

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

# ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

# MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

MENCIÓN: GESTIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES

Resolución: RPC-SE-01-No.016-2020

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:

Diseño y simulación de un sistema de gestión de seguridad en la red de área local para

la empresa Latitud 0.

Línea de Investigación:

Telecomunicaciones y sistemas informáticos aplicados a la producción y la sociedad

Campo amplio de conocimiento:

Ingeniería, industrial y construcción

Autor/a:

Ing. Mario Gonzalo Cantuña Calispa

Tutor/a:

MSc. Wilmer Fabián Albarracín Guarochico

Quito – Ecuador

2021

# **APROBACIÓN DEL TUTOR**



Yo, Wilmer Fabián Albarracín Guarochico con C.I: 1713341152 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Diseño de un sistema de gestión de seguridad en la red de área local para la empresa Latitud 0.

Elaborado por: Mario Gonzalo Cantuña Calispa, de C.I: 1714407168, estudiante de la Maestría: en Telecomunicaciones, mención: Gestión de las Telecomunicaciones de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 07 de octubre de 2021

Firma

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
TABLA DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	. viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INFORMACIÓN GENERAL	1
Contextualización del tema	1
Pregunta Problémica	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos	1
Beneficiarios directos:	2
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.1. Contextualización general de los fundamentos teóricos	3
1.2. Problema a resolver	4
1.3. Proceso de investigación	5
1.4. Vinculación con la sociedad	6
1.5. Indicadores de resultados	6
CAPÍTULO II: ARTÍCULO	7
2.1. Fundamentos teóricos aplicados	7
Redes de área local (Local área networks- LAN)	7
Tipos de redes LAN	7
Redes de área metropolitana (Metropolitan área networks- MAN)	8
Redes de área amplia (Wide área networks- WAN)	8
Rango de direcciones IP disponibles por cada clase de red	9
Categoría y tipos de cable Ethernet	9
Zona de Fresnel	10
Enlaces punto a punto	11

# TABLA DE CONTENIDOS

	Enlaces punto multipunto	11
	Redes de área local virtuales (Vlans)	12
2.	2. Descripción de la propuesta	13
	Etapa 1:	13
	Requerimiento de la Red	13
	Etapa 2:	13
	Análisis de la situación actual	13
	Етара 3	13
	Rediseño de la red lógica	13
	Desarrollo de la propuesta Económica	13
	Estudio económico	13
	Segmentación de la red	16
	Antecedentes	17
	Implementación de red por medio de fibra óptica	17
	Radio enlace con una antena de microondas	19
	Obtención de puntos geográficos y georreferenciados	19
	Radio enlace Sangolquí opción # 01	19
	Radio enlace Inchalillo opción # 02	20
	Simulación radio enlace de microondas en el programa AirLink	20
	Radio enlace Zapata Quito TX opción # 03	22
	Obtención de coordenadas geográficas para TX de Zapata Quito	22
	Radio enlace home office # 04	23
	Simulación del enlace de microondas con Radio Mobile	25
	Google Earth	28
	Antena a utilizar PowerBeam 5AC	30
	PowerBeam 5AC, con sus accesorios	30
	Datos técnicos antena PowerBeam 5AC	31
	Cálculos	31

Perdidas por propagación el espacio libre Quito - Valle de los chillos	33
Margen de desvanecimiento	33
Perdidas	34
Ganancia del sistema	36
Potencia de la antena Rx	36
Potencia mínima de entrada al receptor (dBm)	36
Umbral del receptor	36
Eficiencia de la antena	37
Ganancia de potencia de transmisión	37
Ganancia de potencia de recepción	
Potencia efectiva isotrópica irradiada EIRP	
Zona de Fresnel	
Implementación de radioenlaces con las antenas Litebean 5AC Gen2	40
Implementación Home Office 03 Punto de acceso	40
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD	43
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD	43
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento	43 43 51
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica	43 43 51 54
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall.	43 51 54 55
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall. Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik	43 51 54 55 56
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall. Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga	43 51 54 55 56 57
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga Creación de las marcas de conexión	43 51 54 55 56 57 58
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall. Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga Creación de las marcas de conexión. Creación de las conexiones de ruta	43 51 54 55 56 57 58 61
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall. Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga Creación de las marcas de conexión Creación de las conexiones de ruta Configuración del balanceo de carga de los dos ISP	43 51 54 55 56 57 58 58 61 63
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga Creación de las marcas de conexión Creación de las conexiones de ruta Configuración del balanceo de carga de los dos ISP Marcas de conexión	43 51 54 55 56 57 58 61 63 63
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall. Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga Creación de las marcas de conexión. Creación de las conexiones de ruta Configuración del balanceo de carga de los dos ISP Marcas de conexión Marcar las rutas	43 51 54 55 56 56 57 58 61 63 63 63
MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD Configuración Enmascaramiento Configuración de la red inalámbrica Configuración del firewall Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik Balanceo de carga Creación de las marcas de conexión Creación de las conexiones de ruta Configuración del balanceo de carga de los dos ISP Marcas de conexión Marcar las rutas Rutas de paso	43 51 54 55 56 56 57 58 61 63 63 63 63 63

Pruebas de navegación con carga balanceada.	72
2.3. Matriz de articulación	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
BIOGRAFÍA AUTOR	79
ANEXO 1	80
Proceso para realizar el respaldo del Mikrotik	80
Proceso para cargar el archivo de respaldo al Mikrotik	80
ANEXO 2	82
Configuración de los dos ISP	82
ANEXO 3	84
Configuración del Firewall.	84
ANEXO 4	86
Configuración del balance de cargas de los dos ISP	86
Configuración del balance de cargas de los dos ISP	86
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01 ANEXO 8	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01 ANEXO 8 Proforma de equipos	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01 ANEXO 8 Proforma de equipos ANEXO 9	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01 ANEXO 8 Proforma de equipos ANEXO 9 Planos de referencia	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01 ANEXO 8 Proforma de equipos ANEXO 9 Planos de referencia Estructura general de la red enlace PtP	
Configuración del balance de cargas de los dos ISP ANEXO 5 Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03 ANEXO 6 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02 ANEXO 7 Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01 ANEXO 8 Proforma de equipos ANEXO 9 Planos de referencia Estructura general de la red enlace PtP. Estructura general de la red enlace PtMP	

	Enlace punto a multipunto	106
	Estructura home office situación inicial	107
	Estructura home office PtP	108
	Estructura home office PtMP	109
	Dispositivos básicos que conforman una red LAN	110
	Red WLAN	111
	Red LAN	112
	Red MAN	113
	Red WAN	114
ANE	EXO 10	115
	Homologación de antena LBE-5AC-GEN2	115
	Homologación de antena PBE-5AC-500	116
ANE	EXO 11	117
	Data sheet de equipos	117
	Mikrotik RouterBoard 951Ui 2HnD	117
	PowerBeam 5AC	118
	PowerBeam 5AC	

# **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Rango de direcciones IP disponibles por cada clase de red	9
Tabla 2      Tipos de cables Ethernet y sus principales características	10
Tabla 3      Proforma de equipos a ser utilizados	14
Tabla 4      Segmentación de la red	16
Tabla 5 Obtención de coordenadas geográficas para TX de Sangolquí	19
Tabla 6 Obtención de coordenadas geográficas para RX de home office #01 Inchalillo	20
Tabla 7      Obtención de coordenadas geográficas para TX de Zapata, Quito home office # 03	22
Tabla 8      Obtención de coordenadas geográficas para TX de Zapata, Quito home office # 04	24
Tabla 9      Ancho de banda de la antena PowerBeam 5AC	30
Tabla 10 Datos técnicos de la antena PowerBeam 5AC	31
Tabla 11 Siglas de las fórmulas y significado	32
Tabla 12      Perdidas por propagación el espacio libre	33
Tabla 13 Margen de desvanecimiento y su significado	34
Tabla 14      Valores de perdida en el alimentador a considerar	34
Tabla 15      Parámetros sistema de ganancia	35
Tabla 16      Datos de eficiencia de la antena en varias unidades	37
Tabla 17      Datos obtenidos para el cálculo de la potencia de trasmisión	37
Tabla 18 Datos para el cálculo de la primera zona de Fresnel	39
Tabla 19 Matriz de articulación	75

# **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Conexiones de cables ADSL que proporciona el servicio de internet en mal estado	4
Figura 2. Red básica inalámbrica disponible	5
Figura 3. Dispositivos básicos que conforman una red LAN	7
Figura 4. Ejemplo de una red MAN	8
Figura 5. Ejemplo de una red WAN	8
Figura 6. Ancho de banda espectral en MHZ de los cables Ethernet	10
Figura 7. Zona de Fresnel	11
Figura 8. Enlace punto a punto	11
Figura 9. Enlace punto a multipunto	12
Figura 10. Referencia de una red VLANs	12
Figura 11. Estructura general de la red sistema PtP	14
Figura 12. Home office sistema PtP	15
Figura 13. Estructura general de la red sistema PtMP.	15
Figura 14. Home office sistema PtMP	16
Figura 15. Cables que proporcionan el internet por medio del sistema ADSL en mal estado	17
Figura 16. Instalación de la caja de red GPON domiciliaria.	18
Figura 17. Router instalado por la empresa CNT	18
Figura 18. Obtención de datos posible enlace TX Sangolquí diferentes vistas.	19
Figura 19. Obtención de datos home office # 01	20
Figura 20. Primera simulación de enlace no se cubre el 60% de la zona de Fresnel	21
Figura 21. Segunda simulación de enlace se cubre el 100% de la zona de Fresnel	21
Figura 22. Obtención de datos home office # 03	22
Figura 23. Tercera simulación se obtiene condiciones óptimas de enlace	23
Figura 24. Obtención de datos home office # 04	23
Figura 25. Tercera simulación se obtiene condiciones óptimas de enlace	24
Figura 26. Configuración de parámetros de la antena PowerBeam 5AC	25
Figura 27. Enlace de 13,3 Km con la antena PowerBeam 5AC vista planta	25
Figura 28. Enlace de 13,3 Km con la antena PowerBeam 5AC vista 02	26
Figura 29. Datos técnicos que nos arroja el programa Radio Mobile	26
Figura 30. Umbral del receptor	27
Figura 31. Umbral estadístico requerido.	27
Figura 32. Umbral estadístico requerido.	28

Figura 33.	RMpath del enlace	. 28
Figura 34.	Enlace visualizado desde Google Earth	. 28
Figura 35.	Vista desde Quito hacia el valle de los chillos del enlace	. 29
Figura 36.	Vista desde el valle de los chillos hacia Quito	. 29
Figura 37.	Antena PowerBeam 5AC con sus accesorios.	. 30
Figura 38.	Grafica de ganancias y pérdidas en un sistema de trasmisión de punto a punto	.31
Figura 39.	Gráfico detallado de ganancias y pérdidas	. 32
Figura 40.	Zona de Fresnel para el primer y segundo radio	. 38
Figura 41.	Instalación y alineación de antena punto de enlace	.40
Figura 42.	Herramienta de alineación home office 03	.40
Figura 43.	Herramienta para visualizar Airmagic	.41
Figura 44.	Herramienta Airview para análisis de ruido en el ambiente.	.41
Figura 45.	Implementación home office 03 puerta de enlace	.42
Figura 46.	RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD.	.43
Figura 47.	Se renombra el canal #1 acceso de fibra óptica CNT con	.43
Figura 48.	Se renombra el canal #2 de la antena PowerBeam con Ether2-WAN2-MICROONDA	.44
Figura 49.	Activación de la red LAN inalámbrica	.44
Figura 50.	Asignación de cliente DHCP al puerto #01 Ether1-WAN1-CNT.	.44
Figura 51.	Dirección IP asignada 192.168.0.3/24.	.45
Figura 52.	Asignación de cliente DHCP al puerto #02 Ether2-WAN2-MICROONDA	.45
Figura 53.	Dirección IP asignada 128.11.14.217/16.	.45
Figura 54.	Configuración de IP en los ISP y red LAN.	.46
Figura 55.	Lista de rutas de acceso al internet con su respectiva puerta de enlace	.46
Figura 56.	Asignación del nombre de la red LAN-LATITUD-0.	.47
Figura 57.	Se crea virtualmente nuestra red LAN-LATITUD-0	.47
Figura 58.	Asignación de puertos a la red LAN-LATITUD-0	.47
Figura 59.	Agrupación de los puertos ether3, ether4 y ether5 a la red LAN-LATITUD-0	.48
Figura 60.	Agrupación de los puertos ether3-4-5 y red Inalámbrica, a la red LAN-LATITUD-0	.48
Figura 61.	Asignación de la red LAN con la siguiente Address 192.168.1.1/24	.48
Figura 62.	Se asigna DHCP Server Interface	.49
Figura 63.	Dirección IP asignada 192.168.1.0/24.	.49
Figura 64.	Puerta de enlace asignada 192.168.1.1	.49
Figura 65.	Rango de direcciones IP 192.168.1.2 hasta la IP192.168.1.254.	. 50
Figura 66.	Tiempo de espera para recuperar las direcciones IP.	. 50

Figura 67.	Validación de la configuración de DHCP Server	51
Figura 68.	Configuración de NAT para acceso al internet.	51
Figura 69.	Se realiza el masquerade para el acceso al internet del ISP1	52
Figura 70.	Validación de NAT para acceso a internet del ISP1.	52
Figura 71.	Configuración del ISP2 proveedor de internet.	52
Figura 72.	Se realiza el masquerade para el acceso al internet del ISP2	53
Figura 73.	Validación de NAT para acceso a internet del ISP2.	53
Figura 74.	Configuración del acceso inalámbrico para la red local.	54
Figura 75.	Red sin seguridad	54
Figura 76.	Asignación de claves a la red inalámbrica	55
Figura 77.	Validación de la red inalámbrica	55
Figura 78.	Configuración de reglas de Firewall	56
Figura 79.	Puertos de enlaces habilitadas en el Mikrotik	56
Figura 80.	Se deshabilita los puertos que no se utiliza	57
Figura 81.	Direcciones IP de los ISP1, ISP2. Y LAN	57
Figura 82.	Firewall, Mangle	58
Figura 83.	Configuración Firewall, Mangle ISP1 marca de conexión	58
Figura 84.	Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 marca de conexión	59
Figura 85.	Configuración Firewall, Mangle ISP2 marca de conexión	59
Figura 86.	Configuración Firewall, Mangle, Action ISP2 marca de conexión	60
Figura 87.	Marcas de conexión de los dos ISP creadas correctamente	60
Figura 88.	Configuración Firewall, Mangle ISP1 conexión de ruta.	61
Figura 89.	Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 conexión de ruta	61
Figura 90.	Configuración Firewall, Mangle ISP2 conexión de ruta.	62
Figura 91.	Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 conexión de ruta	62
Figura 92.	Conexión de ruta de los dos ISP creadas correctamente.	63
Figura 93.	Configuración Firewall, Mangle, General ISP1 marcas de conexión	63
Figura 94.	Configuración Firewall, Mangle, Advanced ISP1 marcas de conexión.	64
Figura 95.	Configuración Firewall, Mangle, Extra ISP1 marcas de conexión.	64
Figura 96.	Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 marcas de conexión	65
Figura 97.	Configuración Firewall, Mangle, General ISP1 marcas de conexión	65
Figura 98.	Configuración Firewall, Mangle, Advanced ISP2 marcas de conexión.	66
Figura 99.	Configuración Firewall, Mangle, Extra ISP2 marcas de conexión	66
Figura 100	). Configuración Firewall, Mangle, Action ISP2 marcas de conexión	67

Figura 101. Marcas de conexión de los dos ISP creadas correctamente	67
Figura 102. Configuración Firewall, Mangle, General ISP1 conexión de ruta.	68
Figura 103. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 conexión de ruta	68
Figura 104. Configuración Firewall, Mangle, Advanced ISP2 conexión de ruta	69
Figura 105. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP2 conexión de ruta	69
Figura 106. Marcas de conexión de los dos ISP creadas correctamente	70
Figura 107. Gateway del primer ISP 192.168.0.	70
Figura 108. Gateway del segundo ISP 192.11.14.1	70
Figura 109. Configuración DNS públicas de Google	71
Figura 110. Ping 8.8.8.8 DNS Google.	71
Figura 111. Sistema implementado	72
Figura 112. Pruebas de funcionamiento de carga balanceada de los dos ISP	72
Figura 113. Pruebas de funcionamiento de carga balanceada de los dos ISP	73
Figura 114. Pruebas con Test de velocidad 1	73
Figura 115. Pruebas con Test de velocidad 2	73
Figura 116. Pruebas de balanceo de cargas con la carga máxima en las antenas	74

#### **INFORMACIÓN GENERAL**

## Contextualización del tema

En la Provincia de Pichincha ciudad de Quito se encuentra ubicado la empresa internacional "Latitud 0" con su matriz principal ubicada en el sector de la floresta en las calles Valladolid y Vizcaya y que está enfocado al turismo en las diversas regiones del Ecuador.

Actualmente como plan estratégico de la empresa en lo que se refiere al Covid-19 se encuentran los empleados trabajando en varios sectores del País uno de ellos está ubicado en la ciudad de Sangolquí Inchalillo cantón de Rumiñahui, donde se encuentran laborando personal realizando el trabajo en modalidad *home office*, encargada de la planificación y control de todo el personal turístico que ingresa al Ecuador por medio de "Latitud 0".

El problema que actualmente se tiene es que su seguridad local se lo realiza por medio de conexión *ADSL* y un sistema básico de *Wifi* instalado y constantemente sufren problemas con poca transferencia de datos o en el peor de los casos el no funcionamiento por medio de internet, lo que ha ocasionado que se tenga problemas en la coordinación, reserva de hoteles, reserva de vuelos, así mismo con los cambios en horarios e incluso pasajeros varados en los aeropuertos ya que el medio de comunicación que todos utilizan a nivel internacional es el S*kype Business, Zoom*, Outlook etc.

Entre todos los problemas mencionados lo más grave que afronta la empresa de turismo es el prestigio a nivel internacional lo que ha con llevado a dar soluciones bajo estándares internacionales que se maneja la empresa actualmente y buscar una solución definitiva.

#### Pregunta Problémica

¿Es necesario el diseño y simulación de un sistema de gestión de seguridad en la red de área local para empresa Latitud 0, en las oficinas *home office* que actualmente están trabajando con el fin de efectivizar y mejorar la gestión y desempeño de las actividades realizadas por el personal?

#### **Objetivo general**

Diseño y simulación de un sistema de gestión de seguridad en la red de área local para la empresa Latitud 0.

#### **Objetivos específicos**

Diagnosticar la situación actual de la empresa Latitud 0 en relación con la seguridad en la red de área local en las estaciones de trabajo *home office*.

Determinar las áreas sensibles en relación con la seguridad física y lógica de los componentes de la red de área local para empresas Latitud 0 en las estaciones de trabajo home office.

1

Diseñar y simular un sistema de gestión de seguridad en la red de área local para la empresa Latitud O en las estaciones de trabajo home office.

Valorar el sistema diseñado en la empresa Latitud 0 mediante programas de simulación como son: (*Packet Traicer* o *GNS3 y Radio Mobile*).

#### **Beneficiarios directos:**

La presente investigación servirá para futuros estudiantes de todo nivel de instrucción o afines a la carrera, para poder brindar un sistema de seguridad que brinde todas las características referentes a la seguridad e implementación optimizando lo equipos y de esta manera garantizando la eficiencia en los mismos, como segundo beneficiarios son los trabajadores de la empresa Latitud 0 ya que al contar con una red con todas las configuraciones brindara una seguridad interna acorde a los estándares y de esta manera podrán realizar los trabajos diarios sin ningún contratiempo.

De igual manera este tipo de implementación servirá como base para futuras conexiones para otras empresas siendo estas pequeñas, medianas o a gran escala ya que la configuración se presta para la escalabilidad.

#### CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 1.1. Contextualización general de los fundamentos teóricos

Para el proyecto está planteado el diseño de varias redes *LAN* en cada punto que se encuentran los usuarios e interconectados mediante una red *WAN* por medio de fibra óptica y como sistema de respaldo para la interconexión de estos puntos por medio de equipos de transmisión de microondas de forma optativa, de esta manera se logra cubrir los tres puntos indispensables que se requiere para tener los siguientes servicios voz, datos y video sin inconvenientes.

El primer trabajo analizado es el del Ing. Fernando Quilachamin, llamado "Sistema de seguimiento de requerimientos, eventos e incidentes para los clientes de la empresa TELCONET S.A en la ciudad de Quito" en el que se implementó una plataforma que le permite realizar un correcto seguimiento de los eventos y requerimientos de todos los servicios proporcionados a sus diferentes clientes en la ciudad de Quito por parte de la empresa TELCONET (Quilachamin Simbaña, 2020).

El segundo trabado analizado es del Ing. Freddy Freire, llamado "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL APLICABLE A INSTITUCIÓN PÚBLICA DE SEGURIDAD SOCIAL" en el que se hace referencia a la mayoría de metodologías que se utilizan para la elaboración de redes, de igual manera sistemas de seguridad de forma perimetral (Freire Aragón, 2018).

El tercer trabajo analizado es del Ing. Paco Ortiz, llamado "Diseño de un programa de capacitación en microondas para trabajadores y obreros de las telecomunicaciones, periodo 2017-2018" en el cual se basa en todo lo que respecta al ámbito de las telecomunicaciones desde sus principios básicos hasta enlaces de microondas entre uno o varios puntos programa diseñado para capacitar al personal que labora en campo que no tiene los conocimientos técnicos (Ortiz Villacís, 2018).

El cuarto caso analizado es del ing. Edwin Santacruz, llamado "Diseño de un sistema de control de equipos Wireless MikroTik para la gestión y administración de clientes en una red WISP" en el mismo se analiza la configuración para una red inalámbrica la misma que permite controlar remotamente a todos sus clientes que se les proporciona el servicio mediante programas de desarrollo con tecnología web (Santacruz Zárate, 2019).

El quinto caso analizado es de la revista RISTI – "Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información" en el artículo "Implementación de un sistema de seguridad perimetral como estrategia de seguridad de la información" en el cual se enfoca en la importancia de la seguridad perimetral tanto interna como externa y la implementación de nuevos equipos de seguridad para garantizar lo más preciado que es la información, (Morales, Toapanta, & Toasa G, 2019).

Con las cuatro tesis de maestrías analizadas y artículos de revistas científicas, se tiene claro nuestro proyecto a desarrollar en el cual se involucra cada uno de los temas que se refiere a redes, seguridad

3

y conectividad por medio de microondas, de igual manera se ha analizado trabajos de otros maestrantes, publicaciones en línea con ayuda del internet, trabajos de investigación de docentes para poder implementar nuestro proyecto de la manera más satisfactoria.

## 1.2. Problema a resolver

En la actualidad las redes domésticas que se instalan sin el respectivo conocimiento en diferentes empresas, lo que actualmente ocasiona varios problemas por el desconocimiento de normas, procedimientos, reglas que se utilizan en las instalaciones de redes empresariales siendo estas básicas o a nivel complejas brindando un nivel óptimo de seguridad, eficiencia y calidad.

Actualmente se dispone de una red expuesta la cual no brinda ningún tipo de seguridad a cualquier intruso e incluso problemas constantes con la intermitencia de servicio de internet lo cual ocasiona muchos problemas a nivel administrativo con todos sus empleados.



Figura 1. Conexiones de cables ADSL que proporciona el servicio de internet en mal estado

- Sistema de internet por medio de cable ADSL en mal estado, en varios tramos se puede evidenciar que el cable se encontraba cortado y a su vez presenta remiendos.
- Constantes cortes del servicio de internet ocasionado por las lluvias.
- Prestación del servicio de internet intermitente.

Se procede a levantar la topología que actualmente cuanta en el home office, y se puede evidenciar que es la más básica, y se conectan mediante la red inalámbrica, y para la conexión o impresión solo se puede realizar desde un equipo y comparten el respectivo cable para poder imprimir desde el otro equipo.



Figura 2. Red básica inalámbrica disponible.

Con todo lo expuesto se tiene planificado crear una red, considerando todos los aspectos de seguridad y fiabilidad para garantizar la conexión y evitar la intermitencia de la conexión y simular con los programas que actualmente se encuentran en el mercado de acceso libre como e *GSN3* y de uso que actualmente se dispone de la herramienta *Packet Traicer* de *Cisco*, con las que se procede a configurar y simular las respectivas conexiones realizadas y el enlace de microondas por medio de los programas *AirLink* y *Radio Mobile* respectivamente.

#### 1.3. Proceso de investigación

El proceso de investigación se encuentra encasillado en la modalidad de un proyecto factible, basado en un método de investigación cualitativo, por cuanto el diseño y simulación de un sistema de gestión de seguridad en la red de área local para la empresa Latitud 0, con lo que se encuentra enfocado a solucionar una necesidad que actualmente se detectó en la empresa en las estaciones de trabajo de *home office*. Para el trabajo en mención se usará la investigación de campo, ya que toda la información se obtiene en cada una de las oficinas en la actualidad en tiempo real, con lo que actualmente se encuentran cada sitio de trabajo.

## 1.4. Vinculación con la sociedad

Con el presente trabajo de simulación de una red robusta y no las acostumbradas básicas que en todo trabajo se instalan al inicio por falta de conocimiento o configuración se pretende que tengan acceso al presente trabajo y el mismo pueda ser aplicado en diferentes ámbitos y circunstancias, tomando en consideración que los equipos a utilizar estarán con todas las configuraciones y contraseñas las cuales pueden ser modificadas a futuro por las personas que pretendan implementar o replicar dicho trabajo.

De igual manera se convierte en un trabajo a ser implementado en locaciones remotas donde todavía no llega la tecnología del internet para poder implementar pequeñas o robustas sistemas de redes para poder ser intercomunicadas mediante la transmisión de microondas, de esta manera se puede contar con una configuración tanto por medio de fibra óptica y a su ve como respaldo por medio de microondas donde uno de estos dos sistemas presente inconveniente entre a funcionamiento el sistema de respaldo, sin tener intermitencia en la conexión.

#### 1.5. Indicadores de resultados

Mediante el acceso limitado y restringido solo al personal de la empresa de podrá garantizar que la red estará libre de intrusos, personal desconocido o dispositivos no autorizados que puedan ingresar a la red las cuales podrían vulnerar y ser consideradas como amenazas.

Se ayudó con la gestión para la instalación de fibra óptica para el enlace del primer ISP con lo que se garantiza una conexión más estable a la que anteriormente se tenía por ADSL.

En sistema se encuentra con políticas de seguridad por medio de Firewall, con lo que se garantiza de manera óptica los ataques de fuerza bruta, ataques de puertos y que el sistema si detecta cualquier intruso el cual desee ingresar por varias ocasiones lo coloque en lista negra.

Se procedió a realizar la carga balanceada de las dos conexiones de los dos ISP con esto se garantiza que si un enlace fala automáticamente entra en funcionamiento el otro enlace el cual se realiza de manera automática sin intervención del usuario.

El sistema con lo que respecta a la implementación de la red se encuentra implementada con lo que respecta a la conexión por medio de la antena se encuentra en proceso de simulación,

# **CAPÍTULO II: ARTÍCULO**

## 2.1. Fundamentos teóricos aplicados

# Redes de área local (Local área networks- LAN)

Este tipo de red *LAN* es la más utilizada en los ámbitos de redes locales implementadas para poder transmitir, voz, datos y video entre uno o varios *hots*, las mismas que tienen un alcance limitado en lo que respecta a la longitud que no puede sobrepasar los 100 metros aproximadamente.



Figura 3. Dispositivos básicos que conforman una red LAN.

# Tipos de redes LAN

- Ethernet (10 Mbps)
- FasEthernet (100 Mbps)
- GigaEthermet (1Gbps)
- LAN inalámbrica (hasta 600 Mbps, dependiendo de la especificación 802.11n)

## Redes de área metropolitana (Metropolitan área networks- MAN)

La red *MAN* en forma sencilla se puede describir como la interconexión de varias redes *LAN la* misma que está ubicada en área geográfica que interconecta incluso ciudades, por consiguiente, de puede deducir que una red *MAN* es mucho más lenta que una red *LAN*.



Figura 4. Ejemplo de una red MAN.

## Redes de área amplia (Wide área networks- WAN)

La red *WAN* por consiguiente se describir como la interconexión de varias redes *LAN* o *MAN*, la misma que está ubicada en una amplia área geográfica que interconecta incluso ciudades y continentes agrupando de esta manera todos los tipos de redes a nivel mundial.



Figura 5. Ejemplo de una red WAN.

#### Rango de direcciones IP disponibles por cada clase de red

Se empleará un diseño en redes con las clases B y clase C al igual que *router*, *switch*, teléfonos IP impresoras, *servidores* para poder interconectar los diferentes sitios de trabajo y el sistema de respaldo de comunicación mediante transmisión de microondas, para poder de esta manera cubrir las eventualidades que actualmente se encuentra presentando (IANA, 2021).

## Tabla 1

Clase o Tipo	Rango valido del primer octeto	Redes validas	Cantidad de redes	Cantidad de Host	Aplicación
A	1 <b>hasta</b> 126	1.0.0.0 <b>hasta</b> 126.0.0.0	128 *	16.777.214	Redes grandes
В	128 <b>hasta</b> 191	128.0.0.0 <b>hasta</b> 191.255.0.0	16.384	65.534	Redes medianas
С	192 <b>hasta</b> 223	192.0.0.0 <b>hasta</b> 223.255.255.0	2.097.152	254	Redes pequeñas
D	224 <b>hasta</b> 239	224.0.0.0 <b>hasta</b> 239.255.255.0	N/A	N/A	Multicast
E	240 <b>hasta</b> 255	240.0.0.0 <b>hasta</b> 255.255.255.0	N/A	N/A	Investigación

Rango de direcciones IP disponibles por cada clase de red

Nota El intervalo 127.0.0.0 a 127.255.255.255 este reservado como dirección de loopback y no se utiliza. Fuente: (IANA, 2021)

#### Categoría y tipos de cable Ethernet

Se tiene que tener muy en cuenta el tema del cable a utilizar ya que existen tres factores muy importantes a ser considerados y los mismos serán responsables de interconectar todos los equipos a utilizar.

- Velocidad de trasmisión.
- Ancho de banda.
- Reducción de la interferencia.
- Distancia a ser instalado
- Cable para interiores o exteriores
- Costos
- Sobredimensionamiento



*Figura 6. Ancho de banda espectral en MHZ de los cables Ethernet.* 

Fuente: (ADSL, 2021)

#### Tabla 2

Tipos de cables Ethernet y sus principales características

Categorías	Velocidad de	Frecuencia	Potencia máxima de
	transmisión (100)		Poe en PD
Cat5e	100 Mbps	100 MHz	15,4 W
Cat6	1 Gbps	250 MHz	30 W
Cat6a	10 Gbps	500 MHz	60 W
Cat7	10 Gbps	600 MHz	70 W
Cat7a	10 Gbps	1000 MHz	90 W
Cat8	40 Gbps	2000 MHz	-

Fuente: (ADSL, 2021)

## Zona de Fresnel

Se denomina la zona de Fresnel al espacio que se genera en una onda electromagnética por un emisor y un receptor en una transmisión y que de esta manera exista una correcta comunicación al no tener interferencia alguna, para efectos aplicados se puede considerar máxima un 40 % de interferencia.



Figura 7. Zona de Fresnel.

Fuente: (Martínez, 2018)

# Enlaces punto a punto

El enlace punto a punto se puede denominar como el enrutamiento de dos puntos de manera inalámbrica como si se tratara de un cable y que cubren grandes distancias para de esta manera proveer una conexión estable y segura.



Figura 8. Enlace punto a punto.

# **Enlaces punto multipunto**

Los enlaces punto a multipunto son casi idénticos a los anteriores con la diferencia que estos pueden conectar dos o más conexiones finales de esta manera pueden cubrir más área para poder

interconectar a todos los equipos dentro de una red para la trasmisión de datos, voz y video de manera eficiente y segura.



Figura 9. Enlace punto a multipunto.

# Redes de área local virtuales (Vlans)

Las redes *VLANs* se denomina como un acrónimo de la red virtual *LAN*, la cual nos permite crear redes lógicas a partir de una red única y de esta manera poder lógicamente tener cuantas redes se requiera y de esta manera se aumentará la seguridad a la red, para poder separar departamentos o áreas que no deben tener acceso a toda la red.



Figura 10. Referencia de una red VLANs.

#### 2.2. Descripción de la propuesta

### Etapa 1:

#### Requerimiento de la Red

Disponer de un sistema de red con todos los parámetros de seguridad los cuales brinden la confiabilidad de un entorno seguro y a su vez sea eficiente y de eta manera elevar el producto final a la mayoría de las locaciones de home office que se dispone este momento, en varias zonas del país.

#### Etapa 2:

#### Análisis de la situación actual

Después de verificar toda la información levantada y realizar el respectivo análisis se procede a implementar una solución tecnológica accesible, tomando en consideración el gasto que implicaría implementar una red robusta con equipos *cisco* o similares se busca una alternativa relativamente económica y al mismo que brinde todas las opciones de poder unificar dos puntos de acceso de internet y pueda administrar de manera efectiva y correcta el internet siempre brindando todas las normas de seguridad y fiabilidad de un proyecto.

#### Etapa 3

#### Rediseño de la red lógica

En base a la primera instalación de la red de fibra óptica se reacondiciona el centro de trabajo home office con la nueva topología de red IP proporcionada por el proveedor y se asigna de manera reglas de seguridad a nivel de Firewall en la red implementada para de esta manera garantizar la confidencialidad de la información y se propone la creación de *VLANs* lo cual por la cantidad de personal que labora no se va a implementar.

#### Desarrollo de la propuesta Económica

Después de haber conversado y verificado el diseño de la red es solicitado sea una red asequible para poder ser implementada en varios puntos de trabajo, para de esta manera solventar de una vez la inseguridad que presenta la red actual, para lo cual se procede a solicitar varias cotizaciones y realizar el estudio económico y cuál es la más viable.

#### Estudio económico

Para el proyecto a ejecutarse se solicita varias proformas de los equipos requeridos los mismos que se describen a continuación, tomando en consideración que los mismos tienen la capacidad de la escalabilidad de ser el caso.

13

#### Tabla 3

# Proforma de equipos a ser utilizados

Cantidad	Descripción de los equipos	Valor Unit.	Valor Total
3	Antena Ubiquiti Power Bean 5AC Gen2 25dBi 5GHz	86,31	258,93
	Airmax 1X Gigabit dual radio High power.		
2	Mikotik RouterBOARD 951i 2HnD CPU 600 MHz	87,59	175,18
	128Mb Ram 5X Lan WI-FI 2,4 GHz 802,11b/g/n High		
	power.		
1	Rollo de cable UTP Cat 5e Negro Exteriores	142,50	142,50
4	Cámaras Ip 360 grados	29,70	118,80
1	Conectores UTP Cat 5e y capuchones	20	20
20	Canaletas de 2 cm x 3000 cm	1,70	34
		SUBTOTAL	749,41
		+ IVA 12%	89,93
		TOTAL	839.34

Nota: Información cotizada y proporcionada por Andiwireless Cia. Ltda.

Después de tener ya todos los parámetros claros se procede con la estructura general y la implementación de la red.

# a. Estructura general

En el presente Gráfico se puede apreciar de manera global las diferentes ubicaciones de *home office* que actualmente se encuentra distribuido el personal de la empresa.



Figura 11. Estructura general de la red sistema PtP.

En el siguiente Gráfico se puede apreciar cómo se puede implementar cada una de las estaciones de trabajo y de igual manera la escalabilidad que se cuenta a futuro.



Figura 12. Home office sistema PtP.

Estructura general de la red un sistema punto multipunto con tres locaciones de home office.



Figura 13. Estructura general de la red sistema PtMP.

EL mismo ejemplo implementado con un sistema punto multipunto para dos estaciones de trabajo de Home Office.



Figura 14. Home office sistema PtMP.

## Segmentación de la red

Para administrar la red se crea una segmentación de la red la cual se va a implementar en cada sitio de trabajo para poder tener un mejor control al momento.

# Tabla 4

Segmentación de la red

Dirección IP	Sub máscara de red	Gateway	Descripción
192.168.3.1 - 192.168.3.10	255.255.255.192	192.168.3.1	Administración
192.168.3.11 - 192.168.3.20	255.255.255.192	192.168.3.1	Impresora / Escáner
192.168.3.21 - 192.168.3.30	255.255.255.192	192.168.3.1	Computadoras PC
192.168.3.31 - 192.168.3.40	255.255.255.192	192.168.3.1	Computadoras Portátiles
192.168.3.41 - 192.168.3.50	255.255.255.192	192.168.3.1	Cámaras / NWR
192.168.3.51 - 192.168.3.59	255.255.255.192	192.168.3.1	WIFI / Celulares / IPad
192.168.3.60 - 192.168.3.62	255.255.255.192	192.168.3.1	Restringido

Nota: Segmentación de la red la cual ayuda a la administración.

## b. Explicación del aporte

- Se realizó el acercamiento al presentar el problema la empresa en su sistema de seguridad de red.
- Se realizó la inspección técnica y se dio a conocer la mejor manera de re diseñar la red existente, para de esta manera trabajar de una manera eficiente en cada sitio de trabajo.
- Se establece políticas de seguridad a nivel de *Firewall,* de esta manera se obtendrá una red más segura.
- Se procede a realizar varias simulaciones tanto en el área de redes como en el de comunicaciones por medio de antenas de microondas para garantizar la mejor propuesta.

# c. Estrategias y/o técnicas

## Antecedentes

Después de haber analizado las condiciones actuales de la red existente y verificar que la conexión por el sistema ADSL y contar con un *router* casero el cual proporciona el internet para varios equipos entre ellos *laptops*, celulares, impresoras y que constante mente presentan problemas de desconexión e intermitencia en la conexión lo cual ocasiona molestia entre los empleados se decide realizar la siguiente propuesta.



Figura 15. Cables que proporcionan el internet por medio del sistema ADSL en mal estado.

## Implementación de red por medio de fibra óptica

Implementar una red principal mediante fibra óptica con la empresa CNT y un sistema de *backup* mediante transmisión de microondas, se ayuda a gestionar por medio de la empresa CNT la conexión de fibra óptica ya que en el sector no existe este servicio.



Figura 16. Instalación de la caja de red GPON domiciliaria.

*Router* proporcionado por la empresa CNT instalada dentro del domicilio denominado *Home Office* #01, para el proyecto.



Figura 17. Router instalado por la empresa CNT.

A continuación, se implementa una red *LAN* en los puestos de trabajo *home office* que cumpla con todas las normas de seguridad para que solo el personal autorizado pueda ingresar de esta manera y lograra optimizar la red, contando con una conexión a internet *backup* mediante la comunicación de microondas teniendo de esta manera una configuración tipo anillo, con la cual se podrá garantizar una conexión siempre optima en el caso de que uno de los dos sistemas de comunicaciones fallara, para lo cual el equipo que se configurara para manejar una carga balanceada y que siempre estén habilitados los dos sistemas de comunicaciones entre los dos sitios de trabajo *home office 1 y 2*.

#### Radio enlace con una antena de microondas.

Para el proyecto en el enlace *backup* se lo va a realizar a 5. 8 GHZ al encontrarse en una banda de uso libre y con la distancia no se tendrá perdidas ni inconvenientes.

## Obtención de puntos geográficos y georreferenciados

## Radio enlace Sangolquí opción #01

Se realiza la visita técnica en el primer punto a TX para obtener puntos geográficos y georreferenciados con el apoyo del programa *GPS Coord Camera*.



Figura 18. Obtención de datos posible enlace TX Sangolquí diferentes vistas.

## Tabla 5

Obtención de coordenadas geográficas para TX de Sangolquí.

Datos	Oficina financiera TX	Oficina planificación y control RX
	Latitud 0	Latitud 0
Latitud	0º 19' 52,350'' S	
Longitud	78º 27' 7,087''' W	
Altura	2534 m	
Latitud - Longitud	0°19'52,350"S 78°27'7,087"W	

**Fuente:** Se tiene que tomar en cuenta que los datos obtenidos varían ya que se obtiene de la parte más alta del edificio para aprovechar al máximo la altura para evitar las posibles zonas de Fresnel.

#### Radio enlace Inchalillo opción # 02

Se procede con la visita al siguiente punto denominado *home office* #01 para la obtención de puntos geográficos y georreferenciados con el apoyo del programa *GPS Coord Camera*.



Figura 19. Obtención de datos home office # 01.

## Tabla 6

Obtención de coordenadas geográficas para RX de home office #01 Inchalillo

Datos	Oficina financiera TX	Oficina planificación y control RX
	Latitud 0	Latitud 0
Latitud	0º 19' 52,350'' S	0º 20'42,313'' S
Longitud	78º 27' 7,087''′ W	78º 26' 33,405'' W
Altura	2534 m	2569 m
Latitud - Longitud	0°19'52,350"S 78°27'7,087"W	0°20'42,313"S 78°26'33,405"W

**Fuente:** Se tiene que tomar en cuenta que los datos obtenidos varían ya que se obtiene de la parte más alta del edificio para aprovechar a; máximo la altura para evitar las posibles zonas de Fresnel.

#### Simulación radio enlace de microondas en el programa AirLink

Ya con estos datos obtenidos se procede a ingresar en la aplicación de AirLink para ver si se obtiene una conexión sin interferencias, para lo cual nos indica que con antenas de 6 metros en los dos puntos no se tiene un enlace, se tiene una interferencia de menos 5,4 metros:



Figura 20. Primera simulación de enlace no se cubre el 60% de la zona de Fresnel.

Para tener un enlace optimo sin interferencia en la primera zona de Fresnel, se debería tener en los dos puntos antenas de alturas de 11 y 12 metros lo cual no es viable, por consiguiente, se busca una alternativa para poder realizar el enlace de microondas.



Figura 21. Segunda simulación de enlace se cubre el 100% de la zona de Fresnel.

Además, con estas alturas se obtiene un punto crítico a 0,40 metros para comenzar con los obstáculos para lo cual se descarta el enlace.

# Radio enlace Zapata Quito TX opción # 03

Se procede con la inspección de otro punto denominado home office #03 para realizar el radio enlace de microondas, conservando el mismo punto de recepción.



Figura 22. Obtención de datos home office # 03.

# Obtención de coordenadas geográficas para TX de Zapata Quito

# Tabla 7

Obtención de coordenadas geográficas para TX de Zapata, Quito home office # 03

Datos	Oficina Sector J. Barzola TX	Oficina planificación y control RX
	Latitud 0	Latitud 0
Latitud	0°15'14,030"S	0º 20'42,313'' S
Longitud	78°29'29,241"W	78º 26' 33,405'' W
Altura	2892 m	2569 m
Latitud - Longitud	0°15'14,030"S 78°29'29,241"W	0°20'42,313"S 78°26'33,405"W

**Fuente:** Se tiene que tomar en cuenta que los datos obtenidos varían ya que se obtiene de la parte más alta del edificio para aprovechar a; máximo la altura para evitar las posibles zonas de Fresnel.

Estas nuevas coordenadas se ingresan en el programa *AirLink* y se verifica que no existe inconvenientes en nuestro radio enlace de microondas para lo cual es viable y se procede a realizar los cálculos en un software profesional.



Figura 23. Tercera simulación se obtiene condiciones óptimas de enlace.

Se puede verificar que en la zona de *Fresnel* no se obtiene obstáculos y que para el radio enlace el programa siempre considera los equipos de mayor gama y que en la peor zona se tendría a 23,6 metros aproximadamente.

# Radio enlace home office # 04

Se procede con la inspección de otro punto denominado home office #04 para realizar el radio enlace de microondas, conservando el mismo punto de recepción.



*Figura 24.* Obtención de datos *home office* # 04.

#### Tabla 8

Datos	Oficina Sector las Mallas TX	Oficina planificación y control RX
	Latitud 0	Latitud 0
Latitud	0°14'08,798"S	0º 20'42,313" S
Longitud	78°29'26,744"W	78º 26' 33,405'' W
Altura	2964 m	2569 m
Latitud - Longitud	0°14'08,798"S 78°29'26,744"W	0°20'42,313"S 78°26'33,405"W

Obtención de coordenadas geográficas para TX de Zapata, Quito home office # 04

**Fuente:** Se tiene que tomar en cuenta que los datos obtenidos varían ya que se obtiene de la parte más alta del edificio para aprovechar a; máximo la altura para evitar las posibles zonas de Fresnel.

Estas nuevas coordenadas se ingresan en el programa AirLink y se verifica que no existe inconvenientes en nuestro radio enlace de microondas para lo cual es viable y se procede a realizar los cálculos en un software profesional.



*Figura 25.* Tercera simulación se obtiene condiciones óptimas de enlace.

Se puede verificar que en la zona de *Fresnel* no se obtiene obstáculos y que para el radio enlace el programa siempre considera los equipos de mayor gama y que en la peor zona se tendría a 58,7 metros aproximadamente.
## Simulación del enlace de microondas con Radio Mobile

Se procede con el ingreso de los datos obtenidos en el programa de Radio Mobile para poder realizar la simulación y verificar los datos que se realizó en el software libre de los productos que son de la marca *Ubiquiti.* 

ista de todos los sistemas	Parámetros por copiar Red Pegar Red Cancelar Ol	<
LiteBeam AC Gen2 PowerBeam 5AC Sistema 3 Sistema 4 Sistema 5 Sistema 6	Parámetros Topología Miembros <b>Sistemas</b> Estilo	
	00 Seleccionar desde VHF UHF	·
Sistema 8 Sistema 9	Nombre del sistema PowerBeam 5AC	
Sistema 10	Potencia del Transmisor (Watt) 0.3162278 (dBm) 25	
	Umbral del receptor (µV) 3,5481 (dBm) -96	
	Pérdida de la línea (dB) 0 (Cable+cavidades+conectore	s )
	Tipo de antena omni.ant 💌 Ver	
	Ganancia de antena (dBi) 22 (dBd) 19,85	
	Altura de antena (m) 3 (Sobre el suelo )	٦
	Pérdida adicional cable (dB/m) 0 (Si la altura de la antena difiere )	
	Agregar a Radiosys.dat Remover del Radiosys.dat	



Se verifica el enlace y con los datos obtenidos en el mismo considerando que para nuestro caso no existe perdida de conectores y cables.



Figura 27. Enlace de 13,3 Km con la antena PowerBeam 5AC vista planta.

Los datos obtenidos nos muestran un enlace optimo en los cuales se puede verificar en el siguiente

gráfico.

মি Enlace de Radio					×
Editar Ver Invertir					
Azimut=156,13°	Ang. de elevación=-1,908°	Despeje a 13,09km	Peor Fresnel=5,2	2F1 Distanc	ia=13,30km
Pérdidas=130,2dB	Campo E=68,9dBµV/m	Nivel Rx=-61,2dBm	Nivel Rx=195,51	μV Rx relat	ivo=34,8dB
		00°20'42,6''S 078°26'33,	6''0		
Concession and the second seco					
T : 00%1 4100 71/0	070:00/07 0//0		00100140 0110 0701		
- Transmisor 0011408,715	0/8/29/2/,910	Recept	or 00120142,615 07812	26/33,6 0	
		S9+10			\$9+10
Home Office # 04		▼ Home (	Office # 01		-
Rol	Control	Rol		Subordinado	
Nombre del sistema Tx	PowerBeam 5AC	✓ Nombre	del sistema Rx	PowerBeam 5AC	-
Potencia Tx	0,3162 W 25 dt	3m Campol	E requerido	34,04 dBµV/m	
Pérdida de línea	0 dB	Gananc	ia de antena	22 dBi	19,8 dBd +
Ganancia de antena	22 dBi 19,8	dBd + Pérdida	de línea	0 dB	
Potencia radiada	PIRE=50,12 W PRE	=30,56 W Sensibili	dad Rx	3,5481µV	-96 dBm
Altura de antena (m)	3 · +	Deshacer Altura d	e antena (m)	3	+ Deshacer
Red		Frecuer	icia (MHz)		
1		N	tínimo E150	Máximo	E07E
		-		U LIOP I LIOP	

*Figura 28.* Enlace de 13,3 Km con la antena *PowerBeam* 5AC vista 02.

Para nuestro caso práctico tomando en consideración que las antenas que se va a trabajar no utilizan cable coaxial de medio de conexión se utiliza cable par trenzado categoría 6 en adelante, se obtiene los siguientes datos.

ন্দি Enla	ace de	Radio						×
Editar	Ver	Invertir						
	La distancia entre Home Office # 04 y Home Office # 01 es 13,3 km (8,3 miles) Azimut norte verdadero = 156,13°, Azimut Norte Magnético = 159,62°, Angulo de elevación = -1,9083° Variación de altitud de 516,1 m El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 5,2F1 a 13,1km La frecuencia promedio es 5512,500 MHz Espacio Libre = 129,7 dB, Obstrucción = -3,6 dB TR, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 4,0 dB La pérdida de propagación total es 130,2 dB Ganancia del sistema de Home Office # 04 a Home Office # 01 es de 165,0 dB Ganancia del sistema de Home Office # 01 a Home Office # 04 es de 165,0 dB Peor recepción es 34,8 dB sobre el señal requerida a encontrar 50,000% de tiempo, 50,000% de ubicaciones, 70,000% de situaciones							
Transr Home	nisor 00	°14'08,7''S 07 # 04	78*29'27,9''0	<b></b> S0	Receptor 00*20'42,6"S 07	8*26'33,6''0	S	0
Bol			Control		Bol	Subordinado		
Nombr	e del sis	tema Tx	PowerBeam 5AC	•	Nombre del sistema Rx	PowerBeam 5AC		-
Potenc	ia Tx		0,3162 W	25 dBm	Campo E requerido	34,04 dBµV/m		
Pérdid	a de lín	ва	0 dB		Ganancia de antena	22 dBi	19,8 dBd	+
Ganan	icia de a	intena	22 dBi	19,8 dBd 🛛 🛨	Pérdida de línea	0 dB		
Potenc	cia radia	da	PIRE=50,12 W	PRE=30,56 W	Sensibilidad Rx	3,5481µV	-96 dBm	
Altura	de ante	na (m)	3 .	+ Deshacer	Altura de antena (m)	3 .	Desha	cer
Red					Frecuencia (MHz)			
Latitu	d 0			•	Mínimo 5150	Máximo	5875	

Figura 29. Datos técnicos que nos arroja el programa Radio Mobile.

ਆ Enlace de Radio					×
Editar Ver Invertir					
Altitud=2834,9m	Ang. de elevación=-4,723°	Despeje=91,28m	Fresnel=10,0F1	1 Distanc	ia=1,78km
Pérdidas=173,2dB	Campo E=25,8dBµV/m	Nivel Rx=-104,2dBm	Nivel Rx=1,38	IV Rx relat	ivo=-8,2dB
Umbral del receptor			יואין	ՠՠֈՠՠՠ	andarandi.
- Transmisor 00°14'08,7''S 0	78"29'27,9"0	S0	r 00°20'42,6''S 078 Iffice # 01	3*26'33,6''0	<b></b> S0
Rol	Control	Rol		Subordinado	
Nombre del sistema Tx	PowerBeam 5AC	▼ Nombre	del sistema Rx	PowerBeam 5AC	-
Potencia Tx	0,3162 W 25 dt	3m Campol	requerido	34,04 dBuV/m	
Pérdida de línea	0 dB	Gananc	a de antena	22 dBi	19,8 dBd +
Ganancia de antena	22 dBi 19,8	dBd + Pérdida	de línea	0 dB	
Potencia radiada	PIRE=50,12 W PRE	=30,56 W Sensibili	dad Rx	3,5481µV	-96 dBm
Altura de antena (m)	3 · +	Deshacer Altura d	antena (m)	3	+ Deshacer
Red		Frecuer	cia (MHz)		
Latitud 0		• N	ínimo 5150	Máximo	5875

En el Gráfico se puede observar el umbral de receptor.

Figura 30. Umbral del receptor.

De igual manera se puede visualizar las nuevas herramientas que se dispone en el programa para visualizar de mejor manera el Umbral estadístico requerido versos el umbral de receptor.

₩ Enlace de Radio				×
Editar Ver Invertir				
	Umbral del receptor			
	U	Imbral estadístico requerido		
	Éxit	to (Margen = 34,82 dB)		10 10 11
Señal recibida		Señal Promedio		10 dB/div
Débil		Schart Tomodio		Fuerte
, Transmisor 00°14'08 7''S 078°29	a'27 9''D	Becentor 00*20'42 6''S 078	2°26'33 6''0	
	S0		2000,00	<b></b> \$0
Home Office # 04	•	Home Office # 01		•
Rol Cor	ntrol	Rol	Subordinado	
Nombre del sistema Tx Po	owerBeam 5AC 🔹	Nombre del sistema Rx	PowerBeam 5AC	-
Potencia Tx 0,3	3162 ₩ 25 dBm	Campo E requerido	34,04 dBµV/m	
Pérdida de línea 0 d	iB ,	Ganancia de antena	22 dBi 19	9,8 dBd 🔶 🛨
Ganancia de antena 22	dBi 19,8 dBd +	Pérdida de línea	0 dB	
Potencia radiada PIF	RE=50,12 W PRE=30,56 W	Sensibilidad Rx	3,5481µV -9	6 dBm
Altura de antena (m) 3	• + Deshacer	Altura de antena (m)	3 · +	Deshacer
Red		Frecuencia (MHz)		
Latitud 0	•	Mínimo 5150	Máximo	5875

Figura 31. Umbral estadístico requerido.

#### Figura 32. Umbral estadístico requerido.

En la siguiente grafica se puede aprovechar de mejor manera para visualizar los obstáculos que se tienen en el enlace aproximadamente a 1,7 km se puede observar un pico el cual no afecta en nada al enlace.



Figura 33. RMpath del enlace.

#### **Google Earth**

En el *Google Earth* se puede verificar las dos conexiones que se tenía previstas con todas las características.



Figura 34. Enlace visualizado desde Google Earth.

Vista desde el enlace que se trasmite mediante el programa Google *Earth* hacia el valle de los Chillos, donde se encuentra el punto de recepción.



*Figura 35.* Vista desde Quito hacia el valle de los chillos del enlace.

En la gráfica se puede apreciar la conexión de 13,31 km de distancia entre el enlace.



Figura 36. Vista desde el valle de los chillos hacia Quito.

## Antena a utilizar PowerBeam 5AC

La antena a utilizar es la *PowerBeam* 5AC y en el siguiente cuadro se puede evidenciar como varia la velocidad dependiendo del ancho de banda de trabajo que se selecciona.

### Tabla 9

Ancho de banda de la antena PowerBeam 5AC

Ancho de	10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz
banda							
Velocidad	74 Mbps	147 Mbps	221 Mbps	275 Mbps	344 Mbps	413 Mbps	597 Mbps
de TX							
	1 4 1						

Fuente: Elaboración propia

## PowerBeam 5AC, con sus accesorios

A continuación, se puede observar la antena *PowerBeam* 5AC con todos sus accesorios y la manera de realizar la instalación respectiva de manera general.



Figura 37. Antena PowerBeam 5AC con sus accesorios.

### Datos técnicos antena PowerBeam 5AC

## Tabla 10

Datos técnicos de la antena PowerBeam 5AC

Datos:	PowerBeam 5AC	Unidad
Worldwide	5150 - 5875	[MHz]
Promedio f	5512,5	[MHz]
Ganancia A <sub>t</sub> = A <sub>r</sub>	25	[dBi]
$P_{rad} = P_{tx}$	24	[dBm]
Antena Size:	459	[mm]
Antena Size:	459	[mm]
Promedio Antena	459	[mm]
D	13,31	[Km]
Factor de Rugosidad A	0,25	[Adi]
Peor proba B	0,25	[Adi]
R	99,999	[%]
L <sub>tx</sub>	5	[m]
L <sub>rx</sub>	6	[m]

Fuente: Elaboración propia

## Cálculos

A continuación, se procede a realizar los respectivos cálculos que se deben considerar en un enlace de microondas, para lo cual se dispone que tener muy claro las pérdidas y ganancias que se tiene en el enlace, como se observa a continuación.



*Figura 38.* Grafica de ganancias y pérdidas en un sistema de trasmisión de punto a punto.

#### Fuente: (Tomasi, 2003)

De igual manera se puede observar más detalladamente, todas las etapas en un sistema de trasmisión punto a punto y de esta manera identificar claramente donde se tiene las respectivas ganancias en el sistema y de igual manera donde se tiene las pérdidas para realizar los cálculos correspondientes.



Figura 39. Gráfico detallado de ganancias y pérdidas.

## Tabla 11

Siglas de las fórmulas y significado

Siglas de las formulas	Significado de las siglas
P <sub>rx</sub>	Potencia en la entrada de los terminales del
	equipo receptor
P <sub>tx</sub>	Potencia entregada por el transmisor
$\mathbf{A}_{\mathbf{b}\mathbf{t}\mathbf{x}} = \mathbf{A}_{\mathbf{b}\mathbf{r}\mathbf{x}}$	Atenuación por <i>Branching</i> (Derivación)
$A_{itx} = A_{irx}$	Atenuación en el cable de bajada
$\mathbf{G}_{\mathbf{tx}} = \mathbf{G}_{\mathbf{rx}}$	Ganancia de la antena
$L_s = L_p$	Pérdidas por trayectoria en el espacio libre
Ur	Potencia de umbral o sensibilidad del equipo
	receptor
Mu	Margen de umbral

Fuente: (Tomasi, 2003)

#### Perdidas por propagación el espacio libre Quito - Valle de los chillos

 $L_{p(dB)} = 92,4 + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log D_{(km)}$ 

Donde se tiene que:

## Tabla 12

Perdidas por propagación el espacio libre

Iniciales	Significado de las formulas
Lp	Se considera como la Perdida por propagación en el espacio libre y está dado en
	[dB].
f	Es la frecuencia a trabajar y esta expresada en [GHz].
D:	La distancia se expresa en [Km]

Fuente: (Tomasi, 2003)

Para el proyecto se dispone una distancia de 13,3 [Km], y se va a trabajar a una frecuencia promedio de 5,51 [GHz].

$$L_{p(dB)} = 92,4 + 20 \log 5,51_{(GHz)} + 20 \log 13,31_{(km)}$$

 $L_p = 129,71 \, [\text{dB}]$ 

#### Margen de desvanecimiento

Es un sistema de comunicación que se realiza a una determinada distancia se lo realiza por medio de señales electromagnéticas, las mismas que en el trayecto sufren pérdidas ocasionadas por distintos fenómenos entre las más relevantes entre ellos la lluvia, en ciertos lugares el granizo y también la nieve, etc.

Con lo que se puede concluir que una señal emitida en el trayecto se encontrará con todos los fenómenos nombrados anteriormente y sufrirá pérdidas o más conocido como margen de desvanecimiento la cual se calcula son la siguiente formula.

$$F_m = 30 \log D_{(km)} + 10 \log (6ABf_{(GHz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Donde se tiene que:

## Tabla 13

Margen de desvanecimiento y su significado

Iniciales	Significado de las formulas
<b>F</b> <sub>m</sub>	Margen de desvanecimiento (decibeles), [dB]
D	Distancia (kilómetros)
f	frecuencia (Giga Hertz)
R	Confiabilidad en tanto por uno (es decir, 99.99% _ 0.9999 de confiabilidad)
1-R	Objetivó de confiabilidad para una ruta de 400 km en un sentido
	Factor de rugosidad
Α	4 sobre agua o sobre un terreno muy liso
	1 sobre un terreno promedio
	0.25 sobre un terreno muy áspero y montañoso
	Factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual
	1 para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual
В	0.5 para áreas calientes y húmedas
	0.25 para áreas continentales promedio
	0.125 para áreas muy secas o montañosas

## Fuente: (Tomasi, 2003)

 $F_m = 30 \log_{((13,31km)} + 10 \log(6*0,25*0,25*5,51_{GHz}) - 10 \log(1-0,99999) - 70$ 

 $F_m = 16,88 \, [dB]$ 

## Perdidas

Por valores de tabla *Lb* es igual a frecuencia de 5,8 [GHz] tiene una pérdida de 4 [dB] en 100 metros para un diámetro de antena 0,45 [m] de ganancia *Ar* o *At* igual a 25 [dBi].

## Tabla 14

Valores de perdida en el alimentador a considerar

Alimentador	Banda de TX [GHz]	Atenuación especifica dB/100m	Perdidas por diversidad [dB]	Ganancias por par de acoples [dB]	Impedancia característica [Ω]	Resistencia de Ω/100m	NVP
	Hasta 0,9	3,00	2	1,2	50	0,78	
	0,9 – 1,5	4,00					
Coaxial	1,5 – 1,9	5,00					88
	1,9 – 2,2	5,40					

	2,2 - 2,4	5,80					
	2,4 - 3,1	1,40					
	3,1-4,4	2,10					
	4,4 - 6,2	3,60					
	6,2 - 7,1	4,30					
	7,1 -7,7	4,60					
	7,7 – 8,5	5,60		0,6	N/A	N/A	
	8,5 – 10,0	8,40					
Guía de onda	10,00 - 11,7	8,90	4				97,08
	11,7 – 13,3	11,20					
	13,3 -15,4	13,70					
	15,4 -19,7	18,90					
	19,7 – 23,6	28,10					
	23,6 – 26,5	32,00					
	26,5 - 40.00	60,00					

Fuente: (Tomasi, 2003)

De igual manera se considera la tabla parámetros del sistema de ganancia.

#### Tabla 15

Parámetros sistema de ganancia

			Perdidas por	ramificación				
	Perdidas del alimentador	[Լլ	<b>b</b> ]	Ganancia de la antena				
Frecuencia	[L <sub>f</sub> ]		[di	3]	[At , o Ar]			
			Divers	sidad				
[GHz]	Тіро	Perdida	Frecuencia	Espacio	Tamaño	Ganancia		
		[dB/100 m]			(Metros)	[dB]		
1,8	Cable coaxial lleno de aire	5,4	5	2	1,2	25,2		
					2,4	31,2		
					3,0	33,2		
					3,7	34,2		
					4,8	37,2		
7,4	Guía de onda elíptica EWP 64	4,7	3	2	1,2	37,1		
					1,5	38,8		
					2,4	43,1		
					3,0	44,8		
					3,7	46,5		
8,0	Guía de onda elíptica EWP 69	6,5	3	2	1,2	37,8		
					2,4	43,8		
					3,0	45,6		
					3,7	47,3		
					4,8	49,8		

Fuente: (Tomasi, 2003)

$$L_b = 4 \text{ [dB]}$$
  
 $L_f = 0,44 \text{ [dB]}$   
 $A_t = A_r = 25 \text{ [dB]}$ 

Las pérdidas de L<sub>f</sub> y L<sub>b</sub> en nuestro caso serían de O [dB], ya que con la antena PowerBeam 5AC utiliza cables de red con el sistema de alimentación Poe, y en este caso se trasmite señales los cuales recién se degradan aproximadamente a los 100 metros de distancia, el estándar que debe cumplir el cable es *IEEE 802.3 10BASE-T*.

## Ganancia del sistema

$$G_{S} = PR[dB] + L_{p}[dB] + L_{f} + L_{b} - A_{t} - A_{r} = [dB]$$

$$G_{S} = 16,88 [dB] + 129,71[dB] + 0,44[dB] + 4[dB] - 25[dB] - 25[dB]$$

$$G_{S} = 101,03 [dB]$$

## Potencia de la antena Rx

$$P_{Rx} = P_{tx}[dB] + L_p[dB] + L_f + L_b - A_t - A_r = [dB]$$

$$P_{Rx} = 24 [dB] + 129,71[dB] + 0,44[dB] + 4[dB] - 25[dB] - 25[dB]$$

$$P_{Rx} = 109,15 [dB]$$

## Potencia mínima de entrada al receptor (dBm)

$$G_{s}[dB] = P_{tx}[dBm] - C_{min}$$

$$C_{min} = P_{tx}[dBm] - G_{s}[dB]$$

$$C_{min} = 25 [dBm] - 101,03 [dB]$$

$$C_{min} = -77,03[dBm]$$

## Umbral del receptor

$$U_r = P_{tx}[dBm] - F_m [dB]$$
$$U_r = 109,15 [dBm] - 16,88[dB]$$
$$U_r = 92,27 [dBm]$$

## Eficiencia de la antena

## Tabla 16

Datos de eficiencia de la antena en varias unidades

Modelo:	PowerBeam 5AC	Unidad
P <sub>rad</sub>	24	[dBi]
P <sub>rad</sub>	251,19	[Adi]
P <sub>input</sub>	25	[dBm]
P <sub>input</sub>	316,227766	[Adi]

Fuente: Elaboración propia

 $P_{rad} = 10^{\frac{[dB]}{10}} \qquad P_{rad} = 10^{\frac{24[dB]}{10}} \qquad P_{rad} = 251,188$   $P_{rad} = 10^{\frac{[dB]}{10}} \qquad P_{rad} = 10^{\frac{23,14[dB]}{10}} \qquad P_{rad} = 205,58906$   $\mathcal{E} = \frac{P_{rad}[dB]}{P_{input}[dB]} \qquad \mathcal{E} = \frac{206,062991}{205,58906} \qquad \mathcal{E} = 0,99540542$ 

#### Ganancia de potencia de transmisión

#### Tabla 17

Datos obtenidos para el cálculo de la potencia de trasmisión

Modelo:	PowerBeam 5AC	Unidad
Worldwide	5150 - 5875	[MHz]
Promedio f	5512,5	[MHz]
Ganancia:	25	[dBi]
P <sub>rad</sub>	24	[dBm]
Antena Size:	459	[mm]
Antena Size:	459	[mm]
Promedio Antena	459	[mm]

Fuente: Elaboración propia

$$\begin{split} A_{p[dB]} &= 20 \log f_{[MHz]} + 20 \log D_{[m]} - 42,2 \\ A_{p[dB]} &= 20 \log (5512,5)_{[MHz]} + 20 \log (0,42)_{[m]} - 42,2 \\ A_{p[dB]} &= 25,09 \ [dBi] \end{split}$$

Ganancia de potencia de recepción

$$\lambda = \frac{3^8 \left[\frac{m}{s}\right]}{5500 * 10^6 [Hz]}$$
$$\lambda = 0.05454 \left[\frac{m}{s}\right]$$
$$A_{p[dB]} = 10 \log \left[5.4 \left(\frac{D}{\lambda}\right)^2\right]$$
$$A_{p[dB]} = 10 \log \left[5.4 \left(\frac{0.42}{0.05454}\right)^2\right]$$
$$A_p = 25.053 \ [dB]$$

## Potencia efectiva isotrópica irradiada EIRP

Pire en función de la ganancia:	$PIRE = P_{rad[W]} + G_{[antena]}$
Pire en función de la ganancia:	$PIRE = 316,22_{[dBm]} + 24_{[dB]}$
Pire en función de la ganancia:	$PIRE = 340,22 \ [dBW]$

## Zona de Fresnel

Un radioenlace por línea de vista que opera a una frecuencia de 5,5125 GHz tiene una separación de 13,31 km entre antenas. Un obstáculo en la trayectoria se sitúa a 3 km de la antena transmisora. Se calcula el claro que debe existir entre la trayectoria directa y el obstáculo.



*Figura 40.* Zona de *Fresnel* para el primer y segundo radio.

## Tabla 18

Datos para el cálculo de la primera zona de Fresnel

Datos:	Valor	Unidad
r1	?	[m]
Constante	17,32	[Adi]
f	5,5125	[GHz]
d	13,31	[km]
d1	10	[km]
d2	3,31	[km]
% min	60%	[%]

Fuente: Elaboración propia

$$r_1 = 17,32 \sqrt{\frac{d_1[km] * d_2[km]}{dk[km] * 6[GHz]}}$$

$$r_1 = 17,32 \sqrt{\frac{10[km] * 3,31[km]}{13,31[km] * 5,5125 \ [GHz]}}$$

*r*<sub>1</sub> =19,36 [m]

El porcentaje mínimo que se requiere es del 60% del radio r1.

*r*<sub>2</sub>[60%] =19,36 [m]\* 60 [%]

 $r_2 [60\%] = 11,62 [m]$ 

#### Implementación de radioenlaces con las antenas Litebean 5AC Gen2

Para el presente proyecto después del análisis respectivo con la programación de simulación se procedes a realizar la respectiva implementación en un sistema de conexión punto a multipunto el cual lograra cubrir dos puntos de home office que se encuentran en el valle de los chillos y como proveedor del enlace ubicado aproximadamente en el puente dos.

## Implementación Home Office 03 Punto de acceso

Se procede con la instalación percatándonos muy bien que el equipo quede perfectamente alienado en sentido horizontal como vertical, para lo cual el propio equipo se encuentra provisto por un nivel en la parte superior se recomienda de igual manera el uso de un nivel magnético el cual es muy eficiente.



Figura 41. Instalación y alineación de antena punto de enlace.

Una vez alineado se procede con la configuración de la antena existen dos formas para nuestro caso se procede a configurar como bridge o conocido como puente el cual nos permitirá replicar la señal a los dos puntos.

HERRAMIENTA DE	alineación $ imes$
NIVEL DE SEÑAL LOCAL SIGNAL PER CHAIN	-58 (-60 / -62) dBm ∆2
BEST -57 dBm	ELEVATION ANGLE 0°
REMOTE SIGNAL PER CHAIN	-62 (-65 / -65) dBm ∆0
0	
BEST -62 dBm	ELEVATION ANGLE -0° MAC F4:92:BF:48:E4:A9
MÁXIMA SEÑAL	-66 dBm
AUDIO INDICATOR [?]	OFF

Figura 42. Herramienta de alineación home office 03

Para seleccionar la frecuencia de trabajo de las antenas es muy aconsejable utilizar una herramienta *Airmagic,* que dispone la propia marca la cual se puede visualizar que canal del espectro no se encuentra muy saturado.



Figura 43. Herramienta para visualizar Airmagic.

De igual manera se procede analizar en el espectro si la frecuencia que se va a trabajar se encuentra saturada con ruido aledaño lo cual causaría problemas en los enlaces y por consiguiente disminución en la tasa de trasferencia el momento de entrar en funcionamiento.



Figura 44. Herramienta Airview para análisis de ruido en el ambiente.

La correcta alineación y el uso de todas las herramientas que dispone el equipo se ve reflejado en una conexión con un promedio de 60 dBm entre los dos puntos, lo cual se traduce a una óptima alineación y a su vez en la taza de transferencia del enlace.

S'8 LITEBEAM SAC   WA.VE.7.5						• UISP
(-•) LOCAL Home 01 United MC 0 - 0.33131 - 78.451933 1-47282-485€A40 TX POWER 24 dBm (Auto)	C24 CAMENDO CAMENTO 22,23 Miss	SSID PRUE ඩ <b>9.0</b>	BA MARIO 9 km 111.7 k	RENDEMINO CAPACITY 26.00 Maga	₩ REMOTE 62 stillern SAC © -0.253816 -78.491591 F45285-88.0021A TX POWER 21 dilm	7
		Map Link	Fresnel			
L	DCAL DEVICE			REMOTE DEV	ICE	
RF ENVIRONMENT 🔞		-	RF ENVIRONMENT 🥥			-
		5775 MHz 10 MHz 5770 - 5780			1	5775 MHz 0 MHz 5770 - 5780
SEÑAL -62 (-65/-66) ∆1 dBm		RUIDO BASE -93 dBm	SEÑAL -58 (-60 / -63) ∆3 dBm		R	UIDO BASE -94 dBm
C C C C C C C C C C C C C C C C C C C		EXPECTED RATE 8X	<b>G</b> REMOTE RX DATA RATE <b>6X</b> (640	QAM MIMO)		EXPECTED RATE 8X
1X 2X 4X	6X	8X	1X 2X	4X	6X	8X
ISOLATED CAPACITY / THRO	JGHPUT SIGNAL, NOISE & INTERFERENCE	]	ISOLATED CAP	ACITY / THROUGHPUT SIG	NAL, NOISE & INTERFERENCE	
20		32	20			48
10 	M	16 Mbps	10 	w-~~/~	Mun	And Mbps

Figura 45. Implementación home office 03 puerta de enlace.

La misma alineación, configuración y análisis que se realizó se debe replicar a las dos antenas designadas a los dos home office para tener el enlace respectivo.

#### MikroTik RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD

Para el presente proyecto se va a implementar en el modelo de *MikroTik RouterBOARD* 951Ui 2HnD, por ser considerado un elemento muy robusto para el bajo costo que representa y brindar todas las características en una topología de red básica con todas las seguridades y la cual se va a implementar en el sitio de trabajo.



Figura 46. RouterBOARD modelo RB951Ui-2HnD.

Fuente: (Mikrotik, 2021)

## Configuración.

Como primer paso se procede a renombrar los dos primeros puertos del *MikroTik* los cuales son designados para el ingreso del primer acceso de internet por fibra óptica "Ether1-WAN1-CNT".

Sadmin@CC:2D:E0	:34:2C:1	A (MikroTik) - Win	Box (64bit) v6.48.4 on R	B951Ui-2Hnl	) (mipsbe	e)							-		×
Session Settings D	ashboar	ď													
Safe Mode	Mode Session: CC:2D:E0:34:2C:1A														
🖉 🂓 Quick Set	Interface List														
CAPsMAN	Interfa	ice Interface List E	Ethernet EoIP Tunnel IF	Tunnel GRI	E Tunnel	VLAN	VRRP	General Ether	met Loop	Protect O	verall Stats	Rx Stats		ОК	
Wireless	+-	- 🖌 🗶 🗂	Detect Internet				Find		Name:	Ether1-W	AN1-CNT			Cancel	
Bridge		Name /	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	-		Туре:	Ethernet				Apply	
≟≣ PPP	R	Ether1-WAN1	Ethernet	1500	1598	5 3			MTU:	1500				Disable	
The Switch	R	ether3	Ethernet	1500	1598	3	77.6		Actual MTU:	1500				Commont	
L. Mesh		ether5	Ethernet	1500	) 1598	3			L2 MTU:	1598				Comment	
	_	😝 wlan1	Wireless (Atheros AR9	1500	1600	)	(	N	lax L2 MTU:	2028				Torch	
Routing								MA	AC Address:	CC:2D:E0	:34:2C:18			Cable Test	t
System									ARP:	enabled		Ŧ		Blink	
🖉 🍨 Queues								A	RP Timeout			•			
🚡 💥 Tools 🛛 🔿														More	
🗧 💷 Windows 🗈	+ 6 items	(1 selected)					+							East, etc.	
🕰 More	- nema	(i selected)						enabled			running			IIIIK OK	

Figura 47. Se renombra el canal #1 acceso de fibra óptica CNT con

De igual manera se procede a renombrar el segundo puerto que es el ingreso de la antena LiteBean 5AC 2Gen con el nombre "Ether2-WAN2-MICROONDA"

Sadmin@CC:2D:E0:	admin@CC:2D:E0:34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)											-		×
Session Settings Da	ession Settings Dashboard													
⊙														
💓 Quick Set	Set Interface List													
CAPsMAN	Interface Interface List	Ethernet EoIP Tunnel If	P Tunnel GRE	Tunnel V	/LAN	VRRP	General Etherne	t Loop P	rotect Over	all Stats F	Rx Stats		ОК	
Interfaces	+ **	Detect Internet				Find		Name:	Ether2-WAN	2-MICROO	NDA		Cancel	_
Wireless	Name	∠ Type	Actual MTU	L2 MTU	Тх			Type:	Ethernet				Apply	
T PPP	R 🚸 Ether1-WAN1	Ethernet	1500	1598				MTU:	1500					
T Switch	R 🚸 ether3	Ethernet	1500	1598		101.4	Act	ual MTU:	1500				Disable	
°T <mark>°</mark> Mesh	<ul> <li>ether4</li> <li>ether5</li> </ul>	Ethernet	1500	1598				12 MTU:	1598				Comment	
🐺 IP 🛛 🗅	🙌 wlan1	Wireless (Atheros AR9	. 1500	1600			Mar	LO MTU	2029				Torch	
🗿 🕘 MPLS 🛛 🗅							wax	L2 WITU.	2020				Cable Tes	at
Routing							MAC	Address:	CC:2D:E0:34	:20:19			Dist	-
System								ARP:	enabled		₹		DIINK	
Queues							ARP	Timeout			-	Res	set MAC Add	dress
Tools	•					+						F	Reset Counte	ers
More	6 items (1 selected)						enabled		rur	nning	slave		link ok	

*Figura 48.* Se renombra el canal #2 de la antena *PowerBeam* con Ether2-WAN2-MICROONDA.

Se procede a activar la LAN inalámbrica ya que se va a configurar también este servicio ara los usuarios de las dos locaciones de Home Office.

-
-
_
-
0 bps
0 bps
).4 kbps
0 bps
0 bps
0 bps

Figura 49. Activación de la red LAN inalámbrica.

A continuación, se procede a designar a cada WAN la asignación de cliente DHCP a nuestro puerto

#01 Ether1-WAN1-CNT.

admin@CC:2D:E0:	834:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe	)			-		×
Session Settings Da	ashboard						
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1A						
🏏 Quick Set	Interface List		DHCP Client	New DHCP Client			
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel		DHCP Client DHCP Client Options	DHCP Advanced Status		OK	
Wireless	+ V X C V Detect Internet	ind	+ - V Release Renew Find	Interface: Ether1-WAN1-CNT	Ŧ	Canc	el
Bridge	Name         /         Type         Actual MTU         L2 MTU           R         Intervention         Ethernet         1500         159	Tx 🔻	Interface / Use P.,. Add D.,. IP Address Expires After Status	Ether1-WAN1-CNT Ether2-WAN2-MICROONDA		Appl	ly
PPP	R			ether3 ether4		Disat	sle
T, Mesh	ether4 Ethernet 1500 159     ether5 Ethernet 1500 159			Add Default Route: wlan1		Comm	ient
🐺 IP 🛛 🗠	winn 1 Wireless (Atheros AR9 1500 160					Сор	y
MPLS N						Remo	ve
Routing						Relea	ise
System						Don	
						Rene	
Windows	•	+					
More N	6 items (1 selected)		0 items	enabled Status: stopp	ed		

*Figura 50*. Asignación de cliente *DHCP* al puerto #01 Ether1-WAN1-CNT.

Después de colocar aplicar se puede visualizar que automáticamente se dispone de la IP 192.168.0.3/24

Sadmin@CC:2D:E0:	34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951L	Ji-2HnD (mipsbe)		- 🗆 ×							
Session Settings Da	ssion Settings Dashboard										
🖒 🕑 Safe Mode	afe Mode Session: CC2D:E0.342C:1A										
💓 Quick Set	Interface List DHCP Client										
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunne	el GRE Tunnel	DHCP Client DHCP Client Options								
Interfaces	+ The second secon	Find	+ - * * 🖾 🍸 Release Renew	Find							
Wireless	Name A Type Actua	IMTU L2MTU Tx 🔻	Interface / Use P Add D IP Address Expire	s After Status 🔻							
is bhage i= PPP	R	1500 1598	Ether1-WAN1-CNT yes yes 192.168.0.3/24	00:50:56 bound							
T Switch	R ether3 Ethernet	1500 1598	Ether2*WAN2*WIC yes yes 120.11.14.217/ 192.168.0.0	- 192.168.0.255							
°T <mark>°</mark> Mesh	ether4     Ethernet	1500 1598									
P P	wan1 Wireless (Atheros AR9	1500 1600									
👸 🕐 MPLS 🛛 🗈											
E Routing											
System											
🖁 ╇ Queues											
🚡 🔀 Tools 🛛 🗅											
🔁 💻 Windows 🛛 🗅		+									
More N	6 items (1 selected)		2 items (1 selected)								

Figura 51. Dirección IP asignada 192.168.0.3/24.

A continuación, se procede a designar a cada WAN la asignación de cliente DHCP a nuestro puerto

## # 02 Ether2-WAN2-MICROONDA.

admin@CC2DE0342C1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v648.4 on RB951UI-2HnD (mipsbe) -										
iession Settings Dashboard										
🔊 😋 Safe Mode	C Safe Mode Session CC2DE0342C1A									
💓 Quick Set	Interface List		DHCP Client		New DHCP Client					
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP T	funnel GRE Tunnel	DHCP Client DHCP Client Options		DHCP Advanced	Status	(	ж		
Interfaces	+ X C V Detect Internet	Find	+ - 🖉 🕾 🗂 🍸 Release Renew	Find	Interface:	Ether1-WAN1-CNT Ŧ	Ca	ncel		
Wireless	Name / Type A	Actual MTU L2 MTU Tx 🔻	Interface / Use P Add D IP Address E	xpires After Status 💌	E	Ether1-WAN1-CNT	Ar	vlac		
PPP	R   Ether1-WAN1Ethernet  Ether2-WAN2Ethernet	1500 1598 1500 1598				ether3				
The Switch	R ether3 Ethernet	1500 1598				ether5	Dis	apie		
"[, Mesh	ether4 Ethernet	1500 1598			Add Default Route:	wlan1	Con	iment		
	wian1 Wireless (Atheros AR9	1500 1600					C	ору		
Bouting							Rer	nove		
System							Rel	ease		
Queues	-						Re	new		
🛛 💢 Tools 🛛 🗅										
Windows N	♦ 6 items (1 selected)	•	0 items		opphied	Status stanned				
More D	6 items (1 selected)		0 items		enabled	Status: stopped				



Después de colocar aplicar se visualiza que automáticamente se coloca la IP 128.11.14.217/16



Figura 53. Dirección IP asignada 128.11.14.217/16.

Para este punto se obtiene la configuración básica de los dos proveedores de internet los cuales ingresan al *MikroTik* 

Una vez que se designa los clientes de *DHCP* nos dirigirnos a *IP/Router* y se procede a verificar que ya se dispone de las dos rutas para tener acceso a la salida de internet con sus respectivas puertas de enlace, donde se puede verificar con las iniciales D = Dinámica, A = Activa y S = Estática





Sadmin@CC:2D:E0:34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe) -		$\times$
Session Settings Dashboard		
Safe Mode         Session: CC2D:E0:342C:1A		
Vouick Set Interface List		
CAPSMAN Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE		
	Fin	d
Wireless Name / Type Actual MTU L2 MTU Tx Rx Tx Packet(p/s) Rx Packet(p/s)	FP Tx	•
R + Ether1-WAN1 Ethernet 1500 1598 0 bps 0 bps 0 bps 0	0	+
PPP R + Ether2 WAN2 Ethernet 1500 1598 0 bps 1032 bps 0	2	
Switch R 🚸 ether3 Ethernet 1500 1598 66.6 kbps 3.2 kbps 6	6	
• • Mesh + ether4 Ethernet 1500 1598 0 bps 0 bps 0	0	
ten berefs Ethernet 1500 1598 Obps Obps O	0	
Image:	0	+
MPLS N +		•
Routing   6 items		
System N Route List		
Queues Routes Nexthons Rules VRF		
Tiles		
	al al	₹
BADILIS Dst Address / Gateway Distance Routing Mark Pref. Source		•
DS 0.0.0/0 192.168.0.1 reachable Ether1-WAN1-CNT 1		
DAS 0.0.0/0 128.11.10.212 reachable Ether2-WAN2-MICROONDA 1		
Image: Second		
0 192.168.0.0/24 Ether1-WAN1-CNT reachable 0 192.168.0.3		
📓 💷 MetaROUTER		
🞽 💷 Windows 🗅		
l 4 items		

*Figura 55.* Lista de rutas de acceso al internet con su respectiva puerta de enlace.

Ahora se procede a realizar la unificación de los tres puertos restantes y el puerto de WIFI, para crear una red LAN, ya que en nuestro caso no se requiere de la configuración de VLAN ya que la infraestructura en las dos ubicaciones de HOME OFFICE no la requiere.

En la opción *bridge*, se procede a seleccionar agregar y en la ventana *New Interface* en *Name* se coloca la red asignada para el proyecto, "bridge1-LAN-LATITUD-0".

🎾 Quick Set	interface List	New Interface
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE	General STP VLAN Status Traffic OK
Wireless	Find Find	Name: bridge1-LAN-LATITUD-0  Cancel
Bridge	Name / Type Actual MTU L2 MTU Tx Rx Tx Packet(p/s) Rx Packet(p/s) F	Type: Bridge Apply
The second secon	R ⊕ Emeri vvAri CMV Enement 1500 1596 0 Dps 0 Dps 0 0 0 € R ⊕ Emeri vVAri CMORONDA Emement 1500 1596 0 Dps 79 kbps 0 4	MTU:
Switch	R ⊕ ether3 Ethernet 1500 1598 83.1 kbps 70. kbps 10 10 ⊕ ether4 Ethernet 1500 1598 0 bps 0 bps 0 0	Actual MTU:
to IP		L2 MTU:
🕐 MPLS 🗈 🗈		MAC Address:
Routing	6 tems	ARP: enabled
System      Cueues	Bridge Ports PortExtensions VI ANs INSTIS PortINST Overrides Filters NAT Hosts MDR	ARP Timeout
Files		Admin. MAC Address:
E Log	Name / Type L2 MTU Tx Rx Tx Packet(p/s) Rx Packet(p/s) FP Tx 💌	Ageing Time: 00.05.00
Tools		GMP Snooping
New Terminal		DHCP Snooping
O + Dot1X		
More	Otherms out of 6	enabled running slave
α.		

*Figura 56.* Asignación del nombre de la red *LAN*-LATITUD-0.

Al poner aplicar se nos crea una red-*LAN*-LATITUD-0 la cual se procede a agregar los puertos que se desea unificar para lo cual se procede a seleccionar en *Ports*.

💓 Quick Set	Interface List
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE
Interfaces	
Wireless	
C Bridge	Name / Type Actual MTU L2 MTU Tx Rx Tx Packet (p/s) Rx Packet (p/s)
≟ <sub>≡</sub> PPP	R         ΦP Ether]·WAN1-CN1         Ethermet         1500         1598         0 Dps         656 bps         0         1           R         ΦP Ether]·WAN1-CN1         Ethermet         1500         1598         0 bps         552 bps         0         1           R         ΦP Ether]·WAN1-CN1         Ethermet         1500         1598         0 bps         552 bps         0         1
T Switch	R 📥 bridge1-LAN-LATITUD-0 Bridge 1500 65535 0 bps 0 bps 0 0
"T" Mesh	R 🔶 ether3 Ethernet 1500 1598 84.2 kbps 5.1 kbps 8 8
255 ID	ether4 Ethernet 1500 1598 0 bps 0 0 0
<u>₩</u> [/]	
O MPLS	
📑 Routing	/ tems (1 selected)
💭 System 🛛 🗅	Bridge
🜩 Queues	Bridge Ports PortExtensions VLANs MSTIs PortMST Overrides Filters NAT Hosts MDB
Files	+
🗧 📃 Log	Name / Type 12 MTI Ty By Ty Packet (b/s) By Packet (b/s) FP Ty
📲 RADIUS	R & bridge1-LAN-LATITUD Bridge 65535 0 bps 0 bps 0 0 0 0
🖹 💢 Tools 🛛 🔪	
🖉 🖾 New Terminal	
🗄 🚸 Dot1X	
🖬 💷 Windows 🛛 🗅	
More 🗅	1 item out of 7 (1 selected)

*Figura 57.* Se crea virtualmente nuestra red *LAN*-LATITUD-0.

En la siguiente ventana se agrega todos los puertos restantes que se dispone en el *MikroTik* para designar a la red *LAN-LATITUD-0* que se creó anteriormente y poder unificar los puertos de manera física.

admin@CC:2D:E0	:34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit)	v6.48.4 on RB9510	Ui-2HnD (mipsbe)							-		$\times$
Session Settings Di	ashboard											
Safe Mode	Session: CC-2D-E0:34-2C:1A											
🏏 Quick Set	enterface List											X
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet Ed	IP Tunnel IP Tunn	el GRE Tunnel VLAN	VRRP B	Bonding LTE			General STP	VLAN Status		ОК	7
Interfaces		tect Internet						Interdence	Ethers WAND ONT		0.1	-1
Wireless	Name	Turne	Asheal MTLL 12	MTH Ty	D.	Tx Dasket (p/s)	Dr Dasket (p/s)	menace	Ether1-WAN1-CNT	•	Cancel	-
Bridge	R R Ether1-WAN1-CNT	Ethernet	Actual MTO L2	1598	0 bos	0 bos	0 0 +	Bridge	Ether2-WAN2-MICROON	IDA .	Apply	
The second secon	R + Ether2-WAN2-MICROONDA	Ethernet	1500	1598	0 bps	4.4 kbps	0 3	Horizon	all dynamic co	contains all interfaces	Disable	
T Switch	R Bridge1-LAN-LATITUD-0	Bridge	1500	65535	0 bps	0 bps	0 0		ether3	nie in synthesis in the second	Distore	-1
"L. Mesh	R 🤫 ether3	Ethernet	1500	1598	0 bos	0.4 KDps	0 0	Learn	ether4 ether5		Comment	
의 의 및	🚸 ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0 •		none	contains no interfaces	Сору	
J MPLS	•						•		static w/ac/	contains static interfaces	Remove	
34 Routing	7 items (1 selected)								<ul> <li>Broadcast Flood</li> </ul>			-1
💭 System	Bridge								Tousted			
🗣 Queues	Bridge Ports Port Extensions VLA	Ns MSTIs Port N	AST Overrides Filters	NAT Host	s MDB							
Files	+						Find		<ul> <li>Hardware Offload</li> </ul>			
📃 Log	# Interface Bridge	Horiz	on Trusted Priority (h.	Path Cost	Role Root Path							
RADIUS								Multicast Router	Temporary Query	*		
🕺 Tools 🗈 🗈									FastLeave			
Market New Terminal												
🚸 Dot1X												
MetaROUTER												
Partition												
Make Supoutrif												
New WinBox												
B 🔣 Exit	0.000							and the state of t				-
🛎 💻 Windows 📄	Unems							enabled	inactive	Hw. Officad	2	

Figura 58. Asignación de puertos a la red LAN-LATITUD-0.

Se Replica el proceso para los puertos *ether3, ether4* y *ether5* de esta manera se agregó los puertos del *MikroTik* a la red que se procedió a crear *LAN-LATITUD-0*.

💉 Quick Set	erface List	Bridge Port <ether5></ether5>	
CAPsMAN	terface list Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE	General STP VLAN Status	ок
Wireless	Find	Interface: ether5	Cancel
Bridge	Name         /         Type         Actual MTU         L2 MTU         Tx         Rx         Tx Packet(p/s)         Rx Packet(p/s)         Fx Packet(p/	Bridge: bridge1-LAN-LATITUD-0	Apply
The second secon		Horizon:	Disable
Switch	▲ bridge1-LAN-LATITUD-0         Bridge         1500         1598         0 bps         5.3 kbps         0         9           S	Learn: auto	Comment
🕮 IP 🛛 🗠	⊕ ether4         Ethernet         1500         1598         0 bps         0 bps         0         0           ⊕ ether5         Ethernet         1500         1598         0 bps         0 bps         0         0         4	Unknown Unicast Flood	Сору
MPLS N		<ul> <li>Unknown Multicast Flood</li> </ul>	Remove
System	don 🗌	Broadcast Flood	
P Queues	nidge Ports PortExtensions VLANs MSTIs PortMST Overrides Filters NAT Hosts MDB	Trusted	
Files	• = 🖉 🕄 🗗 🍸 Find	<ul> <li>Hardware Official</li> </ul>	
AP RADIUS	Interface         Bridge         Horizon         Trusted         Priority (h         Path Cost         Role         Root Path         •           0 H         # ether3         bridge1-LAN-LATL         no         80         10 designated port         •         <	Multicast Router: Temporary Query	
🔀 Tools 🛛 🗈	1 IH A ether/ bridge1-LAN-LATL no 80 10 disabled port	FastLeave	
New Terminal	2 m evero Dinger Der Drit. no do to disaded por		
MetaROUTER			
Partition			
Make Supoutrif			
Exit			
<u>ک</u>	terns	enabled inactive Hw. Offload	

Figura 59. Agrupación de los puertos ether3, ether4 y ether5 a la red LAN-LATITUD-0.

🖬 ന o														
Archivo Inicio Ir	nsertar	Diseño Formato	Referencias Correspo	ndencia R	evisar	Vista 🛛 👷 ¿Qué desea hi								A
Pegar Cortar Pegar Copiar Session Settings Da	C N 34:2C:1/	alibri (Cuerp = 11 = A , K S = abc x = x <sup>2</sup> A A (MikroTik) - WinBox (64bir	A Aa + A + = = + → → A + = = t) v6.48.4 on RB951Ui-2H	nD (mipsbe)	• ■   \$↓   \$) - P	T AaBbCcDd AaBb	oCcDd AaBbCcD rafo 1 Sin espa	d AaBbCcDc	1.1. AaBb Título 2	AaBbCcDc Título 3	AaBbCcDd	AaBbCcD A Título Subtítulo É	AaBbCcDd	Buscar • Reemplazar
Safe Mode	Sessi	on: CC2D:E0:34:2C:1A												
Ouick Set	Interface	a Liet									New Bridge Part			
CAPsMAN	late de			DE T		0 0 1 1 1 1 7 5					Consel orp	10.411 00.4		
Interfaces	mena	interface List Ethernet t	ColP Tunnel IP Tunnel G	RE LUNNEL VL	AN VHH	P Bonding LTE					General STP	VLAN Status		ОК
Wireless	+-	* = 7 [	Detect Internet								Interface	WLAN-INALAMBRICA	Ŧ	Cancel
Bridge		Name	/ Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx Rx		Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p	/s) F ▼	Bridge	bridge1-LAN-LATITUD-0	Ŧ	Apply
The period	R	Ether1-WAN1-CN1 Ether2-WAN2-MICROOND	Ethernet	1500	1598	0 bps	3.0 KDps 9.0 kbps		0	1				
T Switch	S	WLAN-INALAMBRICA	Wireless (Atheros AR9.	. 1500	1600	0 bps	0 bps		0	0	Horizon			Disable
*T* Mesh	R	bridge1-LAN-LATITUD-0	Bridge	1500	1598	0 bps	4.8 kbps		0	8	Learn	auto	Ŧ	Comment
D P N	RS	ether3	Ethernet	1500	1598	73.7 kbps	4.6 kbps		7	7		<ul> <li>Unknown Unicast Flood</li> </ul>		Сору
MPLS N	S	🚸 ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps		0	0		✓ Unknown Multicast Flood		
Routing												C Decederat Deced		Remove
System	•									+		Broadcast Flood		
Queues	7 items	(1 selected)										Trusted		
Files	Bridge										Multicast Router	Temporany Query	x	
Log	Bridge	Ports Port Extensions VI	ANIs MSTIS Port MST 0	vorridos Filtor	NAT	Hosts MDB					mancastroom	Temporary doery	•	
4 RADIUS	- loge		Tormoro									⊨astLeave		
🗙 Tools	+ -													
New Terminal		Interface	Bridge	Horizon Tru	sted Prior	nity (h Path Cost Role	Root Par	h		-				
	0 H	ethers	bridge1-LAN-LATITUD-0	no		80 10 designat	ed port							
	211	a ether5	bridge1-LAN-LATITUD-0	10		80 10 disabled	port							
	31	a WLAN-INALAMBRICA	bridge1-LAN-LATITUD-0	no		80 10 disabled	port							
Partition														
o make Supout nf														
B New WinBox														
2 Exit											enabled		Hw. Office	id

Figura 60. Agrupación de los puertos ether3-4-5 y red Inalámbrica, a la red LAN-LATITUD-0.

En este paso se procede con la asignación de la asignación de la red a nuestra red local, la misma que tiene que ser completamente diferente a las proporcionadas por los dos proveedores que actualmente se dispone.

En IP/Addresses se selecciona el símbolo de "+" y se asigna la Address 192.168.3.1/26

🔘 admin@CC:2D:E0:34-2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6:48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)												
Session Settings Das	iession Settings Dashboard											
Sefe Mode Session [CC2DE0342C1B]												
💓 Quick Set 👔	nterface List	New Address	Address List									
CAPsMAN	Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel	Address: 192.168.1.1/24	ок 🕇 🗕 🖌 🖾 🍸	Find								
Wireless	+ + Find	Network: 192.168.1.0	Cancel Address / Network	Interface 💌								
Bridge	Name 🛆 Type Actual MTU L2 MTU Tx 🔻	Interface: Ether1-WAN1-CNT	Apply D + 128.11.14.217/16 128.11.0.0 D + 192.168.0.3/24 192.168.0.0	Ether2-WAN2-M Ether1-WAN1-C								
🚋 РРР	R		- 192.168.1.1/24 192.168.1.0	bridge1-LAN-LA								
ğ∰P Þ	S 🙀 WLAN-INALA Wireless (Atheros AR9 1500 1600		Disable									
🖸 🕐 MPLS 🛛 🖻	R  bridge1-LAN-L Bridge 1500 1598 C  th other? Ethomet 1500 1598		Comment									
🔰 茸 Routing 🛛 🗅	RS + ether4 Ethernet 1500 1598		Сору									
🛛 🖾 System 🗈 🖇	S 🚸 ether5 Ethernet 1500 1598		Bamaya									
🚡 💢 Tools 🛛 🗅	•											
🗧 💷 Windows 🛛 🗅	7 items (1 selected)	enabled	3 items (1 selected)									
More 🗅		2-										

*Figura 61.* Asignación de la red *LAN* con la siguiente *Address* 192.168.1.1/24.

A continuación, se procede asignar el *DHCP* Server a nuestra red *LAN* creada, para lo cual se dirige a *IP/DHCP SERVER* y se selecciona *DHCP Setup* en la cual se procede a seleccionar la red la cual se creó LAN-LATITUD-0.



Figura 62. Se asigna DHCP Server Interface.

La dirección que se tiene asignada es 192.168.1.0/24

admin@CC:2D:E0	34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)		×
Session Settings D	shboard		
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1A		
💓 Quick Set		DHCP Server	
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel .	DHCP Networks Leases Options Option Sets Vendor Classes Ale	da la
Interfaces	+ V S C Y Detect Internet	+ - C S T DHCP Config DHCP Setup	Find
Bridge	Name         /         Type         Actual           R         ♦ Etherl-WAN1-CNT         Ethernet         Ethernet           R         ♦ Ether2-WAN2-MICROONDA         Ethernet         Statistical           S         ♦ WLAN-NALAMBRICA         Weeless (Atheros AR9300)         Between JAM14 TIT ID/0         Review	Name / Interface Relay Lease Time	Address Pool Add AR 🔻
Mesh P P P MPLS P	S     Image: Sector 1100 of Sector 11000	0	
System P Queues	♦ 7 items	Oitems	
Files	DHCP Setup		
o Log	Select network for DHCP addresses		
Tools	DHCP Address Space: 192.168.1.0/24		
New Terminal	Back Next Cancel		
O tot1X			
📲 💷 Windows 🗈			
More D			

Figura 63. Dirección IP asignada 192.168.1.0/24.

Después se obtiene la puerta de enlace asignada a nuestra red la cual es 192.168.1.1

(	admin@CC:2D:F0	:34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (minshe)		- 1	7	×
S	ession Settings Da	ashboard				
-	Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1A				
	2 Quick Set					
	CAPSMAN	Interface Interface List Ethemet Fold Tunnel IP Tunnel OPE Tunnel DHCP Notice	ka Lassas Ontions Ontion Sata Mander Classes Alarta			
	Interfaces		Cases Options Option Sets Vendor Classes Alens			
	Wireless		X Y DHCP Contig DHCP Setup	Find		
	Bridge	Name / Type Actual MTU V Name	△ Interface Relay Lease Time Address Pool Add AR	•		
	T PPP	R W Ether?-WANT-CNT Ethernet 1500				
	T Switch	S 🙀 WLAN-INALAMBRICA Wireless (Atheros AR9300) 1500				
	"], Mesh	R Abridge 1-LAN-LATITUD-0 Bridge 1500				
	😇 IP 📃 🗋	RS the ether is in the ether i				
	MPLS N	S deterio				
	Routing					
	System	+ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
	Queues	7 items 0 items				
	Files	DHCP Setup				
×	🗒 Log	Select gateway for given network				
Ba	RADIUS	Cotoway for DHCB Notwork: 102 162 11				
Vin	🔀 Tools 🛛 🔿	Galeway to Differ INetwork				
s S	New Terminal	Back Next Cancel				
5	🚸 Dot1X					
te	💻 Windows 🛛 🗅					
ő	More D					



Luego se tiene el rango de direcciones que se va a manejar en este caso desde la dirección *IP* 192.168.1.2 hasta la dirección *IP* 192.168.1.254.

Sadmin@CC:2D:E0	34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mips	be)							-	L X
Session Settings D	shboard									
🍤 🕑 🛛 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1A									
🖉 💓 Quick Set	Interface List		DHCP Se	rver						
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunne	I	DHCP	Networks Leases Options	Ontion Sets V	/endor Classes	Alerts			
Interfaces	📥 🗸 🖂 🖉 Detect Internet	Find				tup			Find	
Wireless	Nama / Tuna Aat				Delew	up	Address Deel		rind	
Bridge	R theri-WANI-CNT Ethernet	1500	Name	e 🛛 🖄 interrace	Relay	Lease Time	Address Pool	Add AR	•	
E PPP	R	1500								
Switch	S WLAN-INALAMBRICA Wireless (Atheros AR9300)	1500								
C Mesh	RS 🚸 ether3 Ethernet	1500								
P P	S 🚸 ether4 Ethernet	1500								
O MPLS	S 🔅 ether5 Ethernet	1500								
JI Routing	•	+								
System	7 items		0 items							
Tiles										
Files	DHCP Setup									
	Select poor of ip addresses given out by DHCP server									
Tools	Addresses to Give Out 192.168.1.2-192.168.1.254									
New Terminal	Back Next Cancel									
O tot1X										
🗐 💻 Windows										
More										
ш.										

Figura 65. Rango de direcciones IP 192.168.1.2 hasta la IP192.168.1.254.

Tiempo de validación de disponibilidad de la IP para sí otro usuario ya no está utilizando se refresque y se libere para que otro usuario pueda usar la misma IP, más va enfocado para cuando se tiene una red de invitados y se refresque máximo de 5 a 10 minutos y se pueda verificar la disponibilidad de las *IP*.

Sadmin@CC:2D:E0	34:2C:1A (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)		-		×
Session Settings D	Session: CC:2D:ED:34:2C:1A				
Quick Set	Interface List	DHCP Server		ব	_
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel	DHCP Networks Leases Options Option Sets Vendor Classes Alerts		-	
Interfaces	+ ⊘ ☆ @ ▼ DetectInternet Find		Find	1	
Wireless	Name / Type Actual MTU	Name / Interface Relay Lease Time Address Pool Add AR			
Dridge	R & Ether1-WAN1-CNT Ethernet 1500				
Switch	R   Ether2-WAN2-MICROONDA Ethernet 1500 S  WI AN-INAL AMBRICA Wireless (Atheros AR9300) 1500				
T. Mesh	R Abridge1-LAN-LATITUD-0 Bridge 1500				
P P	RS de ether3 Ethernet 1500 S de ether4 Ethernet 1500				
🕑 MPLS 📄	S tethers Ethernet 1500				
📑 Routing 🗈					
🛱 System 🗅	* *	l itome			
🗣 Queues	/ tema				
Files	DHCP Setup				
Log	Select lease time				
Tasla	Lease Time: 00:10:00				
New Terminal					
Dot1X					
MetaROUTER					
🥵 Partition					
📔 Make Supout.rif					
New WinBox					
🛃 Exit					
Windows					
Niv					
S	Back Next Cancel				
ero					
out					
Ř					

Figura 66. Tiempo de espera para recuperar las direcciones IP.

Aquí se puede validar que se ha creado exitosamente la configuración de DHCP Server, ya que nos da en la opción *Leases* se procede a observar nuestro equipo conectado a la red con la siguiente dirección *IP* 192.168.1.210

Sadmin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on	RB951Ui-2HnD (mipsbe	)	—	
Session Settings Da	shboard				
🆒 🕑 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B				
🏏 💓 Quick Set	Interface List				□×
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel	IP Tunnel GRE Tunnel	VLAN VRRP Bonding LTE		
Interfaces	+ + X C T Detect Internet	]	5		Find
vvireiess	Name / Type	Actual MTU L2 MTU	Tx Bx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (r 🔻
Bridge	R 🚸 Ether1-WAN1 Ethernet	1500 1598	3.3 kbps	656 bps	5
The second secon	R 🚸 Ether2-WAN2 Ethernet	1500 1598	0 bps	1536 bps	0
The Switch	S 🙀 WLAN-INALA Wireless (Atheros AR9	1500 1600	0 bps	0 bps	0
°T <sup>°</sup> Mesh	R 🚜 bridge1-LAN-L Bridge	1500 1598	0 bps	8.0 kbps	0
85 IP N	S 🚸 ether3 Ethernet	1500 1598	0 bps	0 bps	0
	RS 🐶 ether4 Ethernet	1500 1598	/3.6 kbps	7.9 kbps	8
O MPLS	S ethers Ethernet	1500 1598	0 bps	U DPS	0
📑 Routing 🛛 🗅	•				•
🔯 System 🗈	7 items (1 selected)				
🙅 Queues	DHCP Server				
🗙 🚞 Files	DHCB Notworks 183585 Options Option So	to Vander Classon Alar			
🔏 🗒 Log	Drice Networks Eccases Options Option Se	is venuul classes Alen	5		
E 🗧 RADIUS	+ - 🖉 🖾 🍸 Check Status				Find
📄 📈 Tools 🛛 🔿	Address 🗠 MAC Address Client II	D Server	Active Address Active MAC Add	Ire Active Host Expires After	Status 💌
🏹 🖾 New Terminal	D 192.168.1.210 04:D4:C4:6E:63:26 1:4:d4:0	:4:6e:63:26 dhcp1	192.168.1.210 04:D4:C4:6E:63:	26 DESKTOP 00:08	57 bound
🙎 💻 Windows 🛛 🗅	•				•
More 🗅	1 item				

*Figura 67*. Validación de la configuración de *DHCP Server*.

#### Enmascaramiento

En este punto para poder tener acceso al internet se tiene que configurar la opción NAT la cual nos permite en el MikroTik hacer un enmascaramiento de las direcciones, IP se puede denominar como un mecanismo para cambiar los paquetes entre dos redes las cuales se tienen que asignar direcciones mutuamente incompatibles, en resumen, se puede decir que es convertir en tiempo real todas las direcciones que son utilizadas en cada uno de los paquetes que se transportan.

Sadmin@CC:2D:E0	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6:48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)		- 🗆 ×
Session Settings Da	shboard		
🔊 🕑 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B		
💓 Quick Set	Interface List	New NAT Rule	
CAPsMAN	Interface list Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE	General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Interfaces		Chain: errent	0
Wireless			Cancel
Bridge	Name / Type Actuality L2MT0 12K rok 12Pocket(p)s) Pockacket(p)s) Pockacket(p) ▼ 8 40 Fther1-WAN1 Fthemet 1500 1508 1200 hos 0 hos 2	Src. Address:	Apply
The second secon	R	Dst. Address: 🔹	Disable
The Switch	S 🙀 WLAN-INALA Wireless (Atheros AR9 1500 1600 0 bps 0 bps 0		
°∏, Mesh	R & bridge1-LAN-L Bridge 1500 1598 0 bps 54 kbps 0	Protocol:	Comment
P N	S we when 5 cm where 1500 1596 0 00ps 0 00ps 0 00ps 0 00ps 11	Src. Port	Сору
MPLS N	S 🔶 ether5 Ethernet 1500 1598 0 bps 0 bps 0	Dst. Port 🗸 🗸	Pomovo
C Routing	•	Any Port	rteinove
System	7 items (1 selected)	Any, For	Reset Counters
Queues		In. Interface:	Reset All Counters
Files	The Data NAT Must Day Option Data Option Address (http://www.20utrette	Out. Interface: Ether1-WAN1-CNT F 🔺	
Log	Piller Rules 1941 Mangle Raw Service Ports Connections Address Lists Layer / Protocols		
RADIUS	+ - V X G Y Reset Counters Reset All Counters Find all Y	In. Interface List	
X Tools	# Action Chain Src. Address Dst Address Proto Src. Port Dst Port In. Interf Out Inte Out Interf Out In	Out. Interface List	
New Terminal		Deskei Mada	
🖂 🚸 Dot1X		Packet Mark.	
MetaROUTER		Connection Mark:	
E Partition		Routing Mark: 🗸	
Make Support rif		Routing Table:	
New WinBox			
Evit	•	•	
B Windown	Otheres	enabled	
CC mildows	u 199		

*Figura 68.* Configuración de *NAT* para acceso al internet.

Sadmin@CC:2D:E0	:34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (6	64bit) v6.48.4 on RB9	951Ui-2HnD (i	mipsbe)						-	- 0	×
Session Settings D	ashboard											
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B											
💓 Quick Set	Interface List								New NAT Rule		[	
CAPsMAN	Interface Interface List Ethern	et EoIP Tunnel IP T	Tunnel GRE T	runnel VLA	N VRRP Bonding	LTE			General Advanced Extra Action Statistics		ОК	
Interfaces	+ 7	Detect Internet						Find	Action: accept	Ŧ	Cancel	
Wireless	Name / Type	e A	Actual MTU	2MTU Tx	F	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p 💌	accept	1.5.11	Annhu	-1
2 ppp	R	ernet	1500	1598	1896 bps	0 bps		3	add dst to address list add src to address list		Арріу	=
T Switch	R @ Ether2-WAN2 Ethe S # WLAN-INALA Wire	ernet eless (Atheros AR9	1500	1598	0 bps 0 bps	0 bps		0	Log Prefix dst-nat		Disable	
* Mesh	R 🚨 bridge1-LAN-L Bridge	lge	1500	1598	0 bps	8.7 kbps		0	log		Comment	
B⊈ IP   N	S ether3 Ethe RS ether4 Ethe	ernet	1500	1598	0 bps 93.8 kbps	0 bps 8.1 kbps		10	netmap		Сору	
MPLS N	S 🚸 ether5 Ethe	ernet	1500	1598	0 bps	0 bps		0	passthrough		Remove	
CROUTING N	• 71							•	return		Report Country	
System N	7 items (1 selected)								same src-nat		Resercounter	
👳 Queues	Firewall										Reset All Count	Jers
i log	Filter Rules NAT Mangle R	taw Service Ports C	Connections A	Address Lists	Layer7 Protocols							
AP RADIUS	+ - 🖉 🕾 🗗 🍸	© Reset Counters	C Reset All (	Counters			Find	all ∓				
🗙 Tools 🛛 🔿	# Action Chain	Src. Address Dst Ad	ddress Proto	Src. Port	Dst. Port In. Interf.	Out Inte In. Interf	Out. Inte Src. Ad	Dst.Ad Byte 🕶				
New Terminal												
🗙 🚸 Dot1X												
MetaROUTER												
Partition												
Make Supoutrif												
Evit	•											
							_	•	C			

Luego en la opción Action se selecciona la opción masquerade para poder tener acceso al internet

Figura 69. Se realiza el masquerade para el acceso al internet del ISP1.

Para lo cual se puede observar que ya se encuentra creado y se puede navegar y tener acceso al internet.

Interfac								
Interfa	ce Interface List E	thernet EoIP Tunnel IF	Tunnel GRE	Tunnel	VLAN VRRP Bondir	g LTE		
+-	- \star 🗶 🗂	Detect Internet						Find
	Name 🛆	Туре	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p
R	Ether1-WAN1	Ethernet	1500	1598	632 br	s 568 bps	1	
R	Ether2-WAN2	Ethernet	1500	1598	0 bp	s 8.9 kbps	0	
S	😝 Wlan-Inala	Wireless (Atheros AR9	1500	1600	0 br	s 0 bps	0	
R	🖀 bridge1-LAN-L	Bridge	1500	1598	0 bp	s 4.4 kbps	0	
S	🚸 ether3	Ethernet	1500	1598	0 bp	s Obps	0	
RS	🚸 ether4	Ethernet	1500	1598	95.1 kbp	s 6.8 kbps	12	
S	🚸 ether5	Ethernet	1500	1598	0 bp	s Obps	0	

Figura 70. Validación de NAT para acceso a internet del ISP1.

											<i></i>	_			
admin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - Win	Box (64bit) v6.48.4 on R	8951Ui-2HnD (	mipsbe)									-		$\times$
Session Settings Da	ashboard														
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:20	:1B													
🏏 Quick Set	Interface List									New NAT Rule					
CAPSMAN	Interface List	Ethernet EolP Tunnel I	P Tunnel GRE 1	funnel VLA	N VRRP Bonding	LTE				General Advance	ed Extra Action Statistics	1		OK	
Miroloss	+	Detect Internet							Find	Chain:	srcnat			Cancel	
Bridge	Name	Туре	Actual MTU L	2 MTU Tx		Rx	Tx Pack	ket (p/s)	Rx Packet (p 🔻	Src. Address:		•		Apply	_
PPP	R Sther1-WAN1 R Ether2-WAN2	Ethernet Ethernet	1500	1598	632 bps 0 bps		568 bps 10.1 kbps		0	Dst. Address:		•		Dirable	
Switch	S WLAN-INALA R & bridge1-LAN-L	Wireless (Atheros AR9. Bridge	1500 1500	1600 1598	0 bps 536 bps		0 bps 8.2 kbps		0	Protocol		-		Commer	nt
P P	S 🚸 ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps 92 2 kbps		0 bps		0	Src. Port		-		Сору	
MPLS N	S 🚸 ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps		0 bps		0	Dst. Port		*		Remove	
Castern N	♦ 7 items (1 selected)								•	Any. Port		*	1	Reset Cour	nters
Queues	Freval									In Interface:		•	R	eset All Cor	unters
Files	Filter Rules NAT Man	ale Raw Service Ports	Connections A	Address List	a Layer7 Protocols					Out. Interface:	Ether1-WAN1-CNT	<b>Ŧ ▲</b>			
Log	+ - < :: 8	TO Reset Counters	C Reset All	Counters				Find	al Ŧ	In. Interface List	Ether2-WAN2-MICROON	DA			
Tools	# Action	Chain Src. Add	ress Dst Addre	ss Proto	Src. Port Dst. Port	In, Interf.	Out. Interface		In. Interf Out. 🔻	Out. Interface List	all ethernet				
New Terminal	0 1 masquerade	srcnat					Ether1-WAN1-CNT			Packet Mark:	all vian	-			
+ Dot1X										Connection Mark	bridge1-LAN-LATITUD-0				
MetaROUTER										Routing Mark:	ether3 ether4				
Make Supoutrif										Routing Table:	ether5				
🔾 🔕 New WinBox															
Exit	•								•			•	1		
🛛 🔲 Windows 🗈	1 nem									enabled			_		

Para nuestro caso se repite los mismos pasos para la opción #02 de la antena PowerBeam 5AC

Figura 71. Configuración del ISP2 proveedor de internet.

admin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - Win	Box (64bit) v6.48.4 on R	8951Ui-2HnD	(mipsbe)									- 🗆 X
Session Settings Da	shboard												
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C	18											
🎾 Quick Set										New NAT Rule			
CAPSMAN	Interface Interface List	Ethernet EolP Tunnel II	P Tunnel GRE	Tunnel VL	AN VRRP Bond	ing LTE				General Adv	anced Extra Action Statistics		ОК
Wireless	+ = -	Detect Internet							Find	Action	accept	Ŧ	Cancel
1 Bridge	Name	Туре	Actual MTU	L2 MTU T	x	Rx	Tx	Packet(p/s)	Rx Packet (p 🔻		accept add detto addrass list		Apply
= PPP	R	Ethernet	1500	1598	1896	bps	1704 bps		3		add src to address list		
T Switch	S WLAN-INALA	Wireless (Atheros AR9.	1500	1600	0	bps	0 bps		0	Log Prefix	dst-nat		Disable
• Mesh	R 👗 bridge1-LAN-L.	Bridge	1500	1598	1608	bps	6.2 kbps		3		log		Comment
at p	S 🚸 ether3	Ethernet	1500	1598	0	bps	0 bps		0	I	masquerade		Conv
	RS 19 ethers	Ethernet	1500	1598	95.0 K	bps hos	0.1 KDps		0		passthrough		
T Routing	•								•	I	redirect		Remove
System N	7 items (1 selected)									I	same		Reset Counters
Queues	Finant									1	src-nat		Reset All Counters
Files	THE REAL MATER												
E Log	Filter Rules NAT Mang	le Raw Service Ports	Connections	Address Lis	ts Layer/Protoco	ls							
P RADIUS	+ - 🗸 🙁 🖽	10 Reset Counters	Reset All	Counters				Find	all ∓				
Tools	# Action	Chain Src. Add	ress Dst. Addr	ss Proto	Src. Port Dst.	Port In. In	terf Out. Interface		In. Interf Out. 🔻				
IN New Terminal	0 i masquerade	srcnat					Ether1-WAN1-0	NT					
Dot1X													
Mata DOLITER													
Partition													
Make Support of													
New WieBox													
	•												
EN CAL	1.0								•				



Sadmin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RE	3951Ui-2HnD (mipsbe)		– 🗆 X
Session Settings Da	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B			
🂓 Quick Set	Interface List			
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP	Tunnel GRE Tunnel VLAN VRR	P Bonding LTE	
Mirologo	+ < × □ 7 Detect Internet			Find
+ Wileless	Name 🛆 Type	Actual MTU L2 MTU Tx	Rx	Tx Packet (p/s) Rx Packet (p 🔻
	R 🏘 Ether1-WAN1 Ethernet	1500 1598	632 bps 9.6 kbps	1
	R 🚸 Ether2-WAN2 Ethernet	1500 1598	0 bps 4.9 kbps	0
Switch	S WLAN-INALA Wireless (Atheros AR9	1500 1600	0 bps 0 bps	0
°T <mark>°</mark> Mesh	R abridge I-LAN-L Bridge	1500 1598	536 bps 6.3 kbps	1
P N	DS de ether4 Ethernet	1500 1596	94.6 kbps 6.8 kbps	11
MPLS N	S ether5 Ethernet	1500 1598	0 bps 0 bps	0
T Pouting	<ul> <li>Image: A set of the set of the</li></ul>			+
	7 items (1 selected)			
System I				
🗣 Queues	Firewall			
Files	Filter Rules NAT Mangle Raw Service Ports	Connections Address Lists Layer	Protocols	
	🕂 🗕 💉 🗶 🗂 🍸 🥨 Reset Counters	Reset All Counters		Find all <b>T</b>
Tools	# Action Chain Src. Addr	ess Dst. Address Proto Src. Port	Dst. Port In. Interf Out. Interfac	e In. Interf Out. 🔻
	0 il masquerade srcnat		Ether1-WAN	11-CNT
Q Rew Terminal	1 👔 masquerade srcnat		Ether2-WAN	12-MICROONDA
🧕 💻 Windows 🛛 🗋	+			+
B More	2 items (1 selected)			
Ω.				

Figura 73. Validación de NAT para acceso a internet del ISP2.

# Configuración de la red inalámbrica

Sadmin@CC:2D:E0	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit)	v6.48.4 on RB951Ui-2H	nD (mipsbe)							- 🗆 X
Session Settings Di	ashboard									
🍤 😋 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B									
🚀 Quick Set	Interface List						Interface <wlan-inal< td=""><td>AMBRICA&gt;</td><td></td><td></td></wlan-inal<>	AMBRICA>		
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet Ed	olP Tunnel IP Tunnel G	RE Tunnel VLAN	VRRP Bon	ding LTE		General Wireless	HT HTMCS WDS Nstrei	me NV2 Status	OK
Interfaces	+ <b>* * </b>	etect Internet				Find	Mode	ao bridae	Ī	Crearl
Wireless	Name	/ Type	Actual MTU L2	MTU Tx	Rx		mode.	ap bridge	· · ·	Cancel
t ppp	R 🔶 Ether1-WAN1-CNT	Ethernet	1500	1598	512 bps	0 bps	band:	ZGHZ-B/G/N	*	Apply
PPP	R	Ethernet	1500	1598	0 bps	12.9 kbps	Channel Width:	20MHz	Ŧ	Disable
T <sup>e</sup> Mosh	R & bridge1-LAN-LATITUD-0	Bridge	1500	1598	0 bps	7.7 kbps	Frequency:	auto	∓ MHz	Commant
ass in N	S 🚸 ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	SSID:	Latitud 0 HomeOffice1	<b>A</b>	
MPIS N	RS @ ether4 S @ ether5	Ethernet	1500	1598	99.1 kbps 0 bps	8.7 kbps 0 bps	Security Profile:	default	Ŧ	Advanced Mode
Routing	•				0 0 0 0	+	WPS Mode:	push button	Ŧ	Torch
System	7 items (1 selected)						Eroguongy Modo:	rogulatonedomain		WPS Accept
Queues							riequency mode.	regulatory domain		WPS Client
Files							Country:	ecuador	•	WP3 Client
🗒 Log							Installation:	indoor	Ŧ	Setup Repeater
RADIUS							Default AP Tx Limit		▼ bps	Scan
💢 Tools 🛛 🗈							Default Client Tx Limit		The bas	Freq Usage
🕅 New Terminal									• opa	All
Dot1X								<ul> <li>Default Authenticate</li> </ul>		Align
MetaROUTER								<ul> <li>Default Forward</li> </ul>		Sniff
Partition								Hide SSID		Snooper
Make Supout.rif										Report Configuration
S New WinBox										Reserconinguration
Exit										
Windows										
VVIIIdows										
×										
nBc										
i N										
S										
ler (										
out							enabled		slave searchi	ing for
Ϋ́										

Figura 74. Configuración del acceso inalámbrico para la red local.

Este momento la red inalámbrica se encuentra funcional, pero sin las respectivas seguridades para lo cual se procede a implementar e ingresar a la opción *Wireless*.

admin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)	-		×
Session Settings Da	shboard			
Safe Mode	Session: CC2D:E0:34:2C:1B			
🖉 💓 Quick Set	Interface List			
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE			
Interfaces				
Wireless				
Bridge	Name / Type Actual MTU L2 MTU			
ia PPP	R			
The Switch	S 🙀 WLAN-INALAMBRICA Wireless (Atheros AR9 1500 1600 0 bps 0 bps			
"L" Mesh	R Bridge1-LAN-LATITUD-0 Bridge 1500 1598 1600 bps 5.8 kbps			
P N	S			
MPLS N	S deterior Ethernet 1500 1558 Obps Obps			
C Routing				
System	7 items (1 selected)			
🗣 Queues	Wireless Tahles			
Files				
Log	Wirrinnerraces W60G Station Nstreme Dual Access List Registration Connect List Security Profiles Channels Interworking Profiles		_	
AP RADIUS	+ - 🖉 🖄 🖾 🖓 CAP WPS Client Setup Repeater Scanner Freq. Usage Alignment Wireless Sniffer Wir	eless Snooper	Fino	1
🔀 Tools 📃 📐	Name         /         Type         Actual MTU         Tx         Rx         Tx Packet (p/s)	Rx Packet (r	o/s)	FP 🔻
New Terminal	S 🙀 WLAN-INALAMBRICA Wireless (Atheros AR9 1500 0 bps 0 bps	0	0	
Dot1X				
MetaROUTER				
Partition				
Make Supout.rif				
New WinBox				
K Exit				
Windows				
×				
Be				
Wit	•			+
S	1 item out of 7			
0				
ute				
R				

Figura 75. Red sin seguridad.

Se procede a ingresar en la pestaña Security Profiles e inmediatamente se ingresa los datos que se

### muestran a continuación.

Sadmin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v	/6.48.4 on RB951Ui-2Hn	D (mipsbe)					-		×
Session Settings Da	shboard									
🍤 🕑 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B									
💓 Quick Set	Interface List						New Security Profile			IX
CAPsMAN	Interface Interface List Ethernet Eol	IP Tunnel IP Tunnel GF	RE Tunnel VL	AN VRRP Bor	nding LTE		General RADIUS EAP	Static Keys	ОК	
Mirologo	🕂 - 💉 🗱 🗂 🍸 Det	ect Internet				Find	Name:	profile1	Cancel	-
K Bridge	Name /	Туре	Actual MTU	L2 MTU Tx	Rx	-	Mode:	dynamic keys 🔻	Apply	
E PPP	R   Ether1-WAN1-CNT  R  Ether2-WAN2-MICROONDA	Ethernet Ethernet	1500	1598 1598	0 bps 0 bps	664 bps 520 bps	Authentication Types:	WPAPSK WPA2PSK	Commont	51
The Switch	S 🙀 WLAN-INALAMBRICA	Wireless (Atheros AR9	1500	1600	0 bps	0 bps		WPA EAP WPA2 EAP	Comment	- 1
°T, Mesh	R Abridge1-LAN-LATITUD-0	Bridge	1500	1598	6.5 kbps	10.0 kbps	Linicast Cinhers:	A aas com thin	Сору	
🐺 IP 🛛 🗠	RS dether4	Ethernet	1500	1598	97.4 kbps	8.3 kbps	Unicast cipiters.		Remove	
🕐 MPLS 🛛 🔿	S 🚸 ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	Group Ciphers:	✓ aes.ccmtkip		
🕽 Routing	A state of the					+	WPA Pre-Shared Key:	******		
System 🗅	/ items ( I selected)						WPA2 Pre-Shared Key:	******		
🙅 Queues	Wireless Tables									
Files	WiFi Interfaces W60G Station Nstree	me Dual Access List R	egistration C	onnect List Secu	rity Profiles Channels Inte	rworking Profiles	Supplicant Identity:			
	+ 7						Group Key Update:	00:05:00		
	Name / Mode Autho	entication Unicast Ciphe	rs Group Ciph	ers WPA Pre-Sh	ared WPA2 Pre-Shared					
New Terminal	* default none			*****	*****		Management Protection:	disabled T		
O totiX							Management Protection Key:			
💆 💷 Windows 🗅								Disable DMKID		
🖉 More 🗅	1 item									
	L									

Figura 76. Asignación de claves a la red inalámbrica.

Se procede con la validación para el acceso del internet en la red inalámbrica creada.

0	admin@CC:2D:E0	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)	
Ses	sion Settings D	ashboard	
ю	Ce Safe Mode	Session: CC2D:E0:34:2C:1B	
	🖋 Quick Set	Interface List	
1	CAPsMAN	Interface List Ethernet EoIP Tunnel IP Tunnel GRE Tunnel VLAN VRRP Bonding LTE	
	Mireless	+ V X C V Detect Internet	
	Bridge	Name / Type Actual MTU L2 MTU Tx Rx 🔽	
		R	
		R	
	Switch	S w WENN-INVLAMINTUCA WITHING ARX. 1500 1600 00ps 00ps	
	l. Mesh	S 🚸 ether3 Ethernet 1500 1598 0 bps 0 bps	
	P P	RS deter4 Ethernet 1500 1598 852 kbps 8.0 kbps	
	🕑 MPLS 🛛 🗅	S therefs Ethernet 1500 1598 0 bps 0 bps	
	📫 Routing 👘 🗅		
1	🛱 System 🛛 🗅	7 items (1 selected)	
	Queues	Wireless Tables	
	Files	WiFi Interfaces W60G Station Nstreme Dual Access List Registration Connect List Security Profiles Channels Interworking Profiles	
ŏ	Log		
n B	RADIUS	Name / Made Authentication Tunes, Unicest Ciphere Group Ciphere, WDA Pro-Shared, WDA2 Pro-Shared	_
Ň	🔨 Tools 📄	Varie / Mode Autentication Types Oncast cipiers Group Cipiers WFA Pre-Shared WFA2 Pre-Shared	
Ś	New Terminal	profile1 dynamic keys WPA PSK WPA 2 PSK aes ccm aes ccm ***** *****	
5.	Dot1X		
ute	🔲 Windows 🛛 🗅		
Ro	More	2 tems	

Figura 77. Validación de la red inalámbrica.

## Configuración del firewall.

Aquí se va a brindar las seguridades para cada uno de los usuarios los cuales protegerán cada uno de los sitios de trabajo, entre ellos y se va a nombrar los siguientes.

- Ataques de fuerza bruta.
- Ataques por puerto de DOS.
- Escaneo de puertos.

Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B															
Quick Set	Firewall															
CAPsMAN	Filter Rules NAT Mangle Raw Service Ports	Connections	Address Lists	aver7 Protoc	nols											
Interfaces			1001033 21313 2	ayerriteio	0013											
Wirolose	🕂 🗕 💙 🗱 🙆 🍸 🧐 Reset Counters	Reset Al	Counters												Find	all
Dil.	# Action	Chain	Src. Address	Dst Addr	Protocol	Src.	Dst	In. Interface	Out Inte In I	nterf Out. Inte	Src. Ad.	Dst Ad	Bytes F	ackets		
Bridge	::: Denegar conexiones invalidas										-					
PPP	0 drop	input											08	0		
Switch	Permitir Ping															
March	1 V accept	input			1 (icmp)								0 B	0		
mesn	Permitir conexiones establecidas y relacionadas															
IP D	2 eccept	input											0 B	0		
MPLS N	Permiso al Router ISP1 CNT															
Pouting N	3 📌 accept	input	192.168.1.0/24					Ether1-WAN1-CNT					2052.8 KiB	33 811		
Roduing	Permiso del Router ISP2 Microondas															
System 🗅	4 😻 accept	input	192.168.1.0/24					Ether2-WAN2-MICROONDA					0 B	0		
Queues	::: Denegar todo lo demas															
Files	5 🗱 drop	input											1141.9 KiB	4 325		
	::: Bloquear fuerza bruta															
Log	6 add src to address list	input			6 (tcp)		22				ssh3		0 B	0		
RADIUS	7 is add src to address list	input			6 (tcp)		22				ssh2		0 B	0		
Tools N	8 add src to address list	input			6 (tcp)		22				ssh1		0 B	0		
	9 dd src to address list	input			6 (tcp)		22						0 B	0		
New Terminal	10 🗱 drop	input			6 (tcp)		22				lista_ne		0 B	0		
Dot1X	::: Bloquear DOS 01															
MetaROUTER	11 🕜 tarpit	forward		163.10.0.84	6 (tcp)		80						0 B	0		
Destiller	::: Bloquear DOS 02															
Partition	12 🗱 drop	forward		163.10.0.84	6 (tcp)		80						0 B	0		
Make Supout.rif	::: Denegando escaners de puertos															
New WinBox	13 🗱 drop	input									Escane		0 B	0		
E-A	::: Listar como escaner de puertos															
EXIL	14 ist add src to address list	input			6 (tcp)								0 B	0		
	::: Escaneo de sigilo NMAP FIN															
Windows N	15 add src to address list	input			6 (tcp)								08	0		
	::: Escaner SYN/FIN															
	16 add src to address list	input			6 (tcp)								08	0		
	Escaner SYN/RST				<b>A b b</b>											
	1/ If add src to address list	input			ь (tcp)								08	0		
	Escaner FIN/PSH/URG	land.			C (2 )								0.0	0		
	To be add sic to address list	input			e (tcp)								UB	U		
	Escaner 1000/1000	land.			C (here)								0.0	0		
	19 IT add src to address list	input			o (tcp)								08	0		

Figura 78. Configuración de reglas de Firewall.

## Deshabilitar puertas de enlace hacia el Mikrotik

Para deshabilitar las puertas de enlace e impedir la comunicación exterior se procede de la siguiente manera;

Sadmin@CC:2D:E0:	🔘 admin@CC:2D:E0:34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mi 🗕 🗆 🗙										
Session Settings Dashboard											
Safe Mode         Session:         CC:2D:E0:34:2C:1B											
🛛 🏏 Quick Set IP Service List 🔲 🗅											
	✓ ¥ 7				Find						
Interfaces	s Name 🛆		Available From	Certificate	TLS Ver 🔻						
× <sup>₽</sup> ₽	😑 api	8728									
🤵 🕐 MPLS 🛛 🔿	api-ssl	8729		none	any						
E 12 Routing	\varTheta ftp	21									
	ssh	22									
System	telnet	23									
🖸 💢 Tools 👘 📐	winbox	8291									
0 Windows	www	80									
	www-ssl	443		none	any						
More	8 items (1 selected)										

Figura 79. Puertos de enlaces habilitadas en el Mikrotik.

Para lo cual se procede a deshabilitar los puertos que no se requiere y que son vulnerables a los ataques de personas maliciosas, de esta manera se asegura el equipo

Para el tema de vulnerabilidad los atacantes ya saben que puertos utilizan los equipos en este caso el router *Mikrotik*, para lo cual una buena opción es cambiar el tipo de puerto esto evitaría y ocasionaría inconvenientes en tema de ataques que vayan a querer ingresar a realizar cambios.

V	* * 7				Find
	Name	Port	Available From	Certificate	TLS Ver
Х	🛛 api	8728			
Х	api-ssl	8729		none	any
Х	🛛 ftp	21			
	ssh	22			
Х	telnet	23			
	winbox	8291			
	www	80			
Х	www-ssl	443		none	anv

Figura 80. Se deshabilita los puertos que no se utiliza.

## Balanceo de carga

Se recuerda que las dos direcciones IP de los ISP son los siguientes:



Las mismas que se procede ratificar en el Address List

Add	Iress List			
+	- 🖉 🎇 🗗 🍸	,		Find
	Address 🛆	Network	Interface	
D	+ 128.11.14.217/16	128.11.0.0	Ether2-WAN2-MICROONDA	
D	+ 192.168.0.3/24	192.168.0.0	Ether1-WAN1-CNT	
	+ 192.168.1.1/24	192.168.1.0	bridge1-LAN-LATITUD-0	
3 ite	ems			

Figura 81. Direcciones IP de los ISP1, ISP2. Y LAN

## Creación de las marcas de conexión

En la pestaña Firewall Mangle.

Firewall														X
Filter R	lules NAT	Mangle	Raw	Service Ports	Con	nection	s	Address L	ists	Layer7 Protoco	ols			
+ -	- 🖉 😫	2	(0	Reset Counters	(0	Rese	t All	Counters		Find		all		∓
#	Action			🛆 Chain	S/	D F	S	D In. Inte	rface	9		Out. Inte	In. In	•
0	🖋 mark c	onnection		prerouting				Ether1	-WA	N1-CNT				+
1	🖋 mark c	onnection		prerouting				Ether2	-WA	N2-MICROOND/	4			
+													+	
8 items														

## Figura 82. Firewall, Mangle

En el primer ISP donde se va a realizar la marca de conexión y se activa las siguientes opciones que se pueden visualizar.

Mangle Rule <>	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Chain: prerouting	Cancel
Src. Address:	Apply
Dst. Address:	Disable
Protocol:	Comment
Src. Port	Сору
Dst. Port	Remove
Any. Port	Reset Counters
In. Interface: Ether1-WAN1-CNT	Reset All Counters
Out. Interface:	_
In. Interface List	
Out. Interface List	
Packet Mark:	-
Connection Mark:	
Routing Mark:	
Routing Table:	
Connection Type:	-
Connection State: 🗌 invalid 🗌 established 🗌 related 🗹 new 🗌 untracked 🔺	
Connection NAT State:	
enabled	

Figura 83. Configuración Firewall, Mangle ISP1 marca de conexión.

Mangle Rule <>	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark connection	Cancel
Log	Apply
Log Prefix:	Disable
New Connection Mark: Ether1-WAN1-CNT	Comment
✓ Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

# En la pestaña Action se selecciona las siguientes opciones y aceptar en el ISP1

Figura 84. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 marca de conexión.

En el segundo ISP donde se va a realizar la marca de conexión y se activa las siguientes opciones que se pueden visualizar.

Mangle Rule <>		
General Advanced	Extra Action Statistics	ОК
Chain	prerouting	Cancel
Src. Address	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Apply
Dst. Address	▼	Disable
Protocol	·	Comment
Src. Port	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Сору
Dst. Port	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Remove
Any. Port	▼	Reset Counters
In. Interface	Ether2-WAN2-MICROONDA	Reset All Counters
Out. Interface	▼	
In. Interface List	·	
Out. Interface List	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Packet Mark		
Connection Mark		
Routing Mark	▼	
Routing Table		
Connection Type		
Connection State	invalid established related related • new untracked	
Connection NAT State		
enabled		

Figura 85. Configuración Firewall, Mangle ISP2 marca de conexión.

Mangle Rule <>	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark connection	Cancel
	Apply
Log Prefix:	Disable
New Connection Mark: Ether1-WAN2-MICROONDA	Comment
✓ Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

## En la pestaña Action se selecciona las siguientes opciones y aceptar en el ISP2

*Figura 86. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP2* marca de conexión.

Aquí en este punto se puede observar las dos marcas de conexiones creadas correctamente.

Firewal	I												X
Filter F	Rules NAT	Mangle	Raw	Service Ports	Conr	nectio	ns	Add	dress Lists	Layer7 Protocols			
+ -	- 🕫 🖾	2	(0	Reset Counters		Res	et Al	l Co	unters	Find	all		∓
#	Action			🛆 Chain	S.A	D	F S	D	In. Interfac	e	Out. Inte	In. Int	•
0	🖋 mark c	onnection		prerouting					Ether1-WA	N1-CNT			+
1 🖋 mark connection p			prerouting					Ether2-WA	N2-MICROONDA				
+												+	
8 items	3												

*Figura 87.* Marcas de conexión de los dos *ISP* creadas correctamente.
# Creación de las conexiones de ruta

General Advanced E	xtra Action Statistics		OK
Chain:	output	₹	Cancel
Src. Address:		•	Apply
Dst. Address:		•	Disable
Protocol:		•	Comment
Src. Port		•	Сору
Dst. Port		-	Remove
Any. Port.		-	Reset Counters
In. Interface:		•	Reset All Counter
Out. Interface:		•	L
In. Interface List:		•	
Out. Interface List		•	
Packet Mark:		•	
Connection Mark:	Ether1-WAN1-CNT	▼ ▲	
Routing Mark:		•	
Routing Table:		•	
Connection Type:		•	
Connection State:		•	
Connection NAT State:			

En el primer ISP donde se va a realizar la conexión de ruta y se activa las siguientes opciones que se pueden visualizar.

Figura 88. Configuración Firewall, Mangle ISP1 conexión de ruta.

En la pestaña Action se selecciona las siguientes opciones y aceptar en el ISP1

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark routing	Cancel
	Apply
Log Prefix:	Disable
New Routing Mark: Ether1-WAN1-CNT	Comment
Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

Figura 89. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 conexión de ruta.

En el segundo ISP donde se va a realizar la conexión de ruta y se activa las siguientes opciones que se pueden visualizar.

New Mangle Rule			
General Advanced	Extra Action Statistics		ОК
Chain:	output	₹	Cancel
Src. Address:		•	Apply
Dst. Address:		•	Disable
Protocol:		•	Comment
Src. Port:		•	Сору
Dst. Port:		•	Remove
Any. Port		•	Reset Counters
In. Interface:		•	Reset All Counters
Out. Interface:		•	
In. Interface List		•	
Out. Interface List:		•	
Packet Mark:		•	
Connection Mark:	Ether1-WAN2-MICROONDA		
Routing Mark:		•	
Routing Table:		•	
Connection Type:		•	
Connection State:		•	
Connection NAT State:		•	
enabled			

Figura 90. Configuración Firewall, Mangle ISP2 conexión de ruta.

En la pestaña Action se selecciona las siguientes opciones y aceptar en el ISP2

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark routing	Cancel
Log	Apply
Log Prefix:	Disable
New Routing Mark: Ether1-WAN2-MICROONDA	Comment
✓ Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

Figura 91. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 conexión de ruta.

Aquí en este punto se puede observar las dos marcas de rutas creadas correctamente.

Firew	vall														×
Filte	er Rul	es NAT Mangle Raw	Service Po	orts Connectio	ns Address L	ists La	yer7 Protoc	ols							
+	-	* * 🗅 🝸 🦚	Reset Cour	iters 🤇 🧐 Res	et All Counters							Find	all		Ŧ
#		Action	Chain	Src. Address	Dst Address	Proto	Src. Port	Dst. Port	In. Interface	Out. Inte	In. Interf	Out. Inte	Src. Ad	Dst. Ad	▾
0		🖋 mark connection	prerouting						Ether1-WAN1-CNT						$\square$
1		🖋 mark connection	prerouting						Ether2-WAN2-MICROONDA						
2		🥜 mark routing	output												
3		🥜 mark routing	output												
♦ 4 iter	ms (1	selected)									· 				•

Figura 92. Conexión de ruta de los dos ISP creadas correctamente.

# Configuración del balanceo de carga de los dos ISP

# Marcas de conexión

Se selecciona de igual manera en la opción IP/Firewall/Mangle en el símbolo de más + y se desplegara la siguiente ventana y se procede a configurar como se muestra en el gráfico del ISP1.

New Mangle Rule		
General Advanced	Extra Action Statistics	ОК
Chain:	prerouting T	Cancel
Src. Address:	▼	Apply
Dst. Address:	▼	Disable
Protocol:	▼	Comment
Src. Port	<b></b>	Сору
Dst. Port	<b>•</b>	Remove
Any. Port	<b></b>	Reset Counters
In. Interface:	□ bridge1-LAN-LATITUD-0 ▼ ▲	Reset All Counters
Out. Interface:	▼	
In. Interface List	<b></b>	
Out. Interface List:	▼	
Packet Mark:	▼	
Connection Mark:	▼	
Routing Mark:	▼	
Routing Table:	▼	
Connection Type:	▼	
Connection State:	□ invalid □ established □ related ☑ new □ untracked ▲	
Connection NAT State:	▼	
enabled		

Figura 93. Configuración Firewall, Mangle, General ISP1 marcas de conexión.

New Mangle Rule		
General Advanced Extra Action Statistics		ОК
Src. Address List	▼ ▲	Cancel
Dst. Address List:	▼	Apply
Layer7 Protocol:	▼	Disable
Content		Comment
Connection Bytes:	<b>▼</b>	Сору
Connection Rate:	▼	Remove
Per Connection Classifier: 🗌 both addresses ∓ : 2	2 / []	Reset Counters
Src. MAC Address:	▼	Reset All Counters
Out. Bridge Port:		
In. Bridge Port	▼	
In. Bridge Port List:	▼	
Out. Bridge Port List	▼	
IPsec Policy:	▼	
TLS Host	▼	
Ingress Priority:	▼	
Priority:	▼	
DSCP (TOS):	▼	
TCP MSS:	▼ ▼	
enabled		

Se procede a configurar en la opción de Advanced las siguientes opciones para el primer ISP.

*Figura 94. Configuración Firewall, Mangle, Advanced ISP1* marcas de conexión.

Se procede a configurar en la opción de *Extra* las siguientes opciones para el primer ISP.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
- 🕶 - Connection Limit	Cancel
-▼- Limit	Apply
- V- Nth	Disable
- 🕶 - Time	Disable
- 🕶 - Src. Address Type	Comment
- A- Dst. Address Type	Сору
Address Type: local	Remove
✓ Invert	Reset Counters
- <b>v</b> - PSD	Reset All Counters
- 🕶 - Hotspot	
-▼- IP Fragment	
enabled	

Figura 95. Configuración Firewall, Mangle, Extra ISP1 marcas de conexión.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark connection	Cancel
Log	Apply
Log Prefix:	Disable
New Connection Mark: Ether1-WAN1-CNT	Comment
✓ Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

Se procede a configurar en la opción de Action las siguientes opciones para el primer ISP.

Figura 96. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 marcas de conexión.

Se selecciona de igual manera en la opción IP/Firewall/Mangle en el símbolo de más + y se desplegara la siguiente ventana y se procede a configurar como se muestra en el gráfico del ISP2.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Chain: prerouting	Cancel
Src. Address:	Apply
Dst. Address:	Disable
Protocol:	Comment
Src. Port	Сору
Dst. Port	Remove
Any. Port	Reset Counters
In. Interface: bridge1-LAN-LATITUD-0	Reset All Counters
Out. Interface:	
In. Interface List:	
Out Interface List	
Packet Mark:	
Connection Mark:	
Routing Mark:	
Routing Table:	-
Connection Type:	•
enabled	

Figura 97. Configuración Firewall, Mangle, General ISP1 marcas de conexión.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Src. Address List 📃 🔹 🛧	Cancel
Dst. Address List	Apply
Layer7 Protocol:	Disable
Content	Comment
Connection Bytes:	Сору
Connection Rate:	Remove
Per Connection Classifier: both addresses ∓ : 2 / 1	Reset Counters
Src. MAC Address:	Reset All Counters
Out. Bridge Port	
In. Bridge Port	
In. Bridge Port List	
Out. Bridge Port List.	
IPsec Policy:	
TLS Host.	
Ingress Priority:	
enabled	

Se procede a configurar en la opción de *Advanced* las siguientes opciones para el segundo ISP.

Figura 98. Configuración Firewall, Mangle, Advanced ISP2 marcas de conexión.

Se procede a configurar en la opción de *Extra* las siguientes opciones para el segundo ISP.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
- V- Connection Limit	Cancel
- ▼- Limit - ▼- Dst. Limit	Apply
- ▼- Nth	Disable
-▼- Time -▼- Src. Address Type	Comment
- A- Dst. Address Type	Сору
Address Type: Iocal 🗧 🗧	Remove
✓ Invert	Reset Counters
- V- PSD	Reset All Counters
- ▼- IP Fragment	
enabled	

Figura 99. Configuración Firewall, Mangle, Extra ISP2 marcas de conexión.

<b>C</b> ~	munanala a an	after man an		ala Antina la		main man	
Ve.	procede a co	nnighrar en	Ta oncion (	η Αστιοή τα	s signientes o	nciones	nara el segunno i se
JC	procede d co	migarar cir	ia opeion a		, signicities o	perories	para er seganao isi .

New Mangle Rule				
General Advanced Extra Action Statistics	ОК			
Action: mark connection	Cancel			
Log	Apply			
Log Prefix:	Disable			
New Connection Mark: Ether1-WAN2-MICROONDA	Comment			
✓ Passthrough	Сору			
	Remove			
	Reset Counters			
	Reset All Counters			
enabled				

Figura 100. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP2 marcas de conexión.

Aquí en este punto se puede observar las dos marcas de conexión creadas correctamente.

Firewall														X
Filter Ru	les NAT Mangle Raw	Service Po	rts Connectio	ns Address L	ists La	ayer7 Protoc	ols							
+ -		Reset Coun	ters 🚺 🕻 Res	et All Counters							Find	all		₹
#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto	Src. Port	Dst. Port	In. Interface	Out. Inte	In. Interf	Out. Inte	Src. Ad	Dst. Ad	•
0	🖋 mark connection	prerouting						Ether1-WAN1-CNT						
1	🖉 mark connection	prerouting						Ether2-WAN2-MICROONDA						
2	🥒 mark routing	output												
3	🥒 mark routing	output												
4	🖉 mark connection	prerouting						bridge1-LAN-LATITUD-0						
5	🖉 mark connection	prerouting						bridge1-LAN-LATITUD-0						
+														٠
6 items														

Figura 101. Marcas de conexión de los dos ISP creadas correctamente.

# Marcar las rutas.

Se selecciona de igual manera en la opción IP/Firewall/Mangle en el símbolo de más + y se desplegara la siguiente ventana y se procede a configurar como se muestra en el gráfico del ISP1.

New Mangle Rule				
General Advanced	Extra Action Statistics			ОК
Chain:	prerouting	₹	•	Cancel
Src. Address:		•		Apply
Dst. Address:		•		Disable
Protocol:		•		Comment
Src. Port:		-		Сору
Dst. Port		•		Remove
Any. Port:		•		Reset Counters
In. Interface:	□ bridge1-LAN-LATITUD-0 ▼	•		Reset All Counters
Out. Interface:		•		
In. Interface List		•		
Out. Interface List		•		
Packet Mark:		•		
Connection Mark:	Ether1-WAN1-CNT	•		
Routing Mark:		•		
Routing Table:		•		
Connection Type:		-		
Connection State:		▾ ,	•	
enabled				

Figura 102. Configuración Firewall, Mangle, General ISP1 conexión de ruta.

Se procede a configurar en la opción de Action las siguientes opciones para el segundo ISP.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark routing	Cancel
	Apply
Log Prefix:	Disable
New Routing Mark: Ether1-WAN1-CNT	Comment
✓ Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

Figura 103. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP1 conexión de ruta.

Mangle Rule <>		
General Advanced	Extra Action Statistics	ОК
Chain:	prerouting	▼ Cancel
Src. Address:	·	<ul> <li>Apply</li> </ul>
Dst. Address:		▼ Disable
Protocol:		▼ Comment
Src. Port		Сору
Dst. Port:		Remove
Any. Port		Reset Counters
In. Interface:	□ bridge1-LAN-LATITUD-0 ∓ .	Reset All Counters
Out. Interface:		▼
In. Interface List		•
Out. Interface List		-
Packet Mark:		•
Connection Mark:	Ether1-WAN2-MICROONDA	▲
Routing Mark:		•
Routing Table:		•
Connection Type:		•
Connection State:	invalid established related related untracked	▲
Connection NAT State:		•
enabled		

Se procede a configurar en la opción de Advanced las siguientes opciones para el segundo ISP.

Figura 104. Configuración Firewall, Mangle, Advanced ISP2 conexión de ruta

Se procede a configurar en la opción de Action las siguientes opciones para el segundo ISP.

New Mangle Rule	
General Advanced Extra Action Statistics	ОК
Action: mark routing	Cancel
	Apply
Log Prefix:	Disable
New Routing Mark: Ether1-WAN2-MICROONDA ▼	Comment
✓ Passthrough	Сору
	Remove
	Reset Counters
	Reset All Counters
enabled	

Figura 105. Configuración Firewall, Mangle, Action ISP2 conexión de ruta.

Aquí en este punto se puede observar las dos conexiones de ruta creadas correctamente.

Firewall	rewall													
Filter Ru	Filter Rules NAT Mangle Raw Service Ports Connections Address Lists Layer7 Protocols													
+ -	+ - 🖌 🗱 🗂 🍸 🕫 Reset Counters 🙆 Reset All Counters							∓						
#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto	Src. Port	Dst. Port	In. Interface	Out. Inte	In. Interf	Out. Inte	Src. Ad	Dst. Ad.	🔻
0	🖋 mark connection	prerouting						Ether1-WAN1-CNT						
1	🖋 mark connection	prerouting						Ether2-WAN2-MICROONDA						
2	🥜 mark routing	output												
3	🥜 mark routing	output												
4	🖋 mark connection	prerouting						bridge1-LAN-LATITUD-0						
5	🖋 mark connection	prerouting						bridge1-LAN-LATITUD-0						
6	🥜 mark routing	prerouting						bridge1-LAN-LATITUD-0						
7	🥜 mark routing	prerouting						bridge1-LAN-LATITUD-0						
+	•							+						
8 items (1	selected)													

*Figura 106*. Marcas de conexión de los dos *ISP* creadas correctamente.

#### Rutas de paso

En este punto se procede con la configuración de las rutas de paso se ingresa a IP/Routers y se selecciona en el signo más, + y se procese a configuras el Gateway del primer ISP 192.168.0.1.

Route <0.0.0/0>								
General Attribu	tes							ОК
Dst. Address:	0.0.0/0						•	Cancel
Gateway:	192.168.0.1	₹	reachable Eth	er1-WAN1-CNT		\$		Apply
Check Gateway:	ping				₹	•		Disable
Type:	unicast					₹		Comment
Distance:	1							Сору
Scope:	30							Remove
Target Scope:	10							
Routing Mark:	Ether1-WAN1-CN	NT			₹	•		
							÷	
enabled				active	static			

Figura 107. Gateway del primer ISP 192.168.0.

Se ingresa a IP/Routers y se selecciona en el signo más, + y se procese a configuras el Gateway del segundo ISP 192.11.12.1.

New Route					
General Attribu	ites			1	ОК
Dst. Address:	0.0.0/0				Cancel
Gateway:	192.11.14.1	₹		\$	Apply
Check Gateway:	ping			₹ ▲	Disable
Туре:	unicast			₹	Comment
Distance:	1				Сору
Scope:	30				Remove
Target Scope:	10				
Routing Mark:	Ether1-WAN2-MICROONDA			₹ ▲	
Pref. Source:				•	
enabled			active		

Figura 108. Gateway del segundo ISP 192.11.14.1.

# Configurando los DNS públicos

En este punto se procede con la configuración de los *DNS* públicos se ingresa a *IP/DNS* y se selecciona en el signo más, + y se procese a configuras las *DNS* públicas 8.8.8 y 8.8.4.4. de Google para realizar un *ping* de prueba.

DNS Settings			
Servers:	8.8.8.8	\$	ОК
	8.8.4.4	\$	Cancel
Dynamic Servers:			Apply
Use DoH Server:		•	Static
	Verify DoH Certificate		Cache
	<ul> <li>Allow Remote Requests</li> </ul>		
Max UDP Packet Size:	4096		
Query Server Timeout	2.000	s	
Query Total Timeout	10.000	S	
Max. Concurrent Queries:	100		
Max. Concurrent TCP Sessions:	20		
Cache Size:	2048	KiB	
Cache Max TTL:	7d 00:00:00		
Cache Used:	25 KiB		

Figura 109. Configuración DNS públicas de Google.

Se procede a ingresar al Terminal de la consola de Mikrotik y se procede con la verificación de un ping y visualizar si se obtiene una respuesta del DNS de google.

	Terminal <1>										
1	MMM MI	4M III KKK KKK RRF	RRR 000	000	TTT	III	KKK KKK				
	MMM MI	4M III KKK KKK RRF	RRR 000	000	TTT	III	KKK KKK				
	MikroTik Ro	outerOS 6.48.4 (c) 199	9-2021	http	://www.mik	rotik	.com/				
	[?]	Gives the list of	available c	ommand	3						
	command [?]	Gives help on the	command and	list (	of argumen	ts					
	[Tab]	Completes the comm	Completes the command/word. If the input is ambiguous,								
		a second [Tab] giv	ves possible	option	ns						
	,										
	/	Move up to base le	evel								
	••	Move up one level									
	/command	Use command at the	e base level								
	[admin@Mikro]	[ik] > ping 8.8.8.8									
	SEQ HOST			SIZE	TTL TIME	STAT	νs				
	0 8.8.8.8	3		56	115 83ms						
	1 8.8.8.8	3		56	115 83ms						
	2 8.8.8.8	3		56	115 86ms						
	3 8.8.8.8	3		56	115 86ms						

Figura 110. Ping 8.8.8.8 DNS Google.

#### Pruebas de navegación con carga balanceada.

Una vez realizado la implementación del radio enlace punto a multipunto y la configuración de los dos *Mikrotik* para los dos home office como muestra el grafico a continuación se procede a realizar las respectivas pruebas, para verificar el sistema.



Figura 111. Sistema implementado.

En la siguiente ventana se puede observar la navegación con los dos servidores ISP en conjunto y que se encuentran trabajando en conjunto si la una se desconecta o falla por cualquier situación inmediatamente entra en funcionamiento el otro ISP.



Figura 112. Pruebas de funcionamiento de carga balanceada de los dos ISP.

admin@CC:2D:EC	0:34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit)	v6.48.4 on R8951Ui-2H	nD (mipsbe)								- 🗆 🗙
Session Settings D	lashboard										
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B										
2 Quick Set	Interface List										
CAPSMAN	Interface Interface List Ethernet E	PTunnel IPTunnel G	RE Tunnel VLAN	VRRP Bo	nding LTE						
Interfaces		dect Internet									
♀ Wireless	Name	Tune	Astural MT11	MTU Te	Du	Tr Dasket (r	Dr. Dashat (a.is)	ED Ta ED Da	ED Ty E	esket/e/s) ED Dy D	2askatinis
Bridge	R   Ether1-WAN1-CNT	Ethernet	1500	1598	0 bps	1536 bps	0 Contraction (pro)	3 0 bps	1440 bps	0	3
₽P ↑	R + Ether2-WAN2-MICROONDA	Ethernet	1500	1598	7.2 kbps	16.5 kbps	3	8 7.1 kbps	15.8 kbps	3	7
MPLS h	RS WLAN-INALAMBRICA	Wireless (Atheros AR9.	1500	1600	5.9 kbps	0 bps	10	0 0 bps	0 bps	0	0
C Routing	S the ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 bos	0	0
System 🗅	RS 🚸 ether4	Ethernet	1500	1598	86.6 kbps	13.4 kbps	14	13 86.2 kbps	13.0 kbps	14	13
Tools	S 🚸 ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0 0 bps	Obps	0	0
🖬 🔜 Windows 👘											
More 🗅											
2	7 items										
← → C Aplicaciones	<ul> <li>youtube.com/wa [2] G</li> <li>BOX 10 Galería de Web Slice</li> </ul>	k ☆ ← → C	🕈 🔒 youti nes 📴 BOX	ube.com/wa	a 🕒 Q 🕁 I de Web Slice 🛛 »	★ 🗊 🌚 : 🗄 Lista de lectura	mega.nz/file/UZ8VT BOX 👫 Galería de V	YSK#O7-FInUldVczpFF9IW8Zz Web Slice 🔋 Importado de Inte	-iO 🛧 🔺 r G Ayuda de G	ioogle C	Na 🗯 ≕J 🞯 : »   🗄 Lista de lectur
Dida"						Image: Constraint of the constr	Las.Locas2021.10	80P-Dual   372.9 , ataformas ~ Caract	∎ 14,4 KB. () 33 terísticas ~	h 07m 07s Business	II Pausar Transf Precios
Meet - 2 Per Dio Angli Orenz Materia - 2 Per Dio Angli Orenz Materia - 2 Per Dio Angli Orenz	Cum ()m ()mme an			Ball of		Image: Section of the constraint of the constrain	almacenamiento nte y seguro. Crea gratis. <u>Empezar</u>	en la nube es ya una cuenta	-	2	

Figura 113. Pruebas de funcionamiento de carga balanceada de los dos ISP.



Figura 114. Pruebas con Test de velocidad 1.



*Figura 115.* Pruebas con *Test* de velocidad 2.

0S'8	LITEBEAM SAC   W	VA.V8.7.5									• UISF	P E
	de.	<ul> <li>(₩) LOCAL</li> <li>Home 03 Litelbeam SAC</li> <li>(♥ -0.253816 -78.4915 F4.92.BF.48:0D:1A</li> <li>TX POWER 21 dBm</li> </ul>	91	0.54 RENDIMENT CAPACITY 30.555 Mbps	Airtime	SSID PRU	EBA MARIO 69 km	84.4%	21.16 RENDIMIENTO CAPACITY 21.16 Mags	((-)) REMOTE Home 01 UtsBeam SAC ♥ -0.331317 - F4522B TX POWER 24 dl	x2 c v 78.451933 Bm (Auto)	
						Map Lin	k Fresnel					
			- LOCAL	DEVICE					REMOTE	DEVICE		
RF	ENVIRONME	NT 🖗					RF ENVIRON	IMENT 🛛				
						5775 MHz 10 MHz 5770 - 5780					5775 MHz 10 MHz 5770 - 5780	
SE	ŇAL -58 (-61/	-62) ∆1 dBm				RUIDO BASE -95 dBm	SEÑAL -62	(-63 / -67) <mark>∆4</mark> dBm			RUIDO BASE -92 dBm	
	CAL RX DATA	RATE <b>6X</b> (64QAM MIM	D)			EXPECTED RATE 8X	0 1 REMOTE RX	DATA RATE <b>4x</b> (164	QAM MIMO)		EXPECTED RATE 6X/8X	
	1X	2X VERAGE CAPACITY TOT	4X AL AP THROUG	6X SHPUT SIGNAL N	OISE & INTERFER	8X RENCE	1X	2X RX THROUGHP	4X UT TX THROUGHPUT	6X SIGNAL NOISE & INTER	8X ERENCE	
				SIGNAL, N		40	6			and the country of th	32	
						Mbps	ms			/	Mbps	

*Figura 116.* Pruebas de balanceo de cargas con la carga máxima en las antenas.

# 2.3. Matriz de articulación

# Tabla 19

Matriz de articulación

EJES O PARTES	SUSTENTO	SUSTENTO	ESTRATEGIAS /	DESCRIPCIÓN DE	CLASIFICACIÓN TIC
PRINCIPALES	TEÓRICO	METODOLÓGICO	TÉCNICAS	RESULTADOS	
Diseño de	Verificación	Consulta	Elaboración	Pruebas de	IEEE 802.1
una red LAN	física de la red	bibliográfica		funcionamiento	IEEE 802.9
Diseño de	Verificación	Consulta	Elaboración	Pruebas de	IEEE 802.11g
una red	física de la red	bibliográfica		funcionamiento	
Inalámbrica					
Balanceo de	Investigación	Experimental	Simulación	Implementación y	802.11a/n/ac
cargas				Pruebas de	802.11b/g/n.
				funcionamiento	
Simulaciones	Simular desde	Experimental	Simulación de prueba	Validación de las	IEEE 802.11AC
Radio Mobile	varios puntos		y error	mejores alternativas de	IEEE 802.16
				trasmisión	Protocolo AirMax
Unificar la	Estándares	Experimental	Simulación de prueba	Implementación y	IEEE 802
red LAN con la	internacionales		y error	Pruebas de	Protocolo AirMax
Inalámbrica				funcionamiento	

Fuente: Elaboración propia

#### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos al realizar los respectivos cálculos, realizar varias simulaciones se puede concluir que:

Se diagnosticó que las estaciones de trabajo que presenta cada home office, se encontraban trabajando con una configuración básica proporcionada por los *router* que se encuentran en el mercado sin una correcta protección.

Se determinó que los equipos que se conectaban a la red local eran vulnerables a cualquier ataque de cualquier intruso que podía acceder a la red.

Se diseñó una red de trabajo con todas las políticas de protección aplicadas por normas de Firewall las cuales impiden el acceso de intrusos, con el bloqueo de puertos que no se utilizan y en los que se dejó activado se renombro los puertos de acceso lo que impedirá un fácil acceso.

Se diseñó varios modelos para implementar el más óptimo con la ayuda de varias herramientas de trabajo que actualmente se dispone entre ellas Radio Mobile que nos ayuda con una excelente simulación de los enlaces de microondas.

Finalmente se aplicó un enlace punto multipunto para cubrir dos home office cada uno con aproximadamente 10 km de enlace donde se implementó y se pudo corroborar todas las simulaciones obteniendo los resultados esperados.

# RECOMENDACIONES

Una de las principales recomendaciones que se puede obtener del presente proyecto son las siguientes:

La situación actual nos obligó a trabajar de manera remota en cada uno de nuestros hogares, por tal motivo se necesita invertir en seguridades informáticas, una de ellas es implementar reglas de seguridad en cada uno de los Firewall los mismos que puedes ser en equipo o mediante Software.

Existen equipos muy potentes en el mercado los cuales se pueden configurar de manera eficiente y que brindes las más optimas seguridades para un entorno seguro de trabajo tomando en consideración que se maneja documentación de las empresas y a su vez cuentas bancarias.

Tener el panorama claro de que la implementación de un sistema de red domestico no implica grandes costos sino al contrario es una inversión para brindar y contar con un ambiente completamente seguro.

Los sistemas instalados no serán obsoletos ya que cuenta con la escalabilidad para un futuro.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ADSL, Z. (09 de 09 de 2021). *Test de velocidad*. Obtenido de https://www.testdevelocidad.es/2017/10/04/categoria-cable-red/
- Cando, D. (01 de junio de 2020). *IoT Fundamentals connecting things*. Obtenido de Universidad Tecnológica Israel: https://www.netacad.com/courses/iot/introduction-iot
- Coello Viteri, D. D. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS PARA VEINTICUATRO COMPUTADORAS EN EL LABORATORIO 4-07 DE LA SEDE MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.* Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 02 de 09 de 2021, de http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1628
- Flores Mesa, C. R. (2010). Diseño de un ISP para la transmisión de voz, datos y video con QoS con tegnología inalámbrica, pata proveer de internet inlalámbrico al valle de tumbaco. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica nacional. Recuperado el 09 de 09 de 2021, de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2598
- Freire Aragón, F. A. (2018). Análisis y propuesta de mejoramiento del sistema de seguridad perimetral aplicable a intitución pública de seguridad social. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad PUCE. Recuperado el 07 de 09 de 2021, de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15080
- IANA. (09 de 09 de 2021). Internet Assigned Numbers Authority. Obtenido de IBM: https://www.ibm.com/docs/es/networkmanager/4.2.0?topic=translation-private-addressranges

INEN. (2012). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO/IEC 27000:2012.

- ITU-T-Y2060. (15 de 06 de 2012). *International Telecommunication Union*. Obtenido de https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I
- Martínez, J. L. (13 de 07 de 2018). *Prored*. Recuperado el 01 de 09 de 2021, de https://www.prored.es/zonas-de-Fresnel-en-un-radioenlace/#Las\_zonas\_de\_Fresnel

Mikrotik. (09 de 09 de 2021). Mikrotik. Obtenido de https://mikrotik.com/

- Morales Arévalo, F. M. (2013). Evaluación del servicio de internet con acceso móvil en el Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: ESPE. Recuperado el 09 de 09 de 2021, de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7064
- Morales, F., Toapanta, S., & Toasa G, R. M. (01 de 10 de 2019). Implementación de un sistema de seguridad perimetral como estrategia de seguridad de la información. *Risti*, 14. Recuperado el 09 de 09 de 2021, de

https://www.researchgate.net/publication/339956501\_Implementacion\_de\_un\_sistema\_de \_seguridad\_perimetral\_como\_estrategia\_de\_seguridad\_de\_la\_informacion

- Ortiz Villacís, P. G. (2018). *Diseño de un programa de capacitación en microondas para trabajadores y obreros de las telecomunicaciones periodo 2017-2018.* Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad PUCE. Recuperado el 08 de 09 de 2021, de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14694
- Quilachamin Simbaña , S. F. (2020). Sistema de seguimiento de requerimientos, eventos e incidentes para los clientes de la empresa TELCONET S.A en la ciudad de Quito. Quito, Pichincha, Ecuador:
   Universidad ISRAEL. Recuperado el 08 de 09 de 2021, de http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2386
- Santacruz Zárate, E. (2019). *Diseño de un sistema de control de equipos Wireless Mikrotik para la gestión y administración de clientes en una red WISP.* Guayaquil, Guayas, Ecuador: Univerdidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado el 01 de 09 de 2021, de http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13183/1/T-UCSG-POS-MTEL-136.pdf
- Stallings, W. (2004). Comunicaciones y redes de computadores (Séptima edición ed.). Madrid, España: Person Educación S.A. Recuperado el 07 de 09 de 2021, de https://vdocuments.site/comunicaciones-y-redes-de-computadores7ma-edicion-williamstallings-56e8be02230f2.html
- Telecomunicaciones, A. d. (2020). Infraestructura y cobertura. *Boletín estadístico trimestral mayo 2020*, 14.
- Tomasi, W. (2003). *Sistema de Comunicaciones Electrónicas*. México: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado el 09 de 09 de 2021, de http://fernandoarciniega.com/books/sistemas-decomunicaciones-electronicas-tomasi-4ta-edicion.pdf

# **BIOGRAFÍA AUTOR.**



Mario Gonzalo Cantuña Calispa, estudiante del tercer y último semestre de la Maestría en Telecomunicaciones, mención en Gestión de las Telecomunicaciones de la Universidad Israel, Ecuador - Quito.

El actualmente es Ingeniero en Electrónica Digital y Telecomunicaciones en la Universidad Israel, Tecnólogo en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico, Técnico Superior en

Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico, actualmente se encuentra laborando en el Consorcio Sedemi National Oil con el cargo de Control de proyectos, en el Bloque 58 de CuyabenoPetro en la provincia de SUCUMBÍOS.

Ing. Mario Cantuña Galardonado como ganador en las jornadas tecnológicas de la UISRAEL, en la competencia de robot mini zumo, en el año 2019.

#### **ANEXO 1**

# Proceso para realizar el respaldo del Mikrotik

Se ubica en la opción terminal y se coloca el siguiente comando export file=Router2ISP.

💊 admin@CC:2D:E0:34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe) – 🗆								
Session Settings D	ashboard							
Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B							
🔰 🎾 Quick Set	Terminal <1>	×						
CAPsMAN	MikroTik RouterOS 6.48.4 (c) 1999-2021 http://www.mikrotik.com/	•						
Wireless     Bridge	[?] Gives the list of available commands command [?] Gives help on the command and list of arguments							
tarren per	<pre>[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,</pre>							
°C, Mesh ISS IP ►	/ Move up to base level Move up one level (command	1						
MPLS N Routing N	jan/02/1970 00:00:15 system,error,critical router was rebooted without proper shu down							
Queues	down jan/02/1970 00:12:11 system,error,critical login failure for user admin from 30:5							
	jan/02/1970 00:00:14 system, error, critical router was rebooted without proper shu down							
Windows N More N	<pre>sep/1//2021 09:11:46 system,error,critical router was rebooted without proper shu down [admin@MikroTik] &gt; export file=Router2ISP [admin@MikroTik] &gt;</pre>	•						

Al realizar la exportación se tiene que abrir en la parte izquierda la opción de list y se nos abre una ventana con el nombre *File List* en el archivo se coloca un nombre para proceder a seleccionar clip derecho y bajar y guardar en la computadora.

Sadmin@CC:2D:E0	:34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)		- 🗆 ×
Session Settings D	ashboard		
🌖 🕑 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B		
🖉 💓 Quick Set	Terminal <1>	File List	
CAPSMAN CAPSMAN Interfaces Wireless Stidge Switch Switch Switch Mesh PPP Switch Mesh PIP Routing PLS August Construction Cons	MikroTik RouterOS 6.48.4 (c) 1999-2021 http://www.mikrotik.com/ [?] Gives the list of available commands command [?] Gives help on the command and list of arguments [Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,	File     Cloud Backup	Find Show Categories Detail Mode Show Columns Find Ctrl+F Find Next Ctrl+G Restore Download
Windows N More N	down [admin@MikroTik] > oxport file=Router2ISF [admin@MikroTik] >	2 items (1 selected) 18.1 MiB of 128.0 MiB used	85% free

# Proceso para cargar el archivo de respaldo al Mikrotik

Se ubica en la opción terminal el siguiente comando *import file=Router2ISP.rcs* y se presiona la tecla *Enter*.

Sadmin@CC:2D:E0:	34:2C:1B (MikroTik) - WinBox (64bit) v6.48.4 on RB951Ui-2HnD (mipsbe)		- 🗆 ×
Session Settings Da	ishboard		
🌖 🖓 🛛 Safe Mode	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B		
💓 💓 Quick Set	Terminal <1>	File List	
CAPsMAN	MikroTik RouterOS 6.48.4 (c) 1999-2021 http://www.mikrotik.com/	File Cloud Backup	
Wireless     Bridge	[?] Gives the list of available commands command [?] Gives help on the command and list of arguments	File Name V Type Size Creation Time Size 201021105741	Find
Switch	[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous, a second [Tab] gives possible options	Router2ISP.rsc script 1895 B Sep/21/2021 10:57:42	
I Mesh	/ Move up to base level 	Restore	
Image: Provide the second s	jan/u2/15/0 00/00/15 system,erroz,critical router was remoted without proper shu down jan/02/1970 00:00:14 system,error,critical router was remoted without proper shu down	Backup File: Router2ISP.rsc T Restore	
Piles	jan/02/1970 00:12:11 system,error,critical login failure for user admin from 30:5 :3A:01:ED:4C via winbox ian/02/1970 00:00:14 system.error,critical router was rebooted without proper shu	Password.	
	down sep/17/2021 09:11:46 system,error,critical router was rebooted without proper shu		
More N	[admin@MikroTik] > export file=Router2ISP [admin@MikroTik] > inport file=Router@ISP.rsc	2 items (1 selected) 18.1 MiB of 128.0 MiB used 85% ft	ree

# Configuración del Firewall

Se ingresa a la IP/Firewall y se selecciona el símbolo de más [+]

Ca Safe Mode	Session: CC:2D:E0.34	20.18		
🖉 Quick Set	New Firewall Rule			
CAPsMAN	General Advanced	Extra Action Statistics		ОК
Interfaces	Chain:	forward	Ŧ	Cancel
Wireless	Src Addrose:			
Bridge	Sit. Address.		·	Apply
PPP	Dst. Address:		•	Disable
Switch	Protocol:			Comment
tesn	Src Port			0
	010.1012			Сору
Pouting	Dst. Port		¥	Remove
Sustem	Any. Port		*	Reset Counters
	In. Interface:		•	Reset All Counte
Filos	Out Interface:		-	- reservar obtaine
	In. Interface List		•	
Tools	Out Interface List		•	
New Terminal	Desket Marks			
Dot1X	Facket Mark.		·	
MetaROUTER	Connection Mark:		•	
Partition	Routing Mark:			
Make Supoutrif	Routing Table:			
💿 New WinBox				
🚮 Exit	Connection Type:			
	Connection State:			
🔲 Windows 🛛 🗅	Connection NAT State:		-	

Aquí se procede a poner las reglas

<ul> <li>Safe Mode</li> </ul>	Session: CC:2D:E0:34:2C:1B																
Quick Set	Firewall																
CAPSMAN	Filter Rules NAT Manule Raw Service Ports	Connection	s Address Lists	Laver7Prote	cols												
Interfaces		1															
Wireless	🕈 🗕 💙 🗰 🖆 🦞 🌾 Reset Counter	s C Rese	t All Counters												all	•	
Didee	# Action	Chain	Src. Address	Dst Addr.	Protocol	Src	Dst	In. Interface	Out Inte., In Interf.	Out Inte S	irc. Ad., D	ost Ad., By	tes P	ackets		-	
, blige	::: Denegar conexiones invalidas																
PPP	0 🗯 drop	input											0 B	0			
Switch	.:: Permitir Ping																
Mesh	1 📌 accept	input			1 (icmp)								0 B	0			
in b	Permitir conexiones establecidas y relacionada	15															
	2 Paccept	input											0.8	0			
MPLS P	.: Permiso al Router ISP1 CNT		100 100 1 0 0 0					IT A MARK ON T					00000	22.014			
Routing	3 CCCPR	input	192.168.1.0/24					Etheri-WANI-UNI				4	052.0 KID	33811		_	
System	Permiso del Router ISP2 Microondas	innut	100 169 1 0/04					IEth-ora WAND MICDOOAIDA					0.8	0		_	
Comment	"Desegarized to demas	input	152.100.1.0/24					ILBER WARE WICHOOKDA					00	0			
Queues	5 doo	ionut										1	141.9 K/B	4 325			
Files	··· Bloquear fuerza bruta	mpor											111.01100	4 52.5			
Log	6 Int add arc to address list	input			6 (tcp)		22				sh3		0.8	0			
RADIUS	7 add src to address list	input			6 (tcp)		22				sh2		0.8	0			
Trate b	8 add src to address list	input			6 (tcp)		22			5	sh1		0 B	0			
Tools I	9 int add src to address list	input			6 (tcp)		22						0 B	0			
New Terminal	10 🗰 drop	input			6 (tcp)		22			6	sta_ne		0 B	0			
Dot1X	::: Bloquear DOS 01																
MetaBOUTER	11 🕜 tarpit	forward		163.10.0.8	4 6 (tcp)		80						0 B	0			
0	;;; Bloquear DOS 02																
Partson	12 🗰 drop	forward		163.10.0.8	4 6 (tcp)		80						0 B	0			
Make Supout if	:: Denegando escaners de puertos																
New WinBox	13 A drop	input								E	scane		0.8	0			
Exit	.: Listar como escaner de puertos				C								0.0	0			
	14 LT add src to address list	input			6 (tcp)								08	U			
	15 edd as to address fat	innut			E (here)								0.8	0			
Windows	Eranne Cybicibi	input			o (acp)								00	U			
	16 Int address list	ionut			6 (ten)								0.8	0			
	··· Escaper SYN/RST	mpor			o (ocp)								0.0	0			
	17 add src to address list	input			6 (tcp)								0 B	0			
	Escaner FIN/PSH/URG																
	18 add src to address list	input			6 (tcp)								0 B	0			
	::: Escaner TODO/TODO																
	19 int add src to address list	input			6 (tcp)								0 B	0			
	20 items (1 selected)																

#### ANEXO 2

```
Configuración de los dos ISP
# sep/21/2021 10:57:39 by RouterOS 6.48.4
# software id = 0CMG-KSW8
#
# model = 951Ui-2HnD
# serial number = 8A7408E84D02
/interface bridge
add name=bridge1-LAN-LATITUD-0
/interface ethernet
set [ find default-name=ether1 ] name=Ether1-WAN1-CNT
set [ find default-name=ether2 ] name=Ether2-WAN2-MICROONDA
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=2ghz-b/g/n country=ecuador disabled=no \
  frequency=auto installation=indoor mode=ap-bridge name=WLAN-INALAMBRICA \
  ssid=" Latitud 0 HomeOffice1"
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] supplicant-identity=MikroTik
add authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk eap-methods="" mode=dynamic-keys \
  name=profile1 supplicant-identity="" wpa-pre-shared-key=Latitud2021 \
  wpa2-pre-shared-key=Latitud2021
/ip pool
add name=dhcp_pool0 ranges=192.168.1.2-192.168.1.254
add name=dhcp_pool1 ranges=192.168.1.20-192.168.1.200
add name=dhcp pool2 ranges=192.168.1.10-192.168.1.210
/ip dhcp-server
add address-pool=dhcp_pool2 disabled=no interface=bridge1-LAN-LATITUD-0 name=\
  dhcp1
/interface bridge port
add bridge=bridge1-LAN-LATITUD-0 interface=ether3
add bridge=bridge1-LAN-LATITUD-0 interface=ether4
add bridge=bridge1-LAN-LATITUD-0 interface=ether5
add bridge=bridge1-LAN-LATITUD-0 interface=WLAN-INALAMBRICA
```

/ip neighbor discovery-settings

set discover-interface-list=!dynamic /ip address add address=192.168.1.1/24 interface=bridge1-LAN-LATITUD-0 network=\ 192.168.1.0 /ip dhcp-client add disabled=no interface=Ether1-WAN1-CNT add disabled=no interface=Ether2-WAN2-MICROONDA /ip dhcp-server network add address=192.168.1.0/24 gateway=192.168.1.1 /ip firewall nat add action=masquerade chain=srcnat out-interface=Ether1-WAN1-CNT add action=masquerade chain=srcnat out-interface=Ether2-WAN2-MICROONDA /system clock set time-zone-name=America/Guayaquil

#### **ANEXO 3**

# Configuración del Firewall. # sep/21/2021 12:50:53 by RouterOS 6.48.4 # software id = 0CMG-KSW8 # # model = 951Ui-2HnD # serial number = 8A7408E84D02 /ip firewall filter add action=drop chain=input comment="Denegar conexiones invalidas" \ connection-state=invalid add action=accept chain=input comment="Permitir Ping" protocol=icmp add action=accept chain=input comment=\ "Permitir conexiones establecidas y relacionadas" connection-state=\ established, related connection-type="" add action=accept chain=input comment="Permiso al Router ISP1 CNT" \ in-interface=!Ether1-WAN1-CNT src-address=192.168.1.0/24 add action=accept chain=input comment="Permiso del Router ISP2 Microondas" \ in-interface=!Ether2-WAN2-MICROONDA src-address=192.168.1.0/24 add action=drop chain=input comment="Denegar todo lo demas" add action=add-src-to-address-list address-list=lista\_negra\_ssh \ address-list-timeout=1w3d chain=input comment="Bloquear fuerza bruta" \ connection-state=new dst-port=22 protocol=tcp src-address-list=ssh3 add action=add-src-to-address-list address-list=ssh3 address-list-timeout=1m \ chain=input connection-state=new dst-port=22 protocol=tcp \ src-address-list=ssh2 add action=add-src-to-address-list address-list=ssh2 address-list-timeout=1m \ chain=input connection-state=new dst-port=22 protocol=tcp \ src-address-list=ssh1 add action=add-src-to-address-list address-list=ssh1 address-list-timeout=1m \ chain=input connection-state=new dst-port=22 protocol=tcp add action=drop chain=input dst-port=22 protocol=tcp src-address-list=\

lista\_negra\_ssh

add action=tarpit chain=forward comment="Bloquear DOS 01" connection-limit=\

20,32 dst-address=163.10.0.84 dst-port=80 protocol=tcp

add action=drop chain=forward comment="Bloquear DOS 02" connection-limit=5,32 \

connection-state=new dst-address=163.10.0.84 dst-port=80 protocol=tcp

add action=drop chain=input comment="Denegando escaners de puertos" \

src-address-list="Escaner de Puertos"

add action=add-src-to-address-list address-list="Escaner de Puertos" \

address-list-timeout=2w chain=input comment=\

"Listar como escaner de puertos" protocol=tcp psd=21,3s,3,1

add action=add-src-to-address-list address-list="Escaner de Puertos" \

address-list-timeout=2w chain=input comment="Escaneo de sigilo NMAP FIN" \

protocol=tcp tcp-flags=fin,!syn,!rst,!psh,!ack,!urg

add action=add-src-to-address-list address-list="Escaner de Puertos" \

address-list-timeout=2w chain=input comment="Escaner SYN/FIN" protocol=\

tcp tcp-flags=fin,syn

add action=add-src-to-address-list address-list="Escaner de Puertos" \

address-list-timeout=2w chain=input comment="Escaner SYN/RST" protocol=\

```
tcp tcp-flags=syn,rst
```

add action=add-src-to-address-list address-list="Escaner de Puertos" \

address-list-timeout=2w chain=input comment="Escaner FIN/PSH/URG" \

protocol=tcp tcp-flags=fin,psh,urg,!syn,!rst,!ack

```
add action=add-src-to-address-list address-list="Escaner de Puertos" \
```

address-list-timeout=2w chain=input comment="Escaner TODO/TODO" protocol=\

tcp tcp-flags=fin,syn,rst,psh,ack,urg

/ip firewall nat

add action=masquerade chain=srcnat out-interface=Ether1-WAN1-CNT

add action=masquerade chain=srcnat out-interface=Ether2-WAN2-MICROONDA

# **ANEXO 4**

Configuración del balance de cargas de los dos ISP
# sep/17/2021 10:19:55 by RouterOS 6.48.4
# software id = 0CMG-KSW8
#
# model = 951Ui-2HnD
# serial number = 8A7408E84D02
/ip firewall mangle
add action=mark-connection chain=prerouting connection-state=new \
in-interface=Ether1-WAN1-CNT new-connection-mark=Ether1-WAN1-CNT \
passthrough=yes
add action=mark-connection chain=prerouting connection-state=new \
in-interface=Ether2-WAN2-MICROONDA new-connection-mark=\
Ether1-WAN2-MICROONDA passthrough=yes
add action=mark-routing chain=output connection-mark=Ether1-WAN1-CNT \
new-routing-mark=Ether1-WAN1-CNT passthrough=yes
add action=mark-routing chain=output connection-mark=Ether1-WAN2-MICROONDA \
new-routing-mark=Ether1-WAN2-MICROONDA passthrough=yes
add action=mark-connection chain=prerouting connection-state=new \
dst-address-type=!local in-interface=bridge1-LAN-LATITUD-0 \
new-connection-mark=Ether1-WAN1-CNT passthrough=yes \
per-connection-classifier=both-addresses:2/0
add action=mark-connection chain=prerouting connection-state=new \
dst-address-type=!local in-interface=bridge1-LAN-LATITUD-0 \
new-connection-mark=Ether1-WAN2-MICROONDA passthrough=yes \
per-connection-classifier=both-addresses:2/1
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=Ether1-WAN1-CNT \
in-interface=bridge1-LAN-LATITUD-0 new-routing-mark=Ether1-WAN1-CNT \
passthrough=yes
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=\
Ether1-WAN2-MICROONDA in-interface=bridge1-LAN-LATITUD-0

#### **ANEXO 5**

#### Configuración de la antena como punto de acceso HOME OFFICE 03

### PART ### #radio.1.txpower.max=24 ## 1626826934 #radio.1.txpower.min=-4 ##WA.v8.7.5 #radio.1.txpower.offset=1 #board.sysid=0xe7f9 #radio.1.ieee\_modes=21 #board.cpurevision=0x00001123 #radio.1.powerBackoff=5 #board.arch=0 #radio.1.antennas=2 #board.fcc\_id=SWX-LBE5ACG2 #radio.1.def\_antenna=1 #board.name=LiteBeam 5AC #radio.1.antenna.1.id=1 #board.shortname=L5C #radio.1.antenna.1.name=23 #board.model=LBE-5AC-Gen2 #radio.1.antenna.1.gain=23 #board.timestamp=1602620273 #radio.1.antenna.1.builtin=1 #board.bom=13-00497-29 #radio.1.antenna.2.id=2 #board.netmodes=3 #radio.1.antenna.2.name=Feed only #board.hwaddr=F492BF480D1A #radio.1.antenna.2.gain=6 #board.device id=c8b21ee72c214476aa63ae #radio.1.antenna.2.builtin=1 2be0753653 #radio.1.caps=2900361236 #board.reboot=40 #radio.1.caps2=0 #board.upgrade=150 #radio.1.eirp.limit=1 #board.phycount=1 #radio.1.regdomain\_flags=fcc\_new\_grant,ts =0x5f860b71 #board.phy.1.maxmtu=2024 #board.fcc\_unii\_activated=1 #radio.1.chains=2 #board.fcc\_unii\_switchable=0 #radio.1.ieee\_mode\_a=1 #board.required\_fw\_version=526084 #radio.1.ptp\_only=1 #radio.1.name= #radio.1.ptp\_sta=1 #radio.1.shortname= #radio.1.ptmp\_only=1 #radio.1.bus=pci #radio.1.ptmp\_sta=1 #radio.1.devdomain=5000 #radio.1.distance\_limit=0 #radio.1.ccode=840 #radio.1.chanbw=10,20,30,40,50,60,80 #radio.1.ccode fixed=0 #radio.2.name= #radio.1.ccode locked=0 #radio.2.shortname= #radio.1.subsystemid=0xe7f9 #radio.2.bus=ahb #radio.1.subvendorid=0x0777 #radio.2.devdomain=5000

#radio.2.ccode=840 #radio.2.ccode\_fixed=0 #radio.2.ccode\_locked=0 #radio.2.subsystemid=0xe7f9 #radio.2.subvendorid=0x0777 #radio.2.txpower.max=19 #radio.2.txpower.min=0 #radio.2.txpower.offset=0 #radio.2.ieee\_modes=10 #radio.2.powerBackoff=5 #radio.2.antennas=0 #radio.2.def\_antenna=0 #radio.2.caps=12 #radio.2.caps2=0 #radio.2.eirp.limit=0 #radio.2.regdomain\_flags=ts=0x5f860b71 #radio.2.chains=1 #radio.2.ieee mode bg=1 #radio.2.web\_exclude=1 #radio.2.distance\_limit=0 #radio.2.chanbw=5,10,20,40,80 #feature.rssi.leds=0 #feature.g2=1 #feature.g3=0 #feature.ext\_reset=0 #feature.poe\_passthrough=0 #71b5e7139300564e017238d2aaeb4f66 ### PART ### aaa.status=enabled system.cfg.editor.webui=2021-09-29T13:07:57.948Z igmpproxy.status=disabled tshaper.status=disabled iptables.sys.portfw.status=disabled

iptables.sys.status=enabled iptables.status=disabled route.1.netmask=0 route.1.ip=0.0.0.0 route.1.gateway=192.168.1.1 route.1.devname=br0 route.1.status=enabled route.status=enabled bridge.1.port.2.devname=ath0 bridge.1.port.2.status=enabled bridge.1.port.1.devname=eth0 bridge.1.port.1.status=enabled bridge.1.devname=br0 bridge.1.stp.status=disabled bridge.1.status=enabled bridge.status=enabled netconf.3.netmask=255.255.255.0 netconf.3.ip=192.168.1.50 netconf.3.role=mlan netconf.3.mtu=1500 netconf.3.autoip.status=enabled netconf.3.devname=br0 netconf.3.status=enabled netconf.2.flowcontrol.tx.status=enabled netconf.2.flowcontrol.rx.status=enabled netconf.2.autoneg=enabled netconf.2.mtu=1500 netconf.2.autoip.status=disabled netconf.2.up=enabled netconf.2.devname=eth0 netconf.2.status=enabled netconf.1.mtu=1500 netconf.1.autoip.status=disabled netconf.1.up=enabled

netconf.1.devname=ath0 netconf.1.status=enabled netconf.status=enabled resolv.nameserver.2.ip=8.8.8.8 resolv.nameserver.2.status=enabled resolv.nameserver.1.ip=192.168.1.1 resolv.nameserver.1.status=enabled resolv.nameserver.status=enabled resolv.host.1.status=enabled resolv.host.1.name=Home 03 sshd.port=22 sshd.auth.passwd=enabled sshd.status=enabled pppoe-relay.status=disabled ebtables.sys.fw6.status=disabled ebtables.sys.fw.status=disabled ebtables.sys.eap.1.devname=ath0 ebtables.sys.eap.1.status=enabled ebtables.sys.eap.status=enabled ebtables.sys.status=enabled ebtables.status=enabled wpasupplicant.status=disabled wpasupplicant.profile.1.network.2.status=disa bled wpasupplicant.profile.1.network.2.priority=2 wpasupplicant.profile.1.network.2.key\_mgmt. 1.name=NONE wpasupplicant.profile.1.network.1.status=ena bled wpasupplicant.profile.1.network.1.ssid=PRUE **BA MARIO** wpasupplicant.profile.1.network.1.psk=P@r@ Qu30

wpasupplicant.profile.1.network.1.proto.1.na me=RSN wpasupplicant.profile.1.network.1.pairwise.1. name=CCMP wpasupplicant.profile.1.network.1.key mgmt. 1.name=WPA-PSK wpasupplicant.profile.1.name=AUTO wpasupplicant.device.1.status=disabled wpasupplicant.device.1.profile=AUTO wpasupplicant.device.1.devname=ath0 wireless.1.wds.status=enabled wireless.1.status=enabled wireless.1.ssid=PRUEBA MARIO wireless.1.security.type=none wireless.1.rate.mcs=9 wireless.1.rate.auto=enabled wireless.1.mcast.enhance=0 wireless.1.mac acl.status=disabled wireless.1.mac\_acl.policy=allow wireless.1.l2 isolation=disabled wireless.1.hide ssid=disabled wireless.1.devname=ath0 wireless.1.amsdu=3 wireless.1.ampdu.status=enabled wireless.1.ampdu.frames=32 wireless.status=enabled users.2.uid=100 users.2.status=disabled users.2.shell=/bin/false users.2.gid=100 users.1.status=enabled users.1.name=Latitud0 users.status=enabled update.check.status=enabled

unms.status= telnetd.status=disabled telnetd.port=23 system.timezone=EST5EDT,M3.2.0,M11.1.0 system.longitude=-78.491591 system.leds.nightmode=disabled system.latitude=-0.253816 system.height=12 system.external.reset=enabled system.date.status=disabled system.cfg.version=65547 system.autosend\_crash\_reports=disabled system.airosx.prov.status=disabled syslog.status=enabled syslog.remote.status=disabled syslog.remote.port=514 snmp.status=disabled snmp.community=public radio.1.txpower=21 radio.1.status=enabled radio.1.scanbw.status=disabled radio.1.scan\_list.status=enabled radio.1.scan list.channels=5770 radio.1.rx sensitivity=-65 radio.1.reg\_obey=disabled radio.1.rc\_mode=1 radio.1.ptpmode=0 radio.1.pollingpri=2 radio.1.pollingnoack=0 radio.1.polling\_ff\_sta\_rx\_rssi\_th=1 radio.1.polling\_ff\_flex=1 radio.1.polling\_ff\_dur=0 radio.1.polling\_daprot=1 radio.1.polling\_11ac\_11n\_compat=1

radio.1.polling=enabled radio.1.obey=enabled radio.1.mode=master radio.1.low txpower mode=disabled radio.1.ieee mode=11acvht20 radio.1.freq=5770 radio.1.ff\_cap\_rep=0 radio.1.dfs.status=enabled radio.1.devname=ath0 radio.1.cwm.mode=1 radio.1.cwm.enable=0 radio.1.countrycode=218 radio.1.cmsbias=0 radio.1.chanbw=10 radio.1.center.1.freq=5770 radio.1.cable.loss=0 radio.1.atpc.threshold=36 radio.1.atpc.status=enabled radio.1.atpc.sta.status=enabled radio.1.antenna.id=1 radio.1.antenna.gain=23 radio.1.acktimeout=110 radio.1.ackdistance=11910 radio.1.ack.auto=disabled radio.status=enabled radio.countrycode=218 pwdog.status=disabled pwdog.retry=3 pwdog.period=300 pwdog.delay=300 ntpclient.1.status=disabled ntpclient.1.server=0.ubnt.pool.ntp.org ntpclient.status=disabled netmode=bridge

httpd.status=enabled httpd.session.timeout=900 httpd.port=80 httpd.https.status=enabled httpd.https.port=443 gui.network.advanced.status=enabled gui.language=sp\_SP discovery.status=enabled discovery.lldp.status=enabled discovery.cdp.status=disabled discovery.beacon.status=enabled airview.status=enabled aaa.1.wpa.1.pairwise=CCMP aaa.1.wpa.psk=P@r@Qu30 aaa.1.wpa.mode=2 aaa.1.wpa.key.1.mgmt=WPA-PSK aaa.1.status=enabled aaa.1.ssid=PRUEBA MARIO aaa.1.radius.auth.1.status=disabled aaa.1.radius.auth.1.port=1812 aaa.1.radius.acct.1.status=disabled aaa.1.radius.acct.1.port=1813 aaa.1.devname=ath0 unms.uri= users.1.password=\$1\$hPwEICk7\$oISCMA3L9e KOHaVXX1QLg/

# ANEXO 6

# Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 02

### PART ###	<pre>#radio.1.ccode_locked=0</pre>						
## 1632818703	<pre>#radio.1.subsystemid=0xe7f9</pre>						
##WA.v8.7.5	<pre>#radio.1.subvendorid=0x0777</pre>						
#board.sysid=0xe7f9	<pre>#radio.1.txpower.max=24</pre>						
#board.cpurevision=0x00001123	<pre>#radio.1.txpower.min=-4</pre>						
#board.arch=0	<pre>#radio.1.txpower.offset=1</pre>						
#board.fcc_id=SWX-LBE5ACG2	<pre>#radio.1.ieee_modes=21</pre>						
#board.name=LiteBeam 5AC	<pre>#radio.1.powerBackoff=5</pre>						
#board.shortname=L5C	<pre>#radio.1.antennas=2</pre>						
#board.model=LBE-5AC-Gen2	<pre>#radio.1.def_antenna=1</pre>						
#board.timestamp=1602622201	<pre>#radio.1.antenna.1.id=1</pre>						
#board.bom=13-00497-29	<pre>#radio.1.antenna.1.name=23</pre>						
#board.netmodes=3	<pre>#radio.1.antenna.1.gain=23</pre>						
#board.hwaddr=F492BF480067	<pre>#radio.1.antenna.1.builtin=1</pre>						
#board.device_id=5671b6276c9e77b944f8e8 d5c220310f	<pre>#radio.1.antenna.2.id=2</pre>						
#board reboot=10	<pre>#radio.1.antenna.2.name=Feed only</pre>						
#board.ieboot=+0	<pre>#radio.1.antenna.2.gain=6</pre>						
#board.upgrade=150	#radio.1.antenna.2.builtin=1						
#board.phycount=1	#radio.1.caps=2900361236						
#board.phy.1.maxmtu=2024	#radio.1.caps2=0						
#board.fcc_unii_activated=1	<pre>#radio.1.eirp.limit=1</pre>						
#board.fcc_unii_switchable=0	<pre>#radio.1.regdomain_flags=fcc_new_grant,ts=</pre>						
#board.required_fw_version=526084	0x5f8612f9						
#radio.1.name=	<pre>#radio.1.chains=2</pre>						
#radio.1.shortname=	<pre>#radio.1.ieee_mode_a=1</pre>						
#radio.1.bus=pci	<pre>#radio.1.ptp_only=1</pre>						
#radio.1.devdomain=5000	<pre>#radio.1.ptp_sta=1</pre>						
#radio.1.ccode=840	<pre>#radio.1.ptmp_only=1</pre>						
<pre>#radio.1.ccode_fixed=0</pre>	<pre>#radio.1.ptmp_sta=1</pre>						

#radio.1.distance\_limit=0 #radio.1.chanbw=10,20,30,40,50,60,80 #radio.2.name= #radio.2.shortname= #radio.2.bus=ahb #radio.2.devdomain=5000 #radio.2.ccode=840 #radio.2.ccode fixed=0 #radio.2.ccode\_locked=0 #radio.2.subsystemid=0xe7f9 #radio.2.subvendorid=0x0777 #radio.2.txpower.max=19 #radio.2.txpower.min=0 #radio.2.txpower.offset=0 #radio.2.ieee\_modes=10 #radio.2.powerBackoff=5 #radio.2.antennas=0 #radio.2.def\_antenna=0 #radio.2.caps=12 #radio.2.caps2=0 #radio.2.eirp.limit=0 #radio.2.regdomain\_flags=ts=0x5f8612f9 #radio.2.chains=1 #radio.2.ieee\_mode\_bg=1 #radio.2.web\_exclude=1 #radio.2.distance\_limit=0 #radio.2.chanbw=5,10,20,40,80 #feature.rssi.leds=0 #feature.g2=1 #feature.g3=0 #feature.ext\_reset=0

#feature.poe\_passthrough=0 #4023cd09a1f73eb49ea6a93b05cfbc07 ### PART ### aaa.status=disabled system.cfg.editor.webui=2021-09-29T13:09:33.5757 igmpproxy.status=disabled tshaper.status=disabled iptables.sys.portfw.status=disabled iptables.sys.status=enabled iptables.status=disabled route.1.netmask=0 route.1.ip=0.0.0.0 route.1.gateway=192.168.1.1 route.1.devname=br0 route.1.status=enabled route.status=enabled bridge.1.port.2.devname=ath0 bridge.1.port.2.status=enabled bridge.1.port.1.devname=eth0 bridge.1.port.1.status=enabled bridge.1.devname=br0 bridge.1.stp.status=disabled bridge.1.status=enabled bridge.status=enabled netconf.3.netmask=255.255.255.0 netconf.3.ip=192.168.1.52 netconf.3.role=mlan netconf.3.mtu=1500 netconf.3.autoip.status=enabled netconf.3.devname=br0

netconf.3.status=enabled netconf.2.flowcontrol.tx.status=enabled netconf.2.flowcontrol.rx.status=enabled netconf.2.autoneg=enabled netconf.2.mtu=1500 netconf.2.autoip.status=disabled netconf.2.up=enabled netconf.2.devname=eth0 netconf.2.status=enabled netconf.1.mtu=1500 netconf.1.autoip.status=disabled netconf.1.up=enabled netconf.1.devname=ath0 netconf.1.status=enabled netconf.status=enabled resolv.nameserver.2.ip=8.8.4.4 resolv.nameserver.2.status=enabled resolv.nameserver.1.ip=8.8.8.8 resolv.nameserver.1.status=enabled resolv.nameserver.status=enabled resolv.host.1.status=enabled resolv.host.1.name=HOME 02 sshd.port=22 sshd.auth.passwd=enabled sshd.status=enabled pppoe-relay.status=disabled ebtables.sys.fw6.status=disabled ebtables.sys.fw.status=disabled ebtables.sys.eap.1.devname=ath0 ebtables.sys.eap.1.status=enabled ebtables.sys.eap.status=enabled

ebtables.sys.status=enabled

ebtables.status=enabled

wpasupplicant.status=enabled

wpasupplicant.profile.1.network.2.status=disa bled

wpasupplicant.profile.1.network.2.priority=2

wpasupplicant.profile.1.network.2.key\_mgmt. 1.name=NONE

wpasupplicant.profile.1.network.1.bssid=F4:9 2:BF:48:0D:1A

wpasupplicant.profile.1.network.1.status=ena bled

wpasupplicant.profile.1.network.1.ssid=PRUE BA MARIO

wpasupplicant.profile.1.network.1.psk=P@r@ Qu30

wpasupplicant.profile.1.network.1.proto.1.na me=RSN

wpasupplicant.profile.1.network.1.priority=10 0

wpasupplicant.profile.1.network.1.pairwise.1. name=CCMP

wpasupplicant.profile.1.network.1.key\_mgmt. 1.name=WPA-PSK

wpasupplicant.profile.1.network.1.eap.1.statu s=disabled

wpasupplicant.profile.1.name=AUTO

wpasupplicant.device.1.status=enabled

wpasupplicant.device.1.profile=AUTO

wpasupplicant.device.1.devname=ath0

wireless.1.wds.status=enabled

wireless.1.status=enabled

wireless.1.ssid=PRUEBA MARIO

wireless.1.security.type=none

wireless.1.rate.mcs=9

wireless.1.rate.auto=enabled wireless.1.mcast.enhance=0 wireless.1.mac\_acl.status=disabled wireless.1.mac\_acl.policy=allow wireless.1.l2\_isolation=disabled wireless.1.hide\_ssid=disabled wireless.1.devname=ath0 wireless.1.amsdu=3 wireless.1.ampdu.status=enabled wireless.1.ampdu.frames=32 wireless.status=enabled users.2.uid=100 users.2.status=disabled users.2.shell=/bin/false users.2.gid=100 users.1.status=enabled users.1.name=Latitud0 users.status=enabled update.check.status=enabled unms.status= telnetd.status=disabled telnetd.port=23 system.timezone=EST5EDT,M3.2.0,M11.1.0 system.longitude=-78.451972 system.leds.nightmode=disabled system.latitude=-0.331281 system.height=15 system.external.reset=enabled system.date.timestamp=202109280000 system.date.status=enabled

system.cfg.version=65547

system.autosend\_crash\_reports=disabled system.airosx.prov.status=disabled syslog.status=enabled syslog.remote.status=disabled syslog.remote.port=514 snmp.status=disabled snmp.community=public radio.1.txpower=21 radio.1.status=enabled radio.1.scanbw.status=disabled radio.1.scan\_list.status=disabled radio.1.rx\_sensitivity=-65 radio.1.reg\_obey=disabled radio.1.rc\_mode=1 radio.1.ptpmode=0 radio.1.pollingpri=0 radio.1.pollingnoack=0 radio.1.polling\_ff\_sta\_rx\_rssi\_th=0 radio.1.polling\_ff\_flex=0 radio.1.polling\_ff\_dur=0 radio.1.polling\_ff\_dl\_ratio=50 radio.1.polling\_11ac\_11n\_compat=0 radio.1.polling=enabled radio.1.obey=enabled radio.1.mode=managed radio.1.low\_txpower\_mode=disabled radio.1.ieee\_mode=11acvht20 radio.1.freg=5180 radio.1.ff\_cap\_rep=0 radio.1.dfs.status=enabled radio.1.devname=ath0

radio.1.cwm.mode=1 radio.1.cwm.enable=0 radio.1.countrycode=218 radio.1.cmsbias=0 radio.1.chanbw=10 radio.1.center.1.freq=5180 radio.1.cable.loss=0 radio.1.atpc.threshold=36 radio.1.atpc.status=disabled radio.1.atpc.sta.status=enabled radio.1.antenna.id=1 radio.1.antenna.gain=23 radio.1.acktimeout=98 radio.1.ackdistance=10020 radio.1.ack.auto=enabled radio.status=enabled radio.countrycode=218 pwdog.status=disabled pwdog.retry=3 pwdog.period=300 pwdog.delay=300 ntpclient.1.status=disabled ntpclient.1.server=0.ubnt.pool.ntp.org ntpclient.status=disabled netmode=bridge httpd.status=enabled

httpd.session.timeout=900 httpd.port=80 httpd.https.status=enabled httpd.https.port=443 gui.network.advanced.status=enabled gui.language=sp\_SP discovery.status=enabled discovery.lldp.status=enabled discovery.cdp.status=disabled discovery.beacon.status=enabled airview.status=enabled aaa.1.wpa.1.pairwise=CCMP aaa.1.wpa.psk=P@r@Qu30 aaa.1.wpa.mode=2 aaa.1.wpa.key.1.mgmt=WPA-PSK aaa.1.status=disabled aaa.1.ssid=PRUEBA MARIO aaa.1.radius.auth.1.status=disabled aaa.1.radius.auth.1.port=1812 aaa.1.radius.acct.1.status=disabled aaa.1.radius.acct.1.port=1813 aaa.1.devname=ath0 unms.uri= users.1.password=\$1\$d1MseT3k\$IL3OdBpACt jjAn/ID/cPP0
#### ANEXO 7

## Configuración de la antena como cliente HOME OFFICE 01

### PART ###	#radio.1.txpower.max=24
## 1626792033	#radio.1.txpower.min=-4
##WA.v8.7.5	<pre>#radio.1.txpower.offset=1</pre>
#board.sysid=0xe7f9	#radio.1.ieee_modes=21
#board.cpurevision=0x00001123	#radio.1.powerBackoff=5
#board.arch=0	#radio.1.antennas=2
#board.fcc_id=SWX-LBE5ACG2	#radio.1.def_antenna=1
#board.name=LiteBeam 5AC	#radio.1.antenna.1.id=1
#board.shortname=L5C	#radio.1.antenna.1.name=23
#board.model=LBE-5AC-Gen2	#radio.1.antenna.1.gain=23
#board.timestamp=1602808381	#radio.1.antenna.1.builtin=1
#board.bom=13-00497-29	#radio.1.antenna.2.id=2
#board.netmodes=3	#radio.1.antenna.2.name=Feed only
#board.hwaddr=F492BF48E4A9	#radio.1.antenna.2.gain=6
#board.device_id=e56d59a92c9d4280f68a0f1	#radio.1.antenna.2.builtin=1
c1d0d8f8e	#radio.1.caps=2900361236
#board.reboot=40	#radio.1.caps2=0
#board.upgrade=150	#radio.1.eirp.limit=1
#board.phycount=1	<pre>#radio.1.regdomain_flags=fcc_new_grant,ts=</pre>
#board.phy.1.maxmtu=2024	0x5f88ea3d
#board.fcc_unii_activated=1	#radio.1.chains=2
#board.fcc_unii_switchable=0	#radio.1.ieee_mode_a=1
#board.required_fw_version=526084	#radio.1.ptp_only=1
#radio.1.name=	#radio.1.ptp_sta=1
#radio.1.shortname=	#radio.1.ptmp_only=1
#radio.1.bus=pci	#radio.1.ptmp_sta=1
#radio.1.devdomain=5000	<pre>#radio.1.distance_limit=0</pre>
#radio.1.ccode=840	#radio.1.chanbw=10,20,30,40,50,60,80
<pre>#radio.1.ccode_fixed=0</pre>	#radio.2.name=
<pre>#radio.1.ccode_locked=0</pre>	<pre>#radio.2.shortname=</pre>
#radio.1.subsystemid=0xe7f9	#radio.2.bus=ahb
#radio.1.subvendorid=0x0777	#radio.2.devdomain=5000

#radio.2.ccode=840 #radio.2.ccode\_fixed=0 #radio.2.ccode\_locked=0 #radio.2.subsystemid=0xe7f9 #radio.2.subvendorid=0x0777 #radio.2.txpower.max=19 #radio.2.txpower.min=0 #radio.2.txpower.offset=0 #radio.2.ieee\_modes=10 #radio.2.powerBackoff=5 #radio.2.antennas=0 #radio.2.def\_antenna=0 #radio.2.caps=12 #radio.2.caps2=0 #radio.2.eirp.limit=0 #radio.2.regdomain\_flags=ts=0x5f88ea3d #radio.2.chains=1 #radio.2.ieee mode bg=1 #radio.2.web\_exclude=1 #radio.2.distance\_limit=0 #radio.2.chanbw=5,10,20,40,80 #feature.rssi.leds=0 #feature.g2=1 #feature.g3=0 #feature.ext\_reset=0 #feature.poe\_passthrough=0 #684eda4ec692c994fc9a7767d59e13ce ### PART ### aaa.status=disabled system.cfg.editor.webui=2021-09-29T14:16:38.244Z igmpproxy.status=disabled tshaper.status=disabled iptables.sys.portfw.status=disabled

iptables.sys.status=enabled iptables.status=disabled route.1.netmask=0 route.1.ip=0.0.0.0 route.1.gateway=192.168.1.1 route.1.devname=br0 route.1.status=enabled route.status=enabled bridge.1.port.2.devname=ath0 bridge.1.port.2.status=enabled bridge.1.port.1.devname=eth0 bridge.1.port.1.status=enabled bridge.1.devname=br0 bridge.1.stp.status=disabled bridge.1.status=enabled bridge.status=enabled netconf.3.netmask=255.255.255.0 netconf.3.ip=192.168.1.51 netconf.3.role=mlan netconf.3.mtu=1500 netconf.3.autoip.status=enabled netconf.3.devname=br0 netconf.3.status=enabled netconf.2.flowcontrol.tx.status=enabled netconf.2.flowcontrol.rx.status=enabled netconf.2.autoneg=enabled netconf.2.mtu=1500 netconf.2.autoip.status=disabled netconf.2.up=enabled netconf.2.devname=eth0 netconf.2.status=enabled netconf.1.mtu=1500 netconf.1.autoip.status=disabled netconf.1.up=enabled

netconf.1.devname=ath0 netconf.1.status=enabled netconf.status=enabled resolv.nameserver.2.ip=8.8.4.4 resolv.nameserver.2.status=enabled resolv.nameserver.1.ip=8.8.8.8 resolv.nameserver.1.status=enabled resolv.nameserver.status=enabled resolv.host.1.status=enabled resolv.host.1.name=Home 01 sshd.port=22 sshd.auth.passwd=enabled sshd.status=enabled pppoe-relay.status=disabled ebtables.sys.fw6.status=disabled ebtables.sys.fw.status=disabled ebtables.sys.eap.1.devname=ath0 ebtables.sys.eap.1.status=enabled ebtables.sys.eap.status=enabled ebtables.sys.status=enabled ebtables.status=enabled wpasupplicant.status=enabled wpasupplicant.profile.1.network.2.status=disa bled wpasupplicant.profile.1.network.2.priority=2 wpasupplicant.profile.1.network.2.key\_mgmt. 1.name=NONE wpasupplicant.profile.1.network.1.bssid=F4:9 2:BF:48:0D:1A wpasupplicant.profile.1.network.1.status=ena bled wpasupplicant.profile.1.network.1.ssid=PRUE **BA MARIO** 

wpasupplicant.profile.1.network.1.psk=P@r@ Qu30 wpasupplicant.profile.1.network.1.proto.1.na me=RSN wpasupplicant.profile.1.network.1.priority=10 0 wpasupplicant.profile.1.network.1.pairwise.1. name=CCMP wpasupplicant.profile.1.network.1.key\_mgmt. 1.name=WPA-PSK wpasupplicant.profile.1.network.1.eap.1.statu s=disabled wpasupplicant.profile.1.name=AUTO wpasupplicant.device.1.status=enabled wpasupplicant.device.1.profile=AUTO wpasupplicant.device.1.devname=ath0 wireless.1.wds.status=enabled wireless.1.status=enabled wireless.1.ssid=PRUEBA MARIO wireless.1.security.type=none wireless.1.rate.mcs=9 wireless.1.rate.auto=enabled wireless.1.mcast.enhance=0 wireless.1.mac acl.status=disabled wireless.1.mac\_acl.policy=allow wireless.1.l2\_isolation=disabled wireless.1.hide ssid=disabled wireless.1.devname=ath0 wireless.1.amsdu=3 wireless.1.ampdu.status=enabled wireless.1.ampdu.frames=32 wireless.status=enabled users.2.uid=100 users.2.status=disabled

users.2.shell=/bin/false users.2.gid=100 users.1.status=enabled users.1.name=Latitud0 users.status=enabled update.check.status=enabled unms.status= telnetd.status=disabled telnetd.port=23 system.timezone=AST4 system.longitude=-78.451933 system.leds.nightmode=disabled system.latitude=-0.331317 system.height=16 system.external.reset=enabled system.date.status=disabled system.cfg.version=65547 system.autosend crash reports=disabled system.airosx.prov.status=disabled syslog.status=enabled syslog.remote.status=disabled syslog.remote.port=514 snmp.status=disabled snmp.community=public radio.1.txpower=21 radio.1.status=enabled radio.1.scanbw.status=disabled radio.1.scan list.status=disabled radio.1.rx\_sensitivity=-65 radio.1.reg\_obey=disabled radio.1.rc\_mode=0 radio.1.ptpmode=0 radio.1.pollingpri=2 radio.1.pollingnoack=0

radio.1.polling\_ff\_sta\_rx\_rssi\_th=0 radio.1.polling\_ff\_flex=0 radio.1.polling ff dur=0 radio.1.polling ff dl ratio=50 radio.1.polling\_11ac\_11n\_compat=0 radio.1.polling=enabled radio.1.obey=enabled radio.1.mode=managed radio.1.low\_txpower\_mode=disabled radio.1.ieee mode=11acvht20 radio.1.freq=5180 radio.1.ff\_cap\_rep=0 radio.1.dfs.status=enabled radio.1.devname=ath0 radio.1.cwm.mode=1 radio.1.cwm.enable=0 radio.1.countrycode=218 radio.1.cmsbias=0 radio.1.chanbw=10 radio.1.center.1.freq=5180 radio.1.cable.loss=0 radio.1.atpc.threshold=36 radio.1.atpc.status=disabled radio.1.atpc.sta.status=enabled radio.1.antenna.id=1 radio.1.antenna.gain=23 radio.1.acktimeout=98 radio.1.ackdistance=10000 radio.1.ack.auto=enabled radio.status=enabled radio.countrycode=218 pwdog.status=disabled pwdog.retry=3 pwdog.period=300

pwdog.delay=300 airview.status=enabled ntpclient.1.status=disabled aaa.1.wpa.1.pairwise=CCMP ntpclient.1.server=0.ubnt.pool.ntp.org aaa.1.wpa.psk=P@r@Qu30 ntpclient.status=disabled aaa.1.wpa.mode=2 netmode=bridge aaa.1.wpa.key.1.mgmt=WPA-PSK httpd.status=enabled aaa.1.status=disabled httpd.session.timeout=900 aaa.1.ssid=PRUEBA MARIO httpd.port=80 aaa.1.radius.auth.1.status=disabled httpd.https.status=enabled aaa.1.radius.auth.1.port=1812 httpd.https.port=443 aaa.1.radius.acct.1.status=disabled gui.network.advanced.status=enabled aaa.1.radius.acct.1.port=1813 gui.language=sp\_SP aaa.1.devname=ath0 discovery.status=enabled unms.uri= discovery.lldp.status=enabled users.1.password=\$1\$d1MseT3k\$IL3OdBpACt discovery.cdp.status=disabled jjAn/ID/cPP0 discovery.beacon.status=enabled

#### **ANEXO 8**

#### Proforma de equipos

ANDIWIRELESS CIA. LTDA. RUC: 178222042001 www.atre.ec Vicente Fierro E14-105 y Manifuje Lara Guito-Pichincha PBX: 023933890 Cet:0909750319-0960504606-0990796419

PROFORMA:	FECHA:	
19481	20/9/2021	

#### CLIENTE: HECTOR FABIAN ANTUÑA CALISPA

RUC: DIRECCION:	17144071 AV. GENE QUITO, P	2	ERMINOS PAGO:	F.Pago: TRANSFERENCIA	
	Item	Descripcion	Cant.	Valor Unit.	Total:
LBE-5AC-Gen2		25 dBm / antena 23dBi / 1 Gigabit/	1	86.31	86.31T
		5M / Incluye PoE / 5GHz			
RB951Ui-2HnD		CPU 600MHz / 2.5dBi / 128Mb RAM / 30dBm	1	87,59	87,591
LBE-M5-23		25 dBm / Antena 23dBi / 1 LAN / 2M / Incluye PoE / 5GHz	1	57,79	57,79T
CST-6024		Bob. Ftp Cat 6 Negro Ext.(5172)	1	215,63	215,63T
CUT-5402		Bob. UTP CAT 5E Negro Ext.C/Gel (6259)	1	142,50	142,50T
CUT-5302		Bob. Utp Cat 5E Negro Ext. S/Gel (5589)	1	129,00	129,00T
CST-5024		Bob. Ftp Cat 5E Negro Ext. (4975)	1	159,00	159,00T
PBE-5AC-Gen2		24 dBm / Antena 25 dBi / 1 Gigabit / 20M / Incluye PoE / 5GHz	1	146,00	146,00T
* Garantia equipo * Girar cheque a 1. Banco del Pich	os un año, los P nombre de And incha Cta Cte.	OE 30 días * Validez de la proforma: 8 días. liwireless Cia.Ltda. 3455091604	s	ubtotal: /a: (12.0%)	\$1.043,82
2. Banco de Guay	ional Cta Cte.	0630608499			\$125,26
4. PayClub Expre	ss	0030000777	т	otal:	\$1.169,08

**ANEXO 9** 

#### Planos de referencia

#### Estructura general de la red enlace PtP



#### Estructura general de la red enlace PtMP



#### Enlace punto a punto



#### Enlace punto a multipunto



Estructura home office situación inicial



#### Estructura home office PtP



#### Estructura home office PtMP



Dispositivos básicos que conforman una red LAN









**Red LAN** 

#### Red MAN



#### Red WAN



**ANEXO 10** 

#### Homologación de antena LBE-5AC-GEN2

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTRO	
DE FOUI	
DE EQUI	POS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES
	No. ARCOTEL-2021-029904
La Agencia de Regulación y Control de 144 de la Ley Orgánica de Telecomuni Reglamento para Homologación y Cer 03-03-ARCOTEL-2017 de 10 de mayo siguiente C ER TIFICADO DE el trámite de ingreso No. ARCOTEL-D 001191-E de 19 de enero de 2021 y A IT-CCDH-GH-2021-029904 de 09 de r	a las Telecomunicaciones, ARCOTEL, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo icaciones publicada en el Registro Oficial No. 439 de 18 de febrero de 2015 y al tificación de equipos terminales de telecomunicaciones expedido mediante Resolución o de 2017 y publicado en el Registro Oficial No. 15 de 15 de junio de 2017, otorga el E H O M O L O G A C I Ó N, contando para el efecto con la solicitud formulada con IEDA-2020-017578-E de 15 de diciembre de 2020, alcances ARCOTEL-DEDA-2021- IRCOTEL-DEDA-2021-002565-E de 11 de febrero de 2021, y el INFORME TÉCNICO- marzo de 2021.
Las características y especificaciones	técnicas del presente Certificado son las siguientes:
CLASE DE TERMINAL:	TERMINALES PARA EL SERVICIO PORTADOR (P)
MARCA:	UBIQUITI NETWORKS
MODELO:	LBE-5AC-GEN2
DESCRIPCIÓN:	EQUIPO CPE PARA ENLACES
ORGANISMO INTERNACIONAL:	FCC (Comisión Federal de Telecomunicaciones de los Estados Unidos)
ID ORG. INTERNACIONAL:	SWX-LBE5ACG2
CARACTERÍSTICA TÉCNICA:	AIRMAX AC
BANDAS DE FRECUENCIA DE OPERACIÓN:	2.4 GHz; 5 GHz
OBSERVACIONES:	
Los prestadores de servicios de teleco únicamente equipos terminales de tele la ARCOTEL.	xmunicaciones, están obligados a operar o permitir la utilización en sus redes, ecomunicaciones que cuenten con el respectivo certificado de homologación emitido por
Es obligación de los prestadores de se utilización de equipos no homologados	ervicios de telecomunicaciones, implementar los mecanismos necesarios que impidan la s en sus redes.
El certificado de homologación no con: espectro radioeléctrico, la prestación d privada.	stituye ni representa título habilitante de ningún tipo para el uso de frecuencias del je servicios del régimen general de telecomunicaciones, o la operación de una red вкласника
Dado en Quito, a 09 de marzo de 2021	DIEGO PAUL SAMANIEGO E STATA RIERA
I	NG. DIEGO PAUL SAMANIEGO RIERA, PH.D.
DIREC	TOR TÉCNICO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS
ORIGINAL: USUARIO	
1ra. COPIA ORIGINAL: UNIE	DAD DE GESTIÓN DOCUMENTAL Y ARCHIVO
Dirección: Av. 9 de Octubre N27-75 y Berlin Código Postal: 170513 / Quito - Ecuador Teléfono: 593-2 2946 400 www.arcotel.gob.cc	Sembramos Futuro

#### Homologación de antena PBE-5AC-500

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE	
CI	ERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN
DE EQUIPO	S TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES
	No. ARCOTEL-2021-029892
La Agencia de Regulación y Control de la 144 de la Ley Orgánica de Telecomunic Reglamento para Homologación y Ce Resolución 03-03-ARCOTEL-2017 de 10 otorga el siguiente C E R T I F I C A D formulada con el trámite de ingreso No. A DEDA-2021-000211-E de 07 de enero INFORME TÉCNICO-IT-CCDH-GH-2021-	is Telecomunicaciones, ARCOTEL, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo aciones publicada en el Registro Oficial No. 439 de 18 de febrero de 2015 y al rtificación de equipos terminales de telecomunicaciones expedido mediante de mayo de 2017 y publicado en el Registro Oficial No. 15 de 15 de junio de 2017, O D E H O M O L O G A C I Ó N, contando para el efecto con la solicitud RCOTEL-DEDA-2020-016608-E el 26 de noviembre de 2020, alcances ARCOTEL- de 2021 y ARCOTEL-DEDA-2021-002445-E de 09 de febrero de 2021 y el -029892 de 05 de marzo de 2021.
Las características y especificaciones téc	nicas del presente Certificado son las siguientes:
CLASE DE TERMINAL: MARCA:	TERMINALES PARA EL SERVICIO PORTADOR (P) UBIQUITI NETWORKS
MODELO:	PBE-5AC-500
DESCRIPCIÓN:	EQUIPO CPE PARA ENLACES
ORGANISMO INTERNACIONAL:	FCC (Comisión Federal de Telecomunicaciones de los Estados Unidos)
ID ORG. INTERNACIONAL:	SWX-PBE5AC
CARACTERÍSTICA TÉCNICA:	AIRMAX AC
BANDAS DE FRECUENCIA DE OPERAC	CIÓN: 5 GHz
OBSERVACIONES:	
Los prestadores de servicios de telecor únicamente equipos terminales de teleco por la ARCOTEL.	municaciones, están obligados a operar o permitir la utilización en sus redes, municaciones que cuenten con el respectivo certificado de homologación emitido
Es obligación de los prestadores de servi la utilización de equipos no homologados	cios de telecomunicaciones, implementar los mecanismos necesarios que impidan en sus redes.
El certificado de homologación no consti espectro radioeléctrico, la prestación de privada.	tuye ni representa título habilitante de ningún tipo para el uso de frecuencias del servicios del régimen general de telecomunicaciones, o la operación de una red
Dado en Quito, a 05 de marzo de 2021	
ING DIRECTO	A DIEGO PAUL SAMANIEGO ELECT RIERA 5. DIEGO PAUL SAMANIEGO RIERA, PH.D. R TÉCNICO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS
SE EMITE:	
ORIGINAL : USUARIO 1ra, COPIA ORIGINAL: UNIDAD DE G	ESTIÓN DOCUMENTAL Y ARCHIVO
Dirección: Av. 9 do Octubro N27-75 y Borlín Gódigo Postal: 170513 / Quito - Ecuador Teléfono: 593-2 2946 400 www.arcetel.gob.ec	sembramos Cenín

#### **ANEXO 11**

#### Data sheet de equipos

Mikrotik RouterBoard 951Ui 2HnD



# RB951Ui-2HnD

The RB951Ui-2HnD is a wireless SOHO AP with a new generation Atheros CPU and more processing power. It has five Ethernet ports, one USB 2.0 port and a high power 2.4GHz 802.11b/g/n wireless AP with antennas built in.

It has a 600MHz CPU,128MB of RAM and PoE output function for port #5it can power other PoE capable devices with the same voltage a s applied to the unit. Maximum load on the port is 500mA.

Package contains RouterBOARD 951Ui-2HnD in a plastic case and power adapter. Specific frequency range may be limited by country regulations.

Features	RB951Ui-2HnD (USB, power injector, USB, 2GHz, 802.11n, dual chain)
CPU	Atheros AR9344 600MHz CPU
Memory	128MB DDR2 onboard memory
Ethernet	Five independent 10/100 Ethernet ports
LEDs	Power, NAND activity, 5 Ethernet LEDs, wireless activity LED
Power in	PoE: 8-30V DC on Ether1 (Non 802.3af). Jack: 8-30V DC
Power out	PoE passive on port 5, same voltage as input.
Dimensions	113x138x29mm
Weight	Without packaging and PSU: 232g, full weight in package: 420g
Power consumption	Up to 7W
Operating Temp	-20C +50C
Operating System	MikroTik RouterOS, Level4 license
Package contains	RouterBOARD in a plastic case, 24V 0.8A power adapter
Antennas	2x2 MIMO PIF antennas, max gain 2.5dBi
RX sensitivity	802.11g: -96dBm @ 6Mbit/s to -80dBm @ 54Mbit/s 802.11n: -96dBm @ MCS0 to -78dBm @ MCS7
TX power	802.11g: 30dBm @ 6Mbps to 25dBm @ 54 Mbps 802.11n: 30dBm @ MCS0 to 23dBm @ MCS7
Modulations	OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM; DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK

#### **PowerBeam 5AC**

## PowerBeam<sup>®</sup>ac

High-Performance airMAX<sup>®</sup> Bridge Models: PBE-5AC-300, PBE-5AC-400, PBE-5AC-500, PBE-5AC-620

Uniform Beamwidth Maximizes Noise Immunity

Innovative Mechanical Design

High-Speed Processor for Superior Performance



DATASHEET

PowerBeam @

## Overview

Ubiquiti Networks launches the latest generation of airMAX® CPE (Customer Premises Equipment), the PowerBeam® ac.

#### Improved Noise Immunity

The PowerBeam ac directs RF energy in a tighter beamwidth. With the focus in one direction, the PowerBeam ac blocks or spatially filters out noise, so noise immunity is improved. This feature is especially important in an area crowded with other RF signals of the same or similar frequency.

#### **Integrated Design**

Ubiquiti's InnerFeed® technology integrates the radio into the feedhorn of an antenna, so there is no need for a cable. This improves performance because it eliminates cable losses.

Featuring high performance and innovative mechanical design, the PowerBeam ac is versatile and cost-effective to deploy.

Software airOS 7

Sporting an all-new design for improved usability, airOS® v7 is the revolutionary operating system for Ubiquiti® airMAX ac products.

#### **Powerful Wireless Features**

- airMAX ac Protocol Support
- Long-Range Point-to-Point (PtP)
   Link Mode
- Selectable Channel Width
- PtP: 10/20/30/40/50/60/80 MHz
   PtMP: 10/20/30/40 MHz
- Automatic Channel Selection
- Transmit Power Control: Automatic/Manual
- Automatic Distance Selection (ACK Timing)
- Strongest WPA2 Security

#### **Usability Enhancements**

- Dynamic Configuration Changes
- Instant Input Validation
- HTML5 Technology
- Optimization for Mobile Devices
- · Detailed Device Statistics
- Comprehensive Array of Diagnostic Tools, including Ethernet Cabling Test, RF Diagnostics, and airView<sup>®</sup> Spectrum Analyzer

Application Examples PtMP Client Links



The PowerBeam ac used as a CPE device for each client in an airMAX PtMP network.

PtP Link



Use a PowerBeam ac on each side of a PtP link.



#### Advanced RF Analytics

airMAX ac devices feature a multi-radio architecture to power a revolutionary RF analytics engine.

An independent processor on the PCBA powers a second, dedicated radio, which persistently analyzes the full 5 GHz spectrum and every received symbol to provide you with the most advanced RF analytics in the industry.

Data from the spectrum analysis and RF performance monitoring is displayed on the *Main* tab and airView Spectrum Analyzer of airOS V7.

#### **Real-Time Reporting**

The Main tab displays the following RF information:

- Persistent RF Error Vector Magnitude (EVM) constellation diagrams
- Carrier to Interference-plus-Noise Ratio (CINR) histograms
- Signal-to-Noise Ratio (SNR) time series plots

#### **Spectral Analysis**

airView allows you to identify noise signatures and plan your networks to minimize noise interference, airView performs the following functions:

- Constantly monitors environmental noise
- Collects energy data points in real-time spectral views
- Helps optimize channel selection, network design, and wireless performance

airView runs in the background without disabling the wireless link, so there is no disruption to the network.

In airView, there are three spectral views, each of which represents different data.

- Waterfall Aggregate energy collected for each frequency
- Waveform Aggregate energy collected
- Ambient Noise Level Background noise energy shown as a function of frequency

Available with a firmware upgrade to airOS v7.1, airView provides powerful spectrum analyzer functionality, eliminating the need to rent or purchase additional equipment for conducting site surveys.

#### **Multi-Radio Architecture**



#### **Constellation Diagrams and CINR Histograms**



#### SNR Time Series Plots



#### Dedicated Spectral Analysis



PowerBeam<sup>\*</sup>ao

## Technology air**MAX**®

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This time slot method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency, so airMAX technology provides performance improvements in latency, noise immunity, scalability, and throughput compared to other outdoor systems in its class.

Intelligent QoS Priority assigned to voice/video for seamless streaming.

Scalability High capacity and scalability.

Long Distance Capable of high-speed, carrier-class links.

#### Superior Performance

The next-generation airMAX ac technology boosts the advantages of our proprietary TDMA protocol.

Ubiquiti's airMAX engine with custom IC dramatically improves TDMA latency and network scalability. The custom silicon provides hardware acceleration capabilities to the airMAX scheduler, to support the high data rates and dense modulation used in airMAX ac technology.

#### **Throughput Breakthrough**

airMAX ac supports high data rates, which require dense modulation: 256QAM – a significant increase from 64QAM, which is used in airMAX.

With their use of proprietary airMAX ac technology, airMAX ac products supports up to 450+ Mbps real TCP/IP throughput – up to triple the throughput of standard airMAX products.

#### airMAX ac TDMA Technology



Up to 100 airMAX ac stations can be connected to an airMAX ac Sector; four airMAX ac stations are shown to illustrate the general concept.

#### airMAX Network Scalability



#### Superior Throughput Performance



## **Hardware Overview**

#### **Innovative Mechanical Design**

 Built-in mechanical tilt All mounting brackets conveniently offer elevation adjustments:

- PBE-5AC-300: ± 20° tilt
- PBE-5AC-400/PBE-5AC-500: 20° uptilt and 10° downtilt
- PBE-5AC-620: ± 15° tilt
- Quick assembly Minimal fasteners simplify installation.
- Easy removal The antenna feed can be detached with the push of a button.

#### Industrial-Strength Construction

- Fasteners GEOMET-coated for improved corrosion resistance when compared with zinc-plated fasteners.
- Dish and brackets Made of galvanized steel that is powder-coated for superior corrosion resistance. The hardware also prevents paint from being removed from the metal brackets for improved corrosion resistance.
- Protective radome Shields the radio from the elements. It is included with the PBE-5AC-500 and available as an optional accessory for the PBE-5AC-400.

## Models

Using airMAX ac technology, the PowerBeam ac supports up to 450+ Mbps real TCP/IP throughput. The PowerBeam ac launches with PtP functionality, and a client mode feature will be added with a future firmware upgrade.



## PowerBeam<sup>®</sup>ac

Model	Frequency	Gain	Dish Reflector
PBE-5AC-300	5 GHz	22 dBi	300 mm

## PowerBeam ac

Model	Frequency	Gain	Dish Reflecto	
PBE-5AC-400	5 GHz	25 dBi	400 mm	

## PowerBeam\*

400 mm Radome

Model	Frequency	PBE-5AC-400	Dish Reflector
PBE-RAD-400	5 GHz	1	400 mm

A protective radome is available as an optional accessory for the PBE-5AC-400. It is also compatible with the PBE-M2-400 and PBE-M5-400.

## Models



## PowerBeam'ac

Model	Frequency	Gain	Dish Reflector
PBE-5AC-500	5 GHz	27 dBi	500 mm

## PowerBeam<sup>ac</sup>

Model	Frequency	Gain	Dish Reflector
PBE-5AC-620	5 GHz	29 dBi	620 mm

# DATASHEET

# PowerBeam Contract Accessories

## SoBeam Model: ISO-BEAM-620





## Precision Alignment Kit

#### Model: PAK-620



The Precision Alignment Kit is available as an optional accessory for the PBE-5AC-620. It features 15° of azimuth adjustment and 15° of elevation adjustment to enable extremely accurate aiming for optimal PtP link performance.

The Precision Alignment Kit is also compatible with other dish antennas:

- airFiber® AF-5G30-S45
- PowerBeam PBE-M5-620
- RocketDish RD-5G30-LW

## Specifications

		PBE-5AC-3	00			
Dimensions					325 x 325 x 256 n	nm (12.8 x 12.8 x 10.1")
Weight	1.203 kg (2.65 lbs)					
Power Supply						24V, 0.5A Gigabit PoE
Max. Power Consumption						5.5W
Power Method					Passive PoE (	Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Supported Voltage Range						20-26VDC
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-	NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 53	50 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Gain						22 dBi
Networking Interface					(1) 10/1	00/1000 Ethernet Port
Processor Specs					Ather	os MIPS 74Kc, 560 MHz
Memory					64	MB DDR2, 16 MB Flash
LEDs					(1) Po	wer, (1) LAN, (4) WLAN
Signal Strength LEDs				Software-	Adjustable to Correspond	to Custom RSSI Levels
Max. VSWR						1.5:1
Channel Sizes		PtP Mode			PtMP Mode	
	10/20/	30/40/50/60/80 MHz			10/20/30/40 M	Hz
Polarization						Dual Linear
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic					
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)					
Wind Loading	145.2 N Ø 120 km/h (33 lbf Ø 75 mph)					
Wind Survivability						120 km/h (75 mph)
ESD/EMP Protection					Air: ±	24 kV, Contact: ± 24 kV
Operating Temperature					-40	to 70° C (-40 to 158° F)
Operating Humidity					5 ti	o 95% Noncondensing
Wireless Approvals						FCC, IC, CE
RoHS Compliance						Yes
Salt Fog Test			IEC 68	-2-11 (ASTM	B117), Equivalent: MIL-ST	D-810 G Method 509.5
Vibration Test						IEC 68-2-6
Temperature Shock Test						IEC 68-2-14
UV Test				IEC 68-	2-5 at 40° C (104° F), Equiv	valent: ETS 300 019-1-4
Wind-Driven Rain Test ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5					D-810 G Method 506.5	

		PB							
TX Power Specifications				RX Power Specifications					
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance		
	1x BPSK (½)	25 dBm	± 2 dB	x	1x BPSK (1/2)	-96 dBm Min.	± 2 dB		
	2x QPSK (1/2)	25 dBm	±2 dB		2x QPSK (1/2)	-95 dBm	± 2 dB		
	2x QPSK (¾)	25 dBm	±2 dB		2x QPSK (34)	-92 dBm	± 2 dB		
2	4x 16QAM (½)	25 dBm	±2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB		
AX a	4x 16QAM (%)	25 dBm	±2dB	AX a	4x 16QAM (¾)	-86 dBm	±2 dB		
L.W.	бх 64QAM (%)	25 dBm	±2 dB	L.W.	бх 64QAM (35)	-83 dBm	± 2 dB		
a	бх 64QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB	9	бх 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB		
	бх 64QAM (%)	23 dBm	±2dB		бх 64QAM (%)	-74 dBm	± 2 dB		
	8x 256QAM (¾)	21 dBm	±2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB		
	8x 256QAM (%)	21 dBm	±2 dB		8x 256QAM (%)	-65 dBm	± 2 dB		

\* Some frequencies may require activation; visit: https://www.ubnt.com/fcclabelrequest

Vertical Azimuth Vertical Elevation 80 90 0 dB 0 dB 120 60 60 120 -5 dB -5 dB -10 dB -10 dB 150 -15 dB 30 150 -15 dB 30 -20 dB -20 dB -25 dB 25 dB -> ΰĐ 180 180 0 0 -150 -30 -150 -30 -120 -60 -120 -60 -90 -90 Horizontal Azimuth Horizontal Elevation 90 90 0 dB 0 dB 120 120 60 БŪ -5 dB -5 dB -10 dB -10 dB 150 -15 dB 30 150 -15 dB 30 -20 dB -20 dB -25 dB up) 1 180 0 180 0 -150 -30 -150 30 -120 -60 -120 -60 -90 -90 Return Loss V-pol H-pol 80 11 - 16

DATASHEET

PowerBeam<sup>a</sup>

#### **PowerBeam 5AC**



iteBeam AG GEN2

## Overview

Ubiquiti Networks launches the latest generation of airMAX® CPE (Customer Premises Equipment), the LiteBeam® 5AC Gen 2, with dedicated WI-Fi management.

#### **Improved Noise Immunity**

The LiteBeam 5AC Gen 2 directs RF energy in a tighter beamwidth. With the focus in one direction, the LiteBeam 5AC Gen 2 blocks or spatially filters out noise, so noise immunity is improved. This feature is especially important in an area crowded with other RF signals of the same or similar frequency.

#### **Innovative Design**

Ubiquiti's InnerFeed® technology integrates the radio into the feedhorm of an antenna, so there is no need for a cable. This improves performance because it eliminates cable losses.

Featuring high performance and innovative mechanical design, the LiteBeam 5AC Gen 2 is versatile and cost-effective to deploy.

## Software airOS'8

airOS® v8 is the revolutionary operating system for Ubiquiti® airMAX ac products.

#### **Powerful Wireless Features**

- Access Point PtMP airMAX Mixed Mode
- airMAX ac Protocol Support
   Long-Range Point-to-Point (PtP)
- Link Mode
   Selectable Channel Width
- PtP: 10/20/30/40/50/60/80 MHz
   PtMP: 10/20/30/40 MHz
- Automatic Channel Selection
- Transmit Power Control: Automatic/Manual
- Automatic Distance Selection (ACK Timing)
- Strongest WPA2 Security

#### **Usability Enhancements**

- airMagic<sup>®</sup> Channel Selection Tool
- Redesigned User Interface
- Dynamic Configuration Changes
- Instant Input Validation
- HTML5 Technology
- Optimization for Mobile Devices
- Detailed Device Statistics
- Comprehensive Array of Diagnostic Tools, including RF Diagnostics and airView<sup>®</sup> Spectrum Analyzer



LiteBeam as a cost-effective WISP deployment in an airMAX ac Point-to-MultiPoint network.



A LiteBeam on each side of a Point-to-Point link.

		Likeline Gale Control of the second s		112 200 - 112 201 - 112 20		045	3.66	Indexes S4C (and) United 2018 (and 2018) (and 2018) (an
		Construction Co	150 0.000			H7-48-0-	142	Less special at an Concernant and August on Par
		er (1 panel -537-64 pp er ter (1 panel - 537-64 pp er ter (1 panel - 547-64 pp er ter (1 panel - 547-64 pp er ter (1 panel - 547-64 pp) er ter (1 panel - 547-64	0.000	1000 00000000 1000 00000000 1000		647-48as		Calman In York Share of
		Control Market		11 (11 (11 (11 (11 (11 (11 (11 (11 (11				Callence and Autocale of
				n 	10 MC 400 Grid (10	-	•	Calment Into Support
		Contract of Second Second	an carranta)		- w		. *	
		Carden Barris II - Carrier II -	aw carranasi)	-		Contract Constitution		
		Carlor Constant	New Concession 2	-		NON THE COMPTONIC PLEASE		
	Image: Control (Control (Contro (Control (Control (Control (Control (Control (Control (Control (C	ATLES NOVE THEM	• Sec. (1)(1)	* 1		e interested	a)	at D
	Bits Section         Bits Section<				-			
Internet internet	Normania. Labera Nord- visue eLitera allifico dentres labera Norden el 2019 - 2020 - 2	OCAL REWIK		(according)	i0+ift(CvG			
and a state of the	ananana arana a	Contractor Lindows Million		ColUMNE in the		(intervention)		
	Contract has been been and the state of the second se	annonine at the attack	144.000	te-na	when any when	Matrix Permit	Loga	24 (21 20 Hz
An and a second se		contacted into	Mart Internet			Batty	110	101.08
ananana atalahan yakan yakan yakan walatala atala yakan ya	on moved and an according to a second the				0.08	282-4141-2020/0	Lateral .	0.200-0.100
لا		P.N. 2017-03-01 20 (5-00	name area	witches		at manufit	01.4.00000	1810-11.0010
International         Internat	and solar solaria constant over Plant record distant	en Brederster	noraci Arak Interna Litera	-1578.00 (1.79.00	14948			
Alternative         Investo         Statuscula         Investo         Statuscula         Investo         Statuscula         Statuscula         Investo         Statuscula         Statuscula         Investo         Statuscula	ena anta mata marti case dan des filasi territ 000080 marti Mat data 300 anta 1000	ena Britania Interna Britania Interna Britania	onaci trali noraci trali noraci trali conciel conc	eltitika rezere	Conception and a state	RUN, P	-1491.848	-8.8
Alternative         Junits         Markets         Junits         Markets         Junits         Markets         Junits         Markets         Junits         Markets         Markets <thmarkets< th=""> <thmarkets< th=""> <thma< th=""><td>οναι καταία ποροχώτης μαραγικής του το του του του του του του του του</td><td>na praticipado nome antes actual Antes actual Antes actual</td><td>noreal and noreal and Outer a case outer a case</td><td>eittie resen</td><td>- HER FORM</td><td>RCALD for door</td><td>-Last tem (Last give #1</td><td>-81.08 (194</td></thma<></thmarkets<></thmarkets<>	οναι καταία ποροχώτης μαραγικής του το του του του του του του του του	na praticipado nome antes actual Antes actual Antes actual	noreal and noreal and Outer a case outer a case	eittie resen	- HER FORM	RCALD for door	-Last tem (Last give #1	-81.08 (194
anananan Menerakakan sebagai ang	on meneration and an annual and an annual and an annual and				10.00	28254141122202	Lateral .	0.200e0038e0
anananya Menerakakanan yakana yakana wakanan Menerakana Julia Kalana Delakana	en mereteringete strate and an and and a strategies				10.00	28254141202000	Latin Latin	0.201e-0.18e
anananan Menekananan Jawa Inggaha melananan Menekanan Jawa Inggaha Delanana kana lain dala melananan kana melanan	re preservation and an anti-station in anti-station internal anti-				1000	282541411292000	Lancesco .	0.200e0038e0
analasiana akana sala sala sala akana mula kata sala akan sa akan sala sala sala sala sala sala sala sa	Vir DDVMST120200 000401 #298e0034e0 000 382944432200 00008 \$209e034e0				0.08	28254141322000	10010010	0.200 million
annova Anna Anna Ina an Bangara Dalahata kana sa sa sata na sata na sata na sata sat		THE DEPARTMENT OF THE	NUMBER OF STREET	with the second		And and	the Australian	100000-0010
atempore atempore atempore and atempore 2010年2月1日 1000日間 2010日 2010日 Contactual Anno Carl - Anno Ca		NK 00274240120.0500	DATAGE REAL	10.78 m		All Band	Th. 8.1.0785	1810-1230-10
Alternative Control (1997年、19	ing same month therital over figure where where	NI 0074941101500	DUINE) Income	-itthe California	1.4 5147			
Antimizational         Antime         Marging A         Marging A <thmarging a<="" th="">         Marging A         &lt;</thmarging>	the state to the line water water	ra Bartana Salata Martin	noraci Arak Interna Litera	-1578.00 (1.79.00	14948			
Alternative	ina anta minis teorita dire Raal receip direkto mini MM outie dati oniciona IIAO unite 40.0	rik Distribution State Tana Baselan Elanyi Mwa	onaci tradi mareta tradi otrada della	41538.0 (4.3216	CONTRACTOR OF STREET	BLBUR		-0.0
Materia         Materia <t< th=""><td>ena anta unitaria cana den ena ena ena ena ena ena ena ena ena e</td><td>ra Direktionio</td><td>DUDACI Ryale Romenia Lines CALENI - 2017</td><td>4558.0 (639.0</td><td>Careerin ware state</td><td>Numero Di</td><td></td><td>-0.0</td></t<>	ena anta unitaria cana den ena ena ena ena ena ena ena ena ena e	ra Direktionio	DUDACI Ryale Romenia Lines CALENI - 2017	4558.0 (639.0	Careerin ware state	Numero Di		-0.0
Instruction	- 株式市 (10年1日) (10年11日) (10年111日) (10年111日) (10年111日) (10年111日) (10年1111日) (10年11111日) (10年1111111) (10年11111111) (10年11111111) (10年11111111) (10年11111111) (10年111111111) (10年11111111) (10年11111111) (10年111111111) (10年111111111) (10111111111) (1011111111) (10111111111) (1011111111) (10111111111) (10111111111) (101111111111	na presidenti presidenti na presidenti presi	All	eithe raise	constitute to the	RCRUP for deer	Last period	-81.08 (194

## **UNMS** App

The LiteBeam 5AC Gen 2 integrates a separate WI-FI radio for fast and easy setup using your mobile device.

#### Accessing airOS via Wi-Fi

The UNMS<sup>™</sup> app provides instant accessibility to the airOS configuration interface and can be downloaded from the App Store (iOS) or Google Play<sup>™</sup> (Android). UNMS allows you to set up, configure, and manage the LiteBeam 5AC Gen 2. It offers the following options once you're connected or logged in to the device:

**Status** Check link status information or the basic configuration settings of the LiteBeam 5AC Gen 2.

**Configuration** Change or update the existing configuration of the LiteBeam 5AC Gen 2.

Tools Access tools for initial installation and configuration of the LiteBeam 5AC Gen 2.

Actions Back up or update the configuration, upload new firmware, reboot the device, reset the device to factory defaults, access the airOS UI in the web browser, or disconnect from the LiteBeam 5AC Gen 2.

## Models

The LiteBeam 5AC Gen 2 offers quick and easy alignment and enhanced protection against power surges. There are two models available:

## LiteBeam AC GEN2

#### Model: LBE-5AC-Gen2

The LBE-5AC-Gen2 features a robust mount with separate azimuth and elevation adjustments.

## LiteBeam AC LR

#### Model: LBE-5AC-LR

Designed for long-range applications, the LBE-SAC-LR features a larger reflector size and elevation adjustment (azimuth is adjusted by rotation around the pole).



		LBE-5AC-Gen2								
Dimensions					358 x 271.95 x 272.5 mm (14.09 x 10.71 x 10.					
Weight Without Mour With Mount	nt	800 g (1.76 i 980 g (2.16 i								
Power Supply			24V, 0.3A Gigabit PoE Adapter							
Max. Power Cons	sumption	7								
Power Method						Passive PoE (Pairs 4,	5+; 7, 8 Retu			
Supported Volta	ge Range						24V±10			
Gain							23 0			
Networking Inter	face	(1) 10/100/1000 Ethernet P								
Processor Specs				MIPS 74						
Memory							64 MB DD			
LEDs							Power, Etherr			
Channel Sizes			PtP Mode			PtMP Mode				
		10/20/	30/40/50/60/80 MI	Hz	10	0/20/30/40 MHz				
Enclosure Charac	teristics	Reflector (SCCC 0 6T) / Plastic-								
Mounting						Pole-Mountin	n Kit /Include			
Wind Loading				275 N @ 200 km/h (61.8 lbf @ 125						
Wind Survivabilit	hy.			200 km/h (125						
ESD/EMP Protect	ion					+ 741	V Contact /			
Operating Temp	erature					-40 to 70° (	- (.40 to 158			
Operating Humi	dity				5 to 95% Nonconden					
Contifications	arty					5 60 95 101	CE ECC			
Worldwide		II MIL 1.	Operating Fi	requency (MHz)	11 11 20		5150 - 58			
Worldwide US/CA		U-NII-1: 5150 - 5250	Operating Fr	requency (MHz) J-NII-2A: J- 5350 MHz	U <mark>-NII-2C:</mark> 5470 - 5725 MHz	U- 572	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850			
Worldwide US/CA Worldwide		U-NII-1: 5150 - 5250	Operating Fr 5250 Manageme	requency (MHz) J-NII-2A: J- 5350 MHz nt Radio (MHz)	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U- 572	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA		U-NII-1: 5150-5250	Operating Fi	requency (MHz) J-NII-2A: J- 5350 MHz nt Radio (MHz)	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U- 572	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA		U-NII-1: 5150 - 5250	Operating Fi	requency (MHz) J-NII-2A: J- 5350 MHz nt Radio (MHz)	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U- 572	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA		U-NII-1: 5150 - 5250 LBE	Operating Fr 5250 Manageme	requency (MHz) J-NII-2A: J- 5350 MHz nt Radio (MHz) utput Power: 25	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm	U- 572	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA	TX Power Speci	U-NII-1: 5150-5250 LBE	Operating Fr L S250 Manageme	requency (MHz) J-NII-2A: J- 5350 MHz nt Radio (MHz) utput Power: 25	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec	U- 572! Jifications	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate	U-NII-1: 5150-5250 LBE fications Avg.TX	Operating Fr L S250 Manageme -SAC-Gen2 Ou Tolerance	requency (MH2) J-NII-2A: J- 5350 MH2 nt Radio (MH2) utput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate	U- 572! ifications Sensitivity	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 Toleranc			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate 1x BPSK (%)	U-NII-1: 5150-5250 LBE fications Avg.TX 25 dBm	Operating Fr U S250 Manageme -SAC-Gen2 OU Tolerance ± 2 dB	I-NII-2A: I-S350 MHz Int Radio (MHz) Itput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1x BPSK (%)	U- 5725 Sensitivity -96 dBm Min.	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 Tolerand ± 2 dB			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%)	U-NII-1: 5150-5250 LEBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm	Operating Fr L S250 Manageme -SAC-Gen2 OU Tolerance ± 2 dB ± 2 dB	I-NII-2A: I-S350 MHz Int Radio (MHz) Itput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%)	U- 5725 cifications Sensitivity -96 dBm Min. -95 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%) 2x QPSK (%)	U-NII-1: 5150-5250 LEBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm 25 dBm	Operating Fr L S250 Manageme -SAC-Gen2 OU Tolerance ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB	I-NII-2A: I-S350 MHz Int Radio (MHz) Itput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%) 2x QPSK (%)	U- 5725 Sensitivity -96 dBm Min. -95 dBm -92 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 24 2 dB ± 2 dB			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci           Data Rate           1x BPSK (%)           2x QPSK (%)           2x QPSK (%)           4x 16QAM (%)	U-NII-1: 5150-5250 LEBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm	Operating Fr L S250 Manageme -SAC-Gen2 OU Tolerance ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB	I-NII-2A: I-S350 MHz Int Radio (MHz) Itput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1 x BPSK (%) 2 x QPSK (%) 2 x QPSK (%) 2 x QPSK (%) 4 x 16QAM (%)	clifications Sensitivity -96 dBm Min. -92 dBm -92 dBm -90 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 24 2 dB ± 2 dB ± 2 dB			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%) 4x 16QAM (%) 4x 16QAM (%)	U-NII-1: 5150-5250 LEBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm	Manageme 5250 Manageme 5AC-Gen2 OU Tolerance ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB ± 2 dB	Anii-2A: - 5350 MHz Int Radio (MHz) utput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%) 2x QPSK (%) 4x 16QAM (%)	cifications Sensitivity -96 dBm Min. -95 dBm -90 dBm -90 dBm -86 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2 - 24 2 2 - 24 2 2 - 24 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%) 4x 16QAM (%) 4x 16QAM (%)	U-NII-1: 5150-5250 EBE fications Avg. TX 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm	Manageme 5250 Manageme 5AC-Gen2 OU Tolerance ±2 dB ±2 dB ±2 dB ±2 dB ±2 dB ±2 dB	Anii-2A: - 5350 MHz Int Radio (MHz) utput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1x BPSK (%) 2x QPSK (%) 2x QPSK (%) 4x 16QAM (%) 6x 64QAM (%)	cifications Sensitivity -96 dBm Min. -92 dBm -90 dBm -86 dBm -83 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2 - 24 2 - 24 2 2 - 24 2 - 24 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci           Data Rate           1x BPSK (%)           2x QPSK (%)           2x QPSK (%)           4x 16QAM (%)           4x 16QAM (%)           6x 64QAM (%)           6x 64QAM (%)	U-NII-1: 5150-5250 EBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm	Operating Fi           \$250           Manageme           55AC-Gen2 OU           Tolerance           ± 2 dB           ± 2 dB	Anii-2A: - 5350 MHz Int Radio (MHz) utput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1 x BPSK (%) 2 x QPSK (%) 2 x QPSK (%) 4 x 16QAM (%) 6 x 64QAM (%) 6 x 64QAM (%)	Lifications Sensitivity -96 dBm Min. -92 dBm -90 dBm -86 dBm -83 dBm -77 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2 - 24 2 2 - 24 2 2 - 24 2 - 24 2 2 2 - 24 2 2 2 - 24 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci           Data Rate           1x BPSK (%)           2x QPSK (%)           2x QPSK (%)           4x 16QAM (%)           6x 64QAM (%)           6x 64QAM (%)           6x 64QAM (%)	U-NII-1: 5150-5250 ELBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm 25 dBm	Operating Fi           \$250           Manageme           55AC-Gen2 OU           Tolerance           ± 2 dB	Anii-2A: - 5350 MHz Int Radio (MHz) utput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1 x BPSK (%) 2 x QPSK (%) 2 x QPSK (%) 4 x 16QAM (%) 4 x 16QAM (%) 6 x 64QAM (%) 6 x 64QAM (%)	Lifications Sensitivity -96 dBm Min. -92 dBm -90 dBm -90 dBm -86 dBm -83 dBm -77 dBm -74 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2 - 24 2 2 - 24 2 2 - 24 2 - 24 2 2 - 24 2 2 2 - 24 2 2 - 24 2 2 2 2 - 24 2			
Worldwide US/CA Worldwide US/CA Modulation	TX Power Speci Data Rate 1x BPSK (½) 2x QPSK (¾) 4x 16QAM (⅓) 6x 64QAM (⅔) 6x 64QAM (⅔) 6x 64QAM (⅔) 8x 256QAM (⅔) 8x 256QAM (⅔)	U-NII-1: 5150-5250 LEBE fications Avg.TX 25 dBm 25 dBm 21 dBm	Operating Fr           \$250           Manageme	Anii-2A: - 5350 MHz Int Radio (MHz) utput Power: 25 Modulation	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz dBm RX Power Spec Data Rate 1 x BPSK (%) 2 x QPSK (%) 2 x QPSK (%) 4 x 16QAM (%) 4 x 16QAM (%) 6 x 64QAM (%) 6 x 64QAM (%) 8 x 256QAM (%)	Lifications Sensitivity -96 dBm Min. -92 dBm -90 dBm -90 dBm -86 dBm -83 dBm -77 dBm -74 dBm -74 dBm	5150 - 58 NII-3: 5 - 5850 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2412 - 24 2 - 24 2 - 24 2 - 24 2 - 24 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2			



			LBE	-5AC-LR			
Dimensions					512.5 x 385.75	5 x 258.3 mm (20.18)	15.19 x 10.17
Weight Without Mour With Mount	nt					1.3 1.7	60 kg (2.998 lb 35 kg (3.825 lb
Power Supply					24V,	0.3A Gigabit PoE Ada	pter (Included
Max. Power Cons	umption						71
Power Method						Passive PoE (Pairs 4,	5+; 7, 8 Return
Supported Voltag	ge Range						24V ± 109
Gain							26 di
Networking Inter	face					(1) 10/100/100	0 Ethernet Po
Processor Specs							MIPS 74K
Memory							64 MB DDR
LEDs							Power, Etherne
Channel Sizes			PtP Mode			PtMP Mode	
		10/20/3	80/40/50/60/80 M	Hz	1	0/20/30/40 MHz	
Enclosure Charac	teristics					Reflector (Alumine	um) / Plastic: P
Mounting						Pole-Mountin	g Kit (Include
Wind Loading					550	N @ 200 km/h (123.6	lbf@125 mp
Wind Survivabilit	ty					200	.m/h (125 mpl
ESD/EMP Protect	ion					± 24	kV Contact / A
Operating Tempe	erature					-40 to 70°	C (-40 to 158°
Operating Humic	dity					5 to 95% I	Noncondensin
Certifications							CE, FCC,
			Operating F	requency (MHz)			
Woddwida			Operating n	requericy (initiz)			E1E0 E97
		U-NII-1: U-NII-2A:			ILNIL2C		5150-507
		5150 - 5250	5250	- 5350 MHz	5470 - 5725 MHz	572	5 - 5850
			Manageme	nt Radio (MHz)			
Worldwide							2412 - 24/
US/CA							2412 - 240
		LE	E-5AC-LR Out	put Power: 25 d	Bm		
	TX Power Spec	ifications			RX Power Spec	cifications	
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
	1x BPSK (1/2)	25 dBm	± 2 dB		1x BPSK (1/2)	-96 dBm Min.	±2dB
	2x QPSK (1/2)	25 dBm	± 2 dB		2x QPSK (1/2)	-95 dBm	±2dB
	2x QPSK (¾)	25 dBm	± 2 dB		2x QPSK (34)	-92 dBm	±2 dB
N	4x 16QAM (1/2)	25 dBm	± 2 dB	S	4x 16QAM (½)	-90 dBm	±2 dB
AX	4x 16QAM (¾)	25 dBm	± 2 dB	AX	4x 16QAM (¾)	-86 dBm	±2 dB
LM.	6x 64QAM (35)	25 dBm	± 2 dB	rW	6x 64QAM (35)	-83 dBm	±2 dB
a	6x 64QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB	ai	6x 64QAM (¾)	-77 dBm	±2 dB
	6x 64QAM (%)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (%)	-74 dBm	±2 dB
	8x 256QAM (¾)	21 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	±2dB

± 2 dB

8x 256QAM (%)

-65 dBm

 $\pm 2\,dB$ 

21 dBm

8x 256QAM (%)
