTICAL	HORIZONTAL-VERTICAL
GANANCIA (dBd):	13,85 dBd	13,85 dBd
DIÁMETRO (m):	----	----
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	4,72°	215,06°
ANGULO DE ELEVACION (°):	-3,69°	2,94°
ALTURA BASE-ANTENA (m):	12 m	8 m
NOTA: Se debe adjuntar las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.		


	FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS		RC – 3A Elab.: DGGER Versión: 02
			1) Cod. Cont:
2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS			
CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 7		
CODIGO DE ANTENA:	Antena 7-A7		
MARCA:	UBIQUITI		
MODELO:	NBE-5ac-16		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	5150-5875 MHz		
TIPO:	DIRECTIVA		
IMPEDANCIA (ohmios):	50 ohmios		
POLARIZACION:	HORIZONTAL-VERTICAL		
GANANCIA (dBd):	13,85 dBd		
DIÁMETRO (m):	----		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	214,76°		
ANGULO DE ELEVACION (°):	3,99°		
ALTURA BASE-ANTENA (m):	12 m		
CARACTERISTICAS TECNICAS			
CODIGO DE ANTENA:			
MARCA:			
MODELO:			
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):			
TIPO:			
IMPEDANCIA (ohmios):			
POLARIZACION:			
GANANCIA (dBd):			
DIÁMETRO (m):			
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):			
ANGULO DE ELEVACION (°):			
ALTURA BASE-ANTENA (m):			
CARACTERISTICAS TECNICAS			
CODIGO DE ANTENA:			
MARCA:			
MODELO:			
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):			
TIPO:			
IMPEDANCIA (ohmios):			
POLARIZACION:			

GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		
NOTA: Se debe adjuntar las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.		

FORMULARIO PATRÓN DE RADIACIÓN DE LA ANTENA DE TX Y RX

	FORMULARIO PARA PATRONES DE RADIACION DE ANTENAS	RC - 3B Elab.: DFE Versión: 01 © Cod. Cont.																																																																											
B) PATRONES DE RADIACION DE ANTENA																																																																													
MARCA: Uniquit	MODELO: AMO-5G13	TIPO: Omnidireccional																																																																											
Ingresar los valores de ganancia (dBd) para cada radial.																																																																													
PLANO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;">0°</td><td>15°</td><td>30°</td><td>45°</td><td>60°</td><td>75°</td><td>90°</td><td>105°</td><td>120°</td><td>135°</td><td>150°</td><td>165°</td><td>180°</td><td>195°</td><td>210°</td><td>225°</td><td>240°</td><td>255°</td><td>270°</td><td>285°</td><td>300°</td><td>315°</td><td>330°</td><td>345°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HORIZONTAL</td> <td>0</td><td>0</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-4</td><td>-5</td><td>-4</td><td>0</td><td>-1</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-4</td><td>-13</td><td>-21</td><td>0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VERTICAL</td> <td>0</td><td>-5</td><td>-11</td><td>-18</td><td>-24</td><td>-28</td><td>-31</td><td>-28</td><td>-22</td><td>-15</td><td>-11</td><td>-8</td><td>0</td><td>-5</td><td>-11</td><td>-18</td><td>-24</td><td>-28</td><td>-31</td><td>-28</td><td>-22</td><td>-15</td><td>-11</td><td>0</td> </tr> </table>			0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	HORIZONTAL	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-4	-5	-4	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-4	-13	-21	0	VERTICAL	0	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	-8	0	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	0
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°																																																					
HORIZONTAL	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-4	-5	-4	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-4	-13	-21	0																																																					
VERTICAL	0	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	-8	0	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	0																																																					
PATRON DE RADIACION HORIZONTAL 	PATRON DE RADIACION VERTICAL 																																																																												
B) PATRONES DE RADIACION DE ANTENA																																																																													
MARCA: Uniquit	MODELO: MREAC18	TIPO: Direc.																																																																											
Ingresar los valores de ganancia (dBd) para cada radial.																																																																													
PLANO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;">0°</td><td>15°</td><td>30°</td><td>45°</td><td>60°</td><td>75°</td><td>90°</td><td>105°</td><td>120°</td><td>135°</td><td>150°</td><td>165°</td><td>180°</td><td>195°</td><td>210°</td><td>225°</td><td>240°</td><td>255°</td><td>270°</td><td>285°</td><td>300°</td><td>315°</td><td>330°</td><td>345°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HORIZONTAL</td> <td>0</td><td>-6</td><td>-11</td><td>-15</td><td>-18</td><td>-20</td><td>-21</td><td>-20</td><td>-15</td><td>-10</td><td>-8</td><td>-6</td><td>-2</td><td>-5</td><td>-11</td><td>-18</td><td>-24</td><td>-28</td><td>-31</td><td>-28</td><td>-22</td><td>-15</td><td>-11</td><td>0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VERTICAL</td> <td>0</td><td>-6</td><td>-11</td><td>-15</td><td>-18</td><td>-20</td><td>-21</td><td>-20</td><td>-15</td><td>-10</td><td>-8</td><td>-6</td><td>-2</td><td>-5</td><td>-11</td><td>-18</td><td>-24</td><td>-28</td><td>-31</td><td>-28</td><td>-22</td><td>-15</td><td>-11</td><td>0</td> </tr> </table>			0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	HORIZONTAL	0	-6	-11	-15	-18	-20	-21	-20	-15	-10	-8	-6	-2	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	0	VERTICAL	0	-6	-11	-15	-18	-20	-21	-20	-15	-10	-8	-6	-2	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	0
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°																																																					
HORIZONTAL	0	-6	-11	-15	-18	-20	-21	-20	-15	-10	-8	-6	-2	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	0																																																					
VERTICAL	0	-6	-11	-15	-18	-20	-21	-20	-15	-10	-8	-6	-2	-5	-11	-18	-24	-28	-31	-28	-22	-15	-11	0																																																					
PATRON DE RADIACION HORIZONTAL 	PATRON DE RADIACION VERTICAL 																																																																												

FORMULARIO RC-9B

		FORMULARIO PARA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA (SISTEMAS PUNTO-MULTIPUNTO)										RC- 9B Elab.: DGGER Versión: 03			
		1) No. Registro:													
2) CLASE DE SISTEMA															
PRIVADO EXPLOTACION (P)										NOTA: En el caso de que su empresa cuente con el Permiso de Operación de Red Privada, adjuntar una copia.					
3) CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO – MULTI PUNTO															
No. SISTEMA		No. ESTACIONES POR SISTEMA		BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)				TIPO DE OPERACION SECUENCIA <u>D</u> IRECTA ; <u>I</u> TDMA; <u>F</u> HSS ; <u>H</u> IBRIDO ; <u>O</u> FDM; <u>O</u> TRAS							
Sistema Multipunto 1 –SM1		7		5725 MHz –5850 MHz				(O)							
4) CARACTERISTICAS DE LA ESTACION FIJA CENTRAL															
INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA		ANTENA ASOCIADA		POTENCIA DE OPERACION (mW)		EQUIPO UTILIZADO							
Estación Central 1 - EC1	A	S1		A1		501,18mW		E1							
5) CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS															
INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA		ANTE NA ASOCIADA	POTENCIA DE OPERACION (mW)		EQUIPO UTILIZADO			DISTANCIA EST. CENTRAL – ESTACION FIJA (Km)					
Estación Fija 1 – F1	A	S2		A2	398,10		E2			0,45Km					
Estación Fija 1 – F1	A	S3		A3	398,10		E3			0,87Km					
Estación Fija 1 – F1	A	S4		A4	398,10		E4			0,75Km					
Estación Fija 1 – F1	A	S5		A5	398,10		E5			0,19Km					
Estación Fija 1 – F1	A	S6		A6	398,10		E6			0,39Km					
Estación Fija 1 – F1	A	S7		A7	398,10		E7			1,12Km					
6) PERFIL TOPOGRAFICO															
No. ENLACE		DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
Sistema Multipunto 1 –SM1		ALTURA s.n.m. (m)	2350,5	2347,4	2346,9	2345,7	2344,3	2344,3	2343,8	2341,5	2341,4	2340,3	2339,1	2337,4	2335,5
Sistema Multipunto 1 –SM2		ALTURA s.n.m. (m)	2350,5	2349,3	2349,5	2351,3	2355,1	2359	2361,2	2362,8	2361,6	2361,1	2362,1	2360,6	2361,2

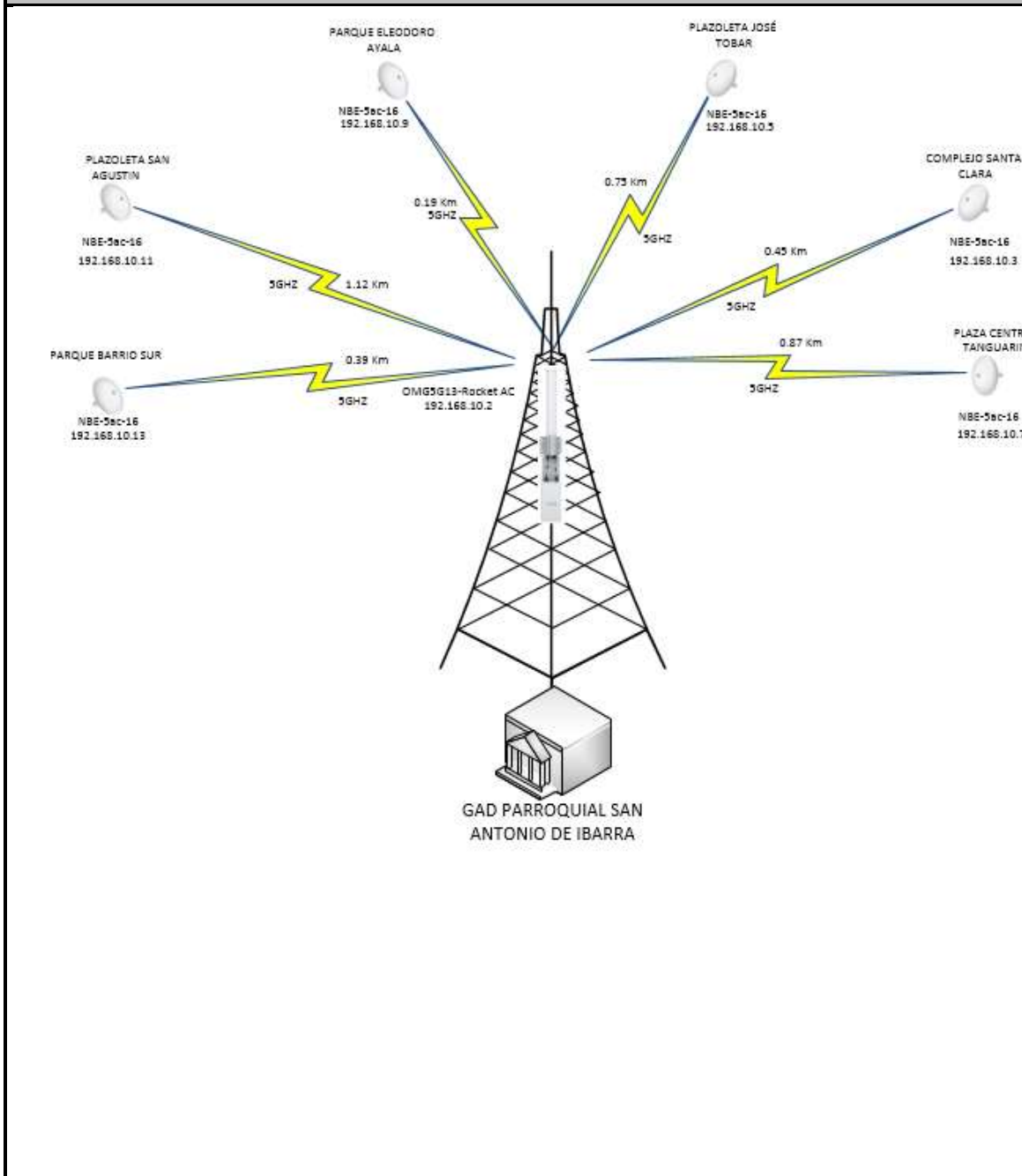
Sistema Multipunto 1 -SM3	ALTURA s.n.m. (m)	2350,5	2346,1	2338,6	2333,9	2329,1	2324,6	2318,4	2315,5	2310,2	2306,4	2303,1	2298,4	2293,2
Sistema Multipunto 1 -SM4	ALTURA s.n.m. (m)	2350,5	2349,9	2349,1	2348,2	2347,3	2346,5	2345,9	2344,9	2343,2	2342,3	2341,9	2341,1	2340,1
Sistema Multipunto 1 -SM5	ALTURA s.n.m. (m)	2350,5	2351,2	2352,6	2353,9	2355,2	2356,7	2358,9	2360,7	2366,3	2369,5	2371,5	2374,6	2376,4
Sistema Multipunto 1 -SM6	ALTURA s.n.m. (m)	2350,5	2352,7	2359,3	2370,2	2375,2	2381,2	2388,9	2394,9	2401,7	2410,6	2418	2423,5	2432,1
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													
	ALTURA s.n.m. (m)													

Donde D = distancia entre cada estación fija y la estación fija central.

NOTA: Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace. Así como el formulario correspondiente al esquema del sistema (RC-14A)

FORMULARIO RC-14A

	FORMULARIO PARA ESQUEMA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	RC- 14A Elab.: DGGER Versión: 01
		1) Cod. Cont.:

1)
ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

Nota: En este formulario se debe graficar la topología del sistema de radiocomunicaciones, cuando este consta de dos o más circuitos enlazados entre sí, en enlaces con más de un salto o en caso de un sistema punto-multipunto.

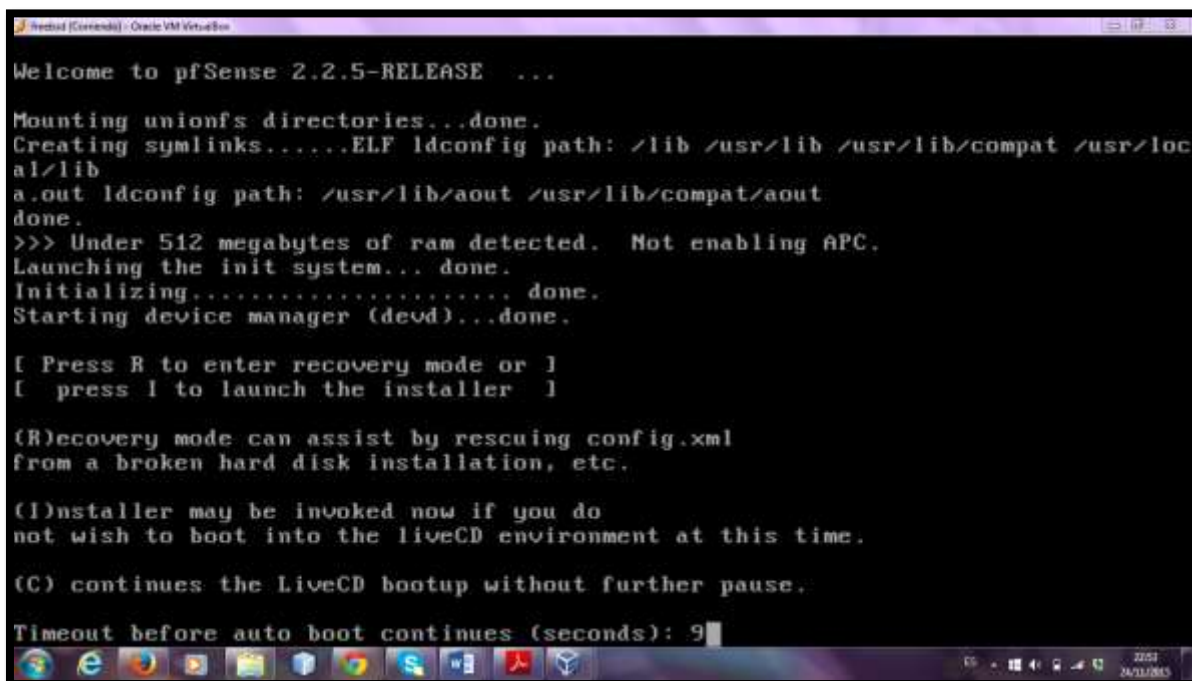
ANEXO B

INSTALACIÓN DE PFSense

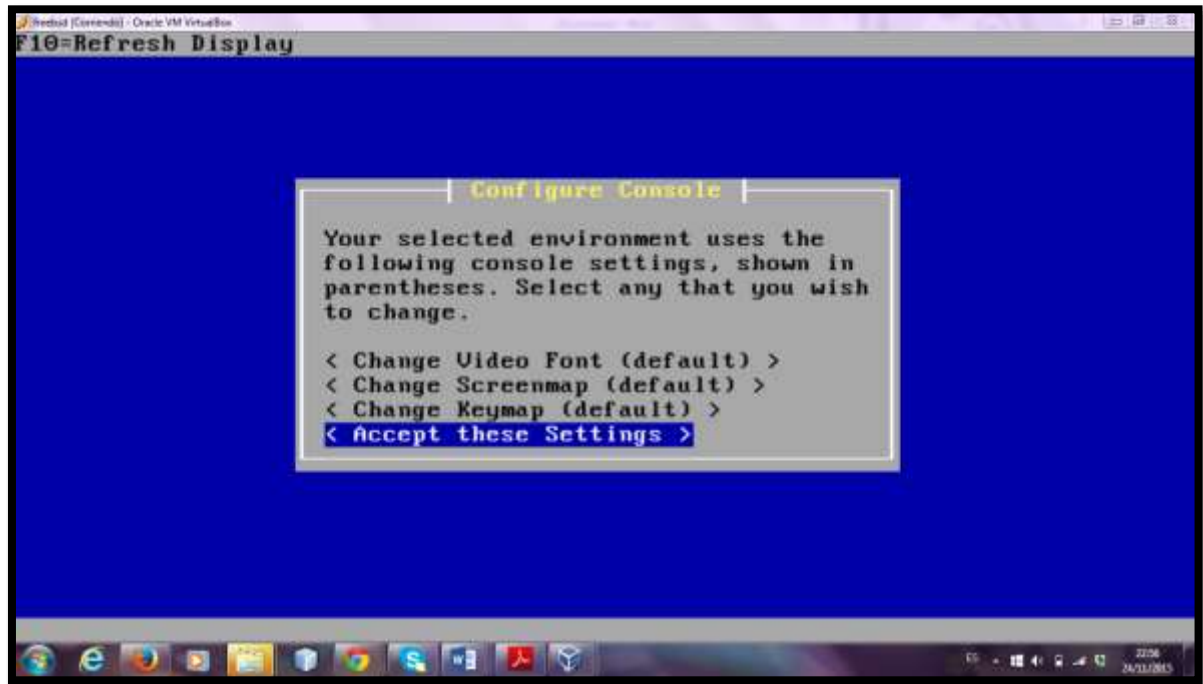
Iniciar el computador que se tiene dispuesto para instalar Pfsense, esta es una versión LiveCD que puede ser usada desde una unidad CD-rom o DVD.



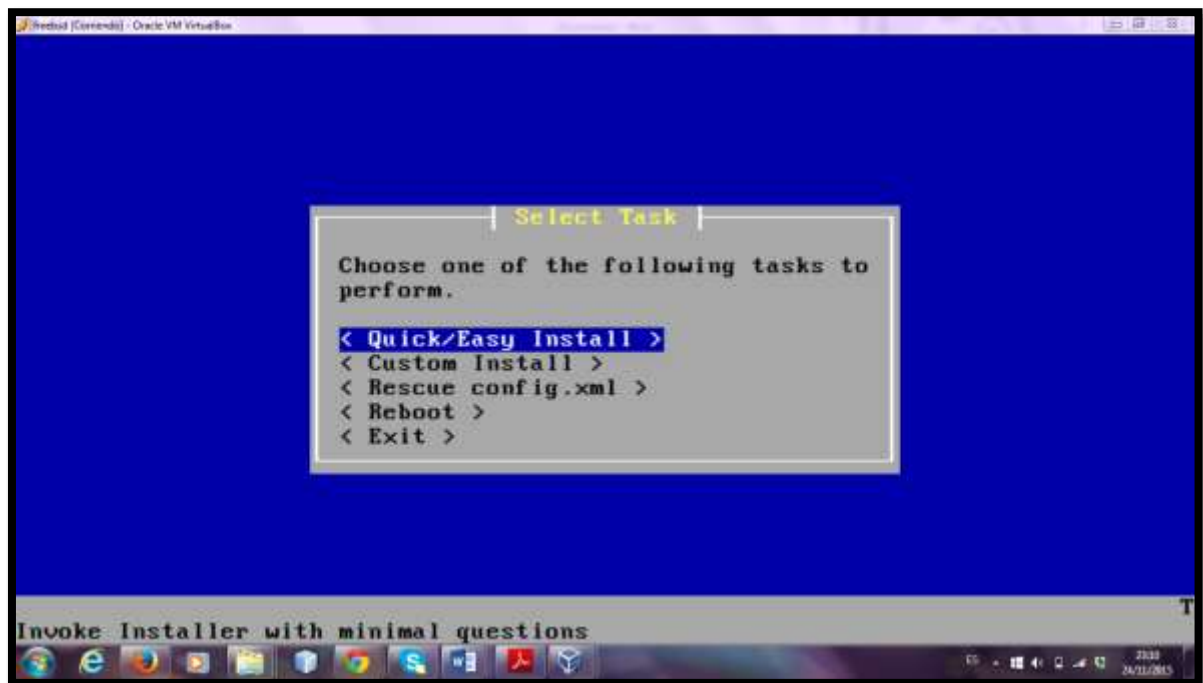
Para instalar Pfsense escribir la letra **I** y presionar enter.



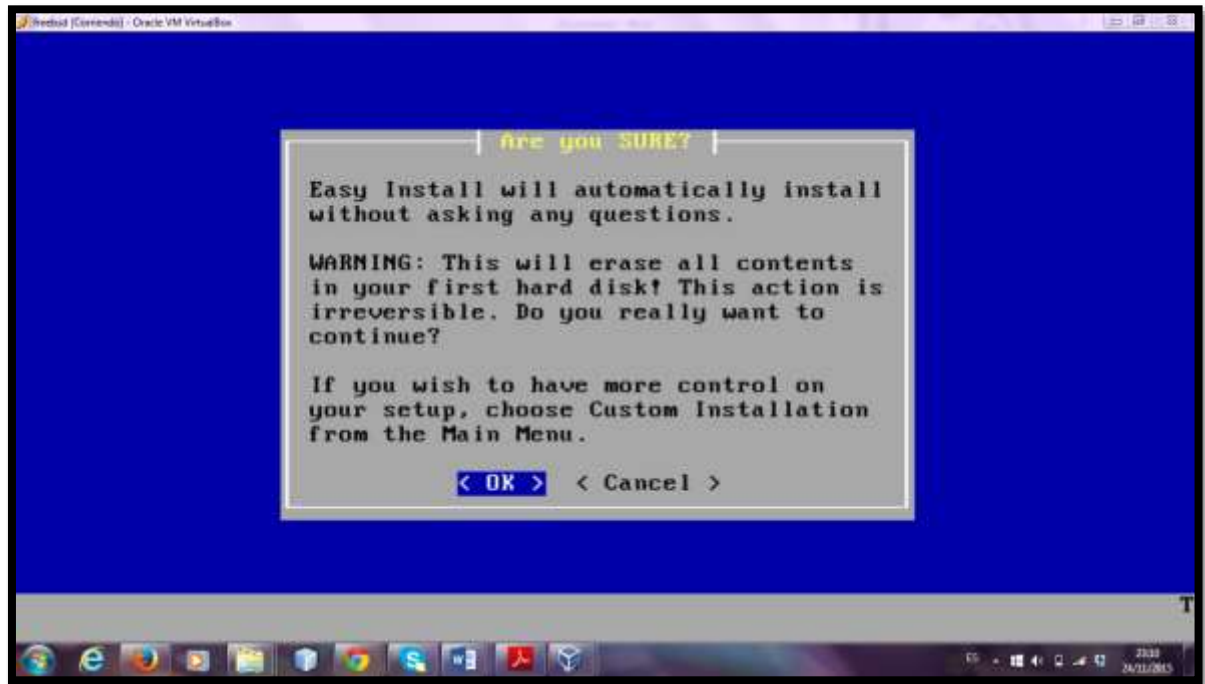
Para iniciar la instalación escoger la opción **Accept these Settings**



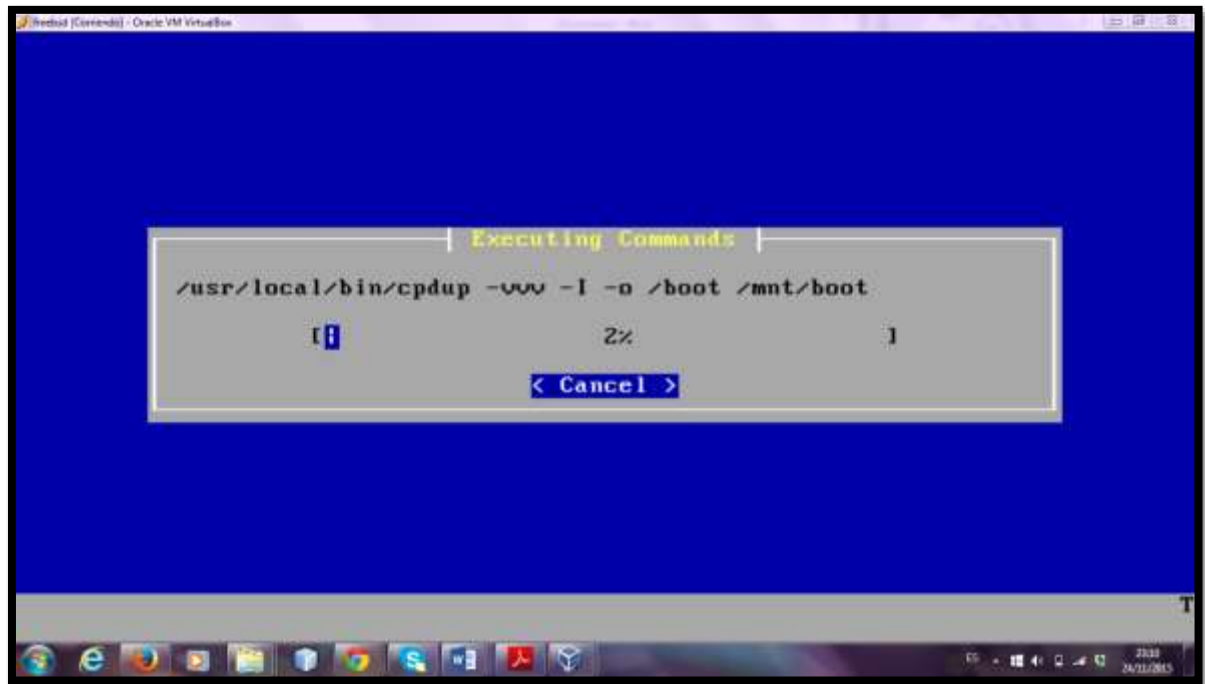
Luego se escoge la opción **Quick/Easy Install**



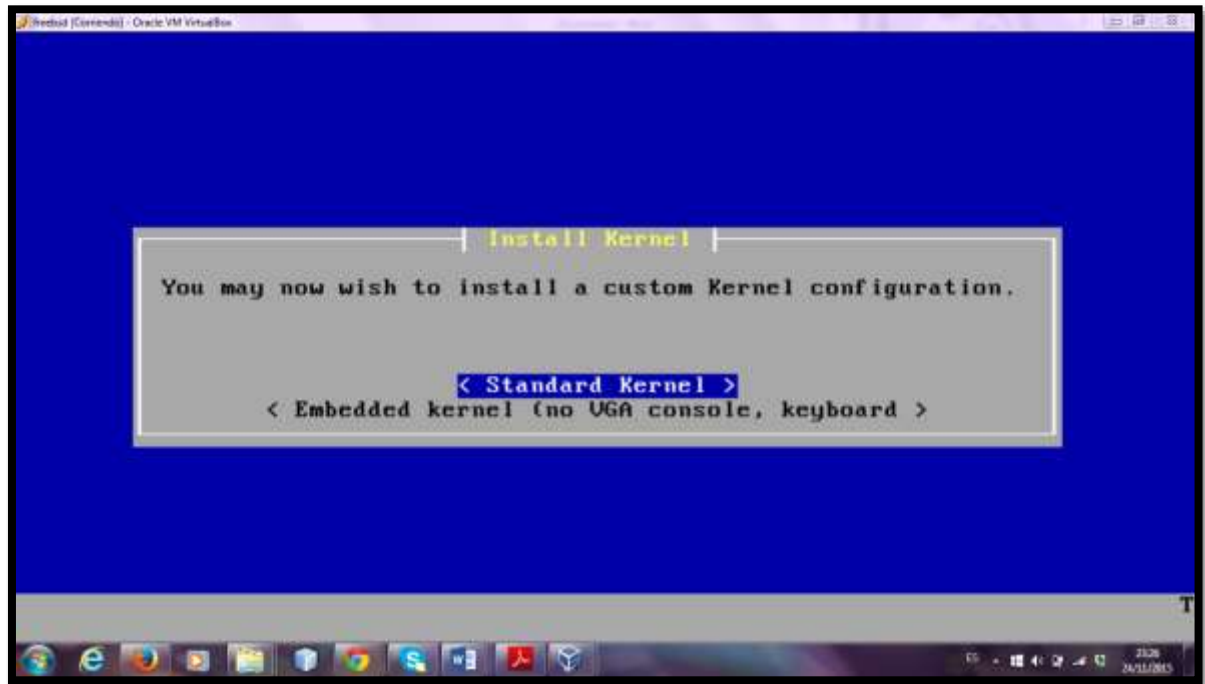
Seleccionar la opción **OK**



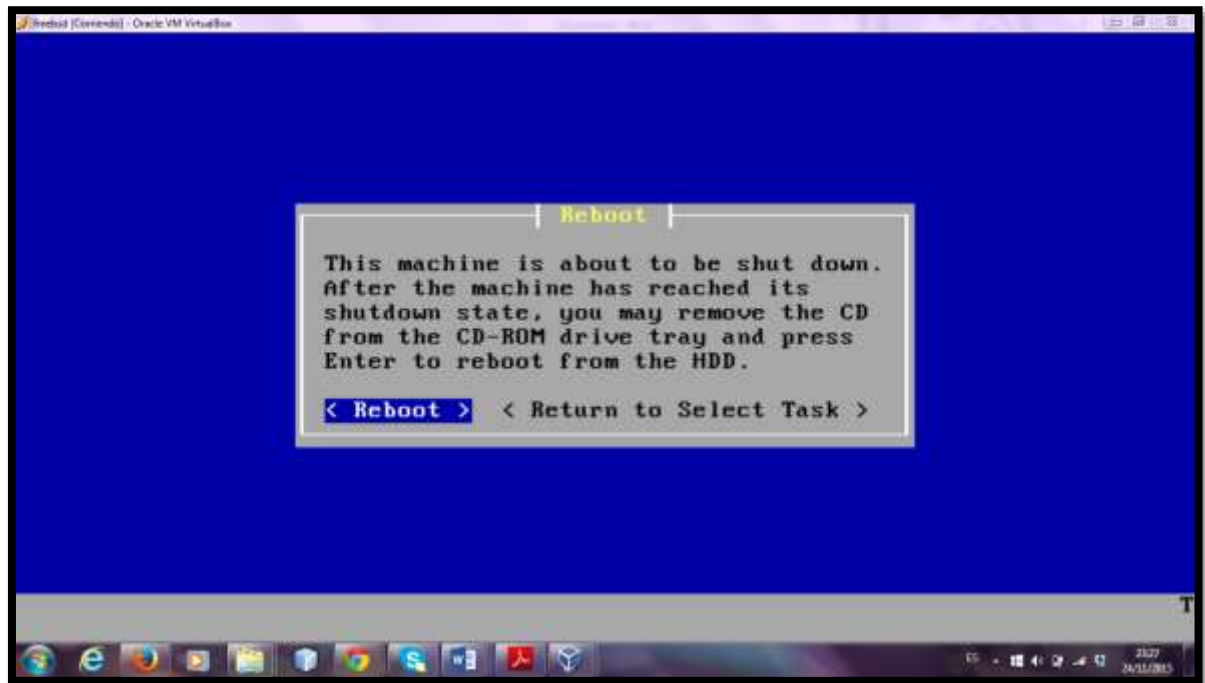
Cuando aparece la siguiente pantalla significa que ya se están copiando los archivos al disco, esto tarda algunos minutos hasta llegar al 100%.



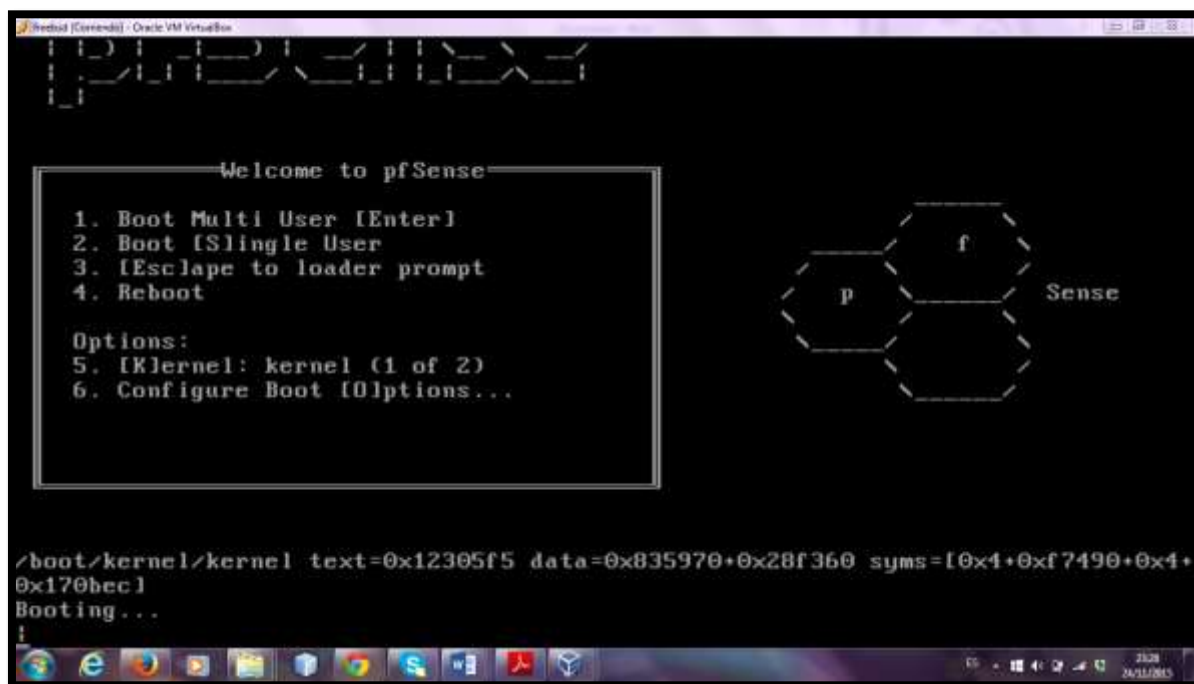
En esta pantalla se instala la configuración Kernel.



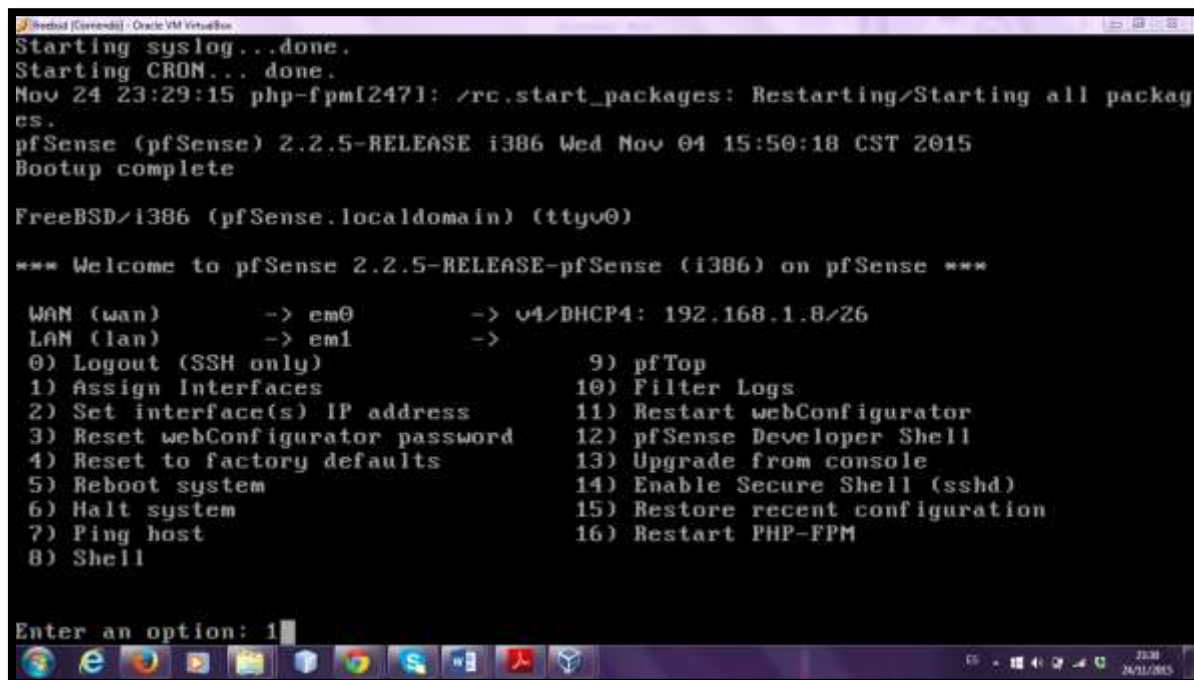
Luego de esto se debe reiniciar la máquina y se selecciona **Reboot**.



Cuando ya se haya terminado de instalar pfSense aparece esta pantalla



Cuando aparezca esta pantalla escribir el numero 1 y presionar enter.



Cuando ejecute esa instrucción aparecerá lo siguiente; validara las interfaces em0 y em1 y en configuración de VLANs escribir la letra n.

```

redhat [Connected] - Oracle VM VirtualBox
7) Ping host
8) Shell
16) Restart PHP-FPM

Enter an option: 1

Valid interfaces are:

em0    08:00:27:d7:e4:c2    (up) Intel(R) PRO/1000 Legacy Network Connection 1.0.
em1    08:00:27:78:7a:df    (up) Intel(R) PRO/1000 Legacy Network Connection 1.0.

Do you want to set up VLANs first?

If you are not going to use VLANs, or only for optional interfaces, you should
say no here and use the webConfigurator to configure VLANs later, if required.

Do you want to set up VLANs now [y/n]? n

If you do not know the names of your interfaces, you may choose to use
auto-detection. In that case, disconnect all interfaces now before
hitting 'a' to initiate auto detection.

Enter the WAN interface name or 'a' for auto-detection
(em0 em1 or a): em0

```

Colocar cada nombre a su respectiva interfaz la **em0** será asignada a la red **WAN**

```

redhat [Connected] - Oracle VM VirtualBox
Enter an option: 1

Valid interfaces are:

em0    08:00:27:d7:e4:c2    (up) Intel(R) PRO/1000 Legacy Network Connection 1.0.
em1    08:00:27:78:7a:df    (up) Intel(R) PRO/1000 Legacy Network Connection 1.0.

Do you want to set up VLANs first?

If you are not going to use VLANs, or only for optional interfaces, you should
say no here and use the webConfigurator to configure VLANs later, if required.

Do you want to set up VLANs now [y/n]? n

If you do not know the names of your interfaces, you may choose to use
auto-detection. In that case, disconnect all interfaces now before
hitting 'a' to initiate auto detection.

Enter the WAN interface name or 'a' for auto-detection
(em0 em1 or a): em0

Enter the LAN interface name or 'a' for auto-detection
NOTE: this enables full Firewalling/NAT mode.
(em1 a or nothing if finished): em1

```

La interfaz **em1** será asignada a la red **LAN**

```

If you are not going to use VLANs, or only for optional interfaces, you should
say no here and use the webConfigurator to configure VLANs later, if required.

Do you want to set up VLANs now [yn]? n

If you do not know the names of your interfaces, you may choose to use
auto-detection. In that case, disconnect all interfaces now before
hitting 'a' to initiate auto detection.

Enter the WAN interface name or 'a' for auto-detection
(em0 em1 or a): em0

Enter the LAN interface name or 'a' for auto-detection
NOTE: this enables full Firewalling/NAT mode.
(em1 a or nothing if finished): em1

Enter the Optional 1 interface name or 'a' for auto-detection
( a or nothing if finished):

The interfaces will be assigned as follows:

WAN -> em0
LAN -> em1

Do you want to proceed [yn]?y

```

Para configurar la IP de la red se escribirá el número 2 y enter.

```

6) Halt system
7) Ping host
8) Shell
15) Restore recent configuration
16) Restart PHP-FPM

Enter an option:

FreeBSD/i386 (pfSense.localdomain) (ttyv0)

*** Welcome to pfSense 2.2.5-RELEASE-pfSense (i386) on pfSense ***

WAN (wan) -> em0 -> v4/DHCP4: 192.168.1.8/26
LAN (lan) -> em1 ->

0) Logout (SSH only)
1) Assign Interfaces
2) Set interface(s) IP address
3) Reset webConfigurator password
4) Reset to factory defaults
5) Reboot system
6) Halt system
7) Ping host
8) Shell
9) pfTop
10) Filter Logs
11) Restart webConfigurator
12) pfSense Developer Shell
13) Upgrade from console
14) Enable Secure Shell (sshd)
15) Restore recent configuration
16) Restart PHP-FPM

Enter an option: 2

```

La red a configurar es la LAN, se debe escribir el número 2 y enter para poder configurar.

```

Enter an option: 22

*** Welcome to pfSense 2.2.5-RELEASE-pfSense (i386) on pfSense ***

WAN (wan)      -> em0      -> v4/DHCP4: 192.168.1.8/26
LAN (lan)      -> em1      ->

0) Logout (SSH only)
1) Assign Interfaces
2) Set interface(s) IP address
3) Reset webConfigurator password
4) Reset to factory defaults
5) Reboot system
6) Halt system
7) Ping host
8) Shell

9) pfTop
10) Filter Logs
11) Restart webConfigurator
12) pfSense Developer Shell
13) Upgrade from console
14) Enable Secure Shell (sshd)
15) Restore recent configuration
16) Restart PHP-FPM

Enter an option: 2

Available interfaces:

1 - WAN (em0 - dhcp, dhcp6)
2 - LAN (em1 - static)

Enter the number of the interface you wish to configure: 2

```

La IP con la que se trabajara en esta red es la **192.168.10.1**

```

1 - WAN (em0 - dhcp, dhcp6)
2 - LAN (em1 - static)

Enter the number of the interface you wish to configure: 2

Enter the new LAN IPv4 address. Press <ENTER> for none:
> 192.168.10.1

Subnet masks are entered as bit counts (as in CIDR notation) in pfSense.
e.g. 255.255.255.0 = 24
     255.255.0.0   = 16
     255.0.0.0    = 8

Enter the new LAN IPv4 subnet bit count (1 to 31):
> 24

For a WAN, enter the new LAN IPv4 upstream gateway address.
For a LAN, press <ENTER> for none:
>

Enter the new LAN IPv6 address. Press <ENTER> for none:
>

Do you want to enable the DHCP server on LAN? (y/n) y

```

En esta pantalla se puede verificar que la IP se creó correctamente.

```

redhat [Console]: Oracle VM VirtualBox
For a WAN, enter the new LAN IPv4 upstream gateway address.
For a LAN, press <ENTER> for none:
>

Enter the new LAN IPv6 address. Press <ENTER> for none:
>

Do you want to enable the DHCP server on LAN? (y/n) y
Enter the start address of the IPv4 client address range: 192.168.10.20
Enter the end address of the IPv4 client address range: 192.168.10.255

Do you want to revert to HTTP as the webConfigurator protocol? (y/n) y

Please wait while the changes are saved to LAN...
Reloading filter...
Reloading routing configuration...
DHCPD...
Restarting webConfigurator...

The IPv4 LAN address has been set to 192.168.10.1/24
You can now access the webConfigurator by opening the following URL in your web
browser:
      http://192.168.10.1/

Press <ENTER> to continue.

```

En esta pantalla se puede observar que la instalación está correctamente y que la interfaz WAN está configurada como DHCP y la red LAN está configurada una Ip estática.

```

redhat [Console]: Oracle VM VirtualBox
DHCPD...
Restarting webConfigurator...

The IPv4 LAN address has been set to 192.168.10.1/24
You can now access the webConfigurator by opening the following URL in your web
browser:
      http://192.168.10.1/

Press <ENTER> to continue.
*** Welcome to pfSense 2.2.5-RELEASE-pfSense (i386) on pfSense ***

WAN (wan)      -> em0      -> v4/DHCP4: 192.168.1.8/26
LAN (lan)      -> em1      -> v4: 192.168.10.1/24
0) Logout (SSH only)          9) pfTop
1) Assign Interfaces          10) Filter Logs
2) Set interface(s) IP address 11) Restart webConfigurator
3) Reset webConfigurator password 12) pfSense Developer Shell
4) Reset to factory defaults   13) Upgrade from console
5) Reboot system              14) Enable Secure Shell (sshd)
6) Halt system                15) Restore recent configuration
7) Ping host                   16) Restart PHP-FPM
8) Shell

Enter an option:

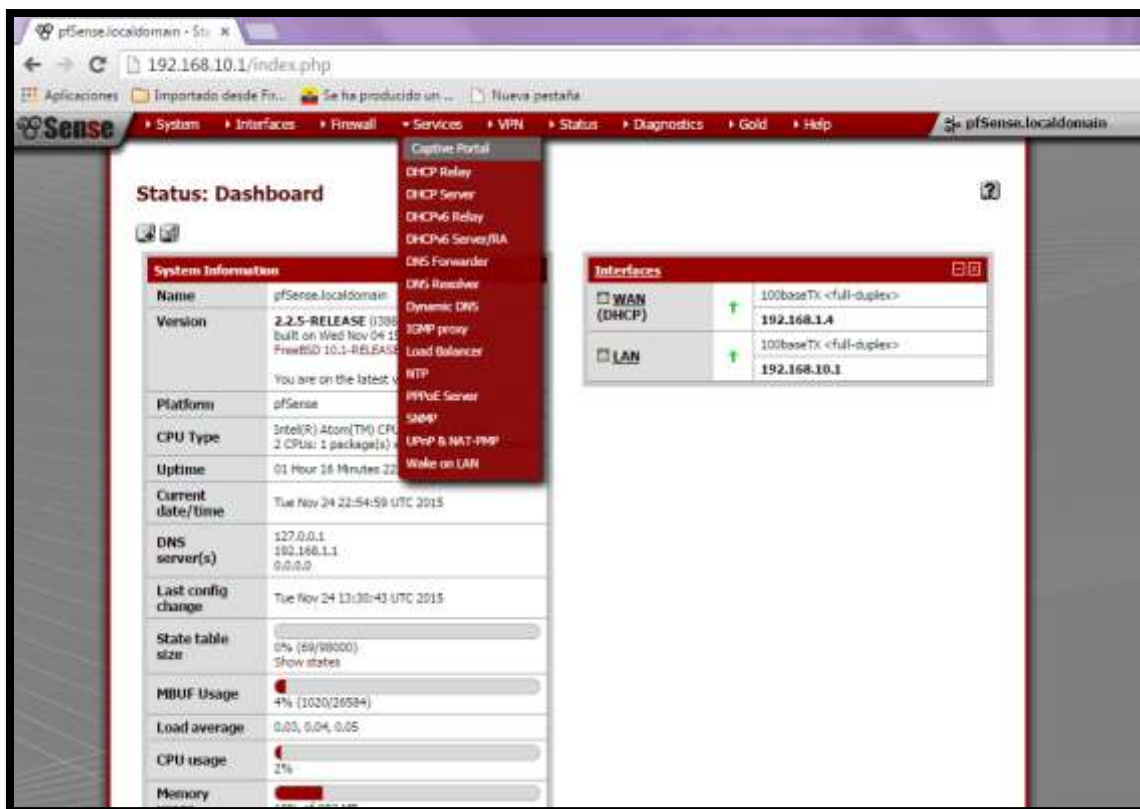
```

CONFIGURACIÓN DEL PORTAL CAUTIVO EN PFSENSE

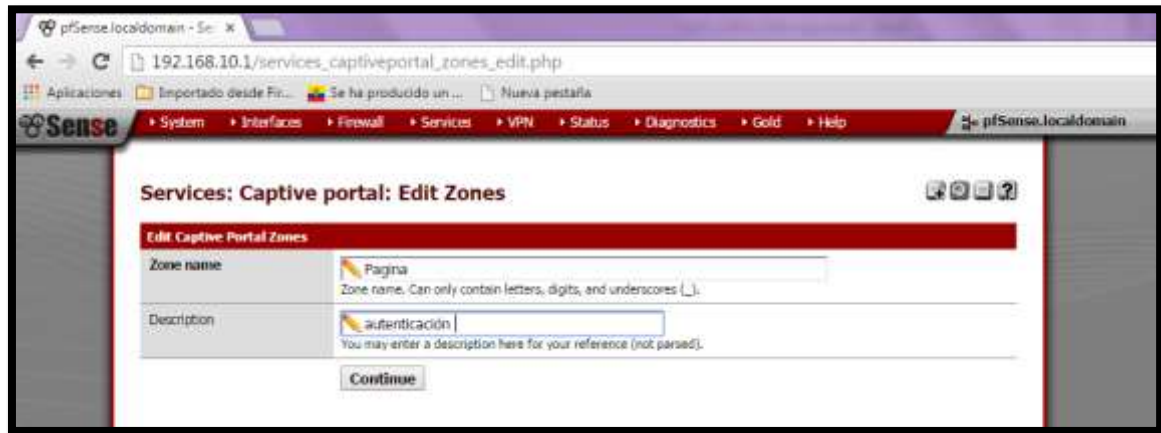
Para ingresar a la configuración de pfsense se hará desde un navegador web ingresando la ip que se configuro en la interfaz LAN 192.168.10.1, aparecera la siguiente ventana donde se debe ingresar usuario y contraseña para ingresar a la configuracion de pfsense.



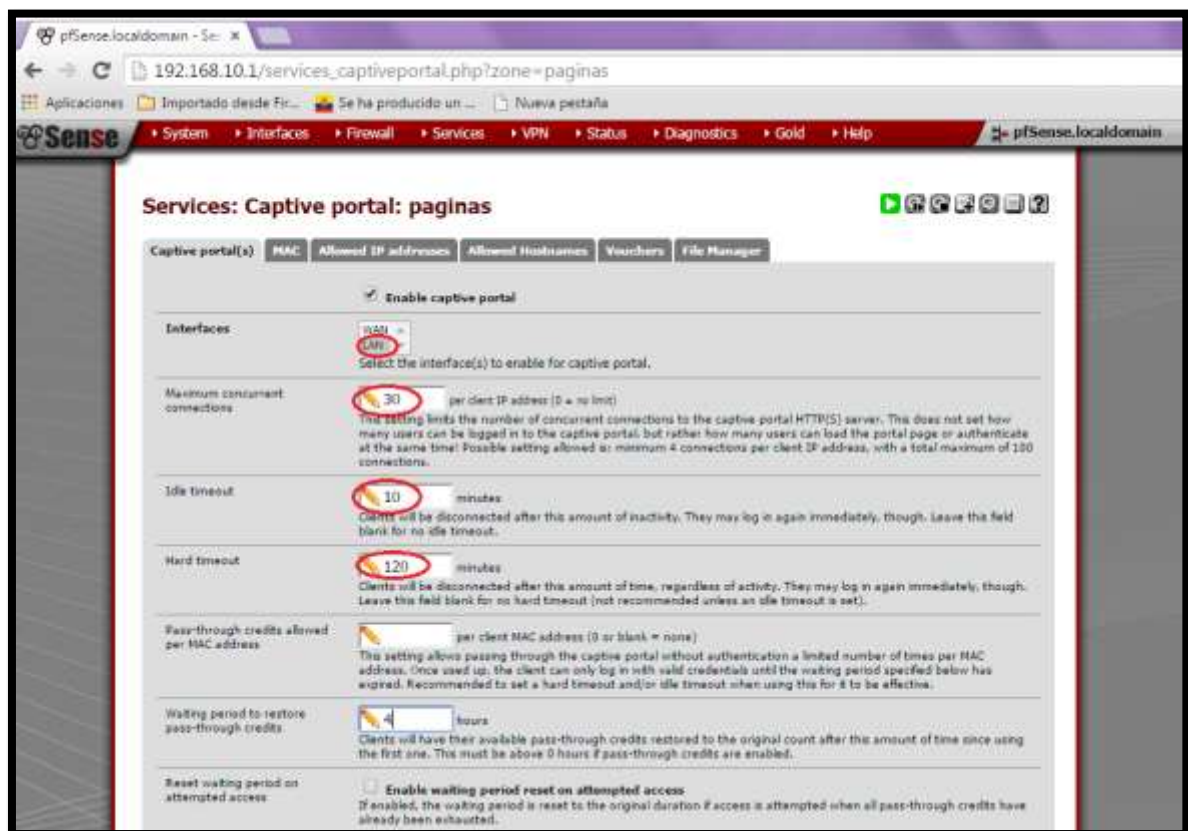
Para configurar en portal cautivo seleccionar en **Services** la opción **Captive Portal**.



Se procede a llenar dos campos como es **Zone name** y **Description** y dar clic en **Continue**.



Configurar unicamente los campos que estan señalados con rojo como es la interfaz, numero de usuarios, tiempo de conexión a cada usuario y tiempo de reconexion.

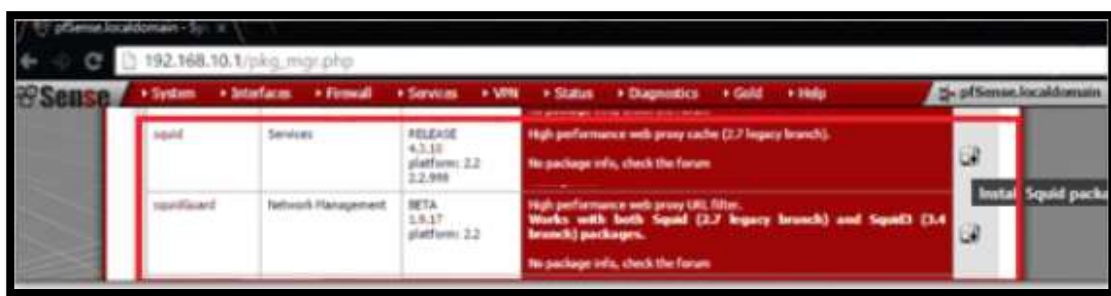


CONFIGURACIÓN DEL FIREWALL EN PFSENSE

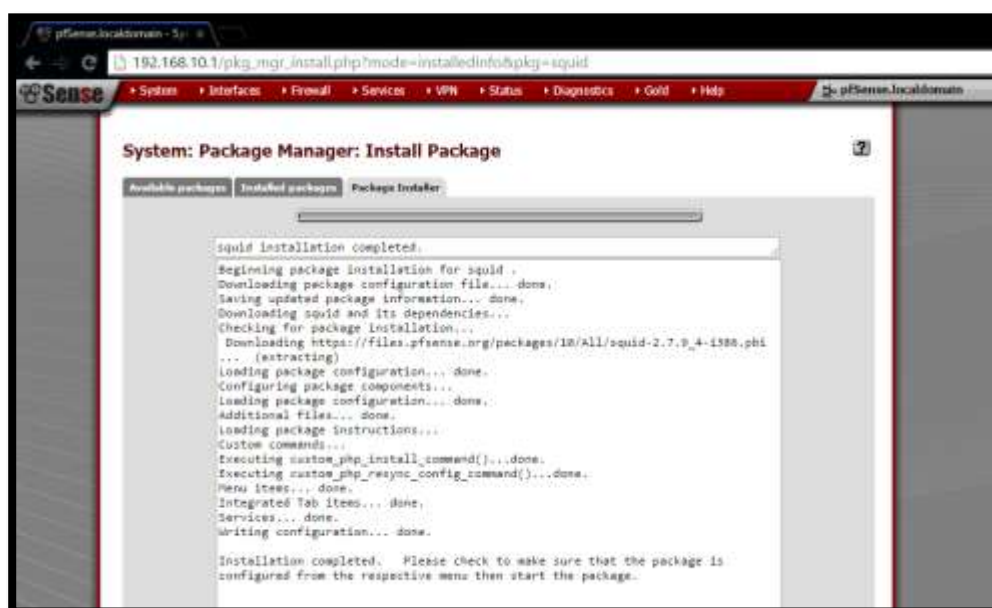
Instalación de paquetes de pfSense para completar el firewall. Acceder a **System** clic en **Packages**.



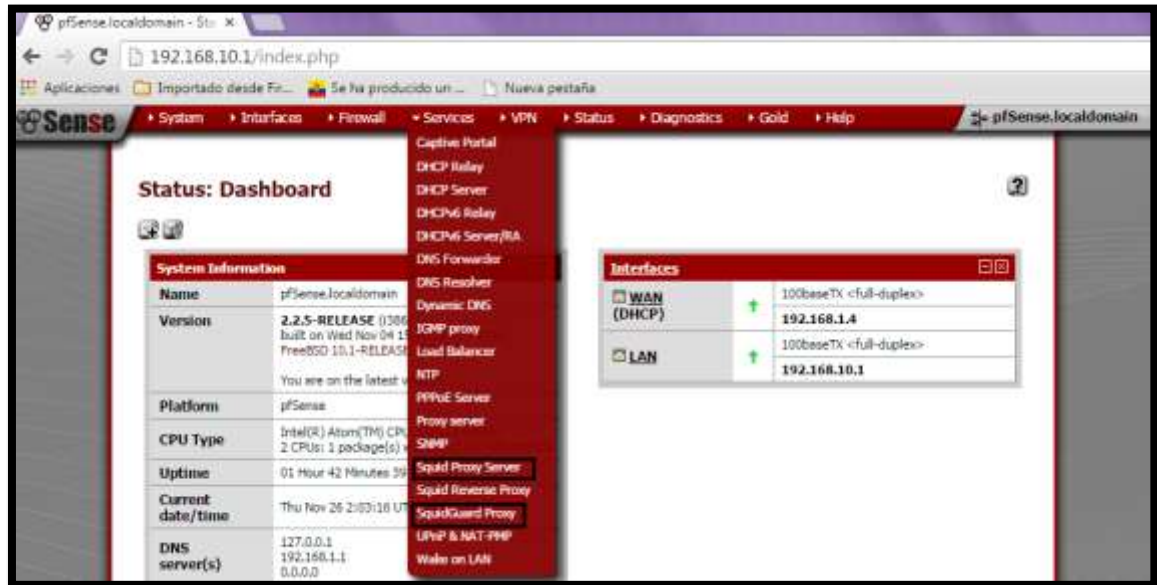
Desplazarse por la lista y encontrar **Squid, SquidGuard** y hacer clic en "+" para instalar.



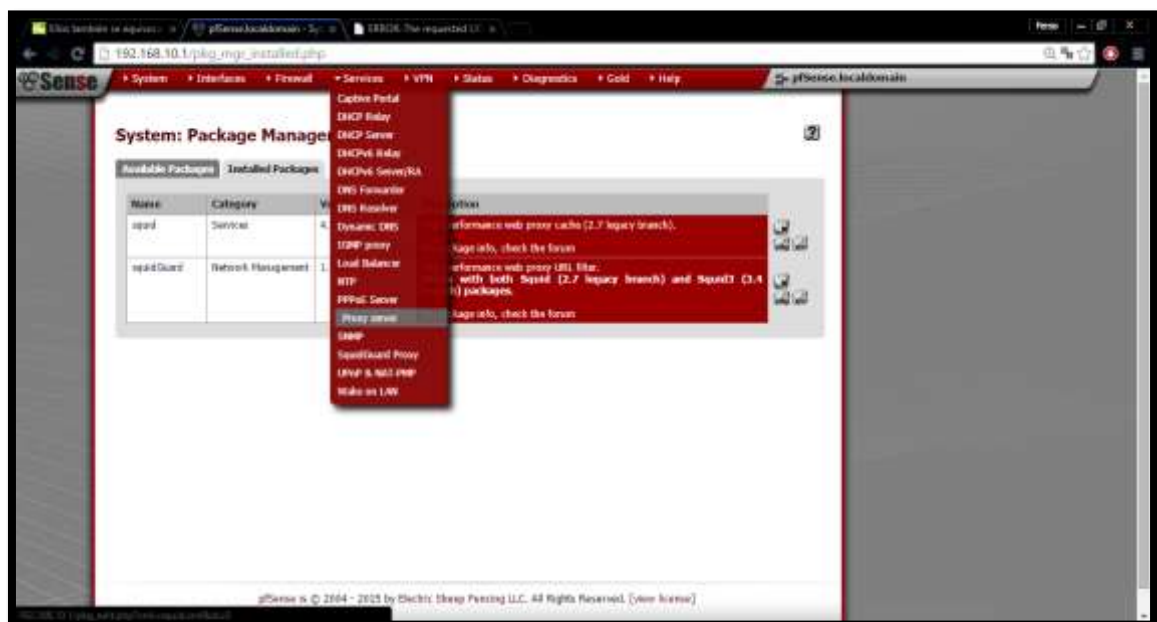
Esperar que finalice el proceso y volver a la sección de paquetes para buscar **Squidguard** e instalar también este paquete.



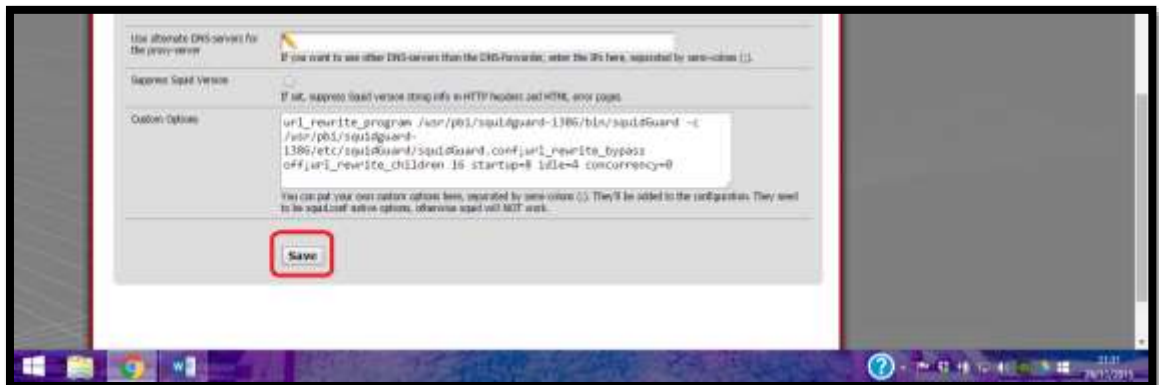
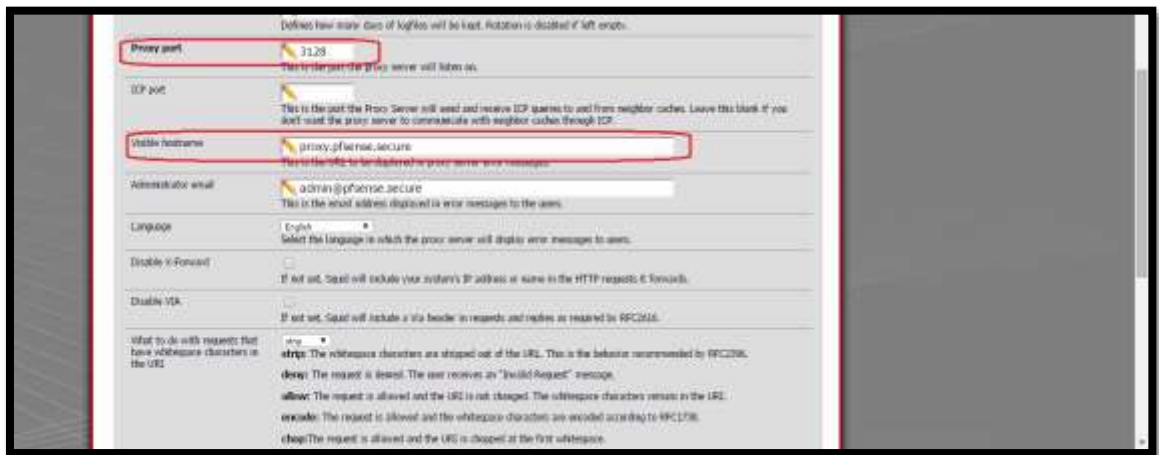
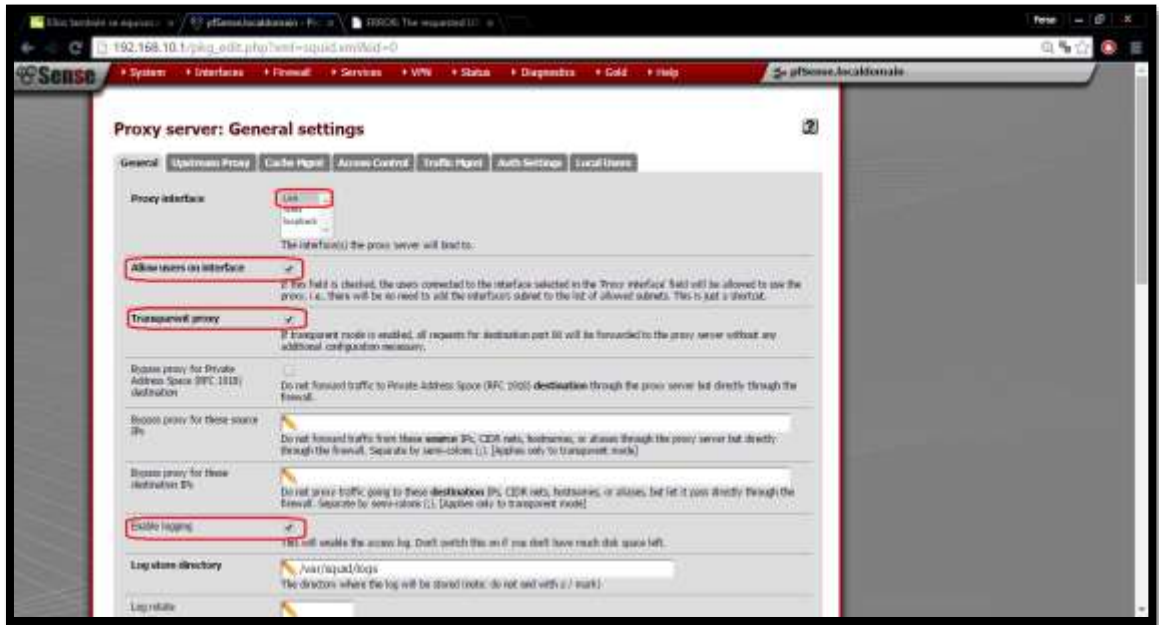
Para confirmar los paquetes que han sido instalados, actualizar la interfaz web ir al menú **Services** y buscar **Squid Proxy Server & SquidGuard Proxy**, si aparecen ambos en el menú significa que se han instalado correctamente.



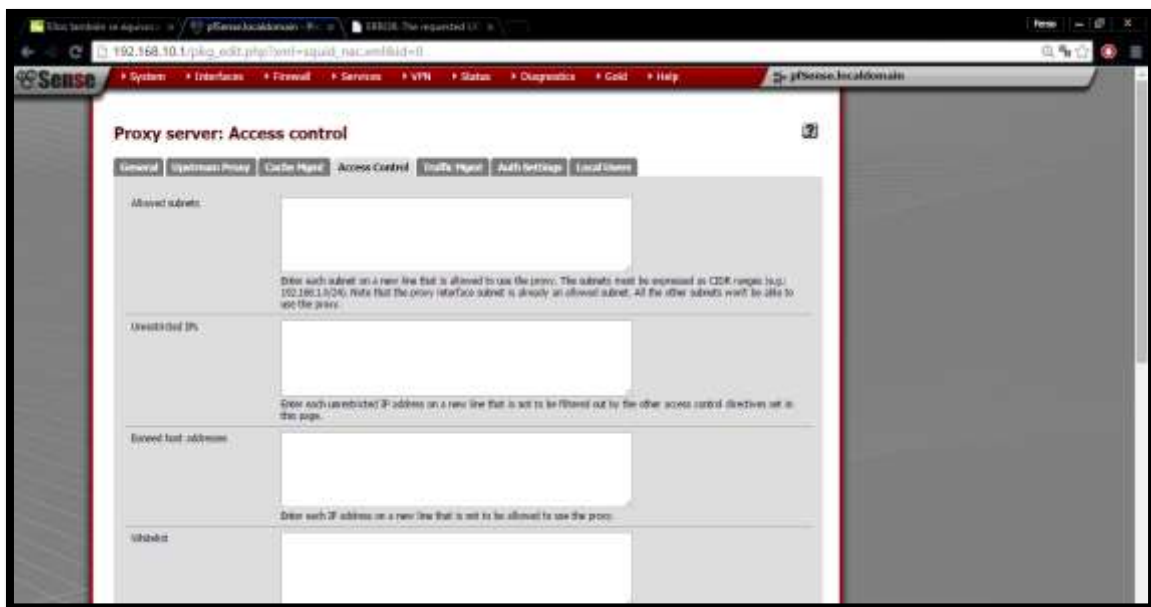
Una vez instalados los paquetes ir a **Services** y seleccionar **Proxy Server**.



Una vez dentro de Proxy Server se configura únicamente los campos que están marcados con rojo como es el tipo de red, marcamos la opción de que el proxy sea transparente, el número de puerto 3128 y dar clic en Save.



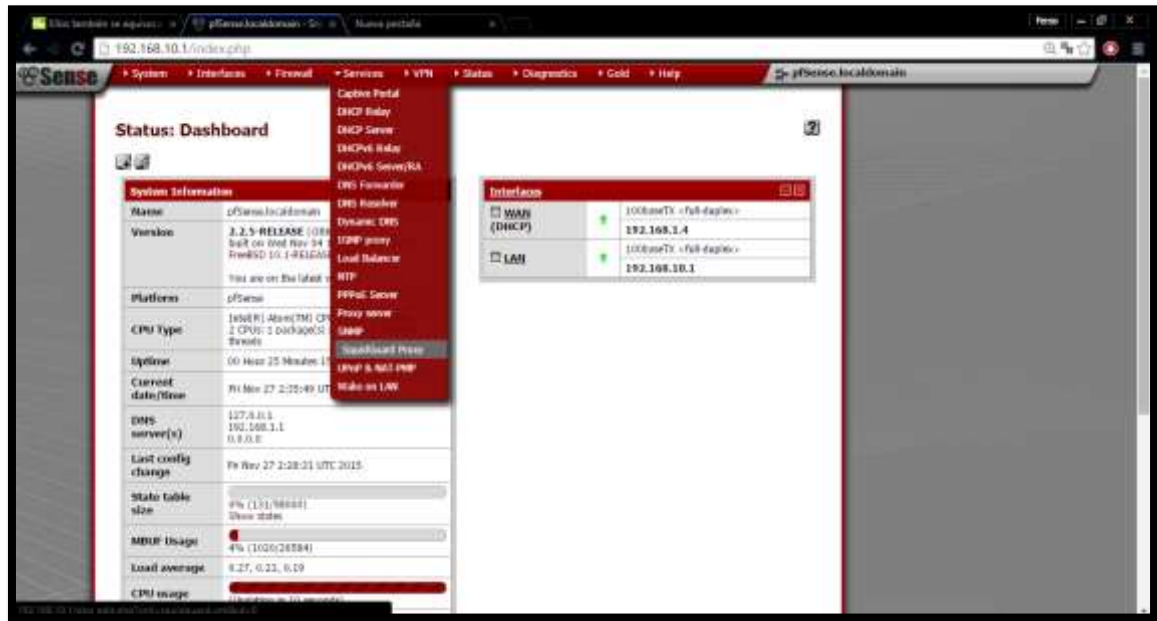
Después de guardar la configuración inicial del Proxy Server dirigirse a la pestaña Access Control



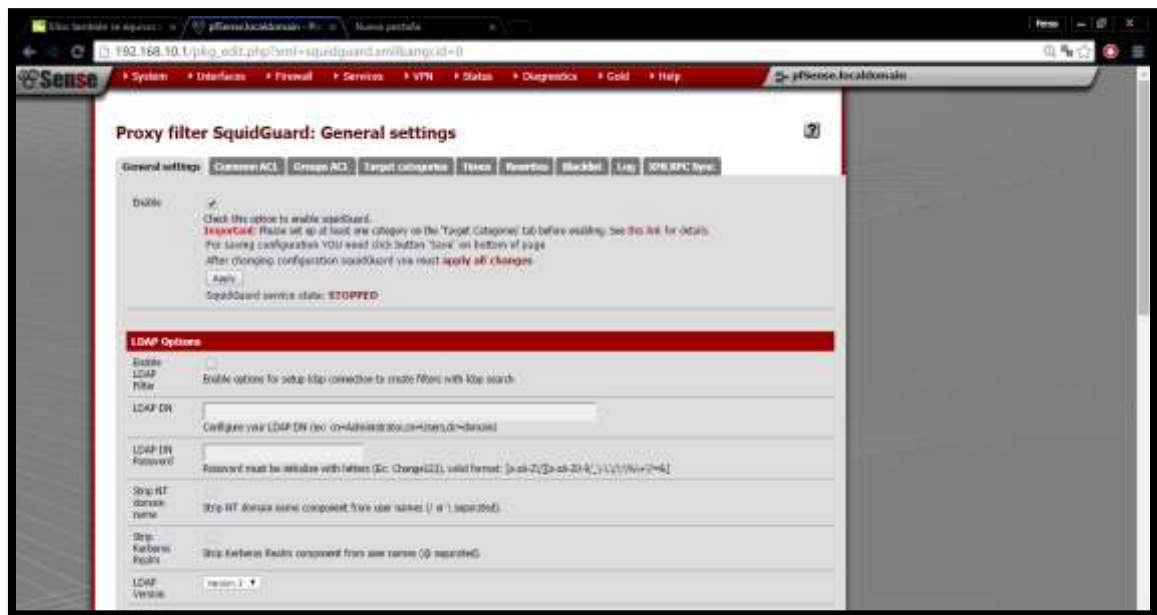
En esta Pestaña buscar el cuadro de texto de nombre Blacklist (Lista Negra) y llenar con palabras clave como drogas, armas y referencias a páginas con contenido sexual, para el respectivo bloqueo de contenidos y por ultimo guardar estas opciones.



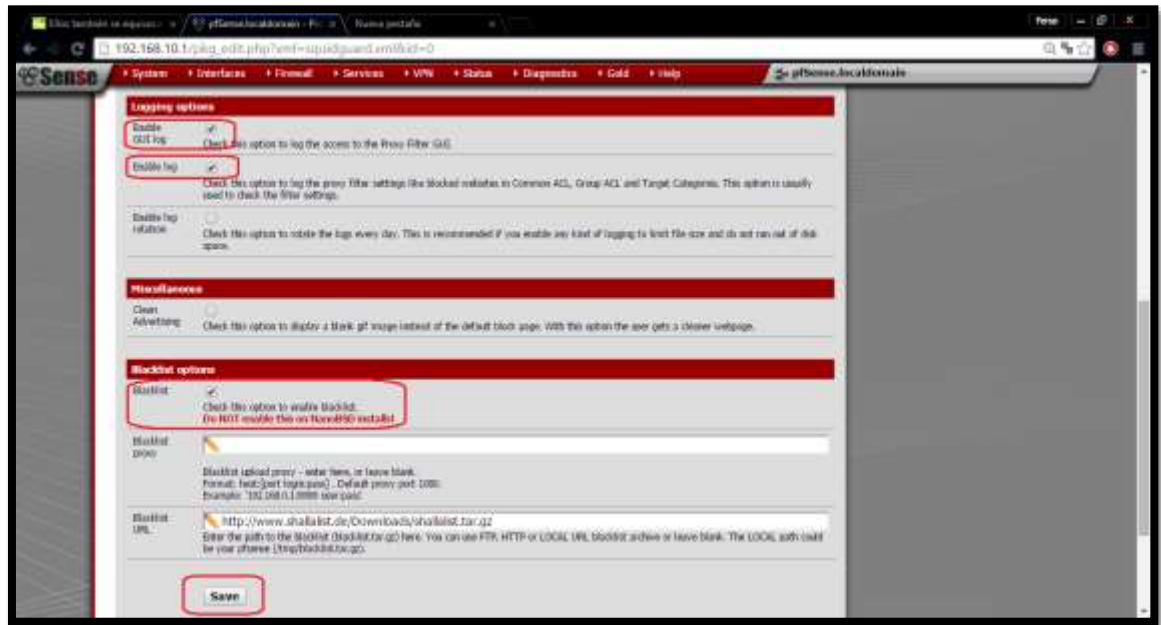
Dar clic en Services y clic en SquidGuard Proxy



Verificar que el servicio este detenido como se observa en la imagen debe estar en stopped.



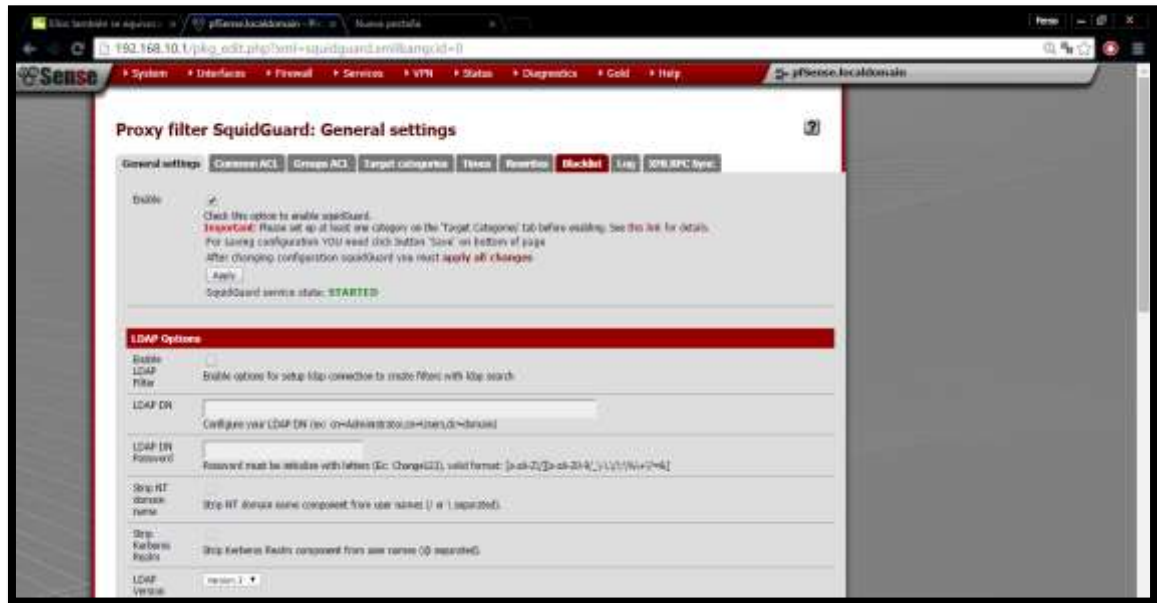
Marcar las opciones que se encuentran en rojo como muestra la figura:



Dar clic en apply esto es para que el servicio se ponga en verde.



Dirigirse a la pestaña Blacklist



Una vez dentro de Blacklist dar click en download para actualizar una librería de bloques de acceso para posteriormente configurarla.



Una vez que se ha descargado el archivo dirigirse a la pestaña target categories



En esta opción se puede personalizar una lista propia y de esta manera bloquear contenidos con ciertas palabras clave, debemos poner un nombre a nuestra regla, en el campo de expresiones regulares poner palabras clave para los bloqueos y guardar la configuración.

Proxy filter SquidGuard: Target categories: Edit

General settings | Content ACL | Group ACL | Target categories | Users | Sessions | Blacklist | Log | DNS/BPC type

Name: stios_rejados
Enter a unique name of this rule here.
The name must consist between 2 and 255 letters (a-z,0-9). The first one must be a letter.

Order: ---
Select the new position for this target category. Target categories are listed in this order in ACLs and are matched from the top down in sequence.

Domain List
Enter restriction domains or IP-addresses here. To separate them use spaces.
Example: mail.sensede.com 202.168.1.1

URL List

Regular Expression: '|xxx|(porno|drogas|wp3|.mp4|music|coq)|'

Enter word fragments of the restriction URL. To separate them use |. Example: mail.sensede.com/raft

Redirect mode: 302 redirect (default) 301 redirect (not recommended)
Note: if you use transparent proxy, then '301' redirect mode will not work!
Options of an page: 'all' redirect, 'all as http', 'all as https'

Redirect:

Enter the external restriction URL, error message or site (http) here.

Description: stios_rejados
You can enter any description here for user reference.

Log: Check this option to enable logging for this ACL.

Save Cancel

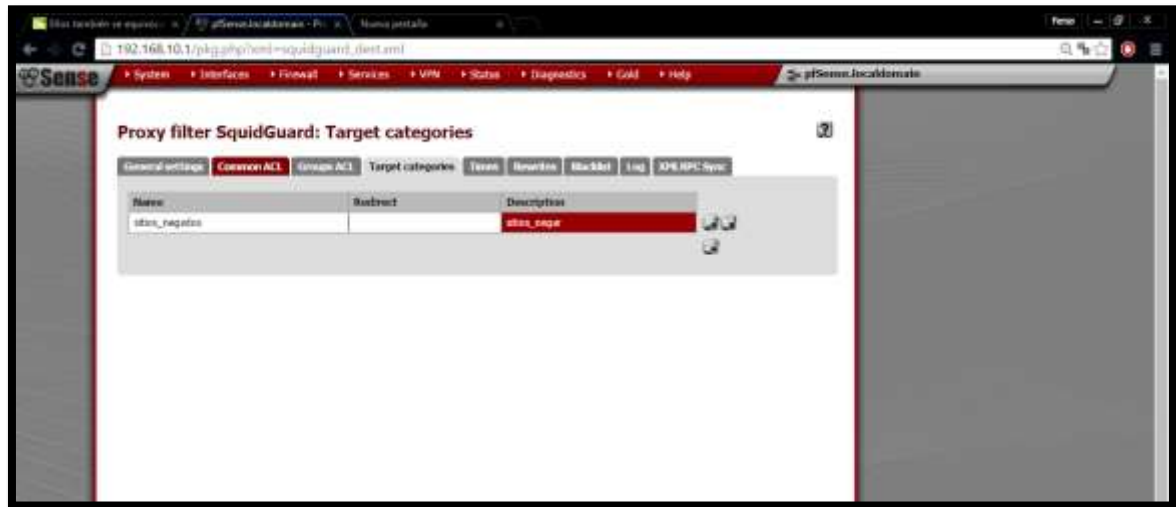
Al guardar correctamente aparece la siguiente figura

Proxy filter SquidGuard: Target categories

General settings | Content ACL | Group ACL | Target categories | Users | Sessions | Blacklist | Log | DNS/BPC type

Name	Redirect	Description
stios_rejados		stios_rejados

Ahora dirigirse a Common ACL



Y continuar con la configuración

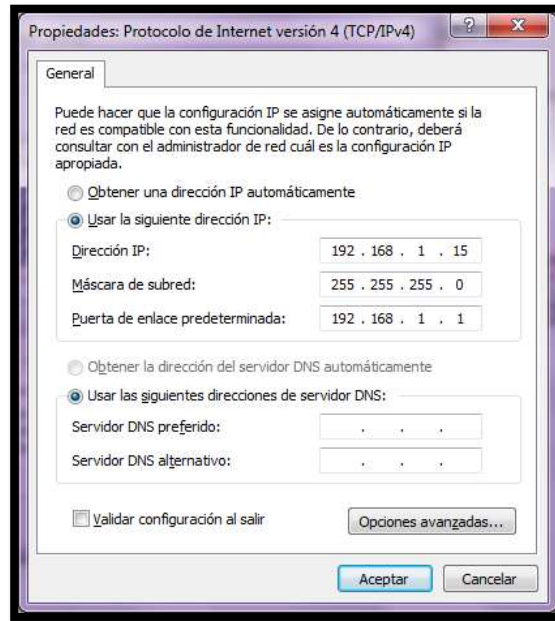


Seleccionamos el botón verde para abrir la lista anteriormente descargada y además se puede añadir nuestra propia lista, ahora con las listas ya cargadas se puede elegir qué hacer con estas, se puede permitir o denegar los accesos de cada una de manera independiente, como se observa en la figura.

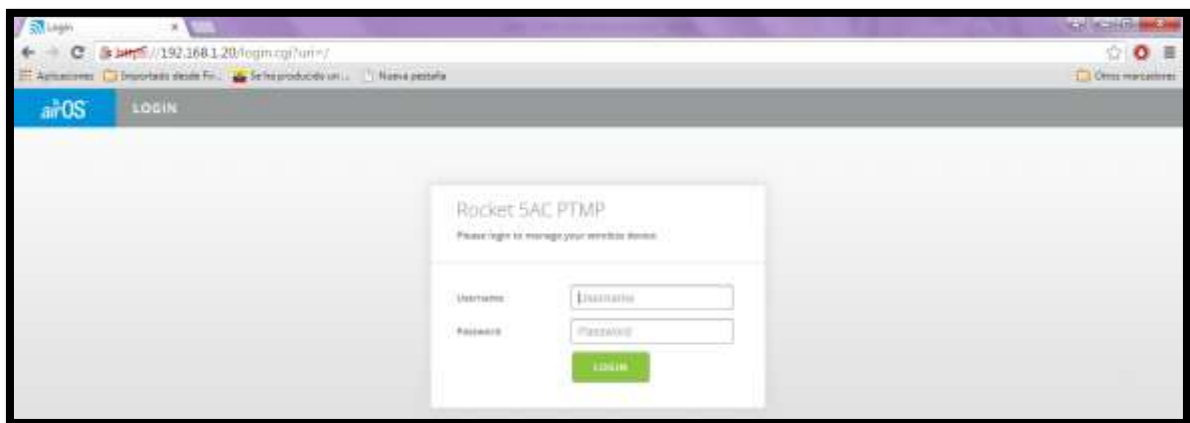
ANEXO C

CONFIGURACIÓN DE ANTENA DE TRANSMISIÓN ROCKET 5AC PTMP

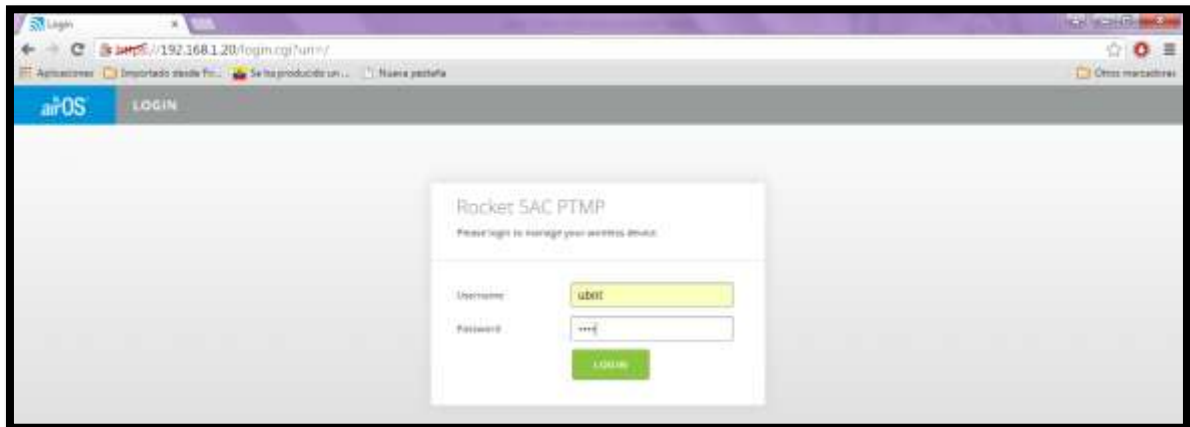
Conectar la antena vía Ethernet a la máquina. Configurar el adaptador Ethernet en el host con una Ip estática dentro de la subred 192.168.1.x



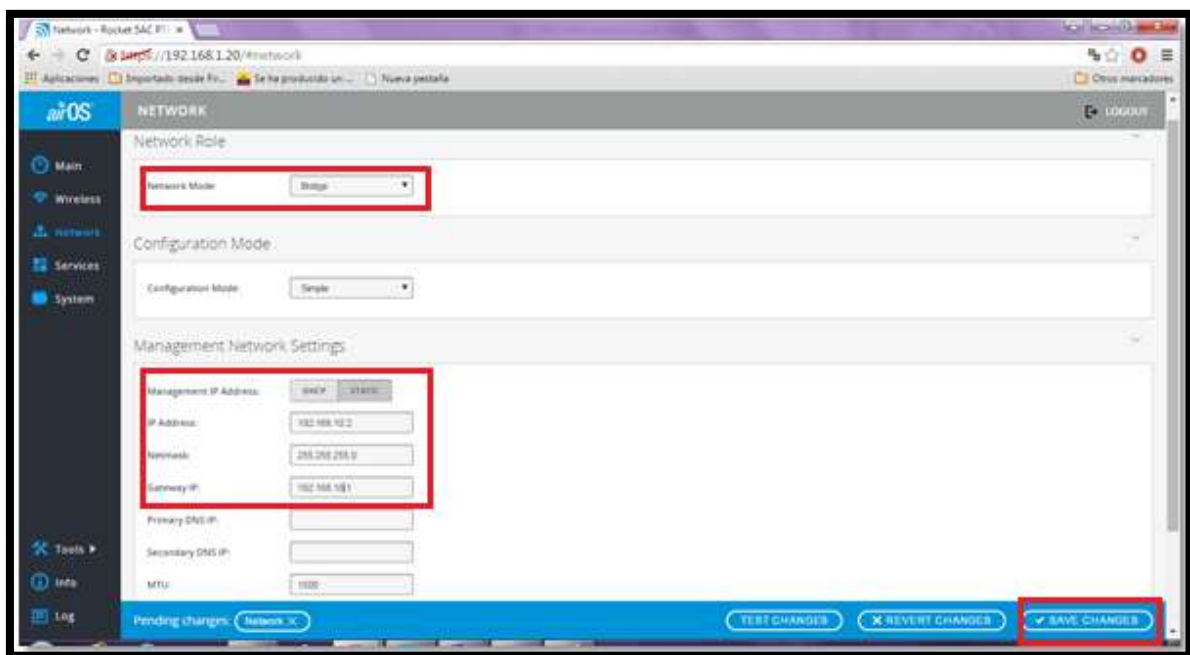
Para configurar la antena entrar al navegador con la Ip que viene por defecto 192.168.1.20 y presionar enter.



Para ingresar colocar en usuario ubnt y en contraseña ubnt.



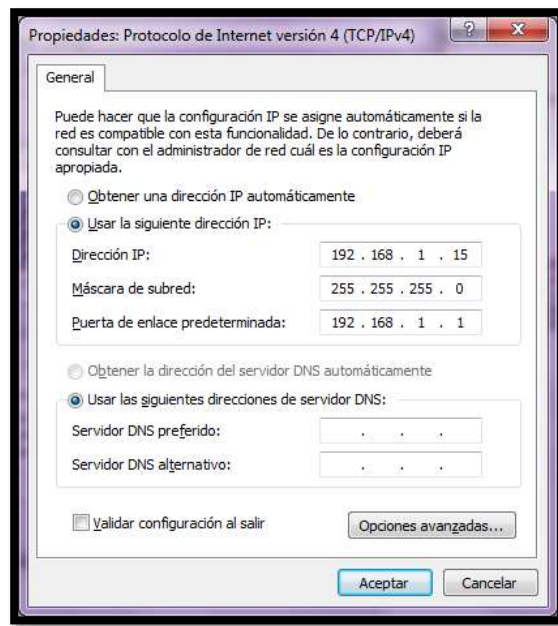
Dar clic en Network escoger en qué modo se va a trabajar, como es la antena de transmisión se selecciona en modo puente y colocar una Ip de la red LAN; se configura una Ip estática 192.168.10.2 con mascara 255.255.255.0 y puerta de enlace 192.168.10.1 y dar clic en guardar cambios.



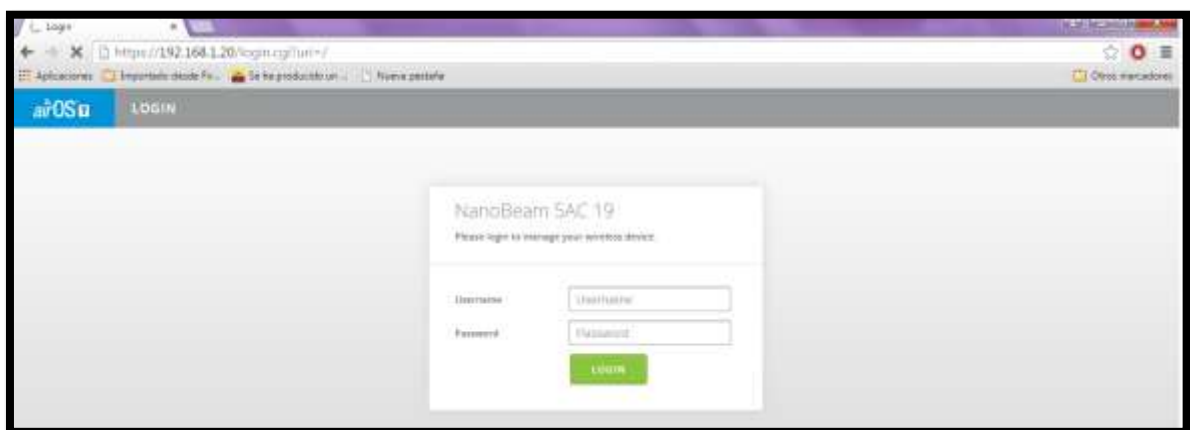
CONFIGURACIÓN DE ANTENA DE RECEPCIÓN NANOBEAM 5AC 16

COMPLEJO SANTA CLARA

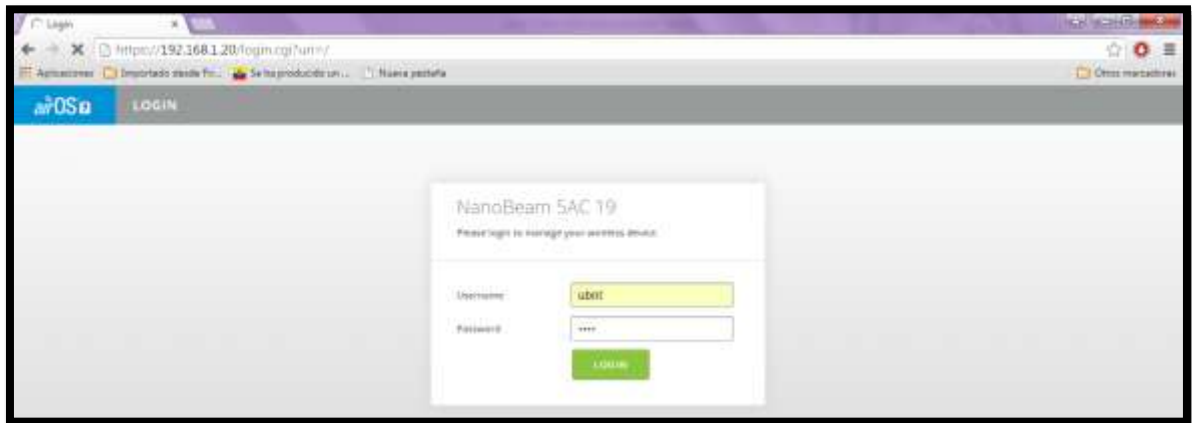
Conectar la antena vía Ethernet a la máquina. Configurar el adaptador Ethernet en el host con una Ip estática dentro de la subred 192.168.1.x



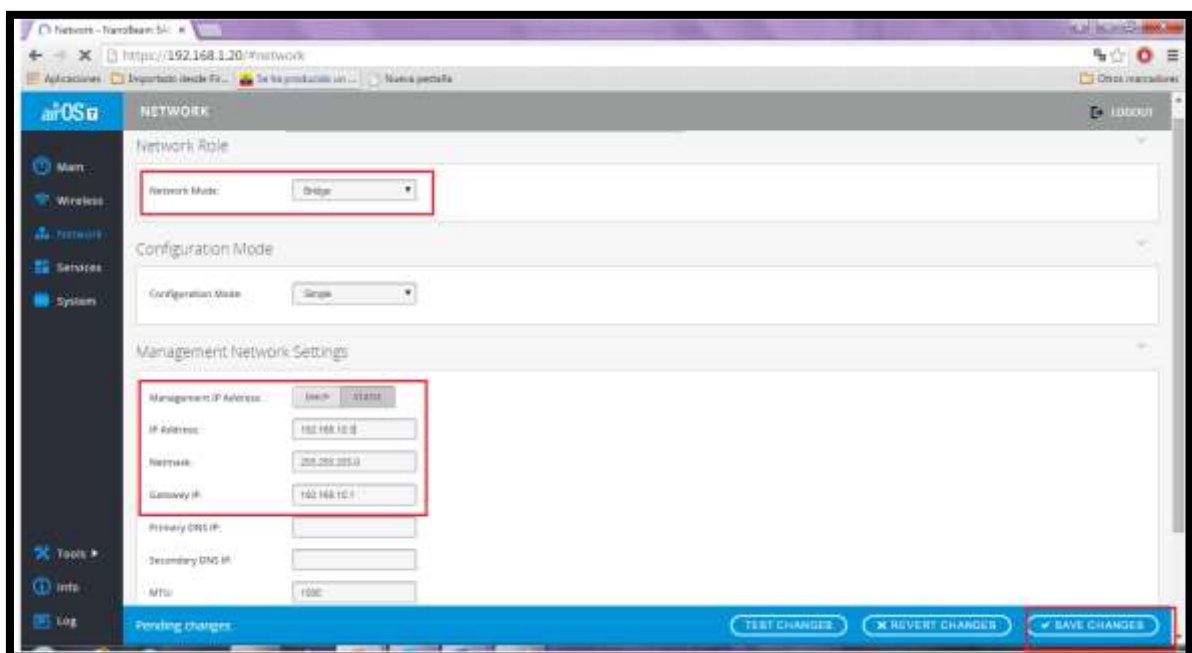
Para configurar la antena entrar al navegador con la Ip que viene por defecto 192.168.1.20 y presionar enter.



Para ingresar colocar en usuario ubnt y en contraseña ubnt.



Dar clic en Network escoger en qué modo se va a trabajar, como es la antena de recepción se selecciona en modo puente y colocar una Ip de la red LAN; se configura una Ip estática 192.168.10.3 con mascara 255.255.255.0 y puerta de enlace 192.168.10.1 y dar clic en guardar cambios.



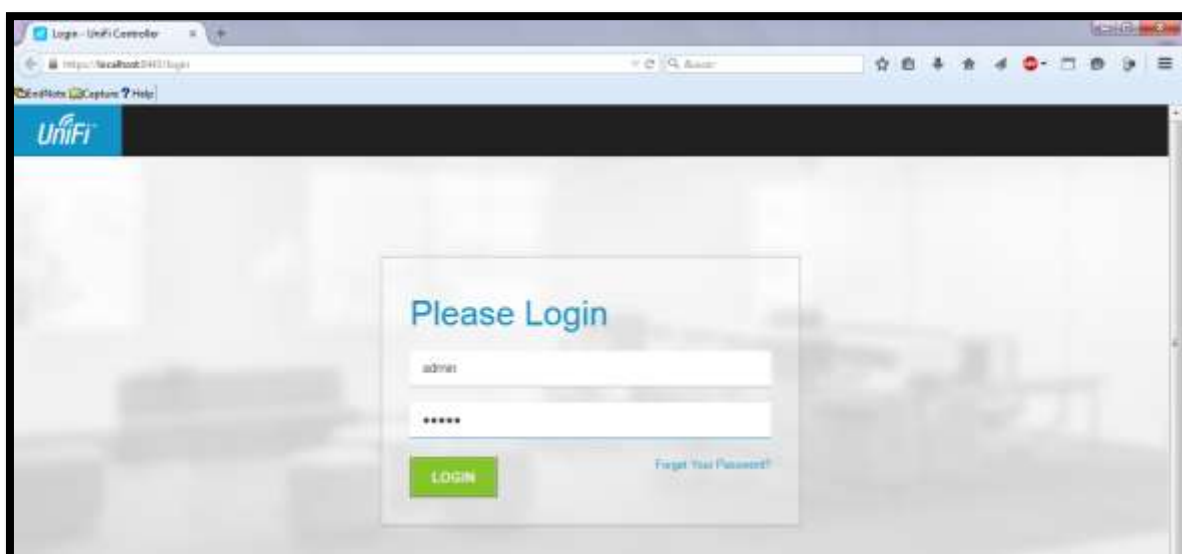
CONFIGURACIÓN DEL ACCESS POINT SANTA CLARA

Descargar el Recupero de Software Unifi Controller en la página de Ubiquiti <https://www.ubnt.com/download/unifi/>

Para entrar a la configuración del Access point abrir el controlador UniFi y dar clic en el botón seleccionado.



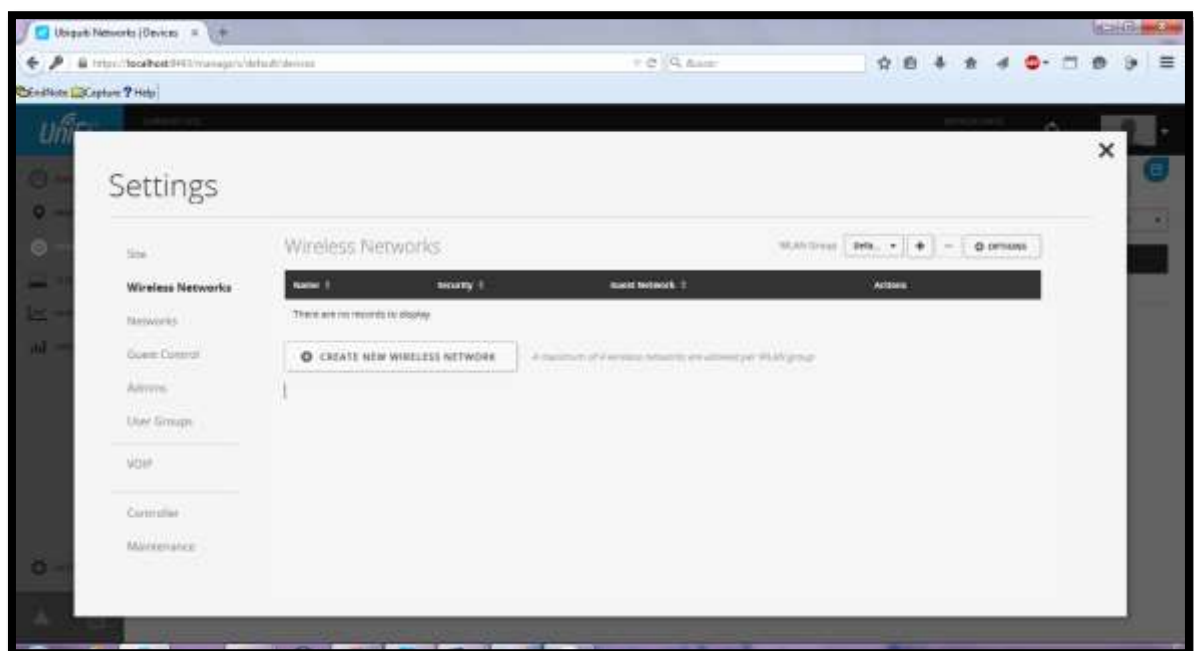
Se abrirá una pestaña en el navegador, para poder ingresar al Access point colocar el usuario y contraseña que se haya configurado en la instalación del UniFi



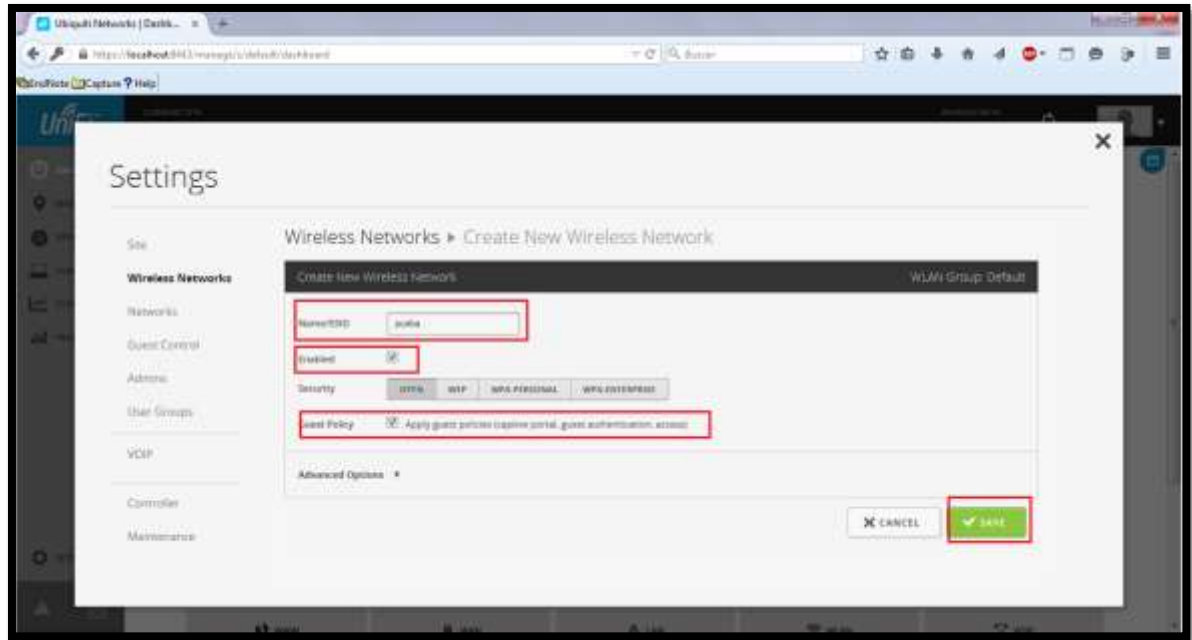
Dar clic en la opción **SETTINGS**.



Dar clic en Wireless Network y clic en crear una nueva red inalámbrica.



Se procede a llenar los campos que están marcados la SSID se llamara prueba. Y dar clic en Save.



Clic en configuración ingresar a **Networks** y configurar la Ip estática correspondiente al

Complejo Santa Clara

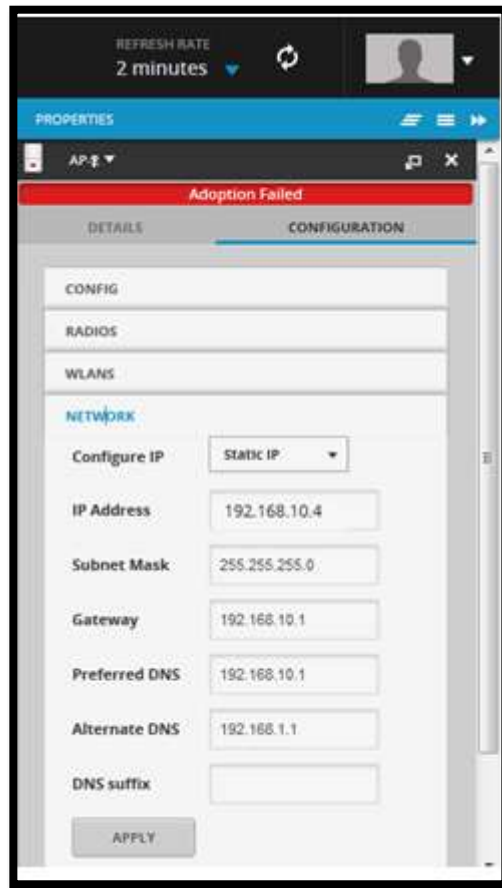
Dirección: 192.168.10.4

Mascara: 255.255.255.0

Gateway: 192.168.10.1

DNS primario: 192.168.10.1

DNS secundario: 192.168.1.1



Para verificar que la red se configuro correctamente dar clic en **Dashboard** y como se puede observar en la figura la red Wlan estará de color verde indicando que la red está lista para funcionar.



UBICACIÓN DE LA ANTENA DE TRANSMISIÓN EN EL GAD SAN ANTONIO

La antena de transmisión Rocket 5AC PTMP está ubicada en la torre de la Junta Parroquial, desde ahí se hará la conexión inalámbrica hacia los parques.



UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL COMPLEJO SANTA CLARA

En el complejo Santa Clara la antena de recepción y el Access point están ubicados en la parte posterior del coliseo el cual proveerá el servicio de internet a todo el complejo deportivo.



