



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS
Y TELECOMUNICACIONES**

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES**

**TÍTULO:
IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE MONITOREO DE LA RED
INALAMBRICA EN LA EMPRESA LINK NETWORK EN VILLAVICENCIO META**

**Autor:
DIEGO HERNANDO ACOSTA GARZON**

**Director:
JOHRMAN DE JESÚS VIDES NIÑO
MsC. Seguridad Informática**

PAMPLONA-COLOMBIA

NOVIEMBRE DE 2021



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS
Y TELECOMUNICACIONES**

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES**

**TÍTULO:
IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE MONITOREO DE LA RED
INALAMBRICA EN LA EMPRESA LINK NETWORK EN VILLAVICENCIO META**

**Autor:
DIEGO HERNANDO ACOSTA GARZON**

**Director:
JOHRMAN DE JESÚS VIDES NIÑO
MsC. Seguridad Informática**

**JURADO CALIFICADOR:
MsC. JOHRMAN DE JESÚS VIDES NIÑO
M.Sc. EDWIN MAURICIO SEQUEDA ARENAS
PhD. JORGE ENRIQUE HERRERA RUBIO**

PAMPLONA-COLOMBIA

NOVIEMBRE DE 2021

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS
Y TELECOMUNICACIONES**

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR ÉL TÍTULO DE INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE MONITOREO DE LA RED INALAMBRICA
EN LA EMPRESA LINK NETWORKS EN VILLAVICENCIO META**

FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: MARZO 2021

FECHA DE TERMINACION DEL TRABAJO: NOVIEMBRE 2021

NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN PARA LA SUSTENTACION:

**DIEGO HERNANDO ACOSTA GARZON
AUTOR**

**M.Sc. JOHRMAN VIDES NIÑO
DIRECTOR**

**M.Sc. EDWIN SEQUEDA ARENAS
DIRECTOR DEL PROGRAMA**

JURADO CALIFICADOR:

M.Sc. JOHRMAN VIDES NIÑO

M.Sc. EDWIN SEQUEDA ARENAS

PhD.JORGE ENRIQUE HERRERA RUBIO

**PAMPLONA N. S. COLOMBIA
NOVIEMBRE DE 2021**

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios, quien ha sido bueno y hasta el día de hoy ha puesto en mí la fortaleza y la sabiduría para alcanzar esta meta.

A mis padres, quienes día a día han sido mi bastón y con su bendición me han dado soporte y una fuente de motivación.

A mis hermanos, por compartir conmigo su tiempo y permitirme aprender más de la vida a su lado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, ya que sin su amor y sus promesas no hubiese sido posible este logro.

A mis padres por sus esfuerzos y oraciones, por brindarme su apoyo y formarme con valores.

A mis amigos que creyeron y me acompañaron en esta esta de vida.

Agradezco también a mis docentes y tutor, quienes han gestado en mí, el afecto por mi profesión y me han, de manera noble, compartido el valioso significado del saber.

RESUMEN

Este proyecto consiste en la implementación de herramientas de gestión y monitoreo, que permite la supervisión de la red inalámbrica de los fabricantes Ubiquiti y Mikrotik para la empresa LINK NETWORKS ubicada en el departamento del Meta-Villavicencio, con el fin de incrementar la productividad de las misma, con la identificación oportuna de las fallas que se presenten, permitiendo el aumento de la calidad del servicio ofrecido. Además de la reorganización y adecuación estructurada de la red de la empresa, en cumplimiento de las normas legales vigentes, obteniendo mejoras en la calidad del servicio a un 25% del 38% de las fallas que se presentaban inicialmente por parte de los usuarios. Con la implementación de las herramientas de monitoreo sobre los software The Dude del fabricante de Mikrotik y Zabbix, permitiendo determinar cuál de estas herramientas ofrece a la empresa la opcionalidad en cuanto a las prestación de cada una de ellas, para medir el número de incidencias técnicas identificadas y parametrizar temporalmente las afecciones, la cual directamente impacta a la calidad del servicio ofrecido a los clientes.

ABSTRACT

This undergraduate final project consists of the implementation of management and monitoring tools, allowing the supervision of the wireless network of Ubiquiti and Mikrotik manufacturers for the company Link Network located in the department of Meta-Villavicencio. In order to increase the productivity of the company by identifying in a timely manner the failures presented, increasing the quality of the service offered. The company's structured cabling was reorganized and adapted to comply with Colombian legal standards. The quality of service improved from 25% to 38%, reducing service failures. The implementation of monitoring tools with Mikrotik's The Dude software and also using Zabbix, it was determined which of these tools offers the company Link Network better service provision in measuring the number of technical incidents identified and temporarily parameterizing the conditions, which directly impacts the quality of service offered to customers.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	12
1.1.Planteamiento del Problema.....	12
1.2.Justificación.....	14
1.3.Delimitación.....	15
1.3.1. Objetivo General	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
1.3.3. Acotaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.4.Cronograma de actividades.....	¡Error! Marcador no definido.
2. MARCO CONTEXTUAL.....	16
2.1.Misión	1
6	6
2.2.Visión	1
7	7
2.3.Productos y servicios	17
2.3.1.Acceso a internet residencial y comercial (área urbana y rural).....	17
2.3.2.Montaje Circuito Cerrado de Televisión CCTV	17
2.3.3.Diseño y montaje de solución de energía solar	17
3. MARCO TEÓRICO.....	18
3.1.Mikrotik 18	18
3.2.Dude server.....	19
3.3.SNMP	19
3.4.Zabbix	20
3.5.NMS	21
3.6.Ubiquiti Networks	21
3.7.Red Wan	21
3.8.MIB	22
3.8.1.Estructura MIB:	22
3.9.OID	23
3.10.Gestión de red.....	24
3.10.1.Recomendaciones para un buen servicio	24
3.11.Atenuación en el espacio libre.....	25
3.12.Espectro radioeléctrico	26
4. MARCO LEGAL.....	27
4.1.Ley N° 1341 de 2009	27
4.2.Artículo N°2. (Ley 1341 2009)	27
4.2.1.Principios orientadores	28
4.3.Artículo 23. (Ley 1341 2009)	28
4.3.1.Regulación de precios de los servicios de telecomunicaciones.....	28
4.4.Resolución 3502 de 2011	29
4.5.Decreto N° 1524/2002	29

5. CARACTERISTICAS Y ELEMENTOS DE LA RED	31
5.1.Características iniciales de la red	31
5.2.Análisis espectral.	39
5.2.1.Análisis espectral en AirView (ubiquiti).	39
5.2.2.Análisis espectral para equipos Mikrotik	43
5.3.Detección de fallas iniciales:.....	46
5.4.Características de la red con las nuevas implementaciones realizadas	47
5.4.1.Topología Lógica, Física y características de la red	47
5.4.2.Corrección de fallas realizadas:	56
5.4.3.Fallas detectadas con la implementación de sistemas de monitoreo.	56
6. SIMULACIONES DE LA RED	58
6.1.Cuenca visual de los repetidores	58
6.2.Simulaciones en Google Earth	60
6.3.Simulaciones en Radio Mobile	65
6.3.1.Repetidor-Datacenter-Repetidor Grama	65
6.3.2.Enlace Repetidor Grama-Repetidor Hotel Mirador	67
6.3.3.Enlace Repetidor Grama Repetidor Lourdes	70
6.3.4.Enlace Datacenter-Repetidor Pinilla	73
6.3.5.Enlace Repetidor Pinilla-Repetidor Puente Amarillo.....	76
6.3.6.Enlace Repetidor Pinilla-Repetidor Caney Medio	79
6.3.7.Mapa de enlaces principales	81
6.4.Simulaciones en Xirio Online.....	83
6.4.1.Simulación Datacenter-Repetidor Grama	83
6.4.2.Simulación Datacenter-Repetidor Pinilla.....	84
6.4.3.Simulación Repetidor Grama-Repetidor Lourdes	85
6.4.4.Simulación Repetidor Grama-Repetidor Hotel Mirador	87
6.4.5.Mapa de enlaces principales	88
7. IMPLEMENTACION Y COMPARACION DE LOS SISTEMA DE MONITOREO	89
7.1 Inicio Sección en Zabbix 88	89
7.1.1.Creación de mapa de red	100
7.1.2.Configuración de notificaciones vial e-mail mediante servidor.....	110
7.1.3.Configuración de parámetros y creación de alertas en Zabbix.	114
7.2.The Dude.....	120
7.2.1.Instalación y configuración del Sistema de monitoreo The Dude.....	120
8. INDICES DE CALIDAD DEL SERVICIO.	131
8.1.Pregunta de las encuestas inicial y la encuesta final.....	132
8.2.Resultados y comparación entre la encuesta inicial y la encuesta final)	134
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
9.1 Conclusiones 134.....	144
9.2 Recomendaciones 137	144
9.1.Conclusiones.....	144
9.2.Recomendaciones	146
10. BIBLIOGRAFÍA.....	148

APÉNDICE A. INSTALACIÓN DEL S.O. UBUNTU 150
APÉNDICE B. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ZABBIX 154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de las MIB	23
Figura 2. Representación de una OID.....	23
Figura 3. Vista simple de representación de una OID	24
Figura 4. Topología física inicial de la red.....	32
Figura 5. Topología lógica de la red.....	33
Figura 6. Repetidor Inicial Caney Medio	34
Figura 7. Repetidor inicial Hotel Mirador	35
Figura 8. Repetidor Inicial Lourdes.....	36
Figura 9. Repetidor inicial Pinilla	37
Figura 10. Repetidor inicial la Grama	38
Figura 11. Repetidor inicial Puente Amarillo	39
Figura 12. Análisis del espectro en AirView	40
Figura 13. Análisis gráfico de cascada en AirView.	41
Figura 14. Análisis grafico forma de onda en AirView.	41
Figura 15. Análisis grafico en tiempo real en AirView.....	41
Figura 16. Análisis y elección de frecuencia en AirView.....	43
Figura 17. Freq. Usage en equipos Mikrotik	44
Figura 18. Escaneo espectro en Mikrotik	45
Figura 19. Escaneo de espectro en Mikrotik	46
Figura 20. Topología lógica con las nuevas implementaciones realizadas.....	48
Figura 21. Topología física con las nuevas implementaciones realizadas.....	49
Figura 22. Mapa de red de la empresa Link Network.	50
Figura 23. Repetidor Hotel Mirador.	51
Figura 24. Repetidor la Grama	52
Figura 25. Repetidor Lourdes.....	53
Figura 26. Repetidor Puente Amarillo	54
Figura 27. Repetidor Caney Medio.....	55
Figura 28. Cuenca visual desde Repetidor GRAMA y Rubí.	59
Figura 29. Cuenca visual desde Repetidor Caney Medio	59
Figura 30. Mapa de Cobertura de señal de la red, respecto al Datacenter.....	60
Figura 31. Enlaces principales y secundarios de la red.....	60
Figura 32. Simulación de puntos principales y secundarios con algunos usuarios.	61
Figura 33. Caracterización del repetidor Lourdes	61
Figura 34 Perfil de elevación del enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.	62
Figura 35. Caracterización del repetidor Caney Medio.....	62
Figura 36. Perfil de elevación Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio.....	63
Figura 37 Perfil de elevación del enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.	63
Figura 38. Caracterización de Repetidor Puente Amarillo.....	64
Figura 39. Perfil de elevación enlace Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.....	64
Figura 40. Descripción Breve en cada uno de los enlaces.....	65
Figura 41. Mapa de conexión Datacenter y Repetidor Grama.	65
Figura 42. Enlace de radio Datacenter - Repetidor Grama.	66
Figura 43. Simulación del enlace Datacenter-Repetidor la grama.....	67

Figura 44. Mapa de conexión Repetidor Grama - Repetidor hotel mirador.....	68
Figura 45. Enlace de radio Repetidor Grama - Repetidor Hotel Mirador.	69
Figura 46. Simulación enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.	70
Figura 47. Mapa de conexión Repetidor Grama - Repetidor Lourdes.....	71
Figura 48. Enlace de radio Repetidor Grama - Repetidor Lourdes.	72
Figura 49. Simulación enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.	73
Figura 50. Mapa de conexión Datacenter – Repetidor Pinilla.	74
Figura 51. Enlace de radio Datacenter – Repetidor Pinilla.	75
Figura 52. Simulación enlace Datacenter – Repetidor Pinilla.....	76
Figura 53. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.....	77
Figura 54. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.....	78
Figura 55. Simulaciones enlace Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.	79
Figura 56. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio.	79
Figura 57. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio. Fuente.	80
Figura 58. Detalles de simulación enlace Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio.	81
Figura 59. Mapa completo de la red, de enlaces principales y secundarios.	82
Figura 60. Mapa de radiación de la red.....	82
Figura 61. Grafica enlace Datacenter – Repetidor Grama.	83
Figura 62. Mapa enlace Datacenter – Repetidor Grama.....	84
Figura 63. Grafica de enlace Datacenter – Repetidor Pinilla.....	84
Figura 64. Mapa enlace Datacenter- Repetidor Pinilla.	85
Figura 65. Grafica de enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.	86
Figura 66. Mapa enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.....	86
Figura 67. Grafica de enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.	87
Figura 68. Mapa de enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.	88
Figura 69. Mapa general de la red en XIRIO ONLINE.....	88
Figura 70. Inicio sección Zabbix.	89
Figura 71. Interfaz principal de Zabbix.	90
Figura 72. Instalación de SNMP en Windows.....	91
Figura 73. Comprobación de instalación de SNMP.	91
Figura 74. Configuración de inicio del protocolo SNMP.	92
Figura 75. Configuración de servicio del protocolo SNMP.	93
Figura 76. Propiedades del servicio SNMP.....	93
Figura 77. Creación de un Host en Zabbix.....	94
Figura 78. Creación y configuración de Host en Zabbix.	95
Figura 79. Selección de plantilla en Zabbix.	95
Figura 80. Instalación del Agente Zabbix en Windows.	96
Figura 81. Configuración Agente Zabbix.....	96
Figura 82. Instalación personalizada del Agente.	97
Figura 83. Primeros equipos configurados en Zabbix.....	97
Figura 84. Agregando un nuevo equipo en Zabbix.	98
Figura 85. Equipos agregados en Zabbix.	99
Figura 86. Equipos agregados en Zabbix.	100
Figura 87. Creación de mapa de red.....	101
Figura 88. Entorno de mapa de red.....	101
Figura 89. Agregar equipos al mapa de la red.....	102

Figura 90. Mapa de red Zabbix.....	103
Figura 91. Representación gráfica de errores sobre el mapa de red.	104
Figura 92. Graficas presentadas por Zabbix en tiempo real.....	105
Figura 93. Grafico interfaz presentado por Zabbix.....	106
Figura 94. Gráfico en porcentaje de utilización de la CPU del equipo.	106
Figura 95. Grafico por Zabbix del espacio del Disco Usado por el equipo.....	107
Figura 96. Grafico del porcentaje de utilización de la memoria del equipo.....	107
Figura 97. Diferente grafico de utilización del disco.....	108
Figura 98. Gráficos generados a partir de Zabbix en el entorno principal (Dashboard). .	108
Figura 99. Información específica del alerta de error en Zabbix.	109
Figura 100. Alerta de error en un equipo en Zabbix.	109
Figura 101. Alerta de solución del problema presentado con un equipo en Zabbix.	109
Figura 102. Autorización de aplicaciones en el correo.	110
Figura 103. Actualización de comandos para configuración de notificaciones.	111
Figura 104. Instalación del servicio SSMTP en Ubuntu.....	112
Figura 105. Comando de ingreso a configurar smtp.....	112
Figura 106. Detalles de la configuración smtp.....	113
Figura 107. Comando de Comprobación de configuración de smtp.....	113
Figura 108. Comprobación de configuración exitosa de E-mail.....	113
Figura 109. Ingreso en Zabbix para la configuración de E-mail.....	114
Figura 110. Propiedades de configuración de E-mail.....	116
Figura 111. Ingreso a configuración de Actions en Zabbix.....	117
Figura 112. Configuración de acciones de notificaciones de Zabbix.....	117
Figura 113. Configuración de tipo de notificación.....	118
Figura 114. Detalles de la operación de envió de mensaje en Zabbix.....	118
Figura 115. User Setting en Zabbix.....	119
Figura 116. Detalles de la configuración de User Setting en Zabbix.....	119
Figura 117. Ejemplos de notificaciones vía e-mail generadas por Zabbix.....	120
Figura 118. Instalación de The Dude en la RouterBoard.....	121
Figura 119. Status de The Dude. Fuente.....	122
Figura 120. Verificación de instalación de The Dude en RouterBoard 3011.....	122
Figura 121. Creación de perfiles de SNMP.....	123
Figura 122. Comunidad.....	124
Figura 123. Habilidad del protocolo SNMP para el monitoreo.....	124
Figura 124. Creación de la comunidad linkn SNMP.....	125
Figura 125. Apariencia del dispositivo.....	126
Figura 126. Visualización de OIDs en los equipos.....	127
Figura 127. Servicios en The Dude.....	127
Figura 128. General Mikrotik.....	128
Figura 129. General Ubiquiti.....	128
Figura 130. 1 parte del mapa de red en The Dude.....	129
Figura 131. 2 parte del mapa de red en The Dude.....	129
Figura 132. Visualización de caída parcial, caída total o apagada de los equipos en The Dude.....	130
Figura 133. Instalación de SO Ubuntu 18.04 LTS.....	150
Figura 134. Selección de idioma del teclado Ubuntu.....	151

Figura 135 Selección de tipo de instalación del SO Ubuntu.....	151
Figura 136. Configuración de perfil de Ubuntu.....	152
Figura 137. Instalación del SO Ubuntu.....	152
Figura 138. Instalación de openssh-server.	155
Figura 139. Comprobación de estado de sshd.service.....	156
Figura 140. Ingresando por acceso remoto al SO instalado y configurado.	156
Figura 141. Instalación de repositorio de Zabbix por medio de PuTTY.	157
Figura 142. Actualización de repositorios Zabbix.	158
Figura 143. Creación de base de datos.	158
Figura 144. Actualización de comandos.....	159
Figura 145. Actualización de comandos.....	159
Figura 146. Configuración ZABBIX Web.....	160
Figura 147. Check of pre-requesites ZABBIX.	161
Figura 148. Configure DB connection.	162
Figura 149. Zabbix server details.	163
Figura 150. GUI settings.....	163
Figura 151. Pre-installations summary.....	164
Figura 152. Install.....	164

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Equipos principales de la empresa.	57

GLOSARIO

Dude: Monitor de red de Mikrotik

Zabbix: Sistema de monitorización de redes.

SNMP: Protocolo simple de administración de red (Simple Network Management)

MIBs: (Management Information Base), es una base de datos que describe las propiedades de cada componente.

ISP: (Internet Service Provider), proveedor de servicios de internet.

UBNT: Redes Ubiquiti

CCQ: Calidad de conexión de un cliente.

S.O: conjunto de programas que gestionan los recursos de hardware y provee servicios.

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1.	Planteamiento del Problema.....	12
1.2.	Justificación.....	14
1.3.	Delimitación.....	15

1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente en zonas rurales, siendo una gran población en Colombia, pese a la cual en su totalidad de carencia de infraestructura de comunicación y acceso a la información de manera efectiva y de fácil acceso. La prestación de servicios de internet por parte de grandes empresas es casi nula en algunos sectores del país, con la pretensión de dotar estas zonas de conectividad a redes datos, con soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles, que minimicen el impacto de carencia de comunicación y acceso de información de la determinada población.

La empresa Link Networks de Villavicencio-Meta dedicada actualmente a prestar el servicio de banda ancha residencial en área rural mayormente, cuenta para la prestación del servicio con canales asimétricos, el servicio son presentados por medio inalámbrico con una gama de equipos de red, para los enlaces Punto a Punto (PTP) cuenta con, LHG 5, LHG XL HP5, LHG XL 5Ac, LiteBeam 5AC, con licencias nivel 3(cliente o CPE) modo Bridge; para enlaces Punto Multipunto (PTMP), LiteBeam M5, NanoStation M5, Metal 5, Lite AC AP, NetBox 5, Antena

sectorial AM5G2090, Mikrotik rb912uag-2hpnd-out, SXTsq 5 High Power, SXT Lite 5 ac; así como Routerboard RB3011UiAS-RM y switch TL-SG10116D, para la gestión de la red. Con la distribución de puntos principales en el centro del municipio y punto secundarios en diferentes veredas del mismo, para alcanzar una mayor cobertura de la zona y mejora, a su vez la antena principal cuentan con distribución de fibra óptica la cual adquieren de dos operadores multinacionales, para posteriormente su emisión a los puntos secundarios para el área rural del municipio. La infraestructura ofrece servicios de banda ancha desde 2 Mbps hasta 30 Mbps y servicio de internet dedicado de 20 Mbps, a 100 usuarios en total.

La empresa no cuenta con un sistema de monitoreo, por lo que hay que realizar supervisión de los equipos de forma presencial dado el caso de presentar alguna inconsistencia y/o daños. Hoy en día con el avance tecnológico y el rápido crecimiento de las empresas es vital un sistema de gestión y monitoreo de redes, de forma que se mantenga en óptimas condiciones para un uso eficiente y sin interrupciones del servicio, así como la detección oportuna y preventiva de fallas. En consecuencia de lo anterior, según (Gerardo & Padua, 2018) es relevante el sistema de gestión y monitoreo para el máximo aprovechamiento de infraestructura de la red, obteniendo datos de los diferentes equipos de forma precisa, instantánea y confiable, así como la administración y configuración de estos de forma remota. A lo anterior comentado se suma el hecho de mantener toda la red actualizada, así como el firmware de los diferentes equipos, con el fin de que no se presenten problemas o errores de software o hardware, que puedan generar un bloqueo de equipos, desconexión entre equipos, y diferentes fallas, propiciando la reducción de la calidad de servicio prestado por la empresa y con ello, el inconformismo por parte del cliente ante el servicio

La empresa se encuentra en crecimiento, con la visión de la mejora de la calidad del servicio prestado, ya que cuenta con el 38% de quejas por mes en la

prestación del servicio por caída del mismo, al estar las antenas repetidoras en zonas montañosas y de difícil acceso, dando la posibilidad que la instalación y mantenimiento se dificulte más de lo habitual. Las velocidades actuales del servicio son de Uplink 25 Mbps como máximo y en Downlink de 10 Mbps como máximo, esto en condiciones óptimas dadas en verano, por ser zona montañosa en invierno sufren más del 40% de pérdidas de transmisión, así como de equipos por los rayos causados por tormentas eléctricas. Por ello es conveniente preguntarse ¿De qué forma se puede implementar un sistema de monitoreo en la red inalámbricas de distribución de Empresa Link Network, que permita identificar posibles fallas que afecten el servicio prestado a los clientes con el fin de disminuir las quejas de estos?.

1.2. Justificación

Debido a los altos índices de fallas que ha presentado la empresa evidenciado en la cantidad de reclamos de los usuarios. La implementación de un sistema de monitoreo permite muchos beneficios, puesto que al observar gráficamente lo que sucede en la red de la empresa conlleva a una toma de dediciones rápido y eficiente, corrigiendo la posible afectación de manera inmediata y no buscando posibles fallas que pueden ser erróneas al aplicarlas para determinado problema que presente la red, aumentando la relación en un 20% de trabajos costos. Por ello es importante el monitorizar la red, para tener en constante vigilancia los diferentes cambios dentro de la misma, con ello disminuiría los reclamos frecuentes por parte de los clientes por el servicio prestado, así como las posibles demandas hacia la empresa por ofertar un servicio que es de mala calidad, ahora que el servicio de internet según el decreto 464/2020 (MinTic, 2020) ha sido catalogado como un servicio esencial a las telecomunicaciones, afectando la empresa en diferentes ámbitos, no solo legales sino como imagen de la empresa hacia los demás clientes o futuros clientes. Al no contar con un sistema de

monitoreo, se podría llegar a un crecimiento desbordado, perdiendo el control sobre la red y con ello posibles fallas y/o colapso de la red en general

1.3. Delimitación

1.3.1. Objetivo General

Implementar sistema de monitoreo de la red inalámbrica de la empresa Link Networks, que permitan la identificación rápida de fallas aumentando la calidad del servicio a los clientes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características actuales de red a través de la inspección de los equipos, estableciendo las condiciones iniciales de red a monitorear.
- Determinar los elementos necesarios de las bases de información MIBS (*Management Information Base* - Base de Información Gestionada), de acuerdo a las especificaciones de los equipos de red; para que las herramientas de monitoreo interpreten adecuadamente la información de estado enviado por los equipos supervisados.
- Analizar simulaciones de enlaces primarios y secundarios implementados en la empresa Link Networks, usando diversas plataformas de proveedores de equipos de radiocomunicaciones.
- Comparar los índices de calidad de servicio a los clientes, luego de la optimización de la red usando el Software de monitoreo implementados.

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1.	Misión	16
2.2.	Visión.....	17
2.3.	Productos y servicios	17

Link Networks es una empresa que se dedica a prestar los servicios de internet inalámbrico, instalaciones de circuito cerrado de TV, CCTV entre otros. Dentro de su portafolio de ofrecimiento de internet de banda ancha, comercial, con canal asimétrico y/o dedicado, con influencia de prestación de servicio en las ciudades de Villavicencio y municipios vecinos, como lo son Restrepo, Cumaral, Puerto López y Acacias, así como presencia en las ciudades de Armenia, Quindío, donde se pretende ampliar la cobertura de manera gradual. La empresa fundada en el año 2017 con una misión y visión objetiva y clara, que se ha visto reflejada con el tiempo, ya que ha tenido un crecimiento activo que ha permitido prestar sus servicios en los lugares mencionados.

2.1. Misión

LINK NETWORKS SAS, contribuirá al desarrollo tecnológico del departamento, la región y el país, mediante recurso humano calificado y el uso de nuevas tecnologías impactando sectores del entorno que requieran y/o carezcan de acceso a la tecnología.

2.2. Visión

En el 2024, consolidarnos en el mercado tecnológico como una empresa líder y como proveedores en el servicio y acceso a internet en la región y en Colombia, innovando y actualizando permanentemente para lograr satisfacer las necesidades de los usuarios a medida que el entorno lo requiera.

2.3. Productos y servicios

2.3.1. Acceso a internet residencial y comercial (área urbana y rural)

LINK NETWORKS SAS, ofrece servicio de Internet ilimitado con diferentes velocidades de acceso de acuerdo a sus necesidades, con una conexión de alta calidad con la mejor tecnología y servicio al cliente. Actualmente, contamos con cubrimiento en el Departamento del Meta: Villavicencio, Restrepo, Cumaral y Acacias incluyendo sus zonas urbanas y rurales. Próximamente iniciaremos servicio en el Quindío (2022).

2.3.2. Montaje Circuito Cerrado de Televisión CCTV

Diseño y montaje de CCTV para empresas y hogares, empleando las últimas tecnologías disponibles para la seguridad de su negocio y residencia, permitiendo monitoreo remoto desde su dispositivo móvil. Servicio a nivel nacional

2.3.3. Diseño y montaje de solución de energía solar

Diseñamos e implementamos diferentes soluciones de energía solar para sitios que no cuentan con acceso a energía comercial o requieran de ahorro en consumo de su factura eléctrica.

3. MARCO TEÓRICO

3.1.	Mikrotik.....	18
3.2.	Dude server.....	19
3.3.	SNMP.....	19
3.4.	Zabbix.....	20
3.5.	NMS.....	21
3.6.	Ubiquiti Networks.....	21
3.7.	Red Wan.....	21
3.8.	MIB.....	22
3.9.	OID.....	23
3.10.	Gestión de red.....	24
3.11.	Atenuación en el espacio libre.....	25
3.12.	Espectro radioeléctrico.....	26

3.1. Mikrotik

Es una empresa letona que fundada en 1996 proporciona hardware y software para conectividad a Internet en la mayoría de los países del mundo. Su experiencia en el uso de hardware de PC estándar de la industria y sistemas de Router le permitió en 1997 crear el sistema de software RouterOS que proporciona una amplia estabilidad, controles y flexibilidad para todo tipo de interfaces de datos y enrutamiento. En 2002 la empresa decide hacer su propio hardware, y nació la marca RouterBOARD. (Mikrotik, 2021).

3.2. Dude server

El monitor de red Dude es una aplicación de MikroTik que mejora de forma significativa la forma de administración del entorno de red. Escanea automáticamente los dispositivos dentro de las subredes específicas, dibuja y diseña un mapa de redes, monitorea y alerta en caso de problemas con algún servicio. (Mikrotik, 2021)

3.3. SNMP

El Protocolo simple de administración de red (SNMP) es un protocolo de capa de aplicación definido por la Junta de Arquitectura de Internet (IAB) en RFC1157 para intercambiar información de administración entre dispositivos de red. Es parte del conjunto de protocolos Protocolo de control de transmisión / Protocolo de Internet (TCP / IP). SNMP es uno de los protocolos de red ampliamente aceptados para administrar y monitorear elementos de red. La mayoría de los elementos de red de nivel profesional vienen con un agente SNMP incluido. (ManafeEngine, 2021).

Cuenta con diferentes versiones a lo largo de su historia, ya que la mayoría confía firmemente en el protocolo y es utilizado por múltiples fabricantes.

- **SNMPv1**

Definido en 1988 con base RFC 1028 siendo ampliamente aceptado. Proporciona las funcionalidades básicas para sondeo de datos, no crea sobrecarga por no tener algoritmos de cifrado, siendo esta una de sus limitaciones a la hora de seguridad, así como su mayor limitación con su arquitectura de contador de 32 bits que es obsoleta para las redes actuales de gigabyte. Solo usado a nivel de LAN.

- **SNMPv2**

Cuenta con arquitectura de contador de 64 bits, donde envía datos críticos de texto sin cifrar, siendo una debilidad en términos de seguridad. Cuando se trabaja con SNMPv2 suele ser la versión de comunidad la SNMPv2c, así como existen otras dos versiones que son la SNMPv2p y la SNMPv2u las cuales se implementan en casos excepcionales.

- **SNMPv3**

Aporta soluciones de seguridad como cuentas de usuario, autenticación y cifrado de paquetes de datos opcional, Definido en 2002 convirtiéndose en la versión más recomendada en términos de seguridad. Pero siendo esta una desventaja a su vez por su dificultad de configuración, específicamente en cuanto a la gestión de usuarios, así como mucho más recursos en términos de potencia de procesamiento. Cuenta con niveles de diferentes niveles de seguridad. (PAESSLER, 2021).

NoAuthNoPriv: sin autenticación, sin privacidad, los mensajes no están cifrados

AuthNoPriv: con autenticación, sin privacidad, durante la transmisión no están encriptados pero deben ser autenticados para trabajar sobre ellos.

AuthPriv: con autenticación y privacidad.

3.4. Zabbix

Es una plataforma de nivel empresarial, diseñada para la supervisión en tiempo real de millones de métricas recopiladas de diversos servidores, máquinas virtuales y dispositivos de red, que se escalan fácilmente a entornos mucho más grandes. Analiza y reúne estadísticas precisas y métricas de rendimiento,

visualizarlas, recibir notificaciones sobre problemas actuales y potenciales sin demora y aprovecha la asistencia y el desarrollo profesional comprobados con el tiempo. (Zabbix, Capterra, 2021).

3.5. NMS

Sistema de gestión de red, NMS (Network Management System), es una aplicación o conjunto de aplicaciones que permite a los administradores de red administrar los componentes independientes de una red dentro de un marco de administración de red más grande, una NMS se puede usar para monitorizar componentes de software y hardware en una red. Dando beneficios de descubrimiento de dispositivos de red, supervisión de los dispositivos, gestión de dispositivos y notificaciones inteligentes. (Cic, 2021).

3.6. Ubiquiti Networks

Es una compañía tecnológica de comunicación de próxima generación fundada en 2005. Diseña y manufactura plataformas de tecnología disruptiva para los mercados emergentes que trabajan con modelos de negocios productivos y conectividad omnipresente. Cuenta con plataformas de conectividad tales como AirOS, AirMax, Unifi y AirVision enfocadas en experiencia de usuarios sin paralelo combinada con desempeño líder en la industrial con precios que rompen con los esquemas tradicionales. (Amobile, 2021)

3.7. Red Wan

Son redes a gran escala que abarcan países e incluso continentes. No conectan ordenadores individuales, sino otras redes como LAN o MAN. Las WAN

pueden ser públicas o estar gestionadas por empresas para conectar varias ubicaciones o grandes distancias. Las redes privadas de área amplia son utilizadas principalmente por empresas, para permitir servicios en la nube y para conectar las redes de las diferentes sedes de la empresa. (1&1, 2021)

3.8. MIB

Un (Management Information Base) MIB es una base de datos que se encarga de describir las propiedades de cada componente en un dispositivo de red. Estos se almacenan en el gestor de SNMP. Cuando se envían datos desde el dispositivo a un gestor SNMP, la MIB son utilizadas por el compilador del gestor para convertir dichos datos a un formato legible al usuario.

3.8.1. Estructura MIB:

System: nodos que proporcionan información genérica del sistema gestionado.

Interfaces: información de las interfaces de red presentes en el sistema, con incorporación de estadísticas de eventos.

At: preserva la compatibilidad con la MIB-I, se almacenan direcciones de nivel de enlace correspondientes a IP.

Icmp: almacena contadores de los paquetes ICMP entrantes y salientes.

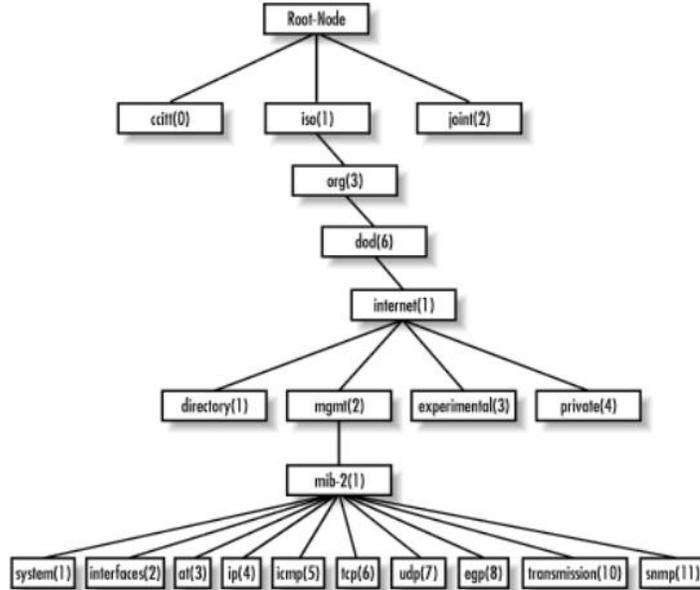
Tcp: en este grupo está la Información relativa a la configuración, estadística y estado del grupo TCP.

Udp: información relativa a la configuración, estadísticas del protocolo UDP.

Egp: información relativa a la configuración, operación del protocolo EGP.

Transmission: distintas tecnologías del nivel de enlace implementadas en las interfaces. (IBM, 2021).

Figura 1. Estructura de las MIB



Tomada de: Cinvestav (<https://www.tamps.cinvestav.mx/~vjsosa/clases/redes/MIB.pdf>) 2021

3.9. OID

Identificador de objetos (Object Identifier). Identifican los objetos gestionados que se definen en los archivos MIB de forma exclusiva. La jerarquía de los OID se representa como un árbol con diferentes niveles, desde la raíz a cada una de las hojas. Hay dos tipos de objetos, las escalares definen una única instancia de objeto y las tabulares definen múltiples instancias de objetos relacionados que se agrupan en tablas MIB. (PAESSLER, 2021).

Figura 2. Representación de una OID

```

    Iso(1).org(3).dod(6).internet(1).private(4).transition(868).products(2).chassis(4)
    .card(1).slotCps(2)-cpsSlotSummary(1).cpsModuleTable(1).cpsModuleEntry(1)
    .cpsModuleModel(3).3562.3
  
```

Tomada de: Paessler (<https://www.paessler.com/es/it-explained/snmp>) 2021

Figura 3. Vista simple de representación de una OID

1.3.6.1.4.868.2.4.1.2.1.1.1.3.3562.3

Tomada de: Paessler (<https://www.paessler.com/es/it-explained/snmp>) 2021

3.10. Gestión de red

Es la planificación, organización, supervisión y control de los elementos que forman una red para garantizar un nivel de servicio de acuerdo a un costo, suelen abarcar dos categorías en la TI: categoría de redes subyacentes y superpuestas.

- **Redes subyacentes:** implica la coordinación del hardware, como hub, conmutadores, enrutadores, puentes, módems y repetidores.
- **Redes superpuestas:** creación de conexiones digitales y administración de permisos entre los usuarios finales, aplicaciones y dispositivos que existen de manera virtual como nodos. (EcuRed, 2021).

3.10.1. Recomendaciones para un buen servicio

- Base de clientes fácil de cultivar.
- Establecer límites desde el inicio.
No permitir el uso de todo el servicio a sus clientes iniciales, porque con la ampliación de la red va disminuir la velocidad y sus clientes puede estar inconformes con las nuevas velocidades.
- Probar diferentes equipos.
Compruebe diferentes equipos para su red no se quede atrapado en el tiempo con equipos antiguos, las redes Wisp ofrecen servicios a diferentes climas y zonas geográficas lo que significa que un equipo puede funcionar mejor en determinada situación.
- Reconocer que la industria Wisp es especializada.
Iniciar y mantener un Wisp requiere de conocimientos previos, la forma en cómo se adquieren dichos conocimientos afectara el desarrollo del negocio

de diferentes maneras. Así como una previa experiencia para la desarrollar y administrar la red. (4Net Online, 2021).

3.11. Atenuación en el espacio libre

El modelo de pérdida de trayectoria en el espacio libre se usa para predicción de la intensidad del nivel de recepción cuando los dos puntos transmisor y receptor tienen línea de vista sin obstrucciones. La atenuación en espacio libre es directamente proporcional al cuadrado de la distancia y la frecuencia, y es la que representa la mayor parte de atenuación total causada por efectos de propagación. (TelecTronica, 2021).

Según la ITU P.525 para un enlace punto a punto es recomendado calcular la pérdida de espacio libre considerando dos antenas isotrópicas, la cual se calcula así: (ITU, 2019).

$$L_{bf} = 20 \log \left(\frac{4\pi * d}{\lambda} \right) = 20 \log \left(\frac{4\pi * d * f}{c} \right) \text{ [dB]}$$

Donde,

L_{bf} : pérdida básica de transmisión en el espacio libre (dB)

d: distancia

λ : Longitud de onda

c: velocidad de la luz

d y λ se expresan en las mismas unidades.

Cabe notar que el modelo de pérdida por espacio libre es válido para antenas cuyas distancias están en el campo lejano de transmisión.

Ahora la pérdida por espacio libre de dos antenas isotrópicas deriva de la relación entre potencia total desde el transmisor y la potencia recibida en el receptor. (Manning, 2009). Luego de convertidas las unidades de frecuencia y expresadas en logarítmicas:

$$L_{bf} = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \text{ [dB]}$$

Donde:

f: frecuencia (MHz)

d: distancia (Km)

3.12. Espectro radioeléctrico

Es un recurso natural limitado, que se constituye un bien de dominio público, sobre el cual el estado ejerce su soberanía. Es en si un medio intangible que puede utilizarse para diversos servicios de comunicaciones.

En Colombia la entidad encargada del espectro radioeléctrico es la Agencia Nacional del Espectro siendo esta una entidad pública, adscrita al ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones, responsable de gestión, planeación, atribución, vigilancia, control del espectro, creada por la ley 1341 de 2009. (ANE, 2021).

4. MARCO LEGAL

4.1 Ley N° 1341 de 2009	27
4.2 Artículo N°2. (Ley 1341 2009).....	27
4.3 Artículo 23. (Ley 1341 2009).....	28
4.5 Resolución 3502 de 2011	29
4.6 Decreto N° 1524/2002	29

4.1. Ley N° 1341 de 2009

Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones. (Distrital, 2021).

Con la creación de la ley 1341 las empresas de telecomunicaciones se regulan el espectro radioeléctrico permitiendo el uso eficiente y organizado por parte de las diferentes entidades que quieran acceder a este, así como el poder licitar para frecuencias ya catalogadas y sin interferencias o solapamiento de otras señales.

4.2. Artículo N°2. (Ley 1341 2009)

4.2.1. Principios orientadores

La investigación, el fomento, la promoción y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones son una política de Estado que involucra a todos los sectores y niveles de la administración pública y de la sociedad, para contribuir al desarrollo educativo, cultural, económico, social y político e incrementar la productividad, la competitividad, el respeto a los Derechos Humanos inherentes y la inclusión social.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deben servir al interés general y es deber del Estado promover su acceso eficiente y en igualdad de oportunidades, a todos los habitantes del territorio nacional.

4.3. Artículo 23. (Ley 1341 2009)

4.3.1. Regulación de precios de los servicios de telecomunicaciones

Los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones podrán fijar libremente los precios al usuario. La Comisión de Regulación de Comunicaciones sólo podrá regular estos precios cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o cuando la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos, lo anterior mediante el cumplimiento de los procedimientos establecidos por la presente ley.

Con el artículo 23 se promueve un libre comercio del servicio permitiendo una competencia entre las diferentes empresas, a su vez tener ganancias mayores que si fueran regulados completamente los precios a un mismo costo para todos los prestadores del servicio, lo que también llegaría a generar una mayor oferta del servicio a precios más asequibles pero de menor calidad en el servicio, puesto que

con la regulación por parte del artículo 23 de libre precios a usuarios también se ofrecen un mejor servicio a un precio justo. Cosa que por el contrario con el abuso de costo a los usuarios y con mala calidad del servicio las empresas serian intervenidas en la regulación de sus costos.

4.4. Resolución 3502 de 2011

Comisión de regulación de comunicaciones, por la cual se establecen las condiciones regulatorias relativas a la neutralidad en Internet, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 56 de la Ley 1450 de 2011. (CRC, 2011)

Evidencia sobre la no discriminación por parte de la empresa prestadora de servicio sobre la inferencia, discriminación o bloqueo sobre algún aplicativo, contenido o servicio licito que se pueda acceder a través de internet a cualquier usuario, con el hecho de libertad por parte del usuario para utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido. Así como la no limitación por parte de la empresa en incorporación y/o utilizar cualquier instrumento, dispositivo siempre y cuando estos sean legales y no afecten la integridad de la red o calidad del servicio.

4.5. Decreto N° 1524/2002

4.5.1.1. Reglamento el Art.5 de la Ley 679 de 2001.

Tiene por objeto reglamentar el artículo 5° de la Ley 679/2001, con el fin de establecer las medidas técnicas y administrativas destinadas a prevenir el acceso de menores de edad a cualquier modalidad de información pornográfica contenida en Internet o en las distintas clases de redes informáticas a las cuales se tenga acceso mediante redes globales de información, y propender para que estos medios no sean aprovechados con fines de explotación sexual infantil. (SITEAL, 2018).

Las empresas prestadoras de servicio podrán ofertas controles parentales si así el usuario lo requiere, con sus respectivas aclaraciones de uso al respecto y sitios, así como las empresas informan sobre las consecuencias y posibles afectaciones por medio del servicio con respecto a la explotación y abuso sexual de menores de edad.

Capítulo 5

5. CARACTERÍSTICAS Y ELEMENTOS DE LA RED

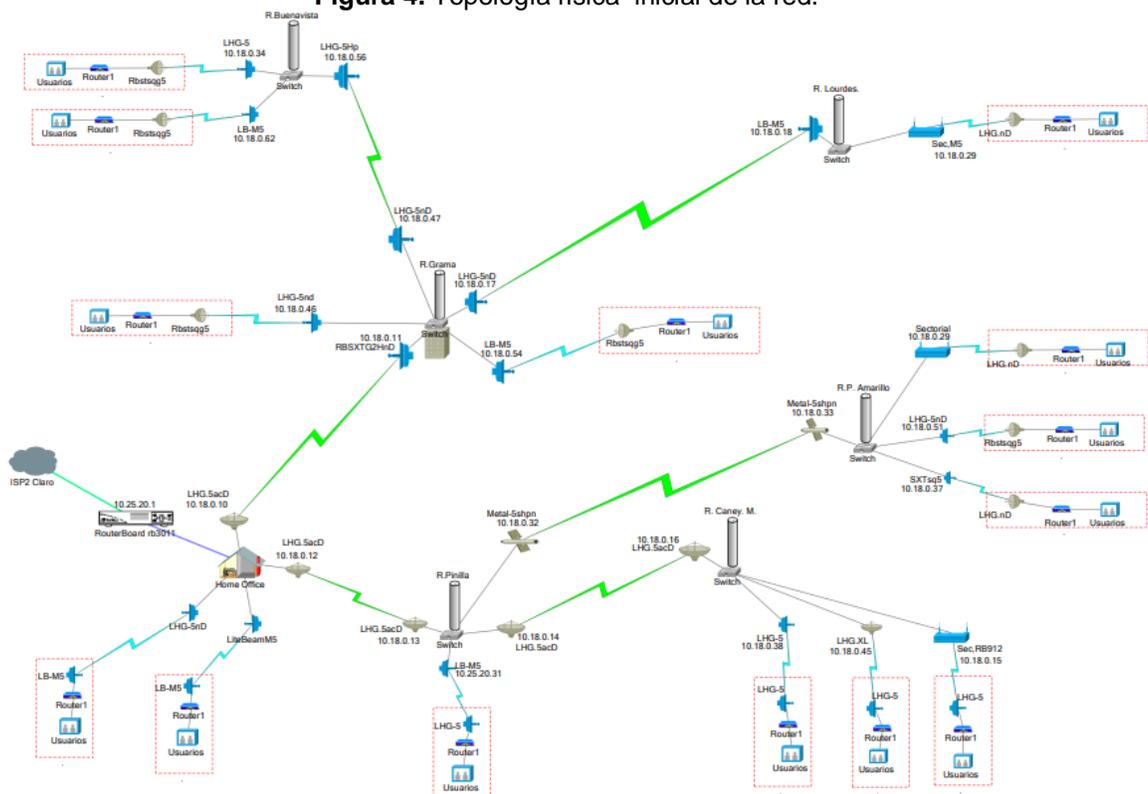
5.1 Características iniciales de la red	31
5.2. Análisis espectral.	39
5.3 Detección de fallas iniciales:.....	46
5.4 Características de la red con las nuevas implementaciones realizadas	47

Mediante Site Survey y la metodología de esta para caracterizar la empresa donde se identifica fallos y el rendimiento de la red inalámbrica. Con la aplicación del Site Survey en cada una de las estaciones bases donde la empresa presta servicios, con la toma de coordenadas e identificación de equipos.

5.1. Características iniciales de la red

Link Networks presta servicios a 40 usuarios. Obtienen su servicio del proveedor de Claro, por medio de fibra óptica con un canal de 200Mbps de Downlink y 100 de Uplink. Este canal de internet es gestionado por una RouterBoard 3011 la cual permite ordenar y caracterizar funciones, permitiendo la centralización de la red en este, para su posterior distribución en una topología de árbol de toda la red teniendo así una distribución de la información en forma jerárquica que a su vez se permite gracias al enlace trocal de la red, si bien esta topología requiere más cableado para su conexión también permite el incremento de las distancias a las que viajan las señales. Como lo evidencia la Figura 4 y la Figura 5.

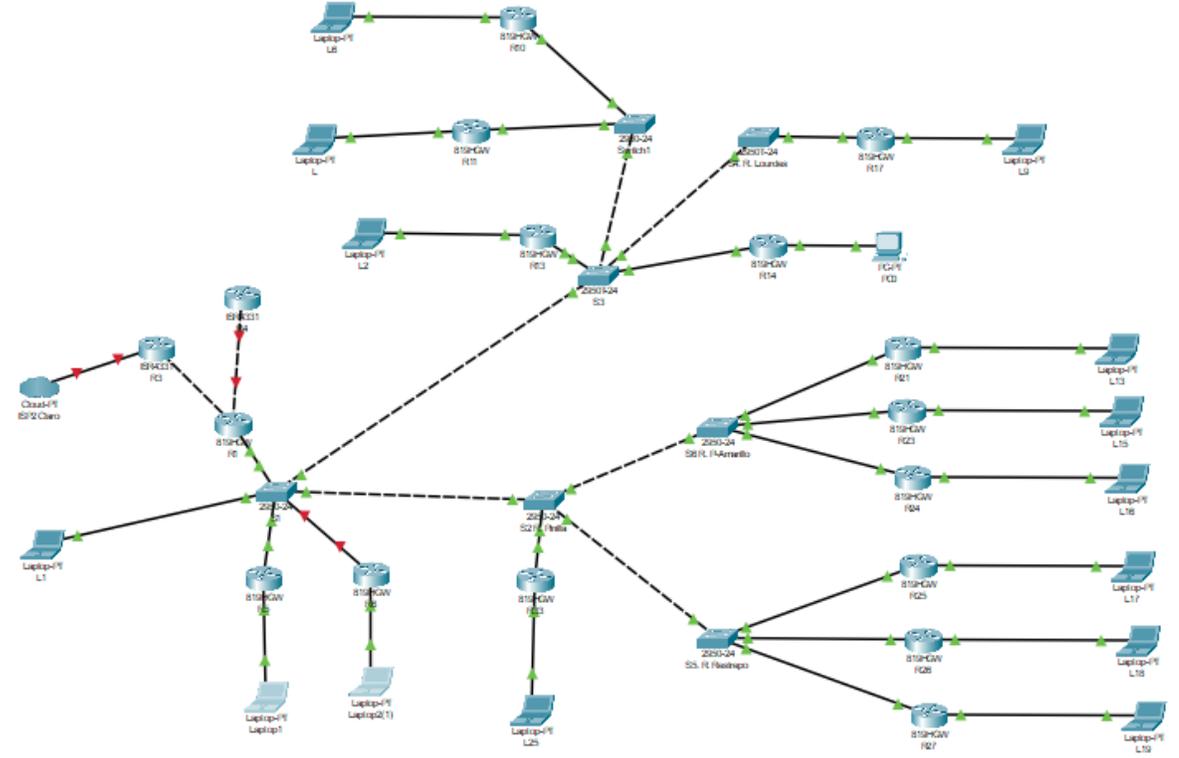
Figura 4. Topología física inicial de la red.



Fuente: Autor, 2021

La empresa cuenta con 6 estaciones bases, distribuidas en diferentes zonas conocidas como Mirador, Grama, Emporio, Lourdes, Puente Amarillo, Pinilla y Caney medio, donde la estación principal y la llegada de los proveedores se encuentra en el Emporio, donde ingresa al RouterBoard 3011 para su posterior distribución, direccionada al repetidor pinilla, repetidor grama y repetidor Lourdes.

Figura 5. Topología lógica de la red.



Fuente: Autor, 2021

Repetidor caney medio cuenta con una antenas LHG-XL Hp5, una antena sectorial con un radio 951 de Mikrotik, una antena Ubiquiti Power Beam, y una antena LHG nD, todo ello conectado a una batería de respaldo de 100Ah, conectadas a un switch Tp-link de 8 puertos, todo ello incluido en dos gabinetes por separado donde se ubicaba en uno los equipos como switch, Poe, y demás equipos esenciales y en el otro gabinete la batería de respaldo, todo ello conectado a la energía eléctrica. Cómo se evidencia en la Figura 6.

Figura 6. Repetidor Inicial Caney Medio



Fuente: Autor. 2021

El repetidor Hotel Mirador cuenta con tres antenas de las cuales una de ellas es de conexión punto a punto con una antena LGH Hp5, otra antena LGH 5 que distribuye a los clientes con un nivel 3 de licencia y una antena Ubiquiti Lite Beam 5 que distribuye a clientes, alimentado por banco de batería de 100Ah por sistema de cargador eléctrico de 10A, un switch de 8 puertos de marca Tp-link y un regulador de pico de voltaje que conecta a la energía eléctrica. Se encontraba conectado por cables UTP Cat-5, de interiores. Como se evidencia en la Figura 7.

Figura 7. Repetidor inicial Hotel Mirador



Fuente: Autor. 2021

Repetidor de Lourdes ubicado sobre una casa de campo el cual cuenta con una antena sectorial con un Rocket M5 que se encarga de distribuir a los clientes y una antena Ubiquiti Lite Beam M5, la cual tiene la conexión punto a punto con una antena en el repetidor la Grama, cuenta con un panel solar de 75W conectado a una batería de 100Ah conectado a un inversor de 75w y un sistema de cargador eléctrico de 10Ah, así como un switch 4 puertos de marca Tp-link todo ello en un solo gabinete de intemperie, y conectado por cable UTP Cat-5. Como se evidencia en la Figura 8

Figura 8. Repetidor Inicial Lourdes.



Fuente: Autor. 2021

Repetidor Pinilla ubicado en la terraza de una casa del sector, la cual cuenta con 4 antenas ubicadas en diferentes soportes de posicionamiento donde la conexión punto a punto se realiza con una LHG nD 5 que conecta al emporio donde se encuentra la central, así como una antena de rejilla Metal 5shpn que realiza la distribución al repetidor de Puente Amarillo, una antena Ubiquiti Power Beam de distribución y un Ubiquiti NSM5 conectados por cable UTP CAT-5 a un switch 8 puertos de marca Tp-link alimentados por energía eléctrica respaldados por una UPS On-Line. Como se evidencia en la Figura 9.

Figura 9. Repetidor inicial Pinilla



Fuente: Autor. 2021

Repetidor la Grama ubicado en la terraza de un edificio de 5 pisos abandonado donde las antenas se ubican en la parte superior de las varillas salientes del edificio, dicho repetidor cuenta con una antena RBSXTG2HnD la cual realiza la conexión de enlace con el Datacenter, así como una antena Lite Beam M5 de distribución, y tres antenas LHG 5nD de las cuales una de ellas conecta al enlace principal del repetidor de Lourdes, alimentados por un banco de batería de 100Ah que se encuentra conectado a un inversor de 75W y un sistema de cargador eléctrico de 10A, así como un switch 4 puertos que se conecta con las antenas por cable UTP Cat-5. Como se evidencia en la Figura 10.

Figura 10. Repetidor inicial la Grama



Fuente: Autor. 2021

Repetidor Puente Amarillo ubicado sobre un mástil de 3 metros, cuenta con una antena de rejilla Metal 5shpn que se encarga de realizar la conexión punto a punto con el Repetidor del Pinilla, cuenta con tres antenas de distribución del servicio como lo son una antena sectorial integrada, una LHG 5nD y una antena RBSXTG2HnD conectadas a un switch 8 puertos de marca Tp-link por cable UTP Cat 5 alimentadas por un cargador de batería de 10Ah y una batería de 100Ah. Como se evidencia en la Figura 11.

Figura 11. Repetidor inicial Puente Amarillo



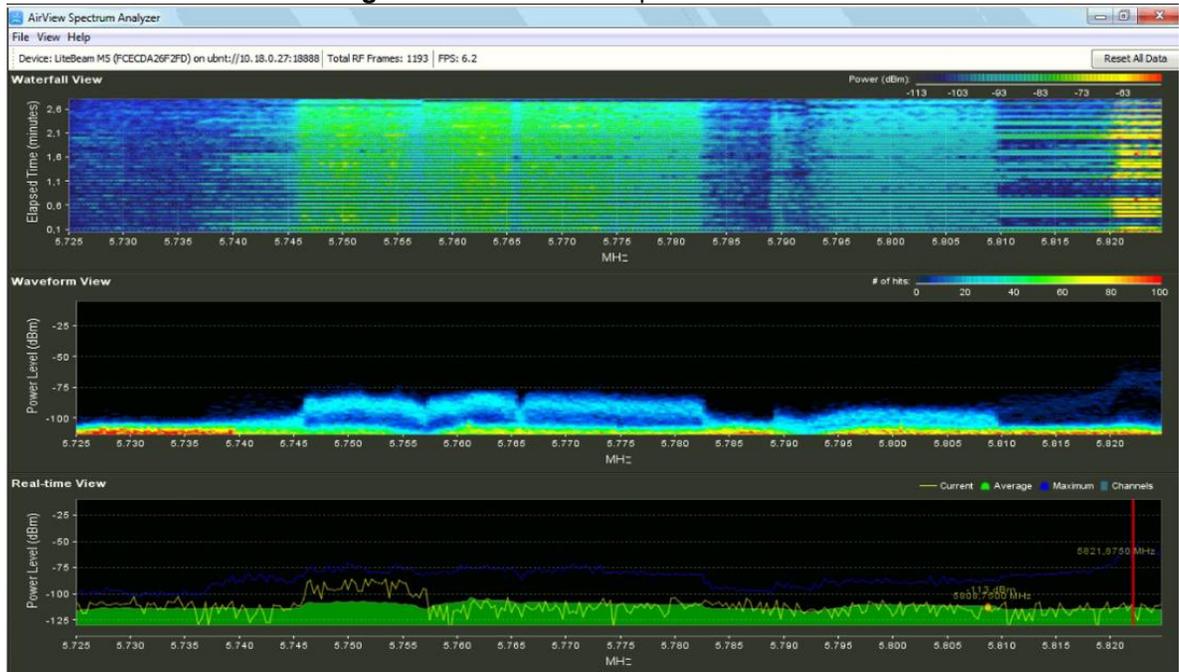
Fuente: Autor. 2021

5.2. Análisis espectral.

5.2.1. Análisis espectral en AirView (ubiquiti).

Para realizar el análisis espectral una vez descargada la aplicación se debe tener en cuenta que al ser una banda inalámbrica libre de 5GHz se encuentra con mucho ruido y en ciertas frecuencias no se encuentra con un espectro limpio por las interferencias producidas por otros sistemas cercanos. Con el análisis espectral incrementa la eficiencia en el canal de elección, así como una mayor estabilidad del enlace en diferentes condiciones, permitiendo la fluidez y poca interferencia en el servicio, que se ve reflejado en el nivel de satisfacción del usuario. (Covarrubias, 2021).

Figura 12. Análisis del espectro en AirView

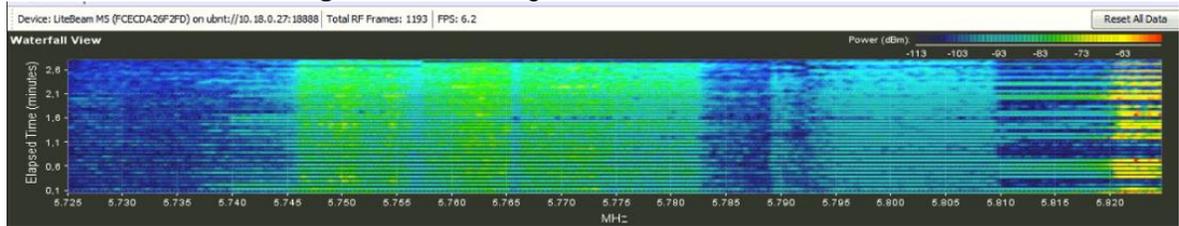


Fuente: Autor, AirView Ubiquiti, 2021

Para el análisis del espectro en AirView se debe tener en cuenta varios factores como el tiempo de toma de datos el cual se recomienda más de 2 minutos para el posterior análisis, así como el análisis por separada las tres graficas que presenta el programa. Como se evidencia en la Figura 12

Para el análisis del primer gráfico de cascada el cual nos representa la energía agregada obtenida para cada una de las frecuencias, denotada por colores siendo estos los colores más fríos los que permiten reconocer los niveles más bajos y/o de menor actividad y así los colores más cálidos o intensos los que portan una mayor actividad y presencia de señales. Siendo el parámetro clave de este la potencia (dBm). Como se evidencia en la Figura 13.

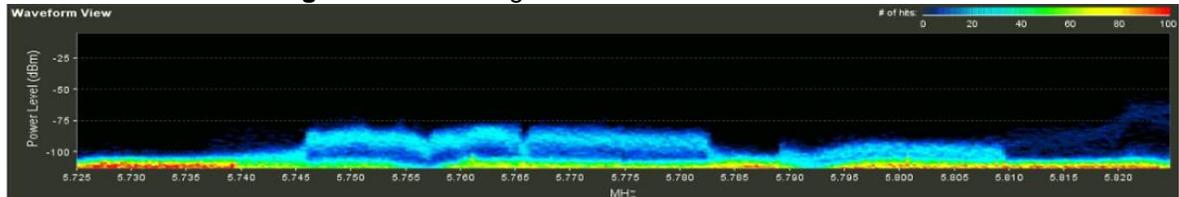
Figura 13. Análisis gráfico de cascada en AirView.



Fuente: Autor AirView Ubiquiti, 2021

Para el análisis del segundo gráfico de forma de onda es cual se basa en el tiempo de energía agregada obtenida del primer gráfico, denotando los colores la amplitud donde los colores más fríos muestran menor actividad y presencia de señales, permitiendo observar la actividad de radiofrecuencia que hay alrededor. Tiendo en cuenta que la clave es la relación que existe entre el nivel de potencia de la señal y la actividad de esta. Como se evidencia en la Figura 14.

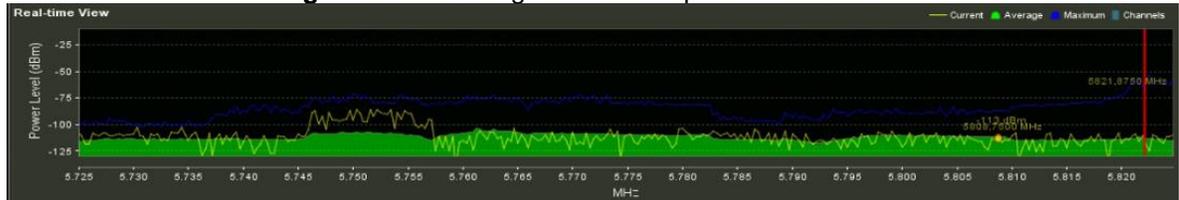
Figura 14. Análisis gráfico forma de onda en AirView.



Fuente: Autor, AirView Ubiquiti, 2021

Con el último gráfico en tiempo real el cual permite observar la energía en dBm en función de su frecuencia. Como se evidencia en la Figura 15.

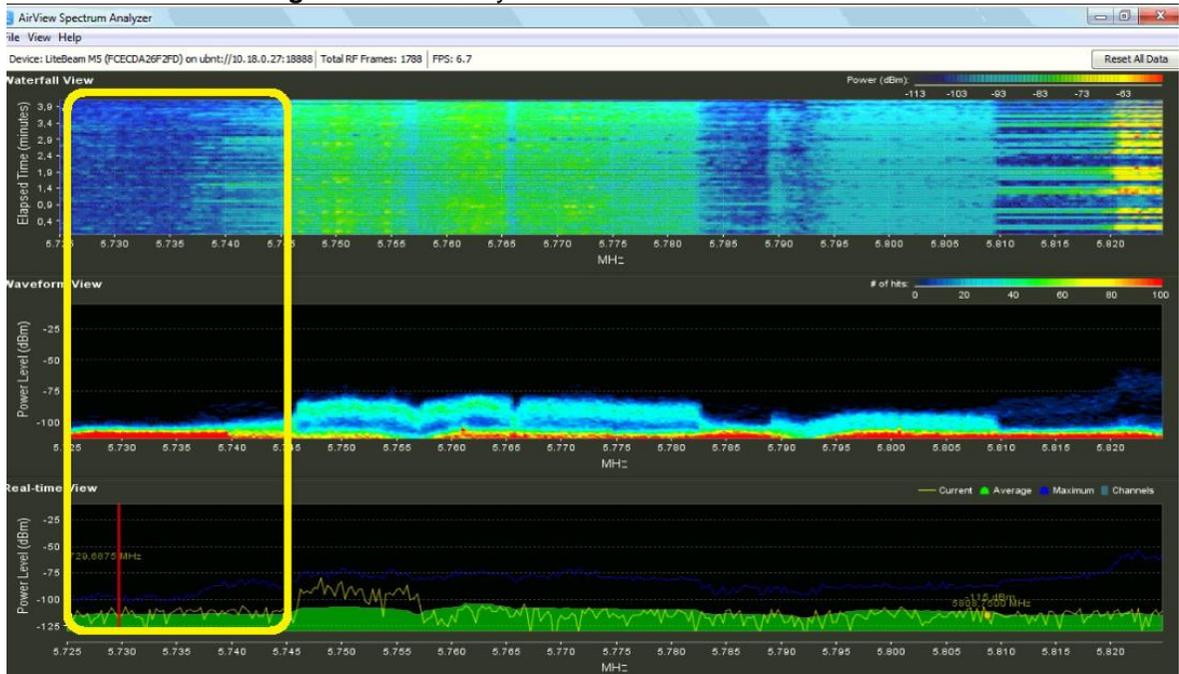
Figura 15. Análisis gráfico en tiempo real en AirView.



Fuente: Autor, AirView Ubiquiti, 2021

Una vez terminado el análisis por separado de cada uno de la graficas que presenta el AirView ahora si se puede elegir la mejor frecuencia, con la agrupación de dichos datos obtenidos y comparación entre ellos con las mejores características para ese punto, la elección de la frecuencia por ser la que visualmente se encuentra menos contaminada y con un nivel de ruido por debajo de -100 dBm para este caso siendo esta con una frecuencia de 5729.6MHz para esta antena y punto de conexión, el cual varía dependiendo de la zona de análisis así como la referencia de antena con la que se realice el barrido espectral. Tiene gran afectación si la antena se encuentra dentro de una zona urbana y por la utilización de frecuencia libres otras equipos generan ruido espectral dificultando que las frecuencias se encuentren lo menos contaminadas posibles y en ocasiones la toma de dicha frecuencia posible no da la capacidad para el enlace debido a la gran contaminación de la zona o sector donde se encuentra ubicada, surgiendo la posibilidad de cambio de tecnología para dicho sector o de reubicación de la antena, Como se evidencia en la Figura 16.

Figura 16. Análisis y elección de frecuencia en AirView.



Fuente: Autor, AirView Ubiquiti, 2021

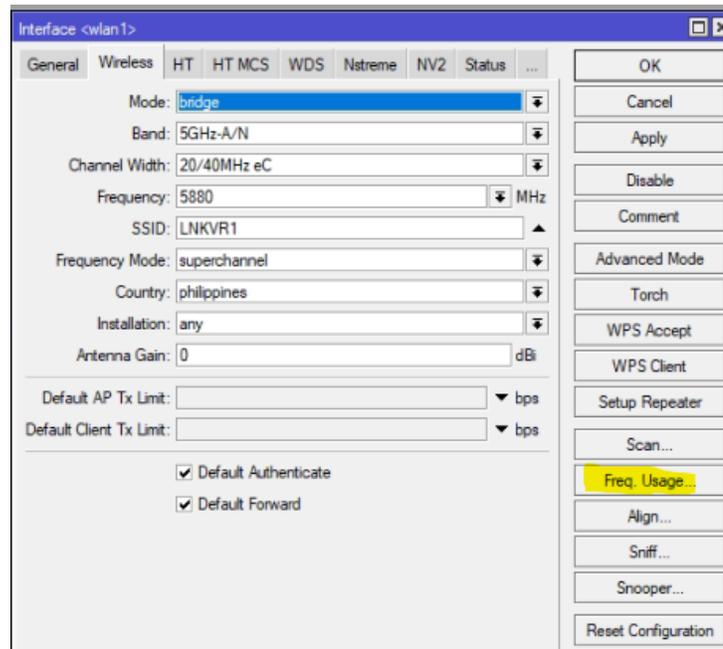
5.2.2. Análisis espectral para equipos Mikrotik

El análisis espectral para equipos MikroTik es primordial realizar dicho análisis en la radio estación base puesto que si se realiza en una de las estación estas van a perder la conexión, luego se procede a realizar el análisis espectral para la determinación de la mejor frecuencia de comunicación entre las antenas para el punto de conexión.

Ingresando a la antena de la radio estación base se inicia es escaneo para la frecuencia dentro de la opción **freq. Usage**. Que se encuentra en la interfaz del puerto de conexión de la antena, como se evidencia en la

Figura 17.

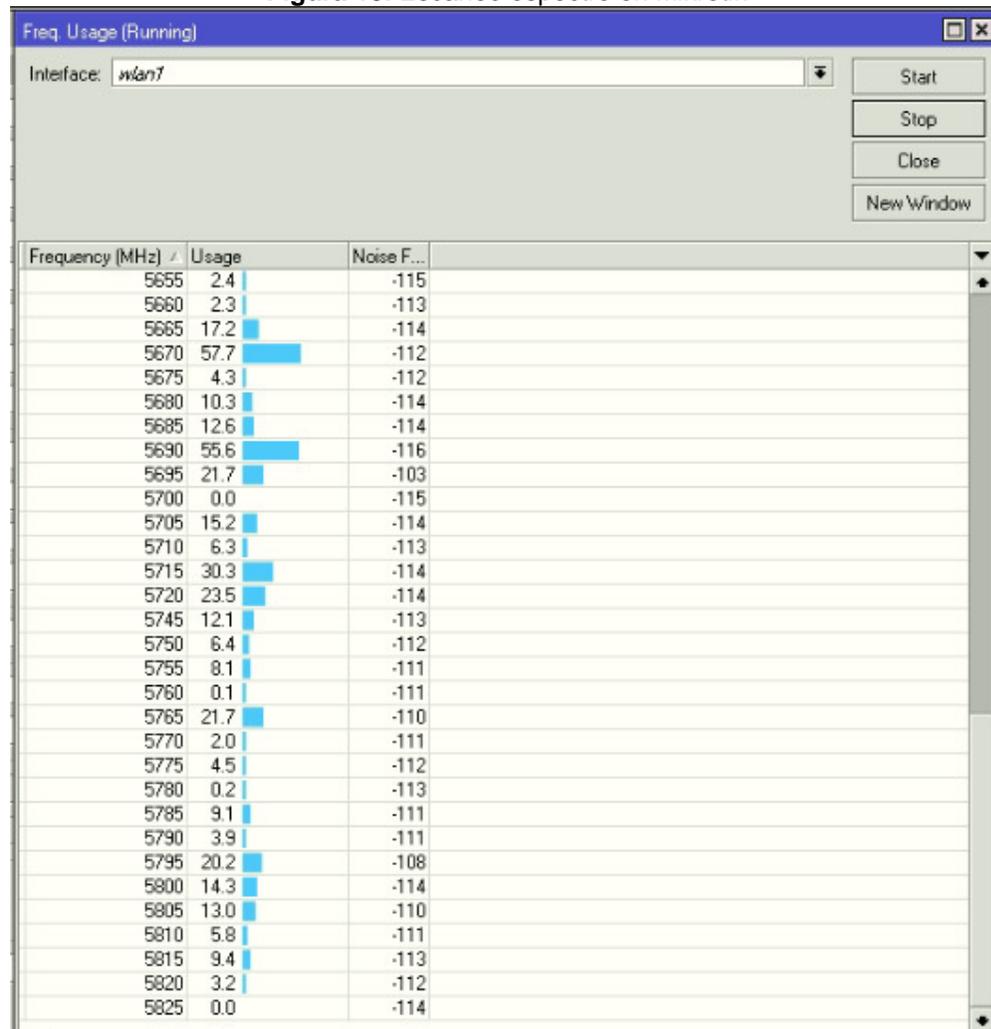
Figura 17. Freq. Usage en equipos Mikrotik.



Fuente: Autor, Mikotik, 2021

Previamente se elige el rango de escaneo de la frecuencias esta abrirá una ventana donde muestra todas las frecuencias dentro de dicho rango con un nivel de usabilidad de cada una de las frecuencias involucradas esto en forma de gráficos de barras y otro parte donde enseña el nivel de ruido de cada una de las frecuencias. Con lo anterior descrito se evalúa cual frecuencia es más conveniente usar y se selecciona para su posterior configuración dentro de las dos antenas involucradas. Como se evidencia en la Figura 18 y Figura 19.

Figura 18. Escaneo espectro en Mikrotik



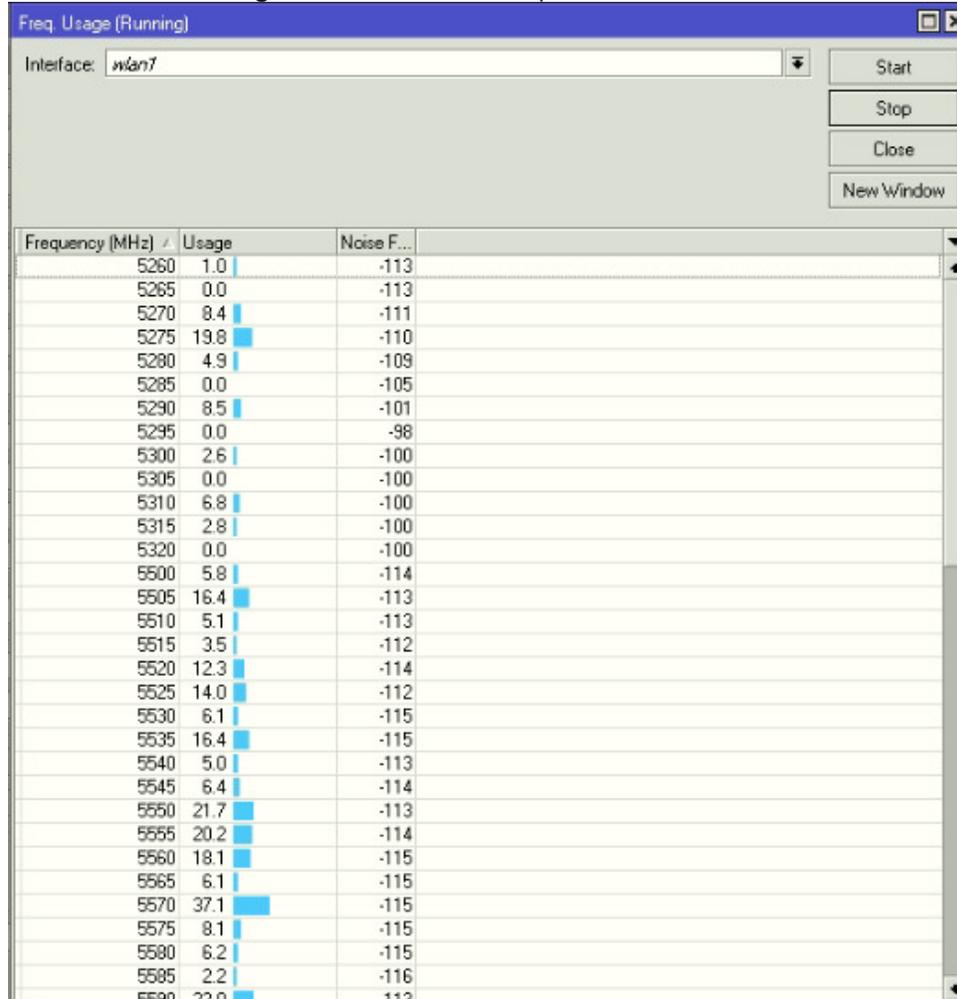
Fuente: Autor, Mikrotik, 2021

Dentro de las frecuencias posibles de usabilidad para el punto de conexión se encuentran la frecuencia de 5700MHz, 5780MHz, 5320MHz, 5260MHz que son las que tienen un menor nivel de uso, así como un menor nivel de ruido.

Se debe tener en cuenta a la hora de elegir estas frecuencias si tiene a configurar varias antenas en una sola estación por temas de espacio de guarda

entre frecuencias, para que entre estas no haya un solapamiento o interferencia que afecten el servicio.

Figura 19. Escaneo de espectro en Mikrotik



Fuente: Autor, Mikotik, 2021

5.3. Detección de fallas iniciales:

- Falla en la inestabilidad de la red:
- Fallas por cableado y accesorios. No aplica cableado estructurado.
- Poca altura de algunos puntos de repetición,
- Ubicaciones de punto de repetición

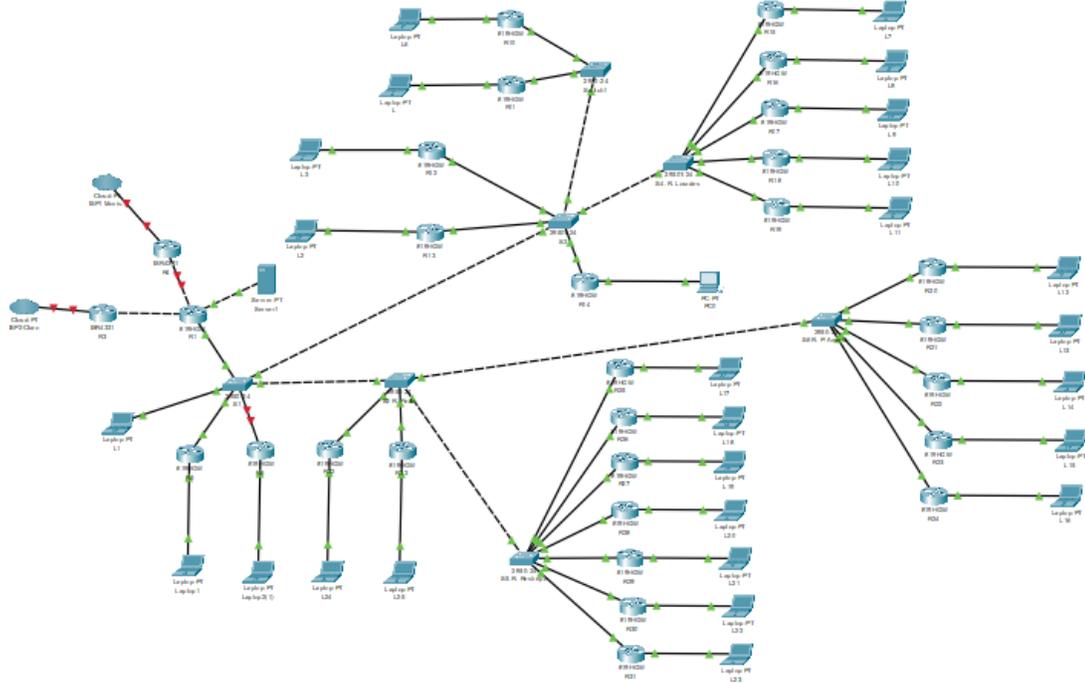
- Caídas de la red frecuentemente.
- Daños frecuentes en los equipos ubicados en los repetidores.

5.4. Características de la red con las nuevas implementaciones realizadas

5.4.1. Topología Lógica, Física y características de la red.

Link Networks obtiene servicio de internet de dos proveedores, los cuales le brindan por medio de fibra óptica con un canal de 200Mbps de Downlink y 100 de Uplink del proveedor Claro y por parte del proveedor de Movistar 300Mbps simétrico por fibra óptica de igual manera. Lo anterior gestionado por un RouterBoard 3011 que gestiona las dos proveedores, la cual permite ordenar y caracterizar funciones, así como el control ordenado de la ISPs mencionadas anteriormente, también permite la administración y distribución de la red. Como se muestra en la Figura 20.

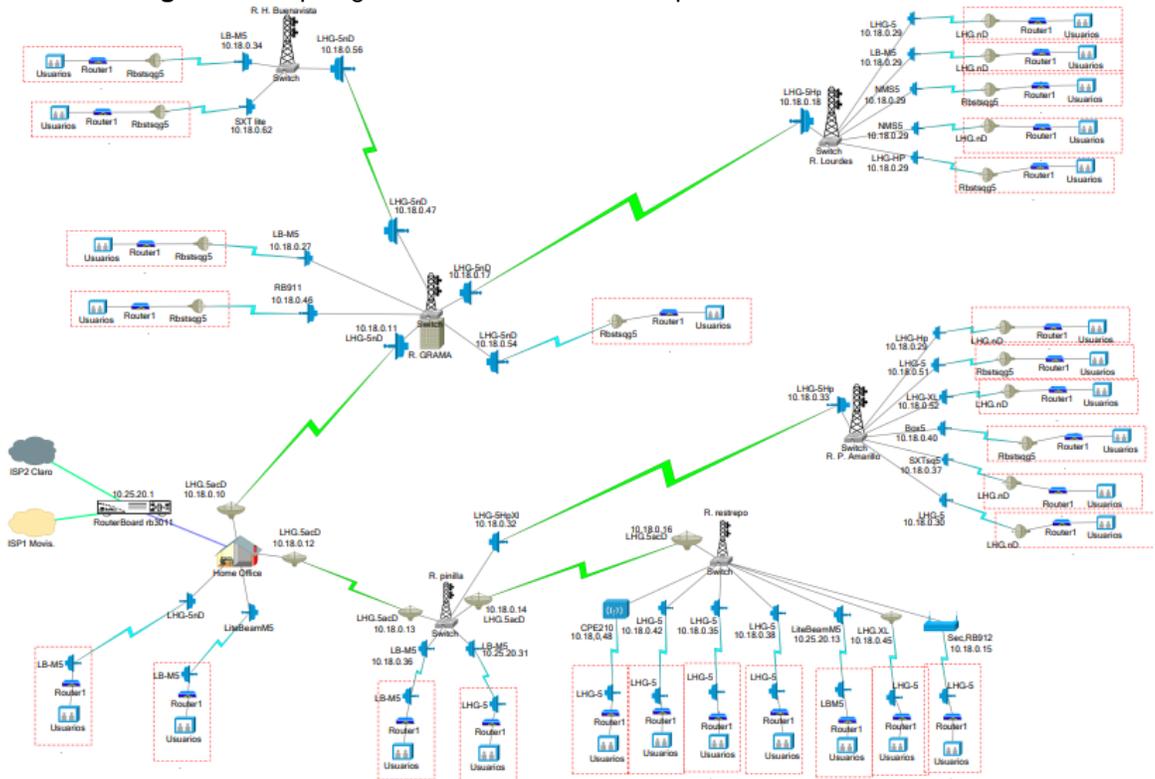
Figura 20. Topología lógica con las nuevas implementaciones realizadas.



Fuente: Autor, 2021

Presenta un crecimiento en su red, así como en la implementación de más equipos para cumplir con la demanda del servicio prestado haciendo que sus estaciones sean mejoradas y en algunas otras reubicadas con el objetivo de tener mejor cobertura, así como la infraestructura más organizada y elaborada para el correcto funcionamiento de punto a punto, punto a multipunto en topología de árbol. Con la topología se observa la interconexión de los nodos de la red a través de un hub o switch de forma que cada nodo contenga su propio canal de transmisión. Como se evidencia en la Figura 21.

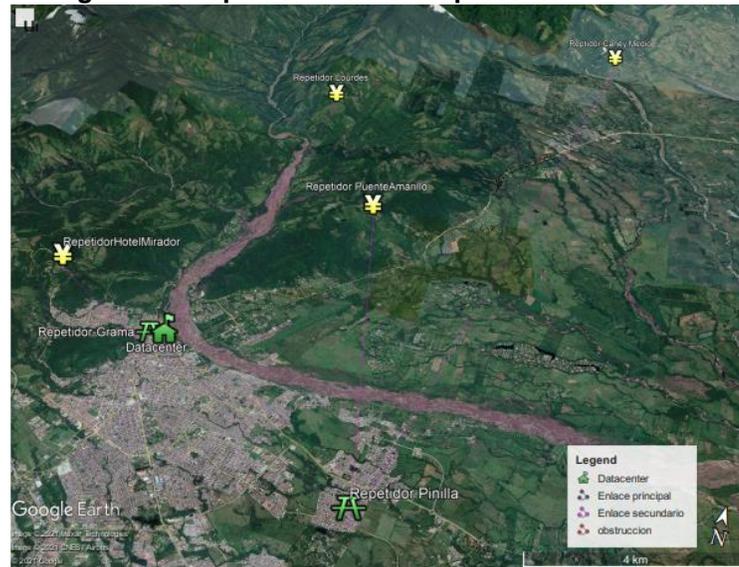
Figura 21. Topología física con las nuevas implementaciones realizadas.



Fuente: Autor, Network Notepad, 2021

La empresa cuenta con 6 estaciones bases, distribuidas en diferentes zonas conocidas como Mirador, Grama, Emporio, Lourdes, Puente Amarillo, Pinilla y Caney medio, donde la estación principal y la llegada de los proveedores se encuentra en el Emporio, donde ingresa al RouterBoard 3011 para su posterior distribución, direccionada al repetidor pinilla, repetidor grama y repetidor Lourdes. Como se evidencia en la Figura 22.

Figura 22. Mapa de red de la empresa Link Network.



Fuente: Autor. 2021

El Repetidor ubicado en el hotel mirador, actualmente reubicado en una nueva zona cercana a la inicial, este cuenta con una antena LHG 5nd con enlace punto a punto a el repetidor de la grama, la cual cuenta con una antena de la mismas características, con una distancia entre enlaces de 3.31km. Esta estación además de la antena principal cuenta con otras dos antenas de distribución del servicio a los clientes finales, las cuales son, una Ubiquiti LiteBeam M5 y una Mikrotik LHG 5nd con nivel de licencia L3, conectadas por cable Cat-6, así como un gabinete con sus respectivos accesorios, como lo son el Switch Tp-link de 8 puertos, batería de respaldo de 150Ah conectada a tres paneles solares cada uno de 70W Poe respectivos de cada antena, inversor, regulador de voltaje, entre otros. Como se evidencia en la Figura 23.

Figura 23. Repetidor Hotel Mirador.



Fuente: Autor. 2021

Repetidor de la Grama cuenta con una antena principal con conexión punto a punto al Datacenter con una referencia de antena SXTsq 5High Power a una distancia de 0.31 Km y 9 antenas de distribución del servicio a los clientes finales, entre ellas se encuentran dos antenas LGH HP5 que comunican al con los Repetidores de Lourdes y Mirador, entre las antenas restantes se encuentran, SXT 6, dos LiteBeam M5, tres LHG 5nd, SXTsq 5 High Power, así como su gabinete de distribución que terminan todas las conexiones de las antenas anteriores con cable Cat-6, en conjunto con los dos switch Tp-link 8 puertos los cuales conectan a un RouterBoard hEX RB750 blanco, así como los Poe respectivos de cada antena y

todo ello respaldado por una UPS de tres baterías, que conecta a la energía eléctrica. Como se evidencia en la Figura 24.

Figura 24. Repetidor la Grama



Fuente: Autor. 2021

Repetidor Lourdes cuenta con una antena principal LHG 5nd, para conexión punto a punto al Repetidor de la Grama que se encuentra a una distancia de 10.43Km y otras 5 antenas de distribución de clientes finales, entre ellas se encuentran, LiteBeam M5, dos LHG 5nd, LHG HP5 y una Mikrotik RB912uag-2hpnd-out, conectadas por cable Cat-6 al gabinete de distribución, también cuenta con tres paneles solares de 100W cada una, ya dentro del gabinete cuenta con dos baterías de 140Ah conectadas a un controlador solar y un inversor, y a su vez cuenta con dos Switch Tp-Link de 4 puertos, así como los Poe respectivos de cada antenas y un regulador de voltaje, como se evidencia en la Figura 25.

Figura 25. Repetidor Lourdes.



Fuente: Autor. 2021

Repetidor Pinilla cuenta con una antena principal LHG XL 5 HP, para conexión punto a punto al Datacenter la cual cuenta con una antena LHG XL 5 hp, a una distancia entre puntos de 6.25Km, cuenta con cuatro antenas más de distribución de servicio entre las que se encuentran, una LHG 5, LiteBeam M5, dos LHG 5 – L4, conectadas por cable UTP Cat-6 al gabinete de distribución, donde se encuentra un Switch RB750, Ups de respaldo de tres baterías conectada a corriente directamente.

Repetidor Puente Amarillo cuenta con una antena principal LHG HP5, con conexión punto a punto al Repetidor Pinilla con una referencia de antena LHG 5 a una distancia de 8.92 Km y 7 antenas de distribución del servicio a los clientes, entre ellas se encuentran, LiteBeam AC Sectorial- LAP, dos antena LHG 5-L4, LHG XL 5hp que comunica al repetidor Caney Medio, LHG HP5, Mikrotik SXTsq 5nd, antena Metal 5SHPn, así como su gabinete de distribución que terminan todas las conexiones de las antenas anteriores con cable Cat-5, en conjunto con los dos

switch Tp-link 8 puertos los cuales conectan a un RouterBoard Hex RB750 blanco, así como los Poe respectivos de cada antena y todo ello respaldado por una UPS de tres baterías, que conecta a la energía eléctrica. Como se evidencia en la Figura 26.

Figura 26. Repetidor Puente Amarillo



Fuente: Autor. 2021

Repetidor Caney Medio cuenta con una antena principal LHG XL 5HP, para conexión punto a punto al Repetidor Pinilla que se encuentra a una distancia de 19 Km y otras 9 antenas de distribución de clientes, entre ellas se encuentran, Power Beam M5 400, LHG 5, LHG 5 –L4, LHG XL –L4, Tp-LINK CPE210, Mikrotik Netbox 5, dos LHG 5nd, Ubuqiti Airfiber X, conectadas por cable Cat-5 y Cat-6 al gabinete de distribución (siendo uno de los primeros puntos de distribución de la empresa, por ello se encuentran antenas en poste eléctrico), también cuenta con dos paneles solares de 150W cada uno, ya dentro del gabinete cuenta con dos baterías de 150Ah conectadas a un controlador solar PWM y un inversor, y a su vez cuenta con dos Switch Tp-Link de 8 puertos, así como los Poe respectivos de cada antenas,

un UPS de tres baterías, un regulador de voltaje y un relé para el paso de energía solar a eléctrica de ser necesario. Como se evidencia en la Figura 27.

Figura 27. Repetidor Caney Medio



Fuente: Autor. 2021

En la actualidad la empresa continúa en expansión de su cobertura a más clientes finales, así como de su red y punto principales de repetición de la señal principal, por ello como se evidencia en la Tabla 1, el inventariado de los algunos de los equipos de los puntos principales, que se encargan de la emisión del servicio actualmente.

5.4.2. Corrección de fallas realizadas:

- Implementación de cableado Cat 6 tipo exterior.
- Implementación de mástil para los puntos de repetición (la empresa ya venía planeando la instalación de dicho mástiles.) con altura total por mástil de 10 metros.
- Con la instalación de los mástiles se pasaron en gran parte de ellos a sistemas solares, para evitar los daños de equipos por fluctuación de energía y tormentas eléctricas. Así como la implementación de cableado estructurado.
- Mayor cobertura en la zona y con ello mayor eficiencia.

5.4.3. Fallas detectadas con la implementación de sistemas de monitoreo.

Detección de fallas oportunamente:

- Fallas por caídas parciales de la red
- Lentitud de equipos por memoria RAM y disco duro
- Saturación de enlaces por interfaces.
- Ciada de energía (sectores recurrentes.)
- Uso elevado del ancho de banda por interfaces.
- Enlaces inactivos

CAPÍTULO 5. Características y elementos de la red

Tabla 1. Equipos principales de la empresa.

DATOS RED LINK NETWORKS						
EQUIPO	UBICACIÓN	ENLACE	MODULO	SSID	WIRELESS PROTOCOLO	SEGURIDAD
MIKROTIK 951	EDIFICIO	ROUTER CANAL MOVISTAR				
MIKROTIK SWITCH RB750	PINILLA	SWITCH	BRIDGE			
MIKROTIK SWITCH RB750	NODO	SWITCH	BRIDGE			
MIKROTIK 951	RESTREPO	SWITCH	BRIDGE			
MIKROTIK SXTsq 5nD	NODO	PTP NODO-EDIFICIO	STATION BRIDGE	LNK_01	NV2	WPA2 - AES - PSK
MIKROTIK SXTsq 5nD Lite	EDIFICIO	PTP EDIFICIO - NODO	BRIDGE			
MIKROTIK LHG	NODO	PTP NODO - PINILLA	BRIDGE	LNK_02A	NV2	WPA2 PSK - AES
MIKROTIK LHG	PINILLA	PTP PINILLA - NODO	STATION			
MIKROTIK LHG XL HP	PINILLA	PTP - PINILLA - RESTREPO	BRIDGE	LNKVR	NV2	WPA2 - AES - PSK
MIKROTIK LHG XL	RESTREPO	PTP RESTREPO - PINILLA	STATION BRIDGE			
MIKROTIK RB912	RESTREPO	AP SECTOR RESTREPO 1	AP	LNKAPR1	NV2	WPA - AES - PSK
MIKROTIK LHG 5	LOURDES	PTP EDIFICIO - LOURDES	STATION BRIDGE	LNKAVL1	NV2	WPA2 - AES - PSK
MIKROTIK LHG	EDIFICIO	PTP LOURDES - EDIFICIO (AP EDIFICIO)	BRIDGE			
NSM5	LOURDES	AP SECTOR LOURDES	AP	LNKLAP1	AIRMAX	WPA2 - AES - PSK
MIKROTIK LHG 5 HP - L4	LOURDES	AP USUARIOS ZURIA - TREBOL	AP	LNK_06	NV2	WPA2 - AES - PSK
POWER BEAM M5 400	RESTREPO	AP 2 SECTOR RESTREPO	AP WDS	LNK_03	AIRMAX- 30 MHz	WPA - AES - PSK
LITE BEAM M5	NODO	AP BUENAVISTA 2	AP WDS CH/W 25MHz	LNK_04	AIRMAX - 25Mhz	WPA - AES - PSK
MIKROTIK LHG	EDIFICIO	AP PTP BUENAVISTA - MIRADOR	BRIDGE	LNKAPBNVST	NV2	WPA2 - AES - PSK
MIKROTIK LHG	MIRADOR BARCO	CPE MIRADOR MOTEL - PTP EDIFICIO	STATION			
MIKROTIK LHG	CONJ. PARAISO	CPE CONJUNTO PARAISO	STATION BRIDGE			
TP-LINK CPE510 AP 1 RED INTERNA	CONJ. PARAISO	AP 1 CONJUNTO PARAISO	AP	LINK_NETWORKS	-	WPA2 - AES - PSK
TP-LINK CPE510 AP 2 RED INTERNA	CONJ. PARAISO	AP 2 CONJUNTO PARAISO	AP	LINK_NETWORKS_2	-	WPA2 - AES - PSK
LITE BEAM M5	MIRADOR BARCO	AP BUENAVISTA 3	AP WDS	LNK_05	AIRMAX	WPA2 - AES - PSK
LITE BEAM AC SECTORIAL - LAP	PTE AMARILLO	AP SECTOR PTE AMARILLO 1	AP	LNK_07	AIRMAX	WPA2 - AES - PSK
MIKROTIK LHG 5 - L4	PTE AMARILLO	AP PTE AMARILLO 2	BRIDGE	LNK_08	NV2	WPA2 - AES - PSK

Fuente: Autor. 2021

6. SIMULACIONES DE LA RED

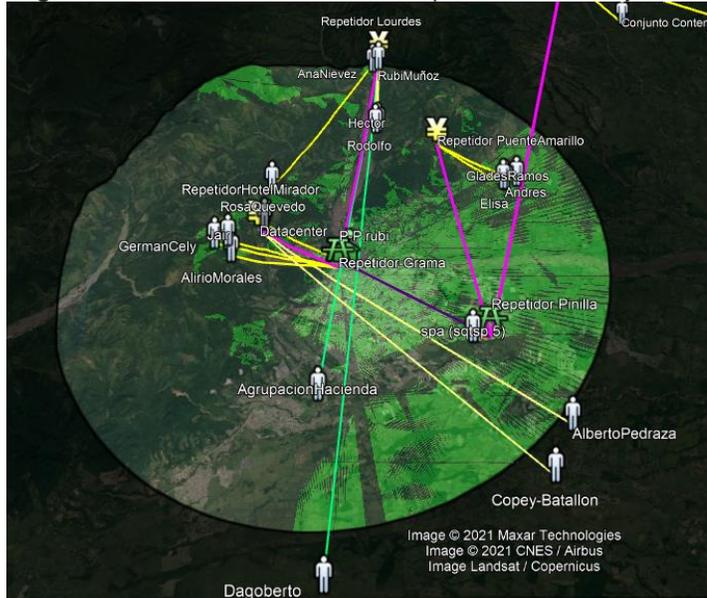
6.1 Cuenca visual de los repetidores	58
6.2 Simulaciones en Google Earth	60
6.3 Simulaciones en Radio Mobile	65
6.4 Simulaciones en Xirio Online	83

Mediante softwares diferentes como Xirio-online, Google Earth y Radio Mobile, se realizara el diseño de los puntos principales y secundarios de la red de la empresa, donde contienen detalles de los equipos en cada uno de los puntos, tipo de estructura y ubicaciones de los puntos, así como las simulaciones de cuenca visual desde las respectivas ubicaciones, mapa de cobertura

6.1. Cuenca visual de los repetidores

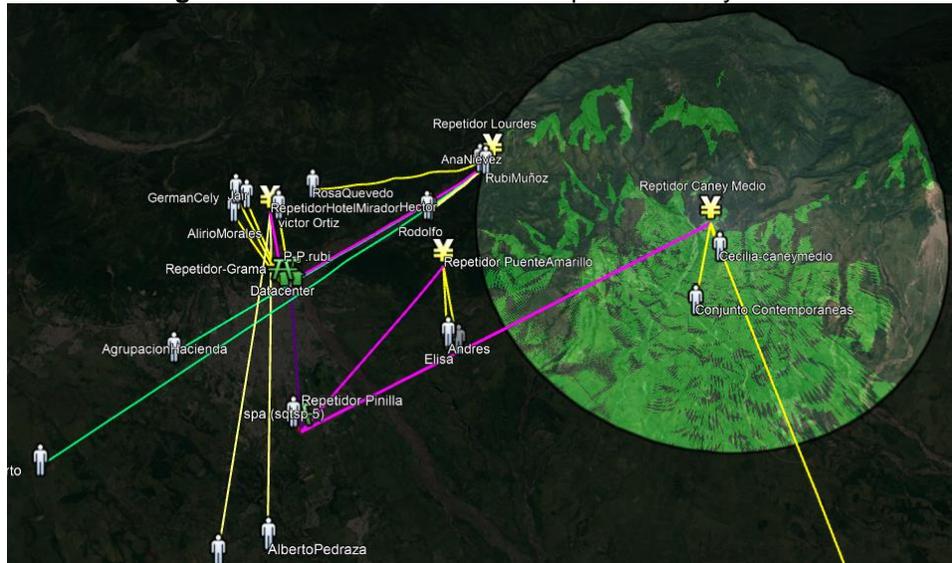
En la Figura 28 y la Figura 29 se observar los rangos visuales posibles desde un punto central como el Datacenter en determinada dirección, así como las posibles obstrucciones montañosas que se presente.

Figura 28. Cuenca visual desde Repetidor GRAMA y Rubí.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

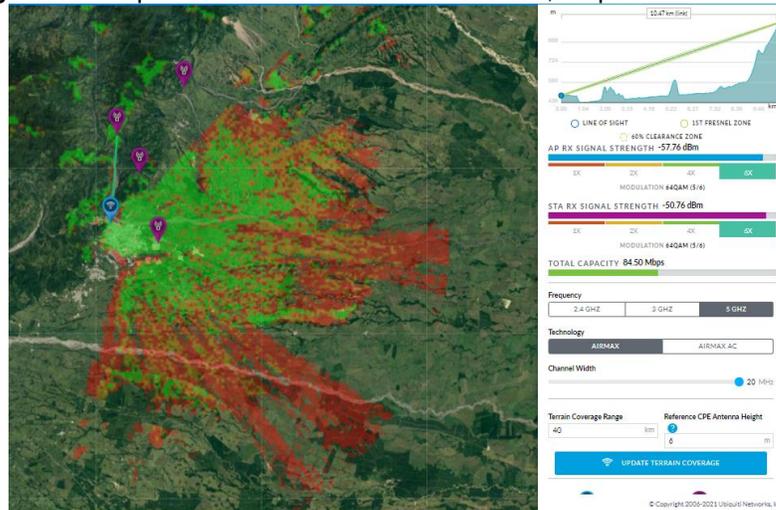
Figura 29. Cuenca visual desde Repetidor Caney Medio



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

En la Figura 30 se evidencia el mapa de cobertura de la señal de red, así como las zonas de señal muertas para ese punto.

Figura 30. Mapa de Cobertura de señal de la red, respecto al Datacenter

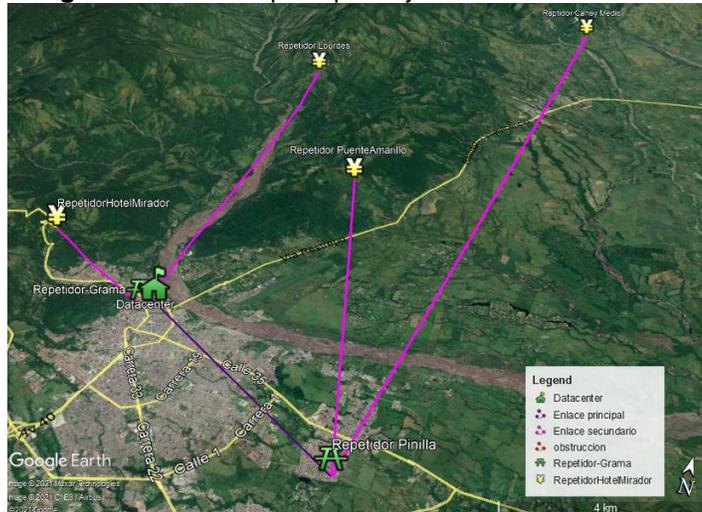


Fuente: Autor. Google Earth, 2021

6.2. Simulaciones en Google Earth

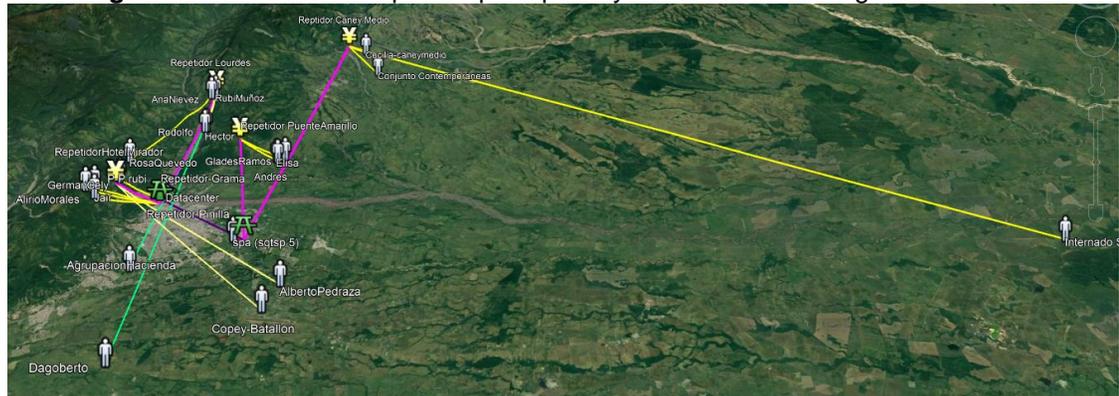
Las simulaciones de mapa de red de la empresa, con el fin de tener una visión más específica sobre el área que se cubre con la red así como la ubicación especifican de los principales punto de la misma. Como se evidencia en la Figura 31 y la Figura 32.

Figura 31. Enlaces principales y secundarios de la red.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

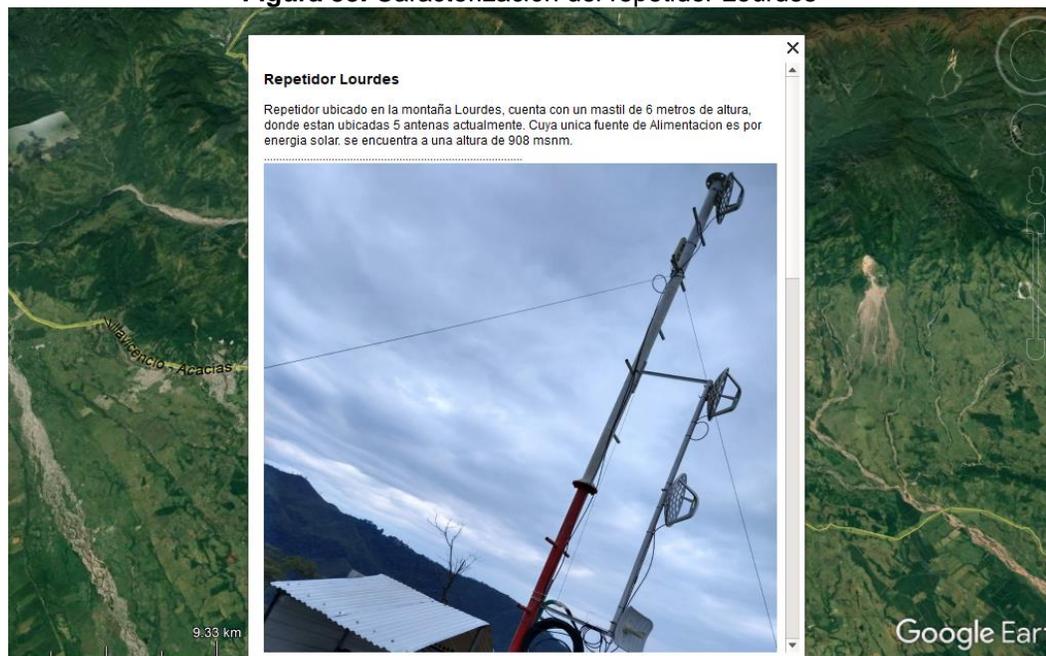
Figura 32. Simulación de puntos principales y secundarios con algunos usuarios.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como lo muestra la Figura 33 la caracterización de la altura del mástil del repetidor Lourdes, así como su la elevación de 994msnm y su número de antenas en este.

Figura 33. Caracterización del repetidor Lourdes



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como se evidencia en la Figura 34, se verifica la posibilidad del enlace al tener línea de vista entre los repetidores, sin obstrucciones naturales así como edificios en línea del enlace, con una distancia de 10.7Km entre ellos.

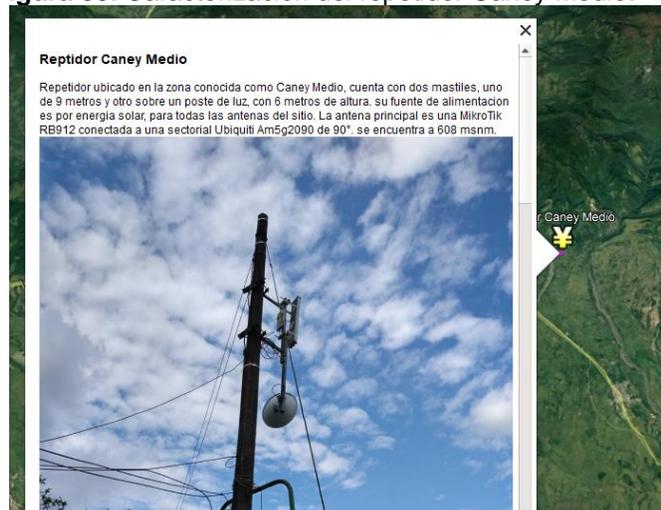
Figura 34 Perfil de elevación del enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como lo muestra la Figura 35, la caracterización de la altura del mástil del repetidor Caney Medio, así como su elevación de 608 msnm y su número de antenas en este.

Figura 35. Caracterización del repetidor Caney Medio.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como se evidencia en la Figura 36, se verifica la posibilidad del enlace al tener línea de vista entre los repetidores, sin obstrucciones naturales así como

edificios en línea del enlace, con una distancia de 19.2Km entre ellos, así como una elevación por parte del Repetidor Pinilla de 392msnm y 608msnm para Repetidor Caney Medio.

Figura 36. Perfil de elevación Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como lo muestra la Figura 37, se verifica la posibilidad del enlace al tener línea de vista entre los repetidores, sin obstrucciones naturales así como edificios en línea del enlace, con una distancia de 3.44Km entre ellos, así como una elevación por parte del Repetidor Grama de 478msnm y 929msnm para Repetidor Hotel Mirador.

Figura 37 Perfil de elevación del enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como lo muestra la Figura 38, la caracterización de la altura del mástil del repetidor Caney Medio, así como su elevación de 659 msnm y su número de antenas en este.

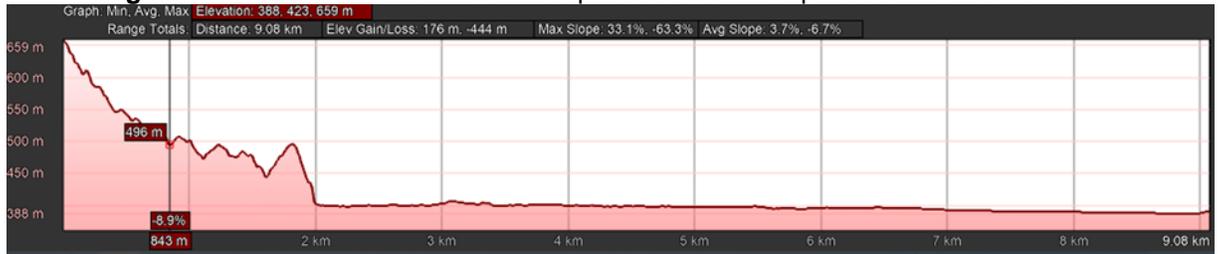
Figura 38. Caracterización de Repetidor Puente Amarillo.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

Como se evidencia en la Figura 39, se verifica la posibilidad del enlace al tener línea de vista entre los repetidores, sin obstrucciones naturales así como edificios en línea del enlace, con una distancia de 9.08Km entre ellos, así como una elevación por parte del Repetidor Pinilla de 392msnm y 659msnm para Repetidor Puente Amarillo.

Figura 39. Perfil de elevación enlace Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

En la Figura 40 se evidencia algunas de las caracterizaciones para cada uno de los enlaces realizados en la simulación de Google Earth.

Figura 40. Descripción Breve en cada uno de los enlaces.



Fuente: Autor. Google Earth, 2021

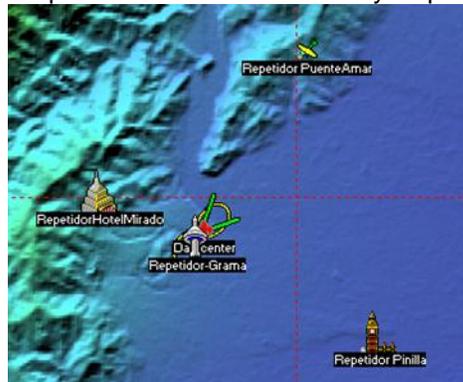
6.3. Simulaciones en Radio Mobile

Es un software que permite diseñar redes de telecomunicaciones de estaciones de radio y predecir el comportamiento del sistema mediante simulación de los radioenlaces.

6.3.1. Repetidor-Datacenter-Repetidor Grama

Se evidencia en la Figura 41 el mapa principal con los diferentes repetidores en su ubicación exacta realizados en Radio Mobile.

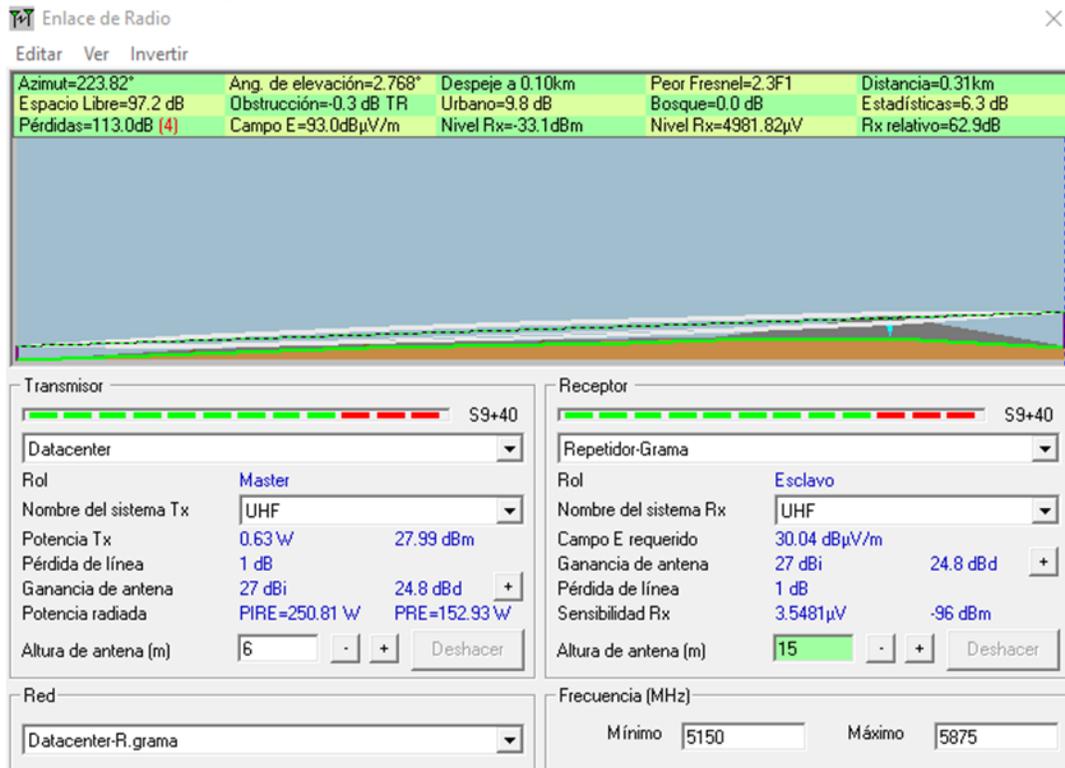
Figura 41. Mapa de conexión Datacenter y Repetidor Grama.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 42 el radio enlace opera en un rango de frecuencia libre de 5GHz, con un despeje de la primera zona de Fresnel de 2.3F1, la cual indica la segunda zona Fresnel despejada totalmente y un 30% de la tercera zona Fresnel despejada, que es mayor al recomendado (0.6F1). Teniendo en cuenta que la altura de las antenas del Datacenter están a 6 metros y la altura de las antenas de Repetidor de la Grama es de 15 metros, según los datos obtenidos por la simulación y teniendo en cuenta una de las prioridades con la zona Fresnel, las condiciones son favorables con respecto a la línea de vista de los enlaces.

Figura 42. Enlace de radio Datacenter - Repetidor Grama.

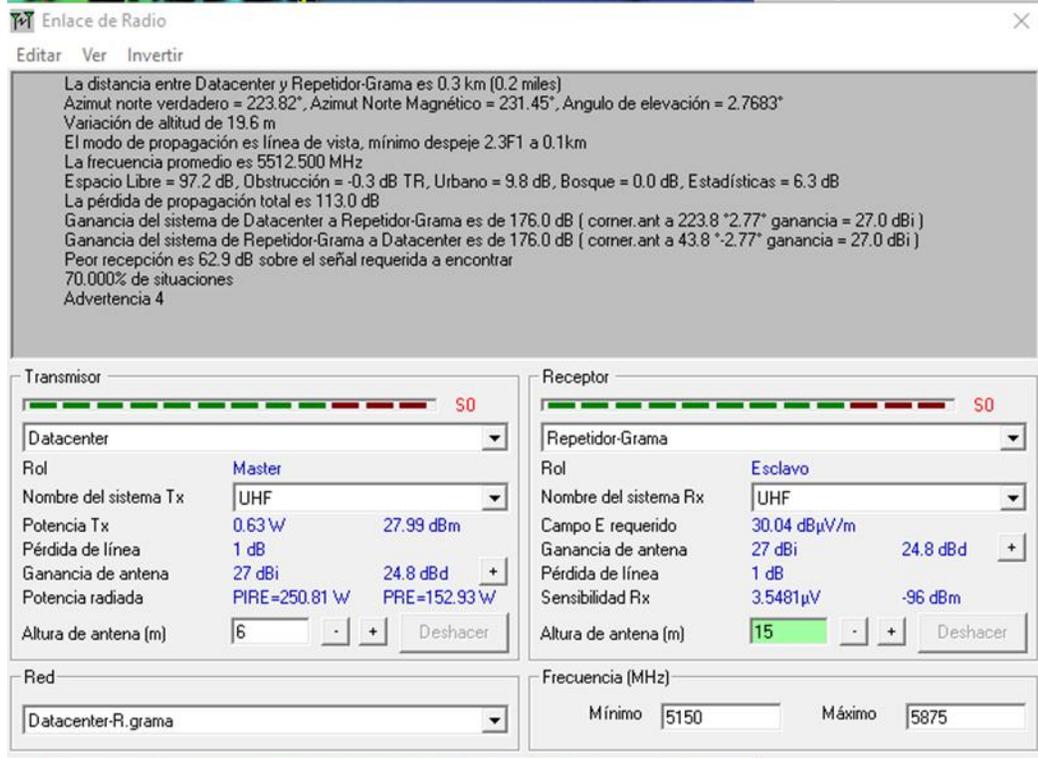


Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 43, en la parte superior de la imagen la descripción detalla del enlace donde se observa la distancia entre los puntos, el Angulo de azimut, la frecuencia, el espacio libre entre otras. También se evidencia

la potencia del TX de 0.63W, la ganancia de la antenna y cual antenna está emitiendo (maestro) y cual recibiendo (esclavo).

Figura 43. Simulación del enlace Datacenter-Repetidor la grama.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.3.2. Enlace Repetidor Grama-Repetidor Hotel Mirador

El la Figura 44, se aprecia en enlace entre los puntos del Repetidor Grama y el Repetidor del Hotel Mirador.

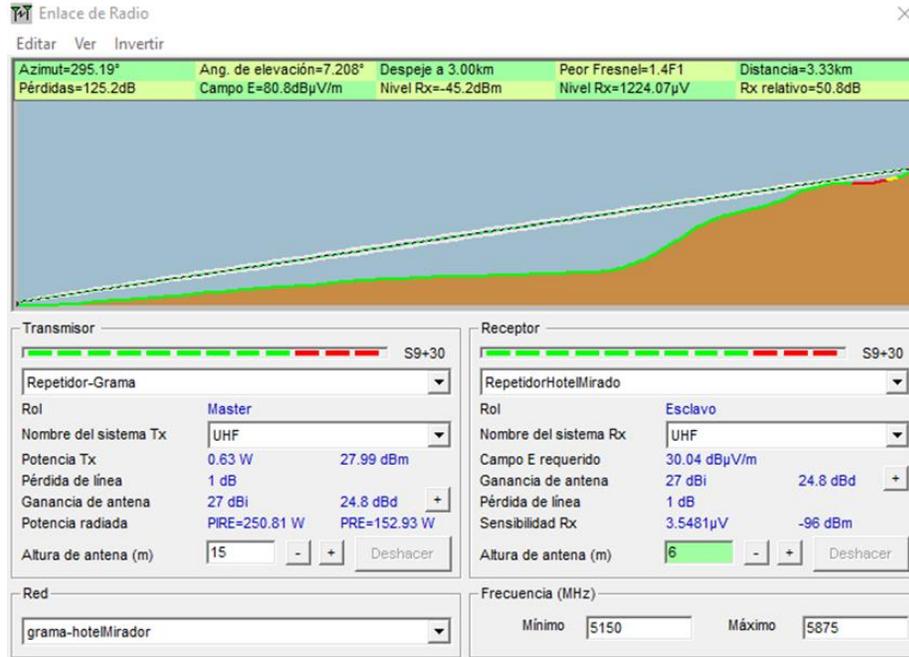
Figura 44. Mapa de conexión Repetidor Grama - Repetidor hotel mirador.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Así también se evidencia en la Figura 45, se observa el radio enlace que opera en un rango de frecuencia libre de 5GHz, con un despeje de la primera zona de Fresnel de $1.4F1$, la cual indica la primera zona Fresnel despejada totalmente y un 40% de la segunda zona Fresnel despejada, que es mayor al recomendado ($0.6F1$). Teniendo en cuenta que la altura de las antenas del Repetidor la Grama están a 15 metros y la altura de las antenas de Repetidor Hotel Mirador es de 6 metros, según los datos obtenidos por la simulación y teniendo en cuenta una de las prioridades con la zona Fresnel, las condiciones son favorables con respecto a la línea de vista de los enlaces.

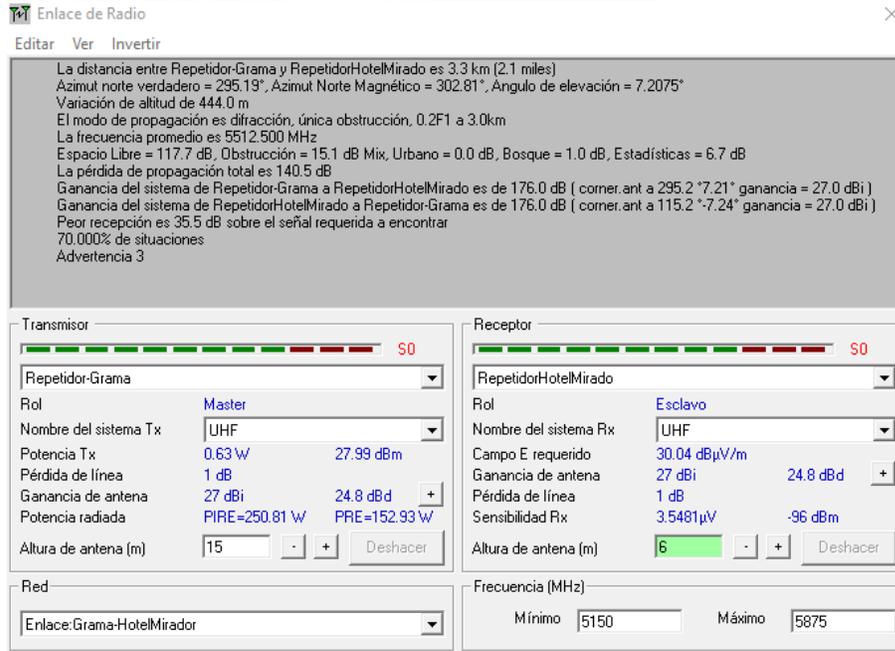
Figura 45. Enlace de radio Repetidor Grama - Repetidor Hotel Mirador.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 46, en la parte superior de la imagen la descripción detalla del enlace donde se observar la distancia entre los puntos, el Angulo de azimut, la frecuencia, el espacio libre entre otras. También se evidencia la potencia del TX de 0.63W, la ganancia de la antena y cual antena está emitiendo (maestro) y cual recibiendo (esclavo).

Figura 46. Simulación enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.

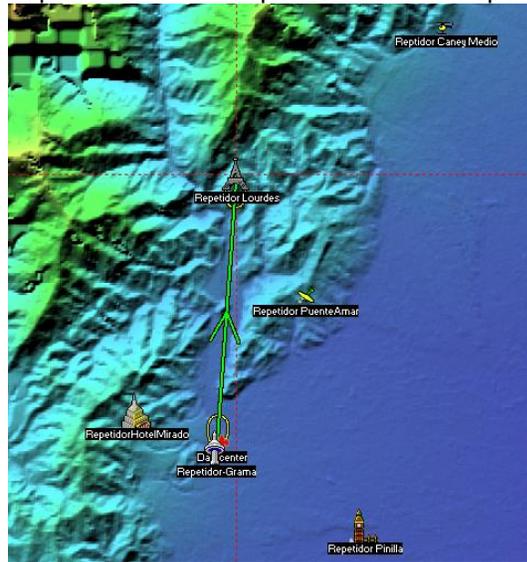


Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.3.3. Enlace Repetidor Grama Repetidor Lourdes

Como se evidencia en Figura 47 el mapa de conexión entre el Repetidor Grama y el Repetidor Lourdes.

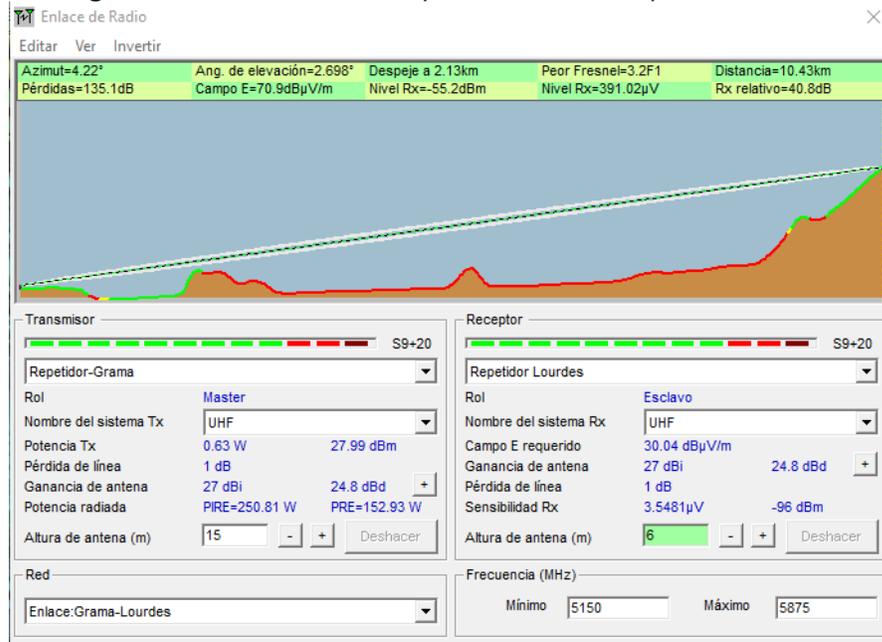
Figura 47. Mapa de conexión Repetidor Grama - Repetidor Lourdes.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 48, se observa el radio enlace que opera en un rango de frecuencia libre de 5GHz, con un despeje de la primera zona de Fresnel de $3.2F1$, la cual indica la tercera zona Fresnel despejada totalmente y un 20% de la cuarta zona Fresnel despejada, que es mayor al recomendado ($0.6F1$). Teniendo en cuenta que la altura de las antenas del Repetidor grama están a 15 metros y la altura de las antenas de Repetidor de la Lourdes es de 6 metros, según los datos obtenidos por la simulación y teniendo en cuenta una de la prioridades con la zona Fresnel, las condiciones son favorables con respecto a la línea de vista de los enlaces.

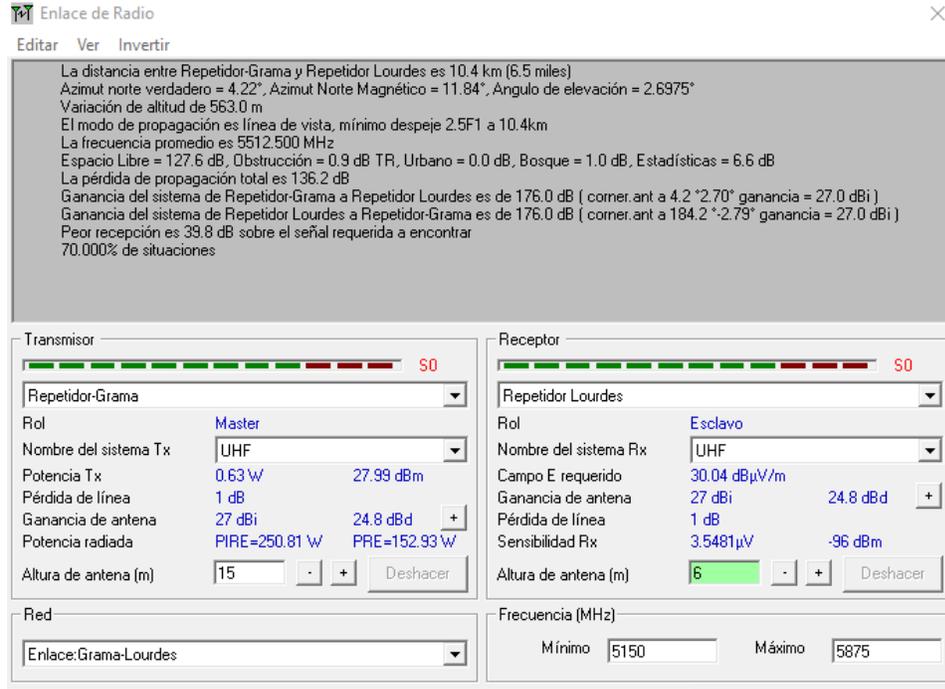
Figura 48. Enlace de radio Repetidor Grama - Repetidor Lourdes.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 49 en la parte superior de la imagen la descripción detalla del enlace donde se observar la distancia entre los puntos, el Angulo de azimut, la frecuencia, el espacio libre entre otras. También se evidencia la potencia del TX de 0.63W, la ganancia de la antena y cual antena está emitiendo (maestro) y cual recibiendo (esclavo).

Figura 49. Simulación enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.3.4. Enlace Datacenter-Repetidor Pinilla

Como se aprecia en la Figura 50 el mapa de enlace entre los puntos del Datacenter y Repetidor Pinilla.

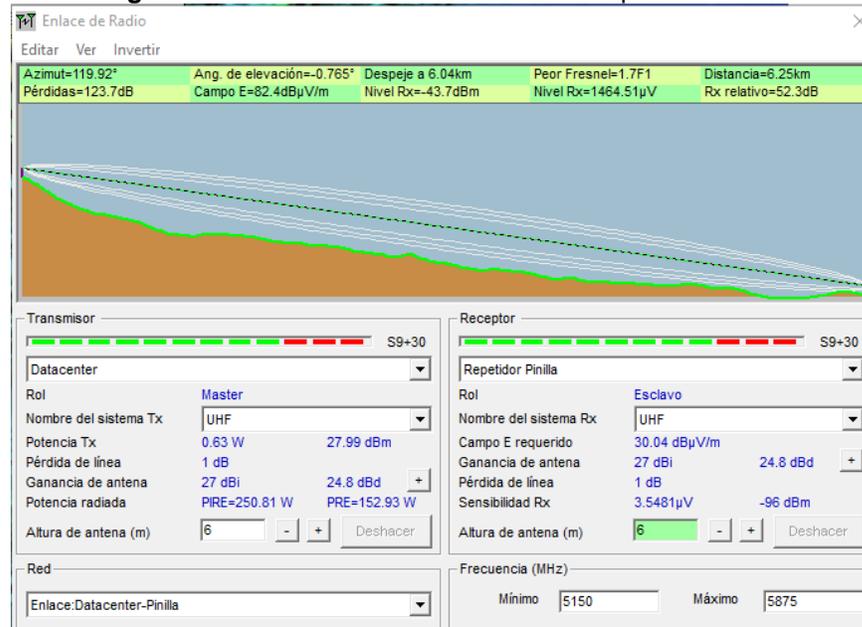
Figura 50. Mapa de conexión Datacenter – Repetidor Pinilla.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 51, se aprecia el radio enlace que se encuentra operando en un rango de frecuencia libre de 5GHz, con un despeje de la primera zona de Fresnel de $1.7F_1$, la cual indica la primera zona Fresnel despejada totalmente y un 70% de la segunda zona Fresnel despejada, que es mayor al recomendado ($0.6F_1$). Teniendo en cuenta que la altura de las antenas del Datacenter están a 6 metros y la altura de las antenas de Repetidor Lourdes es de 6 metros, según los datos obtenidos por la simulación y teniendo en cuenta una de las prioridades con la zona Fresnel, las condiciones son favorables con respecto a la línea de vista de los enlaces.

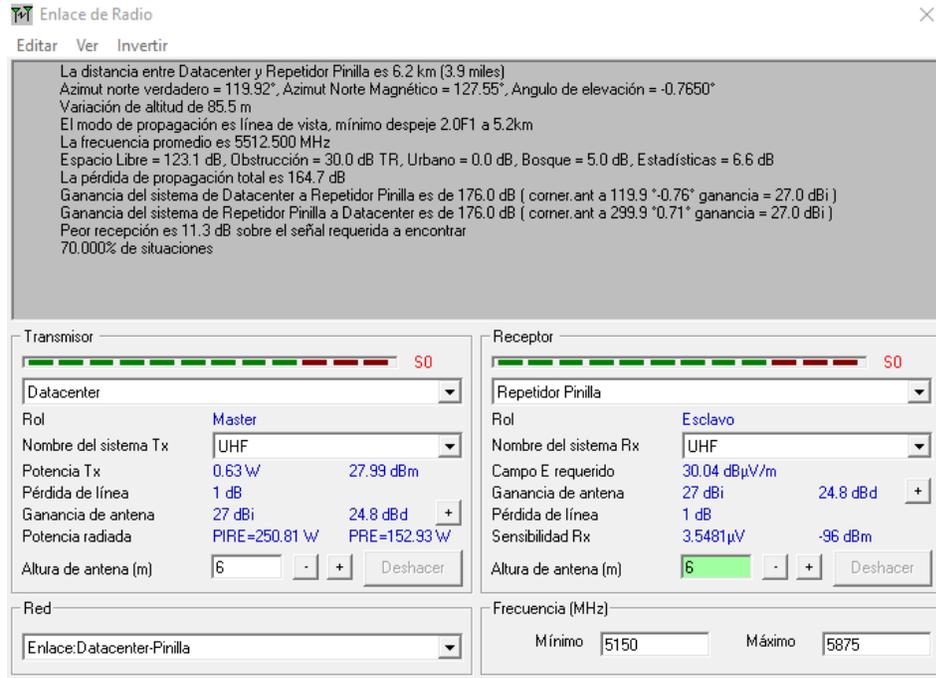
Figura 51. Enlace de radio Datacenter – Repetidor Pinilla.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 52, en la parte superior de la imagen la descripción detalla del enlace donde se observan la distancia entre los puntos, el Angulo de azimut, la frecuencia, el espacio libre entre otras. También se evidencia la potencia del TX de 0.63W, la ganancia de la antena y cual antenas está emitiendo (maestro) y cual recibiendo (esclavo).

Figura 52. Simulación enlace Datacenter – Repetidor Pinilla.

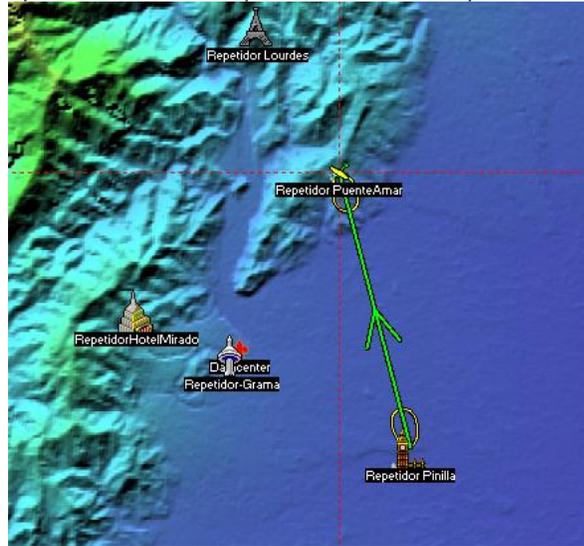


Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.3.5. Enlace Repetidor Pinilla-Repetidor Puente Amarillo

En la Figura 53 se observa el mapa de enlace entre Repetidor Pinilla y el Repetidor Puente Amarillo.

Figura 53. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 54, se observa el radio enlace que se encuentra operando en un rango de frecuencia libre de 5GHz, con un despeje de la primera zona de Fresnel de $3.9F1$, la cual indica la tercera zona Fresnel despejada totalmente y un 90% de la cuarta zona Fresnel despejada, que es mayor al recomendado ($0.6F1$). Teniendo en cuenta que la altura de las antenas del Repetidor Pinilla están a 6 metros y la altura de las antenas de Repetidor Puente Amarillo es de 9 metros, según los datos obtenidos por la simulación y teniendo en cuenta una de las prioridades con la zona Fresnel, las condiciones son favorables con respecto a la línea de vista de los enlaces.

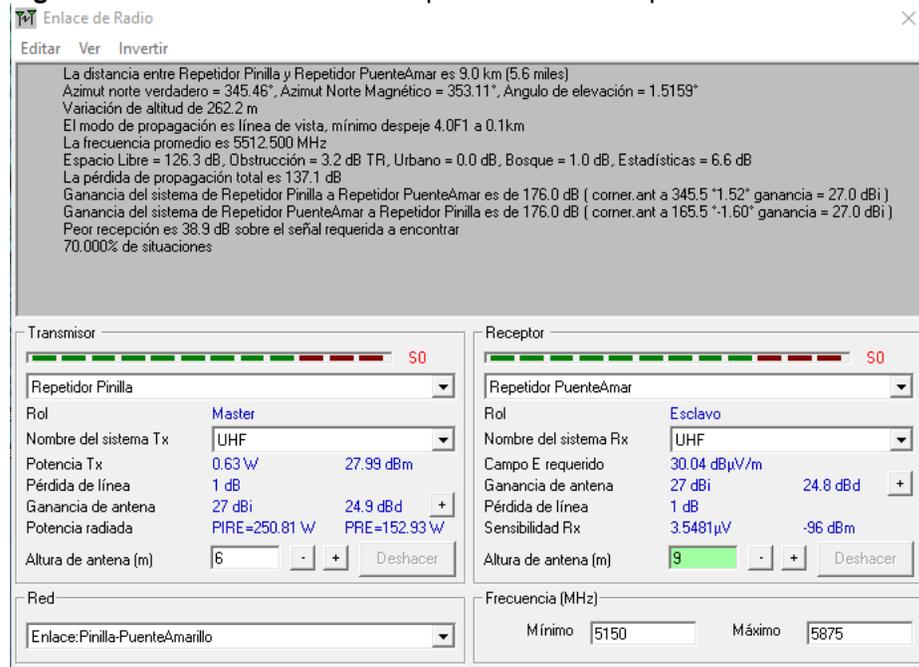
Figura 54. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.



Fuente: Autor. 2021

Como se evidencia en la Figura 55, en la parte superior de la imagen la descripción detalla del enlace donde se observa la distancia entre los puntos, el Angulo de azimut, la frecuencia, el espacio libre entre otras. También se evidencia la potencia del TX de 0.63W, la ganancia de la antena y cual antenas está emitiendo (maestro) y cual recibiendo (esclavo).

Figura 55. Simulaciones enlace Repetidor Pinilla – Repetidor Puente Amarillo.

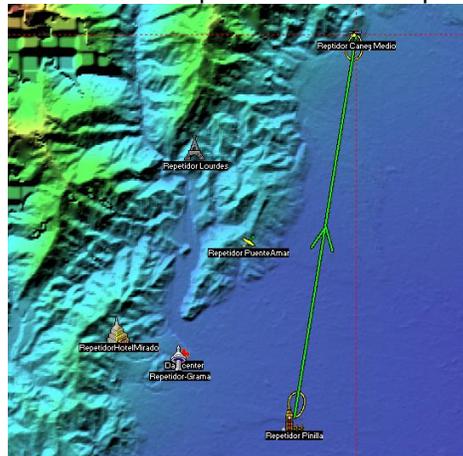


Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.3.6. Enlace Repetidor Pinilla-Repetidor Caney Medio

En la Figura 56 se muestra en mapa de conexión del Repetidor Pinilla y el Repetidor de Caney Medio.

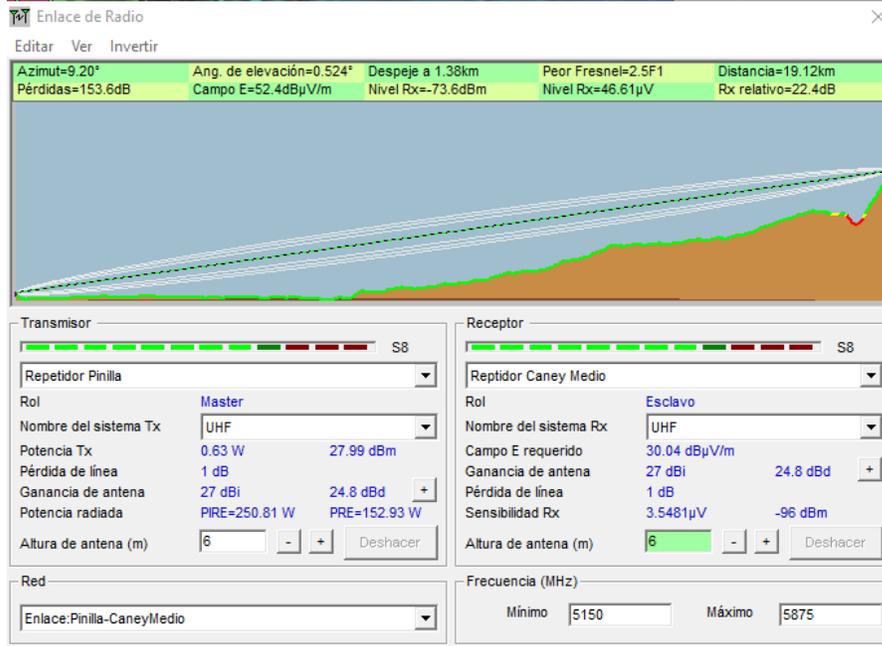
Figura 56. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 57, el radio enlace que opera en un rango de frecuencia libre de 5GHz, con un despeje de la primera zona de Fresnel de 2.5F1, la cual indica la segunda zona Fresnel despejada totalmente y un 50% de la tercera zona Fresnel despejada, que es mayor al recomendado (0.6F1). Teniendo en cuenta que la altura de las antenas del Repetidor Pinilla están a 6 metros y la altura de las antenas de Repetidor Caney Medio es de 6 metros, según los datos obtenidos por la simulación y teniendo en cuenta una de las prioridades con la zona Fresnel, las condiciones son favorables con respecto a la línea de vista de los enlaces.

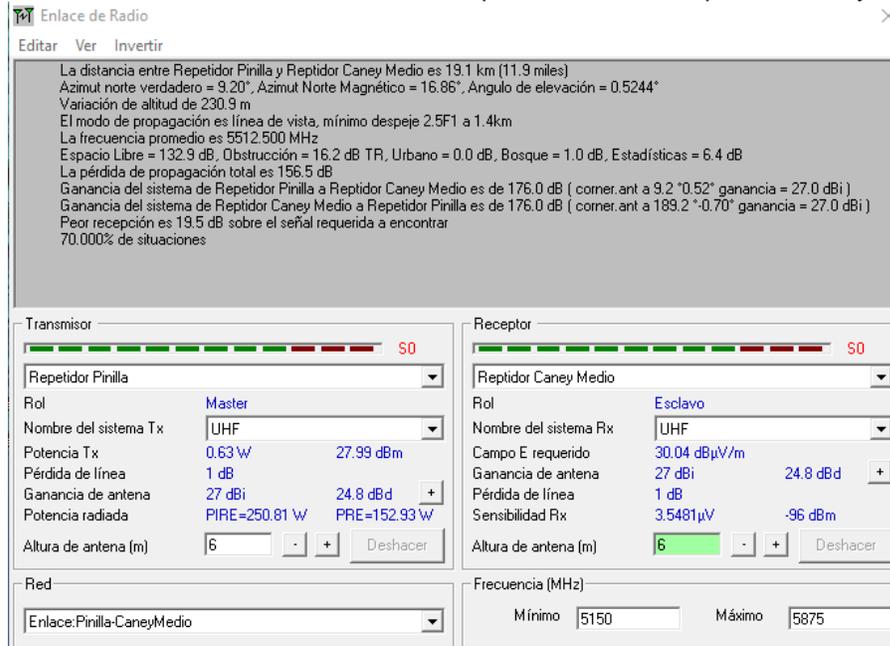
Figura 57. Mapa de conexión Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio. Fuente.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

Como se evidencia en la Figura 58, en la parte superior de la imagen la descripción detalla del enlace donde podemos observar la distancia entre los puntos, el Angulo de azimuth, la frecuencia, el espacio libre entre otras. También se evidencia la potencia del TX de 0.63W, la ganancia de la antena y cual antenas está emitiendo (maestro) y cual recibiendo (esclavo).

Figura 58. Detalles de simulación enlace Repetidor Pinilla – Repetidor Caney Medio.

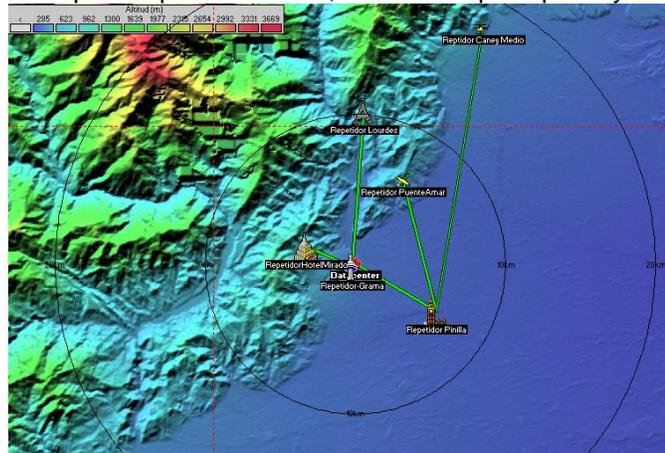


Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.3.7. Mapa de enlaces principales

En la Figura 59 se evidencia el mapa de cobertura completo de los puntos principales de la red de la empresa en un determinado radio desde un punto central, así como las posibles obstrucciones en un rango de 20Km.

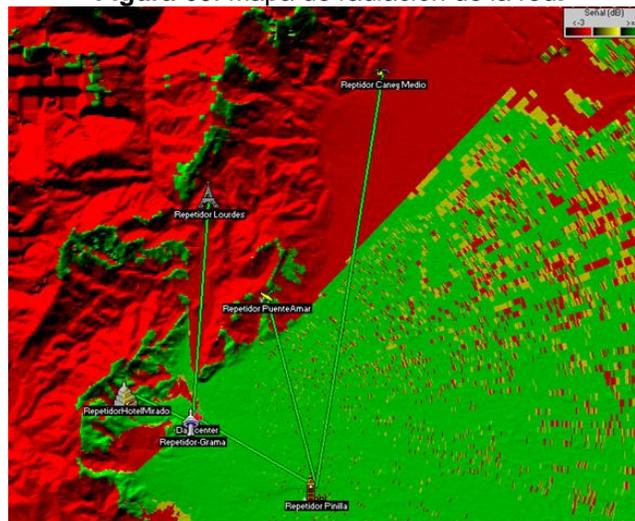
Figura 59. Mapa completo de la red, de enlaces principales y secundarios.



Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

El mapa de radiación presente en la Figura 60 permite observar el nivel de intensidad posible de la señal desde el Datacenter y así crear un mapa de zonas muertas por obstrucciones montañosas o artificiales. También permite la observación de posibles puntos clave para el posicionamiento de otros repetidores y la ampliación de la cobertura de la red.

Figura 60. Mapa de radiación de la red.



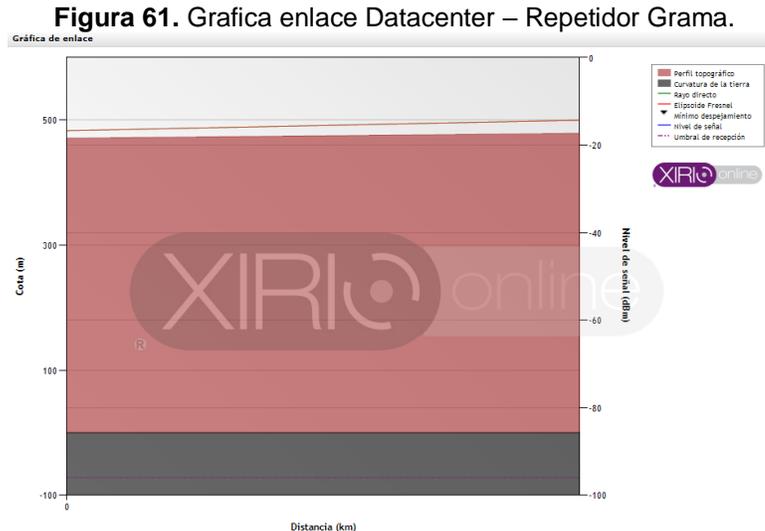
Fuente: Autor. Radio Mobile, 2021

6.4. Simulaciones en Xirio Online

Con Xirio Online las simulaciones son de tipo profesionales de una forma rápida y económica de cobertura radioeléctrica en cualquier parte. No se necesita de actualizaciones o instalaciones, cuenta con fácil acceso desde cualquier explorador. (S.L., 2021).

6.4.1. Simulación Datacenter-Repetidor Grama

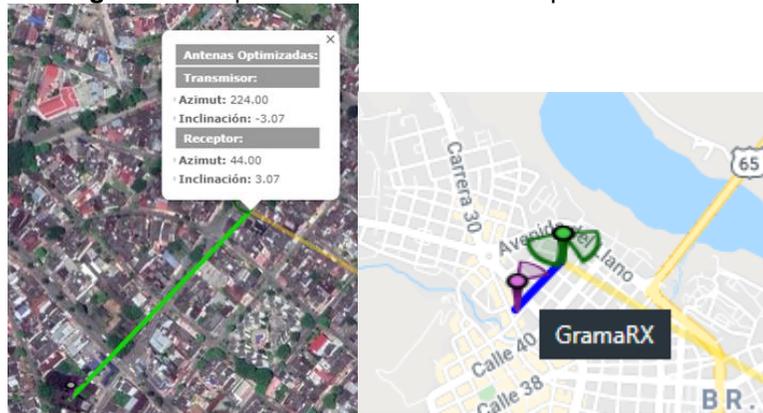
En la Figura 61 se muestra la gráfica del enlace Datacenter Repetidor Grama donde se aprecia el nivel de señal entre los puntos, así como el nivel de señal en rayo directo, la distancia entre ellos y una vista de perfil topográfico de la zona.



Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

En el mapa de enlace entre los puntos se observa el Angulo de Azimut siendo este el Angulo horizontal que se debe girar con respecto a su punto de apoyo vertical, también se observa la inclinación que debe tener las antenas para un correcto funcionamiento del enlace, se puede apreciar el enlace desde una vista tipo topográfico, como se evidencia en la Figura 62.

Figura 62. Mapa enlace Datacenter – Repetidor Grama

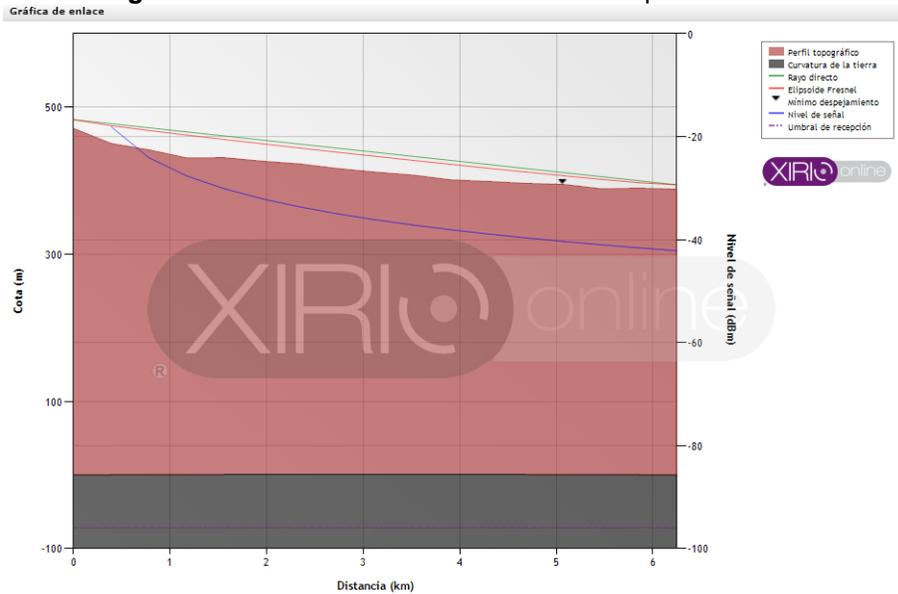


Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

6.4.2. Simulación Datacenter-Repetidor Pinilla

En la Figura 63 se muestra la gráfica del enlace Datacenter Repetidor Pinilla donde se aprecia el nivel de señal entre los puntos, así como el nivel de señal en rayo directo, la distancia entre ellos y una vista de perfil topográfico de la zona.

Figura 63. Grafica de enlace Datacenter – Repetidor Pinilla.



Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

En el mapa de enlace entre los puntos se observa el Angulo de Azimut siendo este el Angulo horizontal que se debe girar con respecto a su punto de apoyo vertical, también se observa la inclinación que debe tener las antenas para un correcto funcionamiento del enlace, se puede apreciar el enlace desde una vista tipo topográfico, como se evidencia en la Figura 64.

Figura 64. Mapa enlace Datacenter- Repetidor Pinilla.

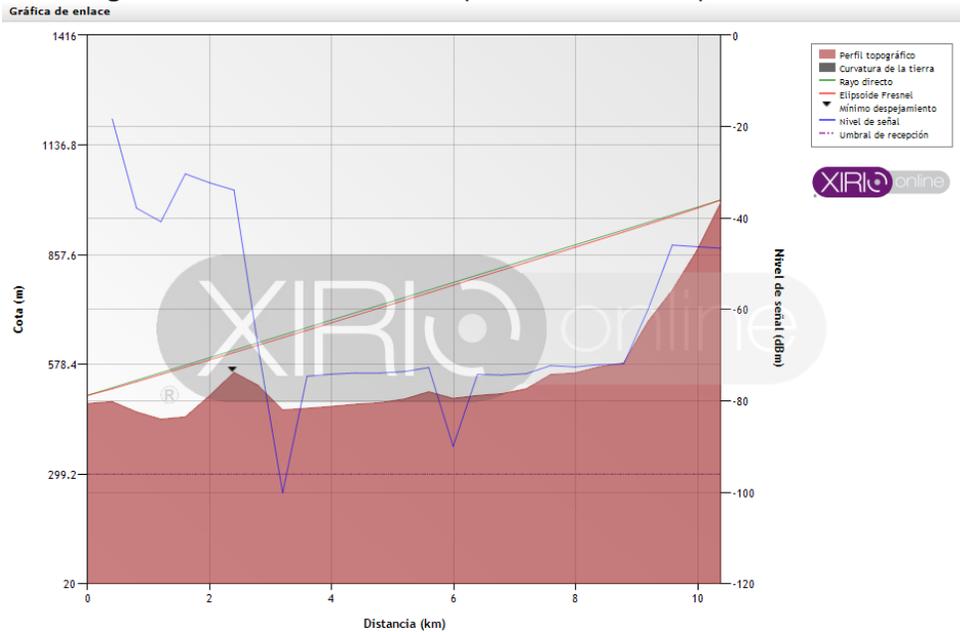


Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

6.4.3. Simulación Repetidor Grama-Repetidor Lourdes

En la Figura 65 se muestra la gráfica del enlace Datacenter Repetidor Pinilla donde se aprecia el nivel de señal entre los puntos, así como el nivel de señal en rayo directo, la distancia entre ellos y una vista de perfil topográfico de la zona.

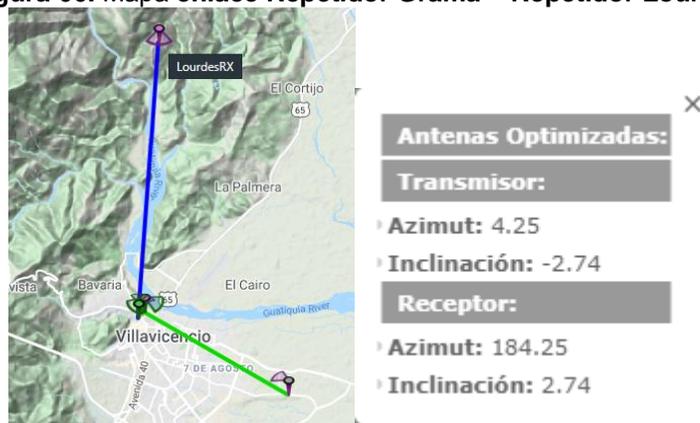
Figura 65. Grafica de enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.



Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

En el mapa de enlace entre los puntos se observa el Angulo de Azimut siendo este el Angulo horizontal que se debe girar con respecto a su punto de apoyo vertical, también se observa la inclinación que debe tener las antenas para un correcto funcionamiento del enlace, se puede apreciar el enlace desde una vista tipo topográfico, como se evidencia en la Figura 66

Figura 66. Mapa enlace Repetidor Grama – Repetidor Lourdes.

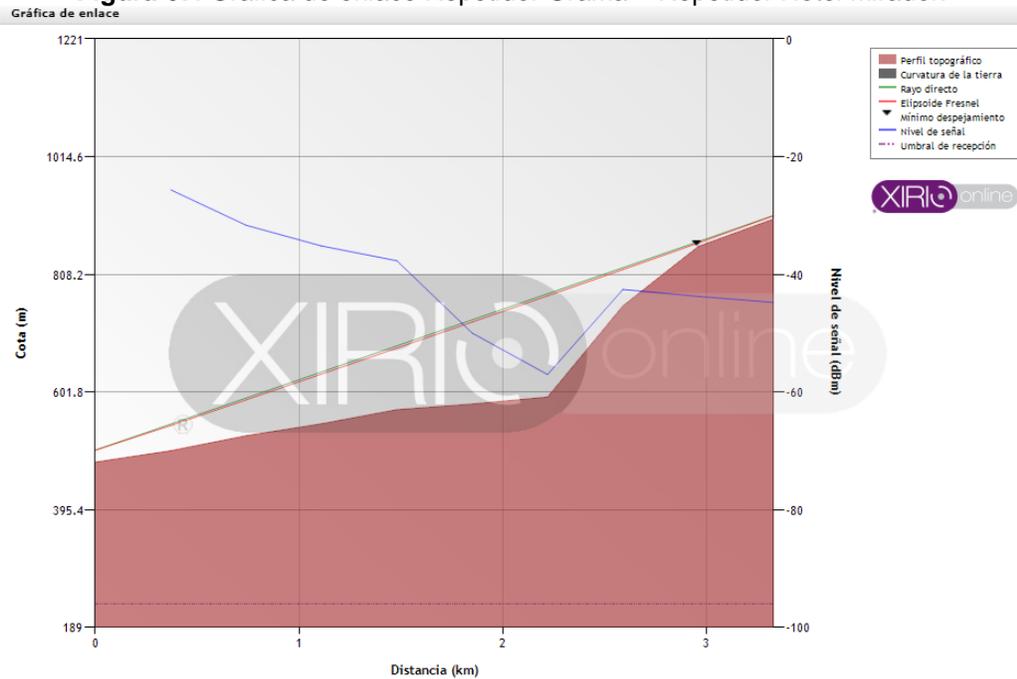


Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

6.4.4. Simulación Repetidor Grama-Repetidor Hotel Mirador

En la Figura 67 se muestra la gráfica del enlace Datacenter Repetidor Pinilla donde se aprecia el nivel de señal entre los puntos, así como el nivel de señal en rayo directo, la distancia entre ellos y una vista de perfil topográfico de la zona.

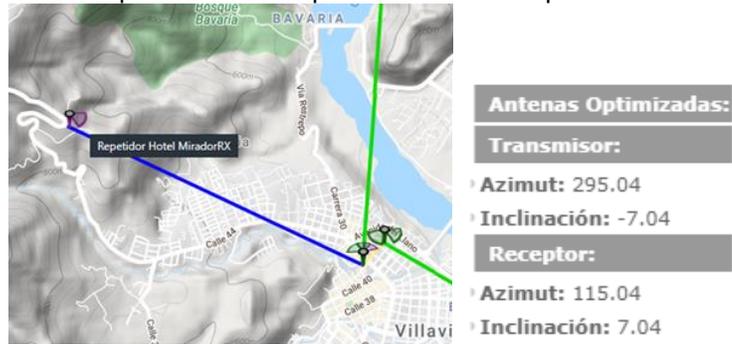
Figura 67. Grafica de enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.



Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

En el mapa de enlace entre los puntos se observa el Angulo de Azimut siendo este el Angulo horizontal que se debe girar con respecto a su punto de apoyo vertical, también se observa la inclinación que debe tener las antenas para un correcto funcionamiento del enlace, se puede apreciar el enlace desde una vista tipo topográfico, como se evidencia en la Figura 68.

Figura 68. Mapa de enlace Repetidor Grama – Repetidor Hotel Mirador.

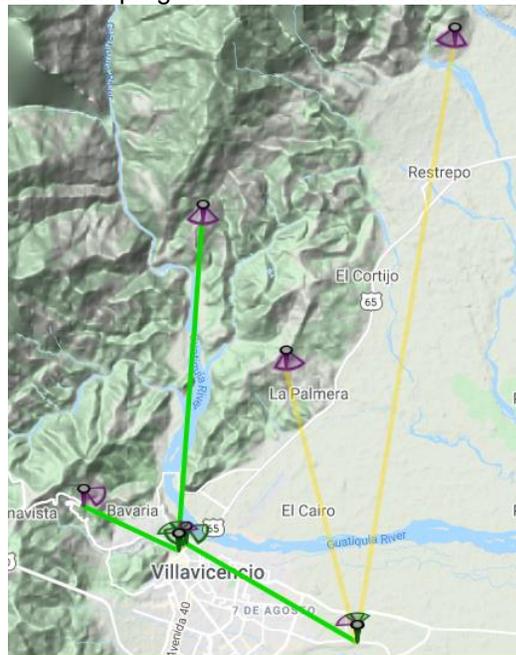


Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

6.4.5. Mapa de enlaces principales

En la Figura 69 se aprecia en mapa completo de la red realizada en el simulador de Xirio Online, donde muestra los principales puntos de los repetidores.

Figura 69. Mapa general de la red en XIRIO ONLINE.



Fuente: Autor. Xirio Online, 2021

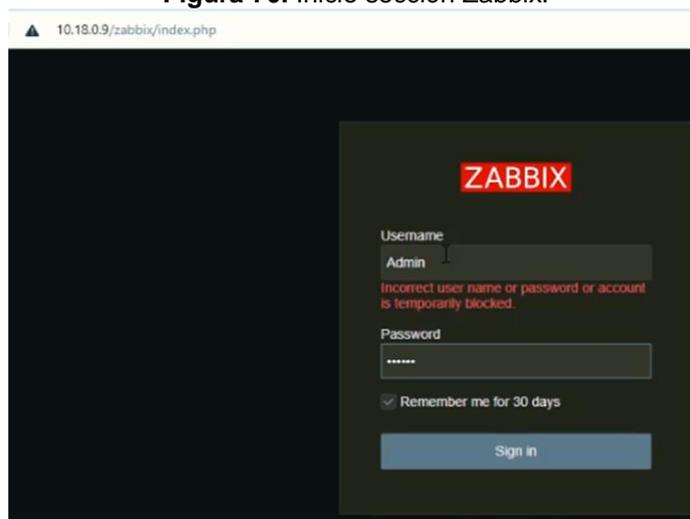
7. IMPLEMENTACION Y COMPARACION DE LOS SISTEMA DE MONITOREO

7.1 Inicio Sección en Zabbix	89
7.2 The Dude	120

7.1. Inicio Sección en Zabbix

Iniciando sección en Zabbix. Como se evidencia en la Figura 70. Se ingresa el usuario y contraseña previamente configurado.

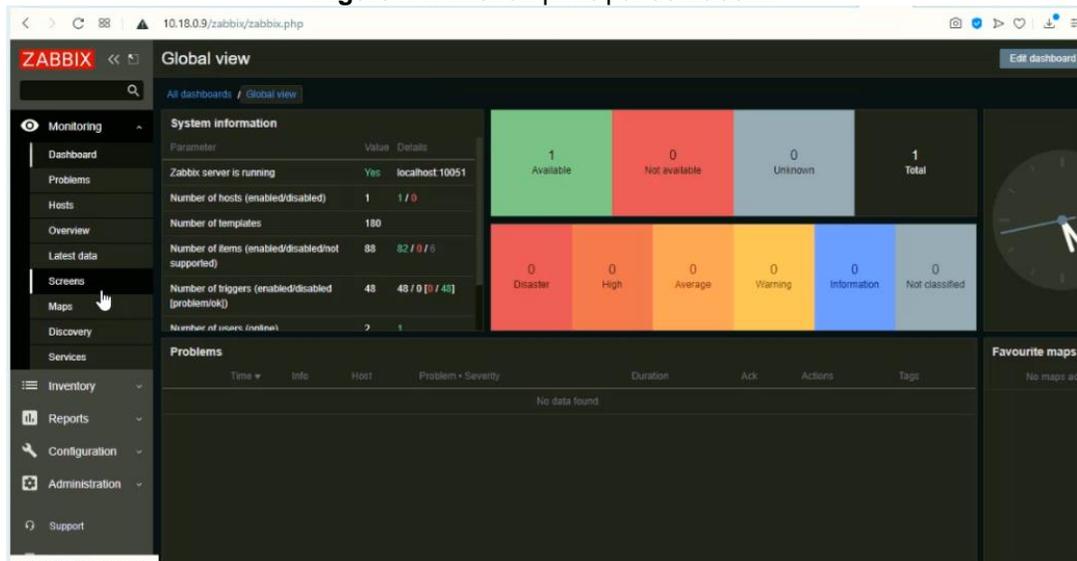
Figura 70. Inicio sección Zabbix.



Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Interfaz principal de Zabbix, una vez en ella se ha culminado una primera parte del proceso, ahora queda realizar la activación del protocolo SNMP en Windows. Como se evidencia en la Figura 71.

Figura 71. Interfaz principal de Zabbix.



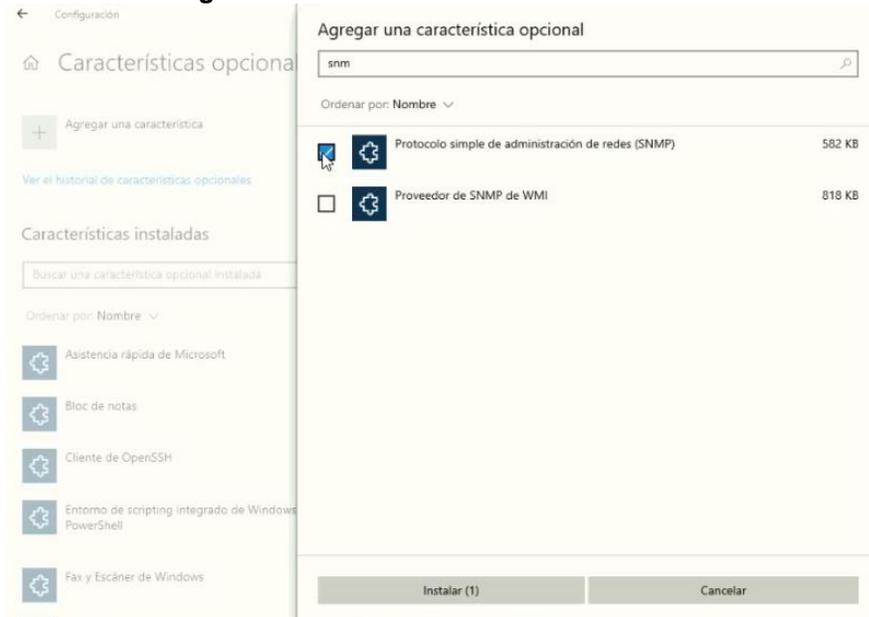
Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Para la activación y configuración del protocolo SNMP en Windows, se ingresa en: como evidencia en la Figura 72 y la Figura 73.

- Configuración.
- Aplicaciones.
- Características opcional

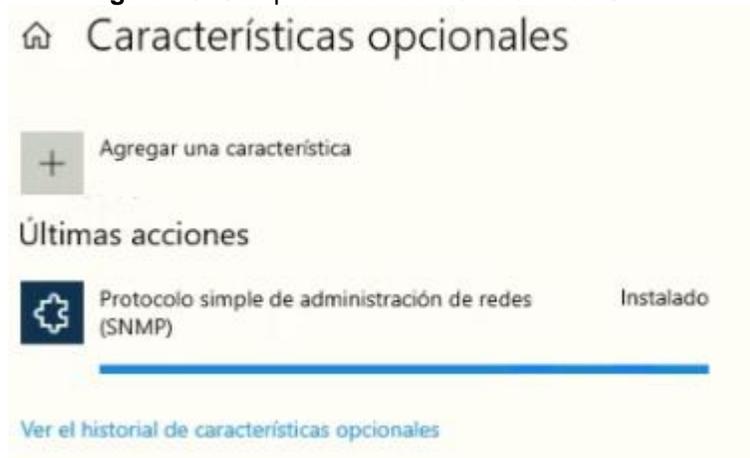
*Agregar una característica * SNMP e instalar.

Figura 72. Instalación de SNMP en Windows.



Fuente: Autor. Windows, 2021

Figura 73. Comprobación de instalación de SNMP.



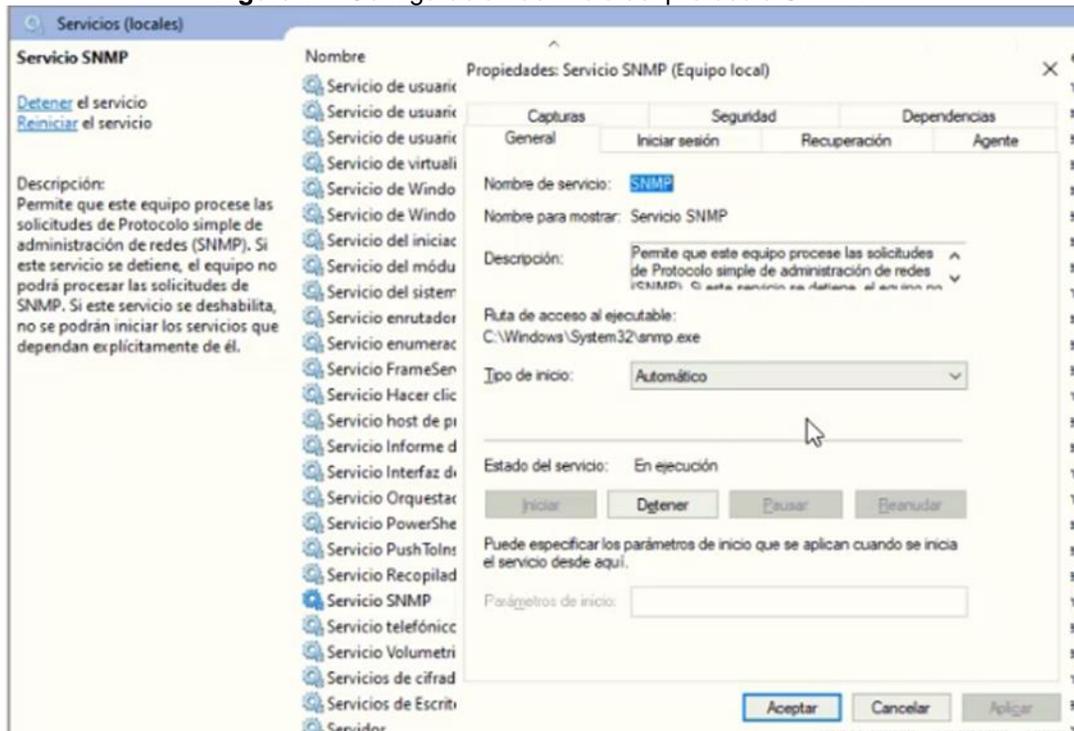
Fuente: Autor. Windows, 2021

Una vez instalado el protocolo SNMP, ahora se debe configura dicho protocolo. Ingresando en:

- INICIO *SERVICIOS

Una vez instalado el servicio SNMP se debe elegir automático para que el servicio siempre este encendido aunque se apague o reinicie el computador. Como se evidencia en la Figura 74.

Figura 74. Configuración de inicio del protocolo SNMP.



Fuente: Autor. Windows, 2021

En la pestaña **Agente**, seleccionar los **servicios físico, vínculo de datos y subred**. Como se evidencia en la Figura 75.

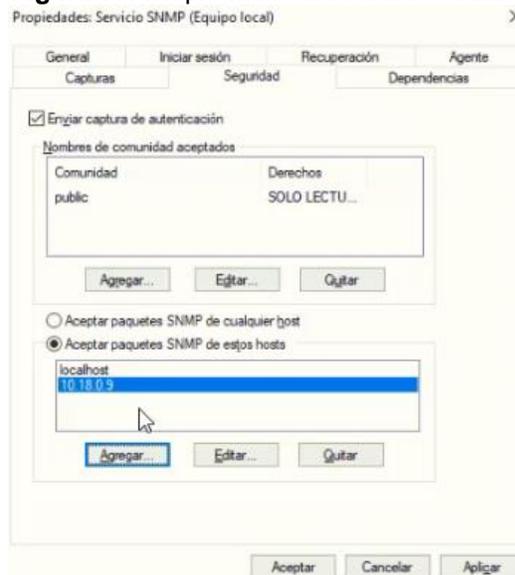
Figura 75. Configuración de servicio del protocolo SNMP.



Fuente: Autor. Windows, 2021

En la pestaña **Seguridad**, agregamos una comunidad, y la dirección ip del server de Zabbix. Como se evidencia en la Figura 76. Luego damos clic en Aplicar y aceptar.

Figura 76. Propiedades del servicio SNMP.

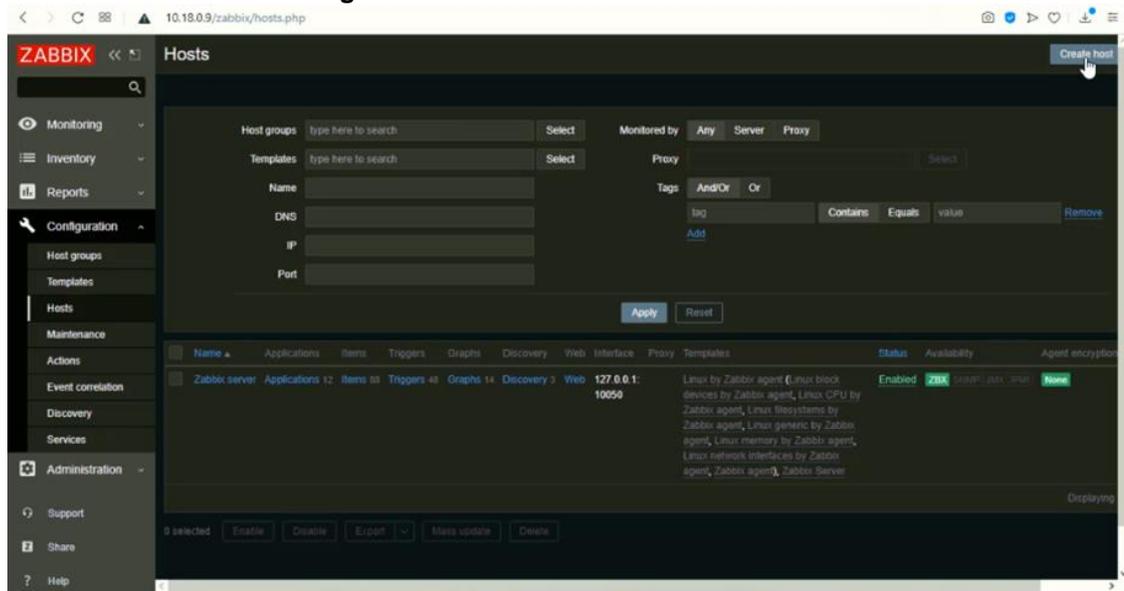


Fuente: Autor. Windows, 2021

Ahora si se puede agregar un Host en Zabbix, como se presenta en la Figura 77.

En Configuration -Host -Create host.

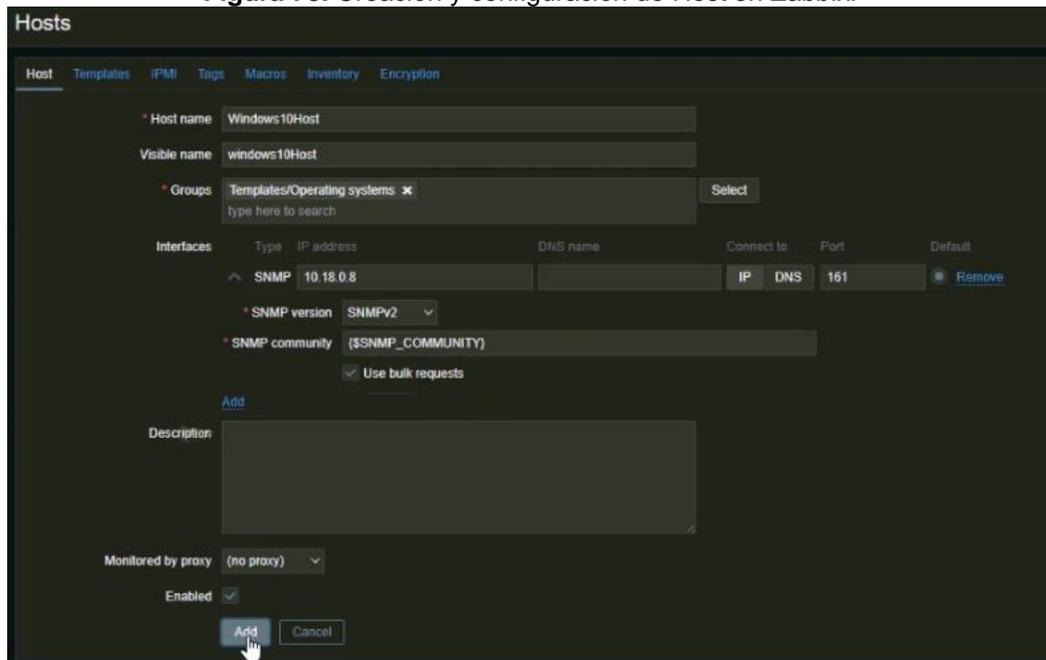
Figura 77. Creación de un Host en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

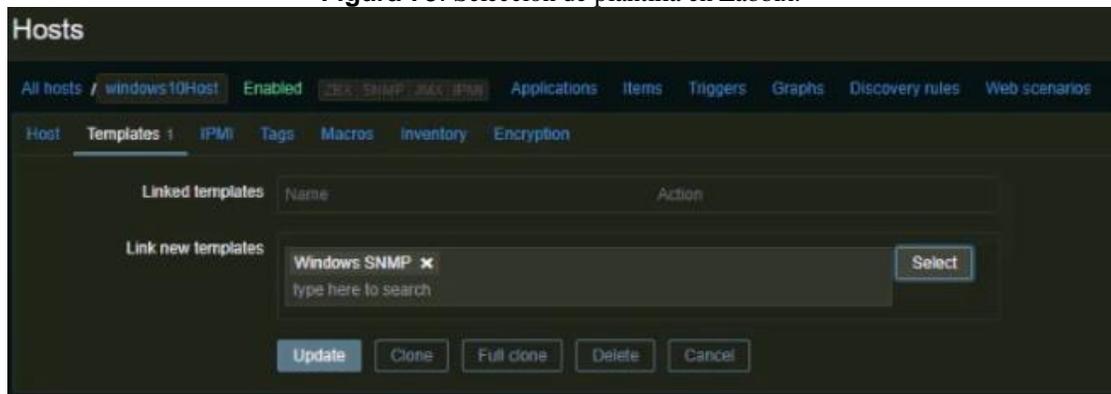
Se agregan los host correspondiente al pc de Windows, como se evidencia en la Figura 78 y la Figura 79.

Figura 78. Creación y configuración de Host en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

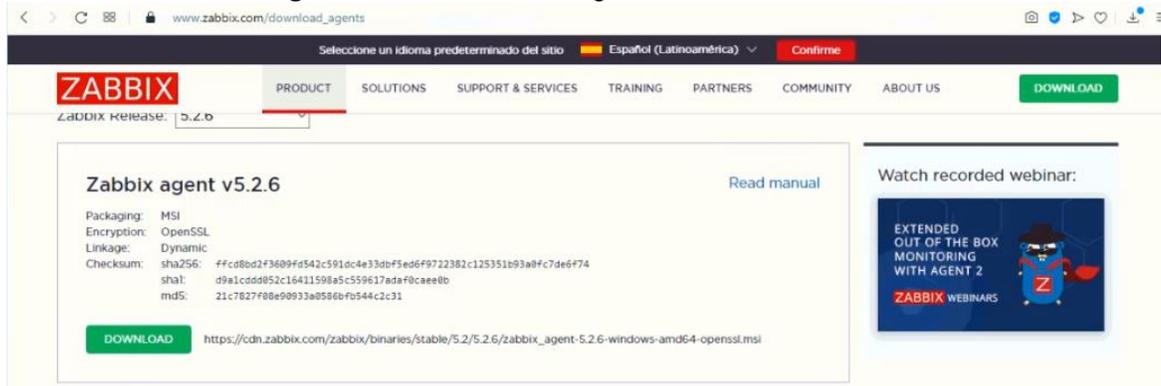
Figura 79. Selección de plantilla en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Para que la instalación quede completamente bien, se debe instalar el agente de Zabbix en Windows, para que se puede realizar el monitoreo. Como se evidencia en la Figura 80.

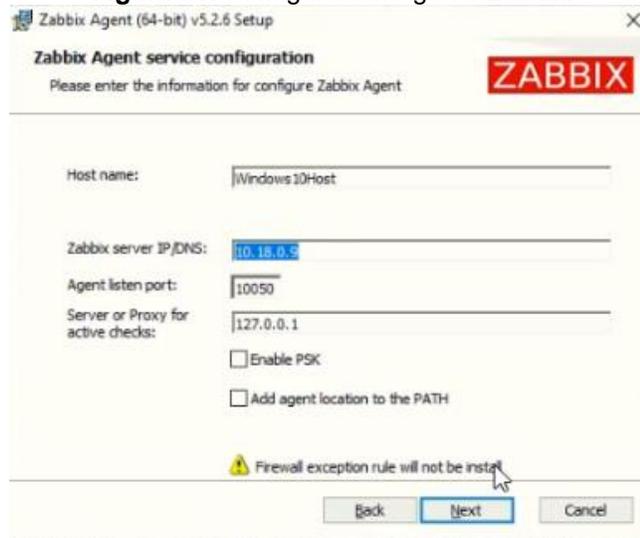
Figura 80. Instalación del Agente Zabbix en Windows.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Configuración e instalación del Agente de Zabbix en Windows. Como lo muestra en la Figura 81.

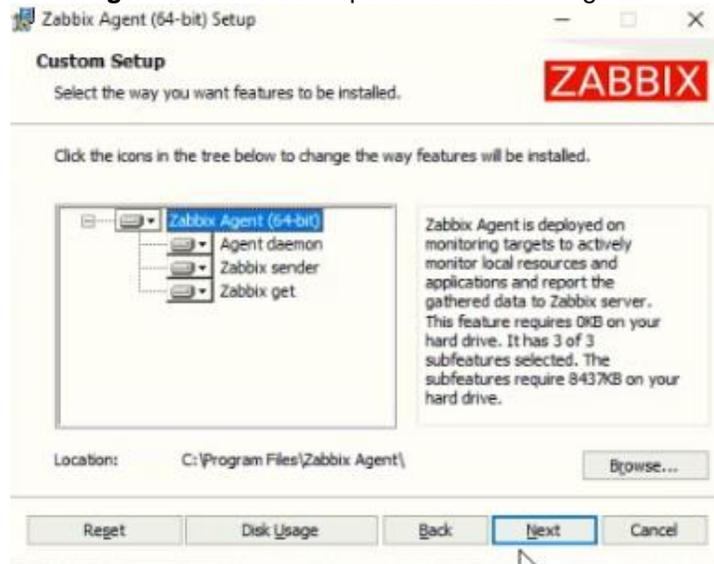
Figura 81. Configuración Agente Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Continuación de la instalación personalizada del Agente Zabbix, con la activación de daemon en Windows, como lo evidencia en la Figura 82.

Figura 82. Instalación personalizada del Agente.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Una vez instalado y configurado el Agente Zabbix, se puede ver el equipo Zabbix Server con protocolo ZBX y el equipo de Windows con el protocolo SNMP, como se evidencia en la Figura 83.

Figura 83. Primeros equipos configurados en Zabbix.

Name	Interface	Availability	Tags	Problems	Status	Latest data	Problems	Graphs	Dashboards
windows12host	10.18.0.8: 161	OK SNMP	WIN, IPMI		Enabled	Latest data	Problems	Graphs 35	Dashboards 2
Zabbix server	127.0.0.1: 10050	OK ZBX	SNMP, WIN, IPMI		Enabled	Latest data	Problems	Graphs 29	Dashboards 3

Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Con la configuración anterior finalizada, se deben agregar los diferentes equipos de la red, con sus respectivas características.

Ingresando en configuration , Host se agregan los diferentes equipos de la red, completando con cada uno con sus respectivos datos como lo son, su nombre, grupo al que pertenecerá en Zabbix, ya en interface, se agrega lo que es el protocolo SNMP y la ip y el puerto por la cual se va a monitorear dicho protocolo, así como la

versión del protocolo por el cual se monitorea, esto teniendo en cuenta que algunos de los equipos de la red soportan la SNMPv1 o SNMPv2. Como lo evidencia la Figura 84.

Figura 84. Agregando un nuevo equipo en Zabbix.

The screenshot shows the Zabbix web interface for adding a new host. The left sidebar contains navigation menus for Monitoring, Inventory, Reports, Configuration, Administration, Support, and Share. The main content area is titled 'Hosts' and includes sub-tabs for Host, Templates, IPMI, Tags, Macros, Inventory, and Encryption. The form fields are as follows:

- Host name: Router RB3011
- Visible name: Router RB3011
- Groups: Zabbix servers (selected)
- Interfaces table:

Interfaces	Type	IP address	DNS name	Connect to	Port	Default
SNMP		10.25.20.1		IP	DNS	161
- SNMP version: SNMPv2
- SNMP community: {\$SNMP_COMMUNITY}
- Use bulk requests:
- Description: (empty text area)
- Monitored by proxy: (no proxy)
- Enabled:
- Buttons: Add, Cancel

Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Figura 85. Equipos agregados en Zabbix.

Name ▲	Interface	Availability	Tags	Problems	Status	Latest data	Problems	Graphs	Dashboards
CANAL CLARO	10.25.20.1: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 13	Dashboards 2
CANAL MOVISTAR	10.25.20.1: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 13	Dashboards 2
ENERGIA EMPORIO	10.25.20.72: 10050	ZBX SNMP JMX IPMI		1	Enabled	Latest data	Problems 1	Graphs 5	Dashboards 2
LINK_12-METAL 5	10.18.0.95: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNKLAP1 - NSM5	10.18.0.19: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_03 - POWER BEAM M5 400	10.25.20.13: 161	ZBX SNMP JMX IPMI		1	Enabled	Latest data	Problems 1	Graphs 11	Dashboards 2
LNK_04 - LITE BEAM M5	10.18.0.22: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_05 - LITE BEAM M5	10.18.0.26: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_06 - LHG HP	10.18.0.20: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_08 - LHG 5	10.18.0.30: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_09 - LITE AP AC	10.18.0.31: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_09 - Lite AP AC	10.18.0.29: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_11 - LHG 5	10.18.0.34: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_13 - NETBOX 5	10.18.0.40: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_14 - LITE BEAM M5	10.25.20.31: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 9	Dashboards 2
LNK_15 - LHG 5	10.18.0.42: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 11	Dashboards 2
LNK_16 - LITE BEMA M5	10.18.0.43: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_17 - SXTsq 5nD	10.18.0.44: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_18 LHG XL HP	10.18.0.45: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_19 - LHG 5	10.18.0.46: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_20 - LITE BEAM M5	10.18.0.27: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_21 - NSM5	10.18.0.47: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_22 - NETBOX 5	10.18.0.37: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_23 - LHG 5	10.18.0.38: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_24 - POWER BEAM M2 400	10.25.20.13: 161	ZBX SNMP JMX IPMI		1	Enabled	Latest data	Problems 1	Graphs 11	Dashboards 2
LNK_25 - LITE BEAM M5	10.18.0.49: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 1	Dashboards 2
LNK_26 - LHG 5	10.18.0.50: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_27 - LHG 5	10.18.0.51: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_28 - LHG XL HP5	10.18.0.52: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_29 LHG 5	10.18.0.53: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
LNK_30 - LHG HP5	10.18.0.54: 161	ZBX SNMP JMX IPMI			Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2

Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Como se observa en la Figura 85 y la Figura 86, los equipos con sus respectivos nombre, así como ip correspondientes se encuentran activados con el protocolo SNMP, así como se evidencia sus diferentes gráficas y problemas o fallas que presentaban en ese momento, junto con su número de panel en cual se encuentran en la interfaz de Zabbix.

Figura 86. Equipos agregados en Zabbix.

LNK_31 - LHG XL HP5	10.18.0.55:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP EDIFICIO - LOURDES	10.18.0.17:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP EDIFICIO - MIRADOR	10.18.0.28:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP NODO-EDIFICIO	10.18.0.10:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 1	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP NODO - PINILLA	10.18.0.12:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 2	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP PINILLA-PTE AMARILLO	10.18.0.32:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP PINILLA - RESTREPO	10.18.0.14:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MNTL-1 - LHG 5	10.18.0.36:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
Router RB3011	10.25.20.1:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 13	Dashboards 2
SECTORIAL RESTREPO	10.18.0.15:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP EDIFICIO - LOURDES	10.18.0.18:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP EDIFICIO - MIRADOR	10.18.0.23:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
Station PTP NODO-EDIFICIO	10.18.0.11:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP NODO-PINILLA	10.18.0.13:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 2	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP PINILLA - PTE AMARILLO	10.18.0.33:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP RESTREPO - PINILLA	10.18.0.16:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP NODO-EDIFICIO	10.18.0.10:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 1	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP NODO - PINILLA	10.18.0.12:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 2	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP PINILLA-PTE AMARILLO	10.18.0.32:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MASTER PTP PINILLA - RESTREPO	10.18.0.14:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
MNTL-1 - LHG 5	10.18.0.36:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
Router RB3011	10.25.20.1:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 13	Dashboards 2
SECTORIAL RESTREPO	10.18.0.15:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP EDIFICIO - LOURDES	10.18.0.18:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP EDIFICIO - MIRADOR	10.18.0.23:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
Station PTP NODO-EDIFICIO	10.18.0.11:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP NODO-PINILLA	10.18.0.13:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 2	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP PINILLA - PTE AMARILLO	10.18.0.33:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
STATION PTP RESTREPO - PINILLA	10.18.0.16:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 6	Dashboards 2
TOTAL INTERNET	10.25.20.1:161	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems	Graphs 13	Dashboards 2
windowserver	10.18.0.8:10050	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 7	Graphs 12	Dashboards 2
Zabbix server	127.0.0.1:10050	ZBX SNMP JMX IPMI	Enabled	Latest data	Problems 1	Graphs 31	Dashboards 3

Fuente: Autor. Zabbix, 2021

7.1.1. Creación de mapa de red

Para crear el mapa de red de la empresa, ir a la opción **Monitoring** y seleccionando la pestaña **maps**, hacer clic en **create maps** y completando los datos como lo evidencia la Figura 87.

Figura 87. Creación de mapa de red.

The screenshot shows the 'Network maps' configuration page in Zabbix. At the top, there are tabs for 'Map' and 'Sharing'. Below this, the configuration fields are as follows:

- * Owner:** Admin (Zabbix Administrator) with a 'Select' button.
- * Name:** Red LINK NETWORK
- * Width:** 800
- * Height:** 600
- Background image:** No image (dropdown menu)
- Automatic icon mapping:** <manual> (dropdown menu) with a 'show icon mappings' link.
- Icon highlight:**
- Mark elements on trigger status change:**
- Display problems:** Expand single problem (selected), Number of problems, Number of problems and expand most critical one.

Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Ya una vez creado el mapa con sus respectivas características a utilizar y trabajar, se edita el mapa, con el fin de agregar los equipos en la interfaz de Zabbix. Como lo evidencia la Figura 88.

Figura 88. Entorno de mapa de red.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Una vez en el nuevo mapa creado, solo resta agregar los equipos, de la siguiente forma.

Clic en **add**. Y completar los datos, como lo evidencia la Figura 89.

El comando **{Host.Host}** es con el fin de que tome el nombre que ya se ha asignado a los equipos, esto de forma automática.

Figura 89. Agregar equipos al mapa de la red.

The screenshot shows the 'Map element' configuration interface in Zabbix. The form is titled 'Map element' and contains the following fields and sections:

- Type:** A dropdown menu set to 'Host'.
- Label:** A text input field containing the template '{HOST.HOST}'.
- Label location:** A dropdown menu set to 'Default'.
- * Host:** A text input field containing 'windows10Host' with a 'Select' button to the right.
- Application:** A text input field containing 'Memory' with a 'Select' button to the right.
- Automatic icon selection:** An unchecked checkbox.
- Icons:** A table with four rows: 'Default' (Server_(128)), 'Problem' (Default), 'Maintenance' (Default), and 'Disabled' (Default). Each row has a dropdown menu.
- Coordinates:** Two input fields for 'X' (339) and 'Y' (27).
- URLs:** A table with columns 'Name', 'URL', and 'Action'. The 'Action' column contains a 'Remove' button.
- Buttons:** At the bottom, there are three buttons: 'Add', 'Apply', 'Remove', and 'Close'.

Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Posteriormente se crea en mapa de red, ya que se tienen agregados todos los equipos en la interfaz de Zabbix, con el fin de realizar la observación de los equipos más ordenada y contextualizada, como se evidencia en la Figura 90.

De la misma forma Zabbix tiene su propia forma de presentar gráficamente los errores o caídas de la red en el mapa, como se evidencia en la Figura 91.

Figura 90. Mapa de red Zabbix

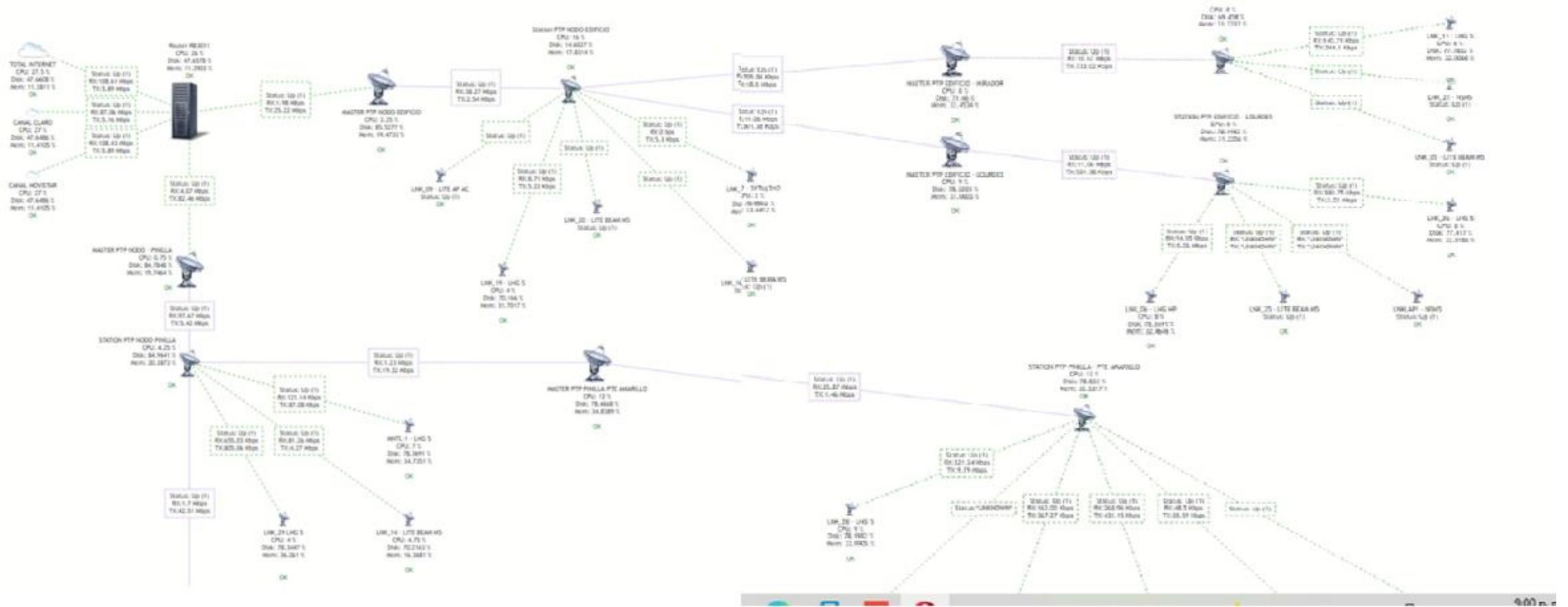
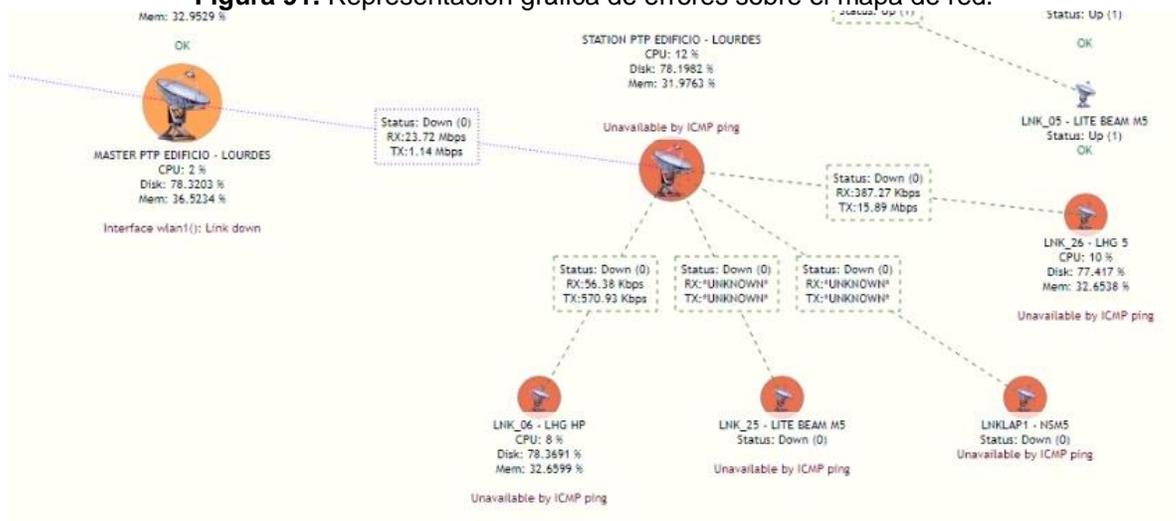


Figura 91. Representación gráfica de errores sobre el mapa de red.

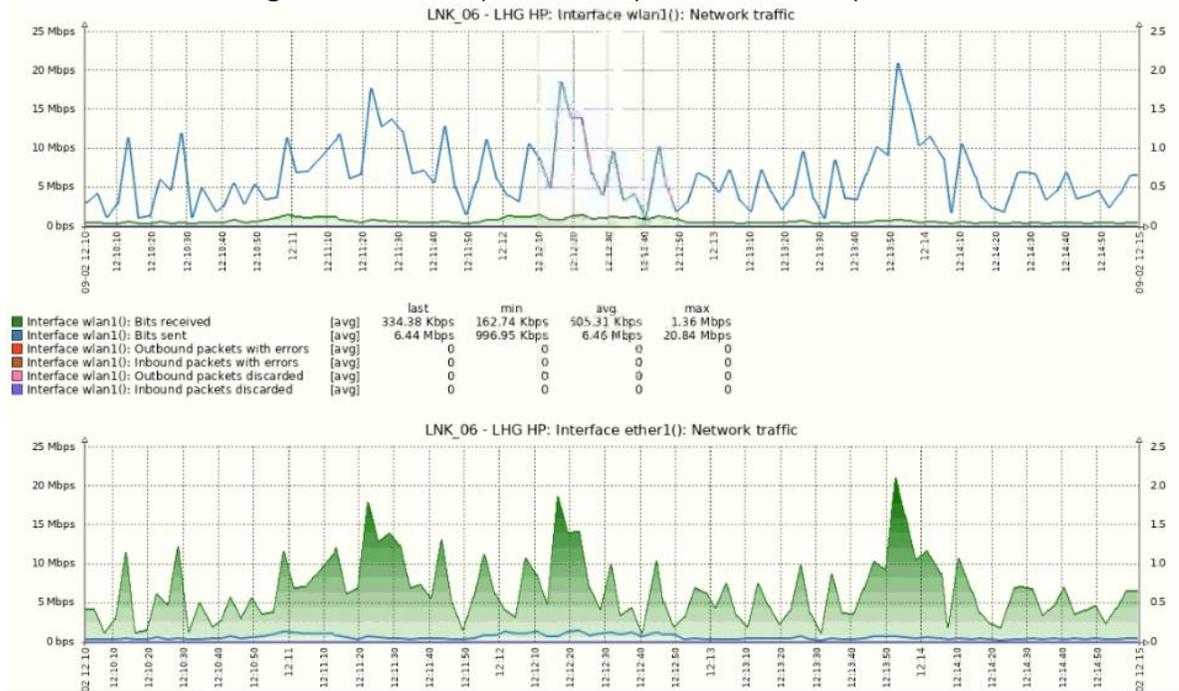


Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Zabbix permite presentar diferentes gráficos, dependiendo de la utilidad, como se evidencia a continuación en las diferentes figuras como lo son: Figura 92, Figura 93, Figura 94, Figura 95, Figura 96, Figura 97, Figura 98.

En la Figura 92 se evidencia los gráficos presentados por Zabbix de una la interfaz Wlan(1) de una de las antenas, donde se aprecia el grafico no sombreado y otro gráfico con las sombras, para los Kbps de transmisión para los Bits de envío, recepción, así como el error por paquetes entre otros.

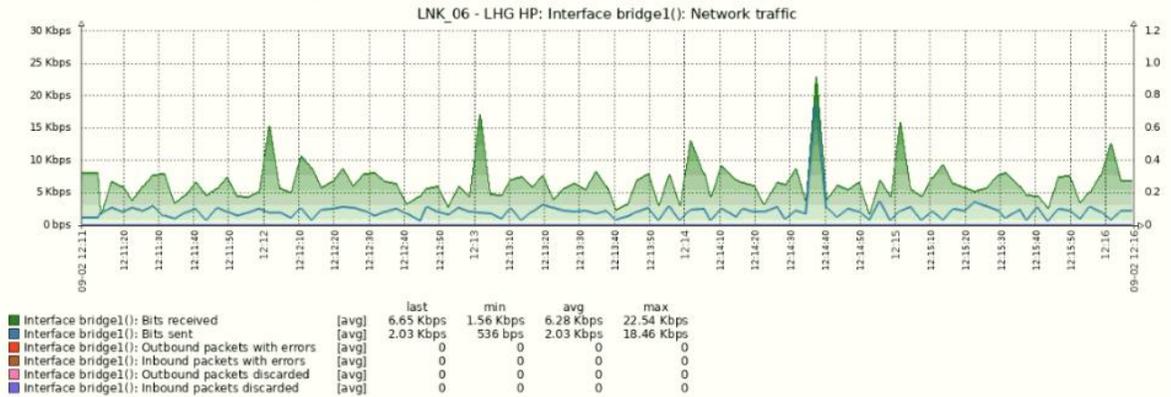
Figura 92. Graficas presentadas por Zabbix en tiempo real.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

En la Figura 93 se evidencia los gráficos presentados por Zabbix de una la interfaz Wlan(1) de una de las antenas, donde se aprecia el grafico no sombreado para los kbps de envío y el otro gráfico con las sombras, para los Kbps recepción.

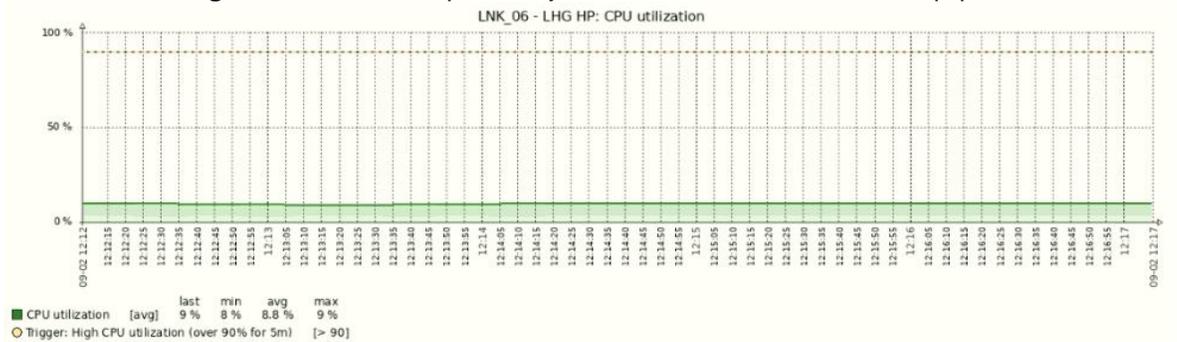
Figura 93. Grafico interfaz presentado por Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

En Figura 94, presenta el grafico en tiempo real de porcentaje de utilización de la CPU de unos de los equipos en durante determinado tiempo

Figura 94. Gráfico en porcentaje de utilización de la CPU del equipo.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

En la Figura 95, presenta su forma de representación del espacio usado del disco duro de uno de los equipos en porcentajes.

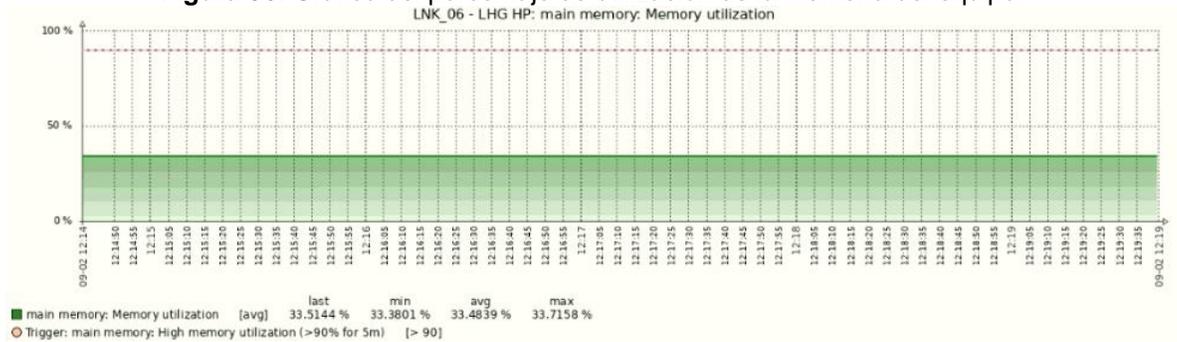
Figura 95. Grafico por Zabbix del espacio del Disco Usado por el equipo.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

En la Figura 96, se puede apreciar la forma de representación gráfica para el porcentaje de utilización de memoria de un determinado equipo, así como su representación en porcentajes.

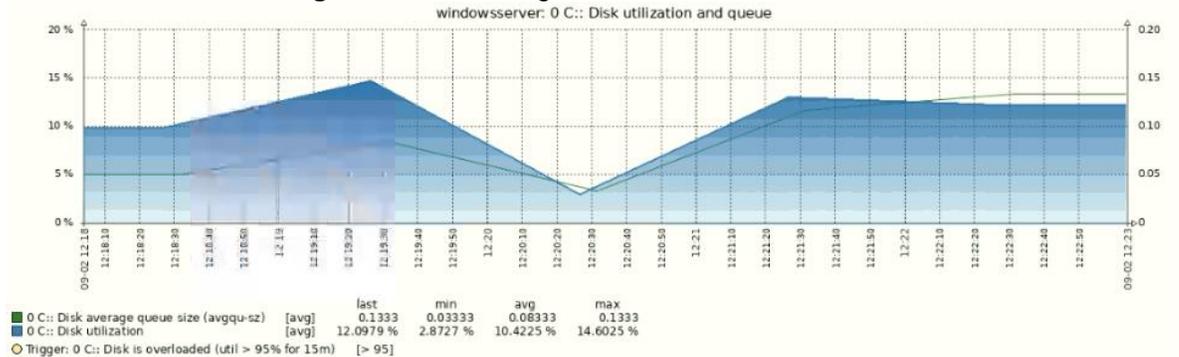
Figura 96. Grafico del porcentaje de utilización de la memoria del equipo.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

En la Figura 97 presenta otra forma de representación de la información respecto a la utilización del disco duro de un determinado equipo, comparando con porcentajes el tiempo promedio en cola del disco con el de utilización del mismo.

Figura 97. Diferente grafico de utilización del disco.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

En la Figura 98 se evidencia los diferentes gráficos que se pueden generar en el tablero principal de Zabbix (Dashboard), donde se puede elegir que la información más importante a visualizar en primera instancia.

Figura 98. Gráficos generados a partir de Zabbix en el entorno principal (Dashboard).

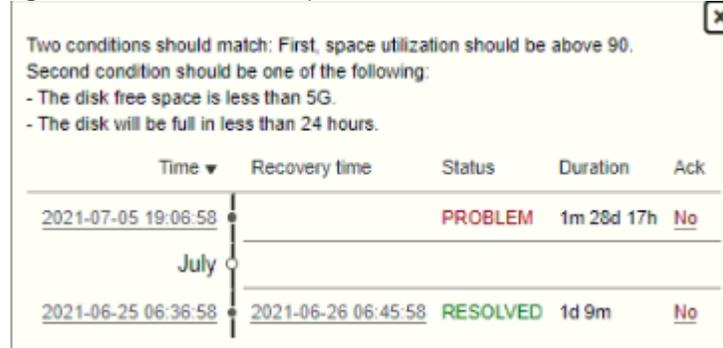


Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Zabbix permite la presentación y generación de alertas que sobrepasen un cierto porcentaje de capacidad de algún hardware de los diferentes equipos, como

por ejemplo utilización de la CPU superior a 90%, memoria RAM utilizada mayor al 70%, así con la CPU y otro tipo de alertas. Así como permite la presentación y generación de alerta de errores, también permite la generación de alertas de solución de dichos problemas, el tiempo de duración del problema etc. Como se evidencia en la Figura 99, Figura 100, Figura 101.

Figura 99. Información específica del alerta de error en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Figura 100. Alerta de error en un equipo en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

Figura 101. Alerta de solución del problema presentado con un equipo en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix, 2021

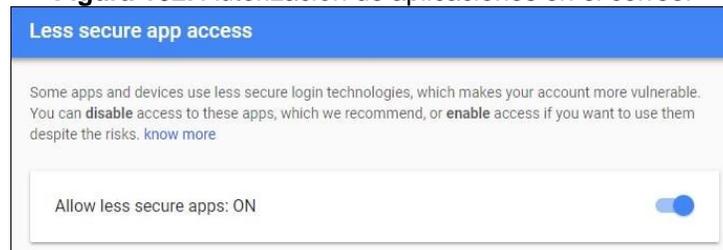
7.1.2. Configuración de notificaciones vial e-mail mediante servidor.

E-mail: se emplea un servidor de correo para que se puedan producir él envío de incidentes y/o alertas desde la plataforma de Zabbix hacia una determinada dirección de correo. (TechExpert, 2021).

Inicialmente se ingresa al correo para dar permisos de resección de correo. Con el siguiente enlace. “ <https://myaccount.google.com/lesssecureapps>.”

Se selecciona la opción para habilitar el uso de aplicaciones menos seguras. Como se evidencia en la Figura 102

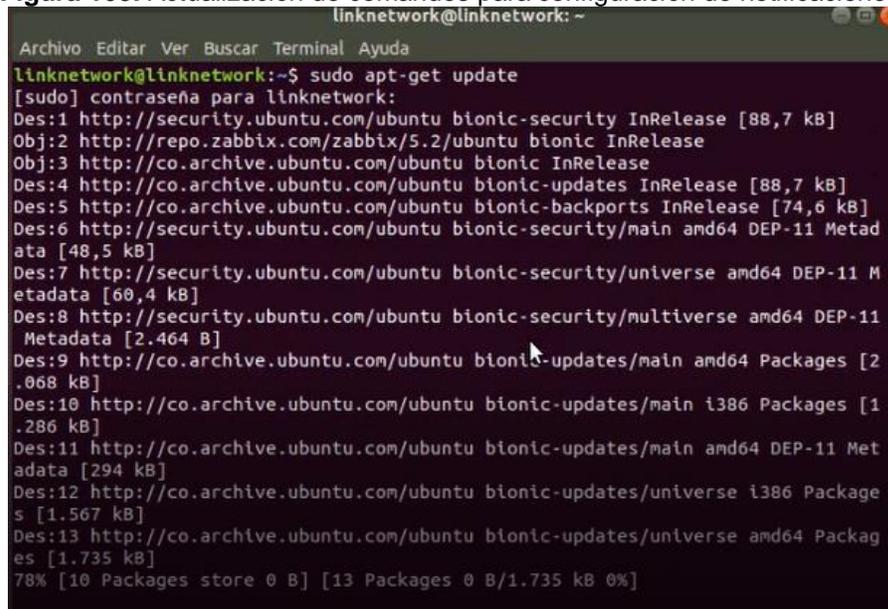
Figura 102. Autorización de aplicaciones en el correo.



Fuente: Autor. E-mail, 2021

Para la configuración de las notificaciones vía e-mail lo primero que se realiza es la actualización de comandos en nuestro SO Ubuntu, con el comando **sudo apt-get update** como lo muestra la Figura 103.

Figura 103. Actualización de comandos para configuración de notificaciones.



```
linknetwork@linknetwork: ~  
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda  
linknetwork@linknetwork:~$ sudo apt-get update  
[sudo] contraseña para linknetwork:  
Des:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security InRelease [88,7 kB]  
Obj:2 http://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu bionic InRelease  
Obj:3 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic InRelease  
Des:4 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates InRelease [88,7 kB]  
Des:5 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-backports InRelease [74,6 kB]  
Des:6 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security/main amd64 DEP-11 Metad  
ata [48,5 kB]  
Des:7 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security/universe amd64 DEP-11 M  
etadata [60,4 kB]  
Des:8 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security/multiverse amd64 DEP-11  
Metadata [2.464 B]  
Des:9 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 Packages [2  
.068 kB]  
Des:10 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main i386 Packages [1  
.286 kB]  
Des:11 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 DEP-11 Met  
adata [294 kB]  
Des:12 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/universe i386 Package  
s [1.567 kB]  
Des:13 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/universe amd64 Packag  
es [1.735 kB]  
78% [10 Packages store 0 B] [13 Packages 0 B/1.735 kB 0%]
```

Fuente: Autor. E-mail, 2021

Una vez finalizada la descarga de las actualizaciones, se procede a instalar el servicio **SSMTP** que permite enviar correos electrónicos, conectándose mediante el protocolo **smtp** a una cuenta de correo externa. La instalación se realiza con el comando. Como se evidencia en la Figura 104.

Sudo apt-get install ssmtp

Figura 104. Instalación del servicio SSMTP en Ubuntu.

```

linknetwork@linknetwork: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
Leyendo lista de paquetes... Hecho
linknetwork@linknetwork:~$ sudo apt-get install ssmtp
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Los paquetes indicados a continuación se instalaron de forma automática y ya no
son necesarios.
 fonts-liberation2 fonts-opensymbol gir1.2-gst-plugins-base-1.0
 gir1.2-gstreamer-1.0 gir1.2-gudev-1.0 gir1.2-udisks-2.0
 grilo-plugins-0.3-base gstreamer1.0-gtk3 libboost-date-time1.65.1
 libboost-filesystem1.65.1 libboost-iostreams1.65.1 libboost-locale1.65.1
 libcdr-0.1-1 libclucene-contribs1v5 libclucene-core1v5 libcms-0.5-5v5
 libcolamd2 libdazzle-1.0-0 libe-book-0.1-1 libedataserverui-1.2-2 libeot0
 libepubgen-0.1-1 libetonyek-0.1-1 libexiv2-14 libfreerdp-client2-2
 libfreerdp2-2 libgc1c2 libgee-0.8-2 libgexiv2-2 libgom-1.0-0 libgpgmepp6
 libgpod-common libgpod4 liblangtag-common liblangtag1 liblirc-client0
 liblua5.3-0 libmediaart-2.0-0 libmsspub-0.1-1 libodfgen-0.1-1 libqqwing2v5
 libraw16 librevenge-0.0-0 libsgutils2-2 libsuitesparseconfig5 libvncclient1
 libwinpr2-2 libxapian30 libxmlsec1 libxmlsec1-nss
 linux-headers-5.4.0-42-generic linux-hwe-5.4-headers-5.4.0-42
 linux-image-5.4.0-42-generic linux-modules-5.4.0-42-generic
 linux-modules-extra-5.4.0-42-generic lp-solve media-player-info
 python3-mako python3-markupsafe syslinux syslinux-common syslinux-legacy
 usb-creator-common
 Utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlos.
 Se instalarán los siguientes paquetes adicionales:
  libgnutls-openssl27

```

Fuente: Autor. E-mail, 2021

Una vez instalado el servicio, se procese a su respectiva configuración. Para ingresar a su configuración con el comando: como se evidencia en la Figura 105.

nano etc/ssmtp/ssmtp.conf

Figura 105. Comando de ingreso a configurar ssmtp.

```

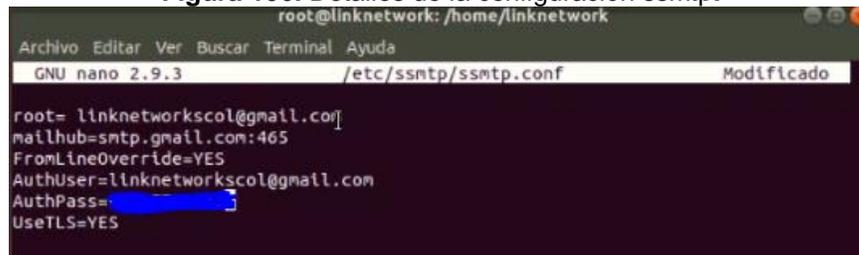
root@linknetwork:/home/linknetwork# nano etc/ssmtp/ssmtp.conf
root@linknetwork:/home/linknetwork# nano /etc/ssmtp/ssmtp.conf

```

Fuente: Autor. E-mail, 2021

Donde se edita datos como: dirección de correo, puerto de envío, contraseña de correo, TLS (encrypting the communication between web applications and servers). Como se evidencia en la Figura 106. Con el fin de conectarse a la cuenta de Gmail.

Figura 106. Detalles de la configuración ssmtp.



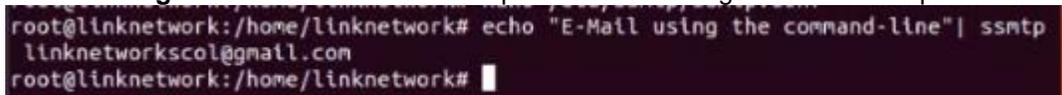
```
root@linknetwork: /home/linknetwork
GNU nano 2.9.3 /etc/ssmtp/ssmtp.conf Modificado
root= linknetworkscol@gmail.com
mailhub=smt.gmail.com:465
FromLineOverride=YES
AuthUser=linknetworkscol@gmail.com
AuthPass=
UseTLS=YES
```

Fuente: Autor. E-mail, 2021

Se comprueba que la conexión haya sido exitosa enviando un correo de prueba usando la línea de comando. Como se evidencia en la Figura 107.

echo "E-Mail using the command-line" | ssmtp linknetworkscol@gmail.com

Figura 107. Comando de Comprobación de configuración de ssmtp.



```
root@linknetwork:/home/linknetwork# echo "E-Mail using the command-line" | ssmtp
linknetworkscol@gmail.com
root@linknetwork:/home/linknetwork#
```

Fuente: Autor. E-mail, 2021

Se realiza la verificación en el correo de la llegada de este mensaje, para la verificación de que ha quedado configurado en Ubuntu el servicio ssmtp, para posteriormente queda la configuración en Zabbix. Como se evidencia en la Figura 108.

Figura 108. Comprobación de configuración exitosa de E-mail.

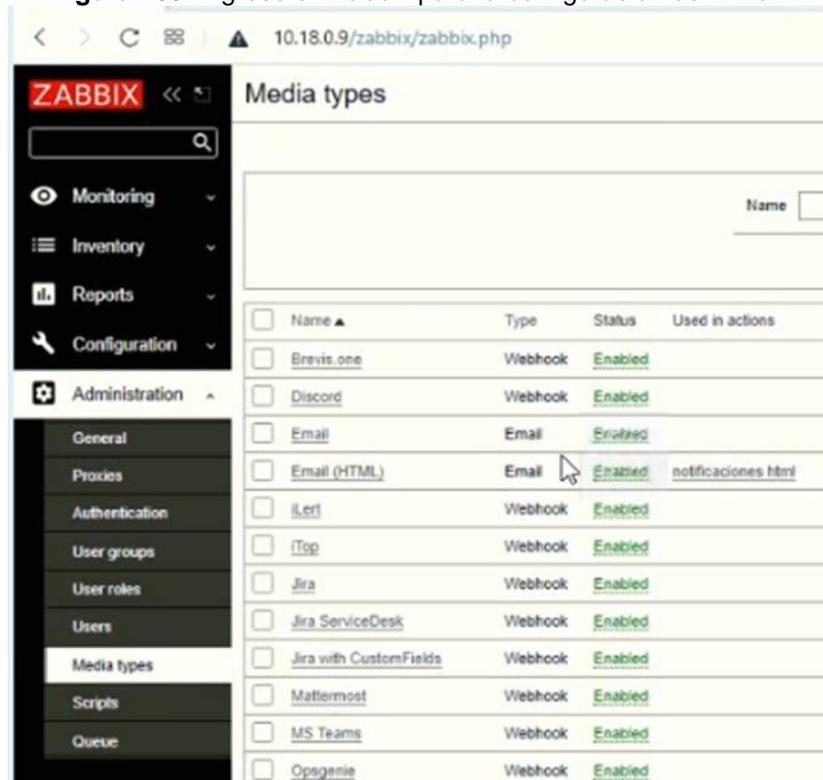
```
root <linknetworkscol@gmail.com>
para bcc: mí
E-MAIL using the command-line
```

Fuente: Autor. E-mail, 2021

7.1.3. Configuración de parámetros y creación de alertas en Zabbix.

Una vez se ingresa en el servidor web, se busca **Administration**, luego **Media types**, como lo evidencia la Figura 109, Para la configuración del correo electrónico y sus parámetros.

Figura 109. Ingreso en Zabbix para la configuración de E-mail.



Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

En la pantalla de propiedades del correo electrónico, debe ingresar la siguiente configuración.

- **Servidor SMTP:** ingrese la dirección IP o el nombre de host del servidor de correo electrónico.

- **Puerto del servidor SMTP:** ingrese el puerto TCP SMTP del servidor de correo electrónico.
- **SMTP helo:** ingrese el nombre de dominio de su dirección de correo electrónico.
- **Correo electrónico SMTP:** la dirección de correo electrónico que enviará las notificaciones Zabbix.
- **Seguridad de conexión:** el protocolo de seguridad que se debe usar para conectarse al servidor de correo electrónico.
- **Autenticación:** nombre de usuario y contraseña de la cuenta de correo electrónico que enviará las notificaciones de Zabbix. (TechExpert, 2021).

Como se evidencia en la Figura 110.

Figura 110. Propiedades de configuración de E-mail.

Media types

Media type Message templates Options

* Name Email (HTML)

Type Email

* SMTP server smtp.gmail.com

SMTP server port 465

* SMTP helo gmail.com

* SMTP email inknetworkscol@gmail.com

Connection security None STARTTLS **SSL/TLS**

SSL verify peer

SSL verify host

Authentication None **Username and password**

Username inknetworkscol@gmail.com

Password **Change password**

Message format **HTML** Plain text

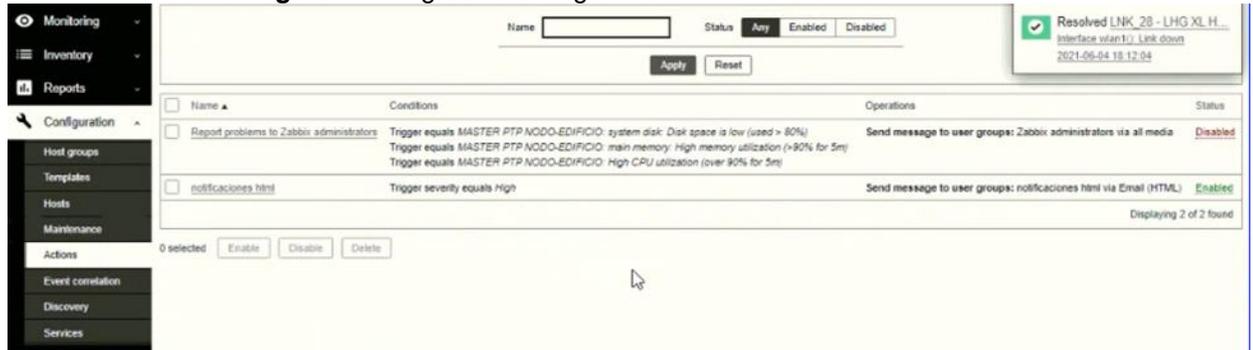
Description configuracion smtp

Enabled

Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

Una vez completado y hecho clic en actualizar. Se procede a configurar las acciones a realizar del correo electrónico en Zabbix. En configuration, actions, se observa en la Figura 111, notificaciones Html que son las que se configuraran.

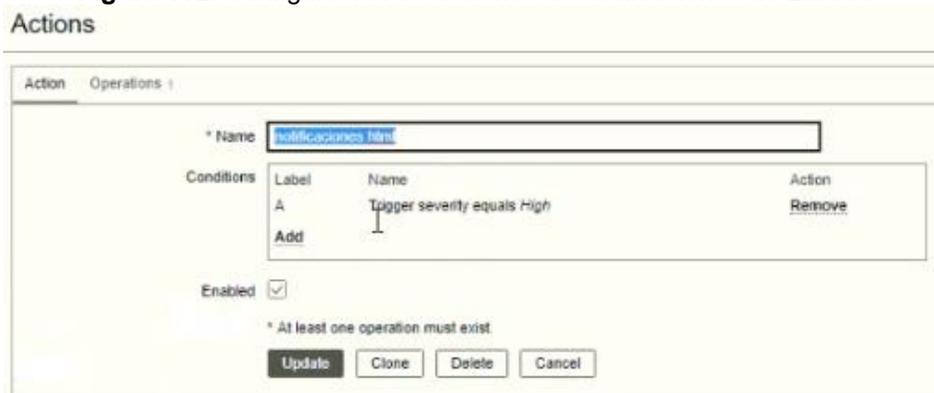
Figura 111. Ingreso a configuración de Actions en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

Para este caso, se configuraron solo alertar de alta prioridad pues fue requerida así por la empresa, lo que quiere decir, solo notificaciones de caída de todos los enlaces. Para lo anterior la configuración es la que se evidencia en la Figura 112, donde se observa el nivel según Zabbix de prioridad indicado con una A.

Figura 112. Configuración de acciones de notificaciones de Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

Seguido se configura el tipo de operación de la notificación, para este caso enviar una mensaje por medio de un grupo. Se finaliza con clic en actualizar. Como lo evidencia la Figura 113.

Figura 113. Configuración de tipo de notificación.

Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

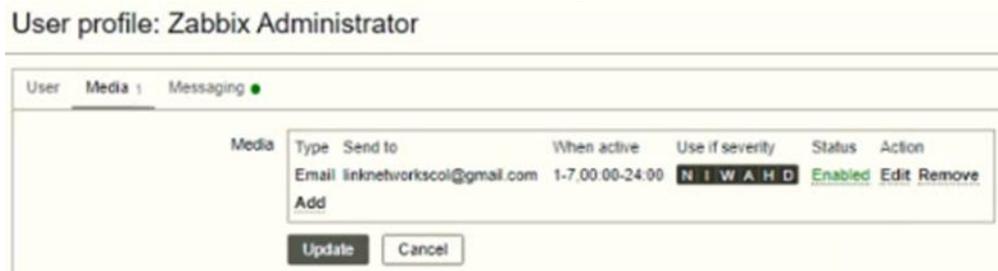
En el mismo apartado de la imagen anterior se realizan los detalles de la operación para el envío del mensaje, lo que permite configurar el número de mensaje a enviar y el intervalo de estos. Como se evidencia en la Figura 114.

Figura 114. Detalles de la operación de envío de mensaje en Zabbix.

Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

Ingresando a **User Setting** en Zabbix, **Media**, para agregar el usuario principal para él envió de notificaciones. Como se evidencia en La Figura 115.

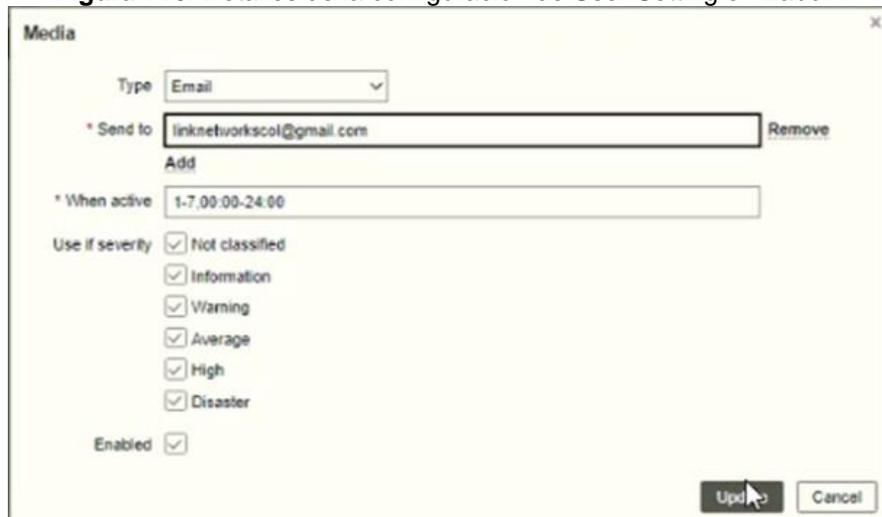
Figura 115. User Setting en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

Posteriormente se configura los detalles de la configuración del usuario al que se realiza él envió de los mensajes, entre ellos se agrega el medio por el cual se envía el mensaje, el correo destinatario, así como el grado de gravedad del mensaje. Como se evidencia en la Figura 116.

Figura 116. Detalles de la configuración de User Setting en Zabbix.



Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

Una vez configurados los mensajes a enviar, se obtiene mensajes detallados de la hora y el día de la caída o daño, así como del problema y nombre del equipo afectado. Como se evidencia en la Figura 117.

Figura 117. Ejemplos de notificaciones vía e-mail generadas por Zabbix.

Problem started at 09:38:15 on 2021.06.03	Problem started at 06:55:48 on 2021.06.02
Problem name: Unavailable by ICMP ping	Problem name: Unavailable by ICMP ping
Host: LNK_17 - SXTsq 5nD	Host: LNK_28 - LHG XL HP5
Severity: High	Severity: High
Operational data: Down (0)	Operational data: Down (0)
Original problem ID: 24367	Original problem ID: 23560

Fuente: Autor. Zabbix Web, 2021

7.2. The Dude

Instalación del programa The Dude server se instala inicialmente sobre el RouterBoard 3011, para que permita la implementación del sistema de monitoreo con The Dude Sever con la versión 6.47.2, Obtenido de la página oficial. Que posteriormente se instala sobre el pc anfitrión, el cual se estará trabajando la red.

7.2.1. Instalación y configuración del Sistema de monitoreo The Dude.

The Dude escanea automáticamente los dispositivos dentro de la subred y dibujara el mapa de red, monitorea los servicios de los dispositivos y genera alertas en caso de algún problema. Las alertas presentan diferentes niveles de gravedad del problema, dando sus indicaciones con el color verde cuando los dispositivos se encuentran en correcto funcionamiento y normalidad, el color naranja si se encuentra uno de los servicios caídos y el por último el color rojo cuando el servicio está totalmente caído o el equipo esta desconectado.

Inicialmente la instalación del gestor The Dude se realiza en la RouterBoard, donde una vez descargado el archivo de la página oficial de The Dude, este se agrega. Para ingresar a la RouterBoard, se debe realizar por la IP pública **190.144.77.246:puerto** en este caso si nos encontramos fuera de la red empresa.

Ingresando a la RouterBoard 3011, en **Files** cargamos el archivo descargado de la página oficial de The Dude, para que este se instale en ella y permita el monitoreo de la red. Se evidencia en la Figura 118.

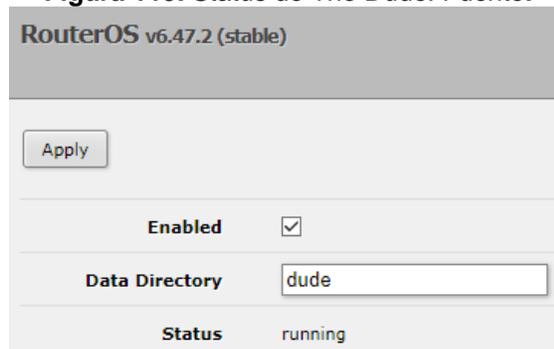
Figura 118. Instalación de The Dude en la RouterBoard.

BGP	-	auto-before-reset.backup	backup	20.8 KiB
Filters	-	autosupout.old.nif	.nif file	1212.9 KiB
MME	-	autosupout.nif	.nif file	1171.6 KiB
OSPF	-	backup 02022020.backup	backup	1981.6 KiB
Prefix Lists	-	backup 3011 08082021.backup	backup	2727.0 KiB
RIP	-	disk1	disk	
System	-	dude	directory	
Queues	-	dude.rsc	script	161 B
Dot1X	-	dude/dude.db	.db file	7.4 MiB
Files	-	dude/dude.db-shm	.db-shm file	32.0 KiB
Log	-	dude/dude.db-wal	.db-wal file	7.5 MiB
RADIUS	-	dude/files	directory	
LCD	-	dude/files/default	directory	

Fuente: Autor. RouterBoard web, 2021

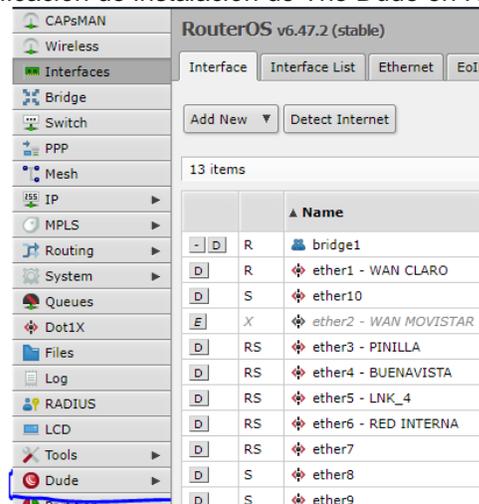
Una vez se ha incluido el archivo en la RouterBoard y reiniciado esta, ya aparece el logo de Dude, indicando que ha sido instalado correctamente y se habilita el The Dude. Como se evidencia en la Figura 119 y la Figura 120.

Figura 119. Status de The Dude. Fuente.



Fuente: Autor. RouterBoard web, 2021

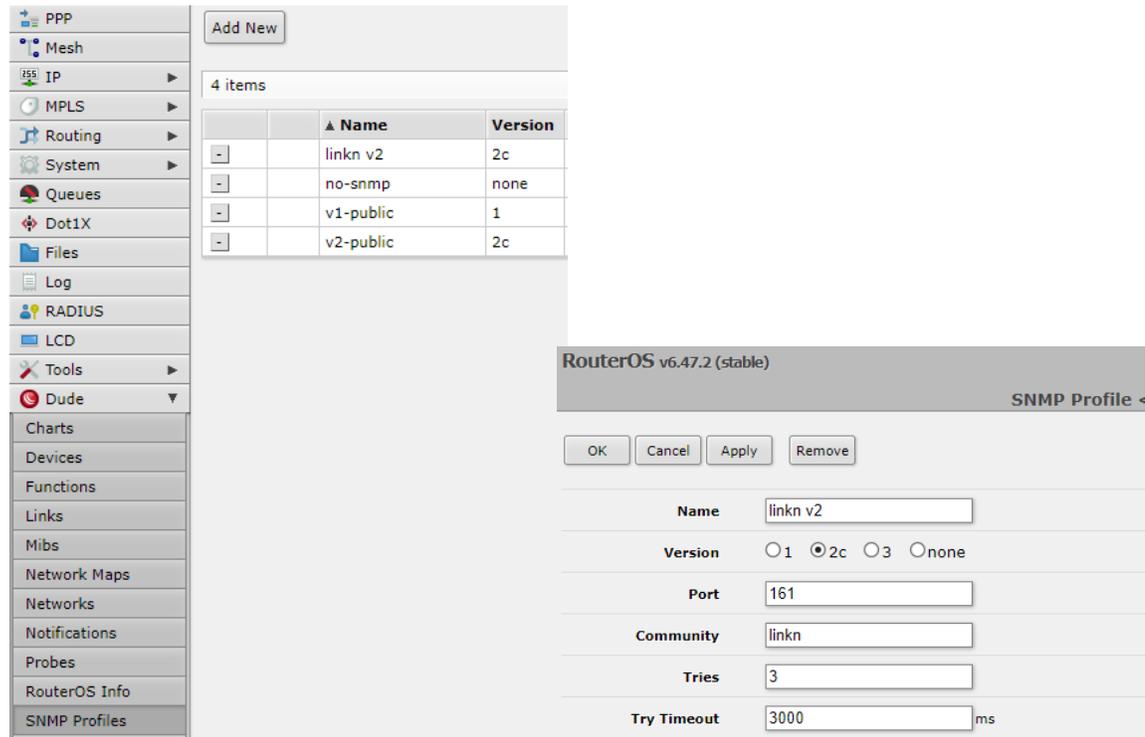
Figura 120. Verificación de instalación de The Dude en RouterBoard 3011.



Fuente: Autor. RouterBoard web, 2021

Al integrar y/o trabajar con dispositivos de diferentes fabricantes, es necesario crear una comunidad del protocolo simple de administración de red (SNMP), ya que el fabricante Ubiquiti solo soporta SNMPv1, a diferencia del fabricante Mikrotik que soporta SNMPv1 y SNMPv2, el cual permite obtener la información específica de los equipos que este configurados a ser monitoreados. Como se evidencia en la Figura 121.

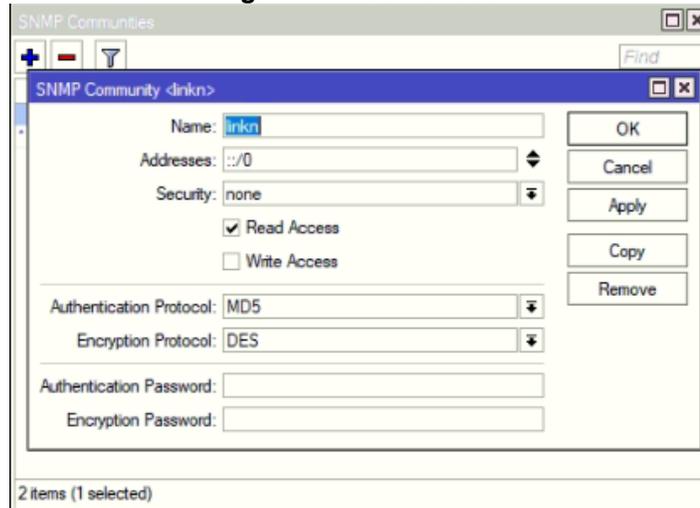
Figura 121. Creación de perfiles de SNMP



Fuente: Autor. RouterBoard web, 2021

Se debe habilitar en cada uno de los equipos a monitorear el protocolo SNMP, con su respectiva configuración. Donde se proporcionan datos como identificación de la antena, comunidad a la que pertenece para el monitoreo (Figura 122 y Figura 124), así como la versión SNMP que soporta cada equipo, el puerto 162 se encarga de realizar él envío de los Traps (errores o interrupciones) y el puerto 161 se encarga de la transmisión normal de los datos de SNMP, ya que con los datos de la configuración del SNMP la RouterBoard 3011 reconoce estos y permite la monitorización de los equipos a través de este.

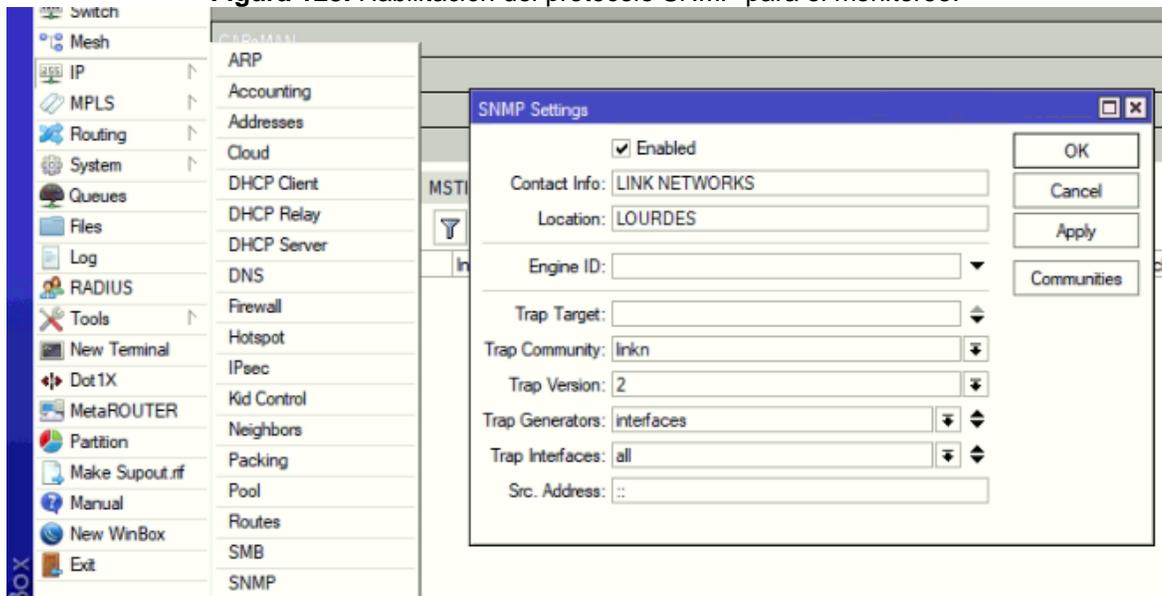
Figura 122. Comunidad.



Fuente: Autor. Winbox, 2021

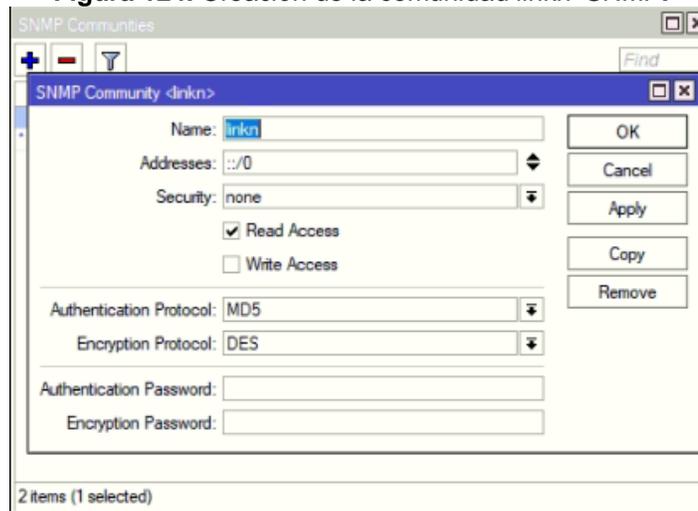
Sin la habilitación del protocolo en cada uno de los equipos, estos no se podrán monitorear. Como se evidencia en la Figura 123.

Figura 123. Habilitación del protocolo SNMP para el monitoreo.



Fuente: Autor. Winbox, 2021

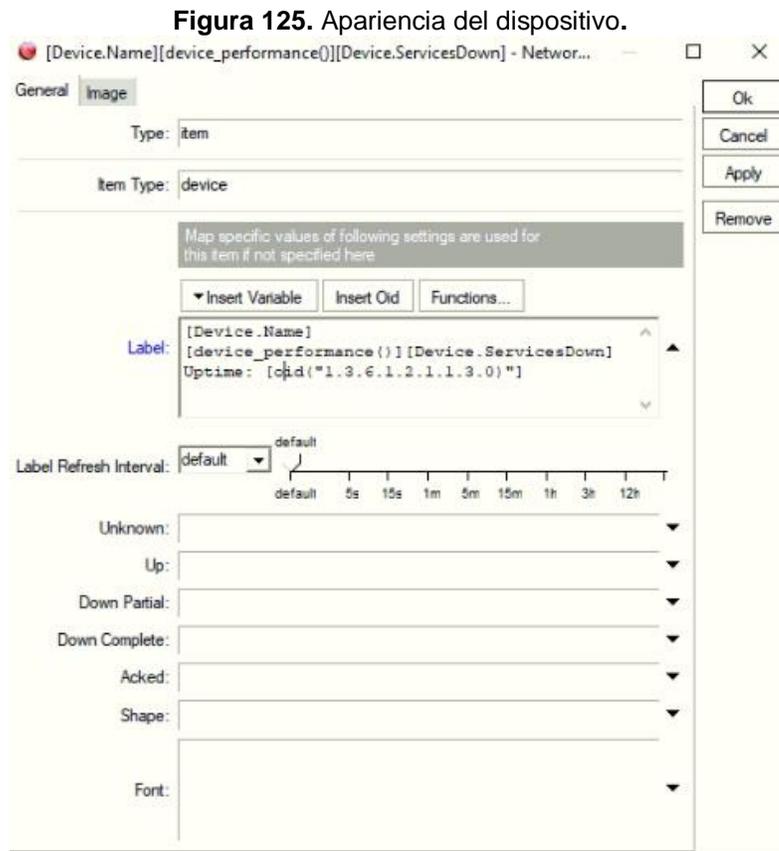
Figura 124. Creación de la comunidad linkn SNMP.



Fuente: Autor. Winbox, 2021

Seguido se realiza la instalación The Dude Client sobre el computador anfitrión, dando la posibilidad de la administración de la RouterBoard desde el The Dude Client. Con ello ya se inicia la creación del mapa topológico de la red. Como se muestra a continuación. Pero para ello se deben colocar los OIDs para agregar los servicios que desee monitorear, ingresando en la opción **Apariencia** del equipo a monitorear, para escribir el OID (identificador único de objeto). Si requiere la monitorización de varios servicios se deben utilizar los siguientes OID, ya sea para los servicios de CPU, ruido, frecuencia, CCQ, etc. Como se evidencia en la Figura 125.

```
tx-rate=[oid("1.3.6.4.1.1.4988.1.1.1.1.3.1.2.3")]
rx-rate=[oid("1.3.6.1.4.1.14988.1.1.1.3.1.3.3")]
frequency=[oid("1.3.6.1.4.1.14988.1.1.1.3.1.7.3")]
ssid=[oid("1.3.6.1.4.1.14988.1.1.1.3.1.4.3")]
```



Fuente: Autor. The Dude, 2021

Para visualizar los OIDs utilizados por los diferentes equipos que se encuentran trabajando, con el comando **print oid** dentro de la interface (esto desde Winbox), como lo muestra la siguiente Figura 126.

Figura 126. Visualización de OIDs en los equipos.

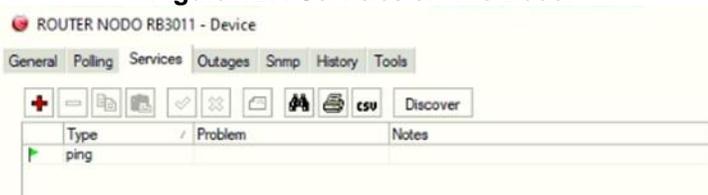
```
[root@MikroTik] /interface> print oid
Flags: D - dynamic, X - disabled, R - running, S - slave
0 R name=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.2.2 actual-mtu=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.4.2
   mac-address=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.6.2 admin-status=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.7.2
   oper-status=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.8.2 bytes-in=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2
   packets-in=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.7.2 discards-in=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.13.2
   errors-in=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.14.2 bytes-out=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2
   packets-out=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.11.2
   discards-out=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.19.2 errors-out=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.20.2

1 R name=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.2.1 actual-mtu=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.4.1
   mac-address=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.6.1 admin-status=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.7.1
   oper-status=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.8.1 bytes-in=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.1
   packets-in=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.7.1 discards-in=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.13.1
   errors-in=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.14.1 bytes-out=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.1
   packets-out=.1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.11.1
   discards-out=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.19.1 errors-out=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.20.1
[root@MikroTik] /interface>
```

Fuente: Autor. The Dude, 2021

The Dude permite el monitoreo de diferentes servicios como, Ftp, HTTP, ping, SSH, Telnet, entre otros, para la configuración de este caso solo se habilita el servicio de ping, el cual trabaja dentro de la capa del protocolo de internet(TCP/IP), siendo este un mensaje de control del protocolo ICMP. Como se evidencia en la Figura 127.

Figura 127. Servicios en The Dude.



Fuente: Autor. The Dude, 2021

Para la configuración básica de los diferentes equipos se selecciona la casilla **Secure Mode**, el perfil SNMP dependiendo si es un equipo Mikrotik o Ubiquiti, pues cada uno maneja diferente versión del protocolo, como se muestra a continuación. Como se evidencia en la Figura 128 y la Figura 129.

Figura 128. General Mikrotik.

The screenshot shows the configuration page for a Mikrotik device named 'LNK_15 - LHG 5 - Device'. The 'General' tab is active. On the left, fields include Name (LNK_15 - LHG 5), Addresses (10.18.0.42), DNS Names, DNS Lookup (address to name), DNS Lookup Interval (60 min), MAC Addresses (CC:2D:E0:96:77:21), MAC Lookup (ip to mac), Type (unknown), and Parents. On the right, fields include Agent (default), Snmp Profile (linkn v2), User Name (root), Password, and checkboxes for Secure Mode (checked), Router OS, and Dude Server. A large green circle indicates the device is up, with a status of 'up' and 'Up - 1'.

Fuente: Autor. The Dude, 2021

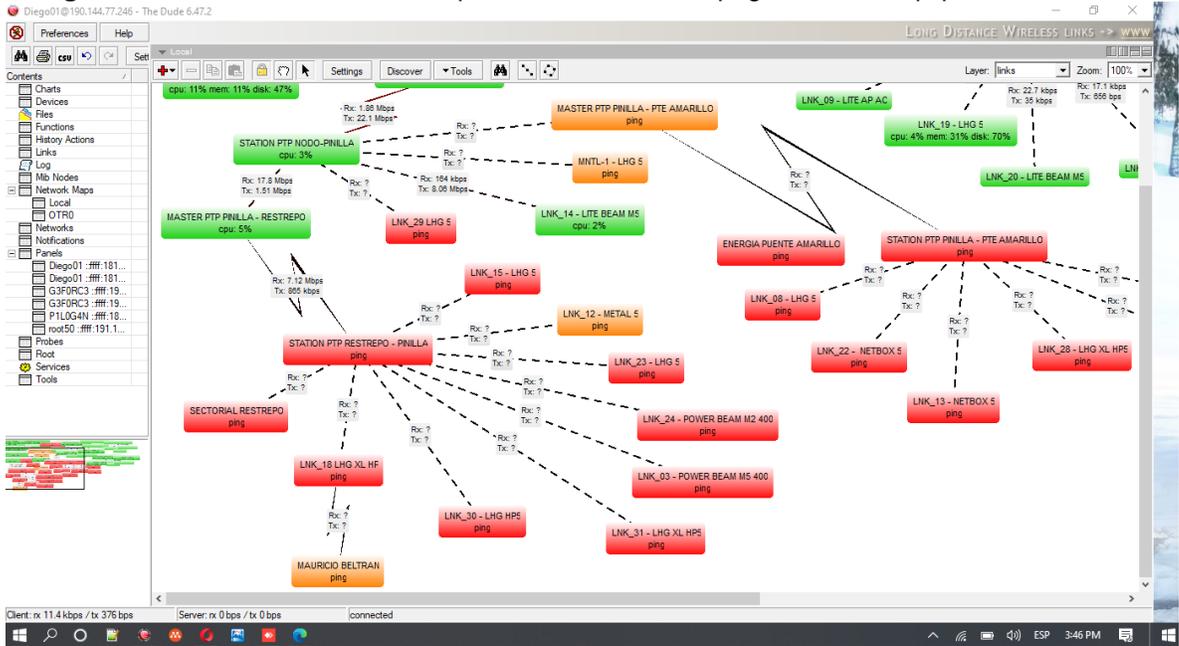
Figura 129. General Ubiquiti.

The screenshot shows the configuration page for a Ubiquiti device named 'LNK_27 - LITE BEAM M5 - Device'. The 'General' tab is active. On the left, fields include Name (LNK_27 - LITE BEAM M5), Addresses (10.18.0.51), DNS Names, DNS Lookup (address to name), DNS Lookup Interval (60 min), MAC Addresses (FC:EC:DA:28:A9:82), MAC Lookup (ip to mac), Type (unknown), and Parents. On the right, fields include Agent (default), Snmp Profile (v1-public), User Name (ubnt), Password, and checkboxes for Secure Mode (checked), Router OS, and Dude Server. A large green circle indicates the device is up, with a status of 'up' and 'Up - 1'.

Fuente: Autor. The Dude, 2021

Una vez configurados todos los equipos de la empresa el mapa de red en The Dude permite la visualización del estado, Como se evidencia en la Figura 130 y la Figura 131.

Figura 132. Visualización de caída parcial, caída total o apagada de los equipos en The Dude



Fuente: Autor. The Dude, 2021

8. INDICES DE CALIDAD DEL SERVICIO.

8.1 pregunta de las encuestas inicial y la encuesta final	132
8.2 Resultados y comparación entre la encuesta inicial y la encuesta final).....	134

Con la implementación de las herramientas de monitoreo The Dude y Zabbix la empresa Link Network puede ahora mantener al día su red, así como conocer el tipo de alertas más frecuentes de esta durante cierto periodo de tiempo, permitiendo así, cada día la optimización más eficiente de la red y un correcto funcionamiento de esta, claro está que se puede y se debe mejorar mucho más, con el objetivo de que sus usuarios sean los más beneficiados y se encuentre muy satisfechos con el servicio prestado.

Con los sistemas de monitoreo no solo mejora calidad del servicio al poder evidenciar las horas y días más críticos de la red en determinado momento para realizar sus respectivas modificaciones con el fin de mitigar tales acontecimientos, si no que mejora la confianza en sí misma de la empresa al poder tener un control en casi en tiempo real de los estados de la red, así como sus posibles afectaciones para a la hora de realizar mantenimiento correctivos o preventivos sean muchos más rápidos y eficientes, pues ya estos pueden trabajar directamente sobre la posible afectación y no tener que revisar toda una estación o parte de la red en busca de la posible causa del error o afectación.

8.1. Pregunta de las encuestas inicial y la encuesta final

Lo anterior y con el objetivo de mejorar la calidad del servicio de los usuarios se implementan los sistemas, pero surge el cómo evidenciar ese pequeño o gran cambio de la prestación del servicio, por ello al inicio de la realización del proyecto se realiza una pequeña encuesta a una muestra de una población de personas el cual tenían el servicio de internet con la empresa para obtener datos de aceptación por parte de estos usuarios hacia el servicio y nivel de satisfacción de estos.

Así con el objetivo de poder realizar una comparación al final se vuelven a encuestar la mayor parte de personas de los encuestados inicialmente para denotar si los clientes notaron una mejoría en la red o en su defecto un declive de esta, así se presenta la misma encuesta tiempo después de realizadas las respectivas mejoras y adecuaciones, esto teniendo en cuenta que el número de clientes a aumentado significativamente durante un periodo de tiempo relativamente corto.

La encuesta realizada contiene las siguientes preguntas:

- ¿Con que dispositivos usted se conecta usualmente?
 - Teléfono móvil
 - Laptop
 - Tablet
 - Otros

- ¿Cuándo usted se conecta al internet desde cualquiera de los dispositivos anteriores, su conexión, y el tiempo de la misma, es satisfactorio?
(Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”.)
 - 5
 - 4

- 3
- 2
- 1
- 0

➤ ¿Ha recomendado usted nuestro servicio de internet inalámbrico a otras personas?

- Si
- No

➤ ¿Cuándo realiza usted llamadas o video llamadas estas se entre cortan el audio, video o no permite la realización de la llamada?

(Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”.)

- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0

➤ Cuando requiere soporte técnico este es sencillo de solicitar y su tiempo de ejecución es eficiente?

(Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”.)

- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0

- ¿Qué le ha parecido la relación entre la calidad ofrecida y el precio?
(Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”.)
 - 5
 - 4
 - 3
 - 2
 - 1
 - 0
 -

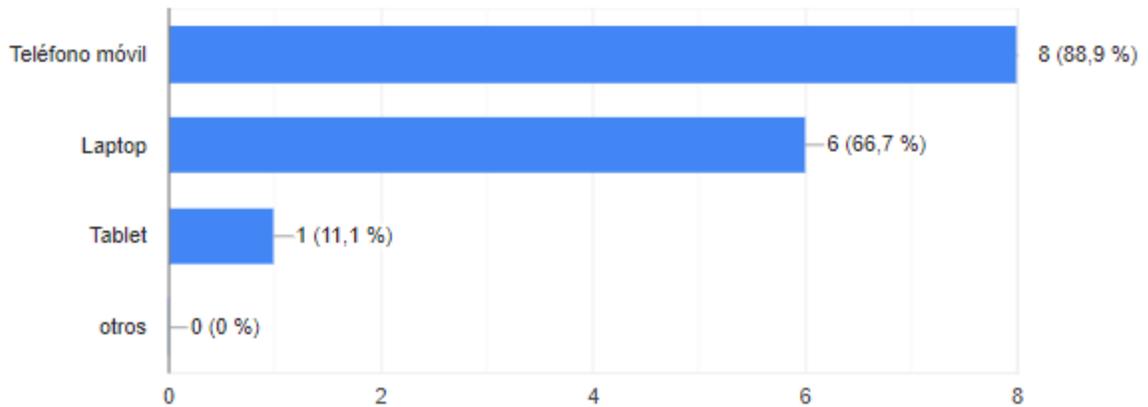
- En general, cuando estas en redes sociales la velocidad cargado de imágenes, videos, audios, texto es satisfactorio?
(Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”.)
 - 5
 - 4
 - 3
 - 2
 - 1
 - 0

8.2. Resultados y comparación entre la encuesta inicial y la encuesta final)

De un total de 9 encuestados desde el inicio del proyecto así como al final de este, donde los encuestados son de diferentes sectores de la red, obtuvieron los siguientes resultados a analizar.

➤ ¿Con que dispositivos usted se conecta usualmente?

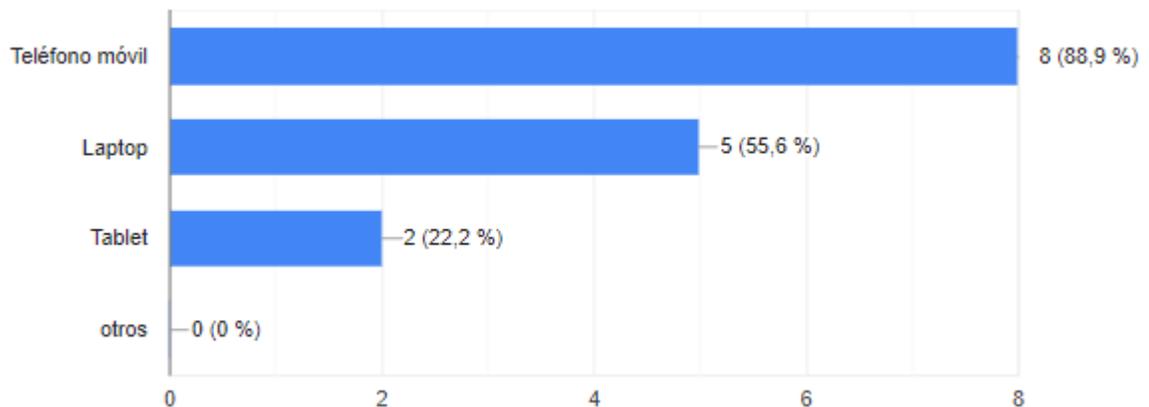
Figura 133. Resultados primera encuesta (P1)



Fuente: Autor. 2021

Se aprecia en la Figura 133 la preferencia de los usuarios en un 88.9% del uso del teléfono móvil con respecto al uso de una Laptop el cual es de 66.7% lo que en si beneficiaría a la red, si tenemos él cuenta que el consumo de una laptop es mayor al de un celular y por ultimo con un 11.1% para el uso de Tablet en la red.

Figura 134. Resultados segunda encuesta (P1)



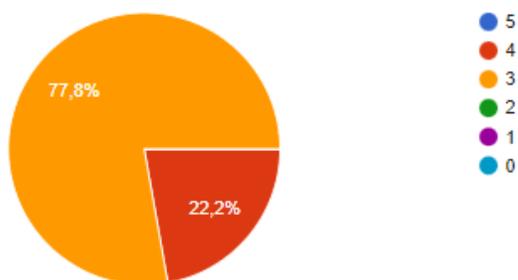
Fuente: Autor. 2021

Para los resultados de la segunda encuesta se evidencia en la Figura 134 con respecto a la primera que aumento el consumo del servicio con los dispositivos como Tablet en un 22.2% y así mismo una disminución de la uso de Laptop al 55.6%

y una estabilidad en la utilización de dispositivos móviles como mayor requerimiento con un 88.9% dando a entender el mayor uso de la red con fines de entretenimiento esto de acuerdo al tipo de dispositivos y utilidad de estos. Así como una más del 50% de la población lo utilizan con fines laborales o estudio desde sus Laptop.

- ¿Cuándo usted se conecta al internet desde cualquiera de los dispositivos anteriores, su conexión, y el tiempo de la misma, es satisfactorio?

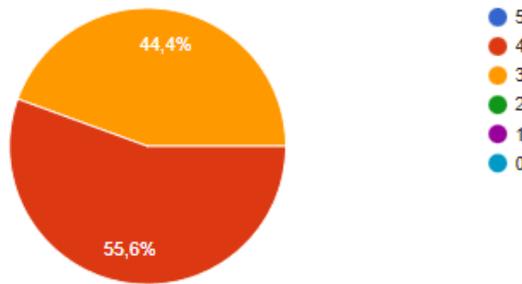
Figura 135. Resultados primera encuesta (P2)



Fuente: Autor. 2021

En la Figura 135 se evidencia la conexión y tiempo del mismo en cuanto al servicio de internet los usuarios tienen un 77.8% de neutralidad con respecto a lo preguntado con el grado de satisfacción, mientras que el 22.2% de los usuarios muestran un grado de satisfacción con respecto al servicio adquirido, siendo así evidente la necesidad de una notable mejora inmediata en la conexión de servicio de internet prestado

Figura 136. Resultados segunda encuesta (P2)

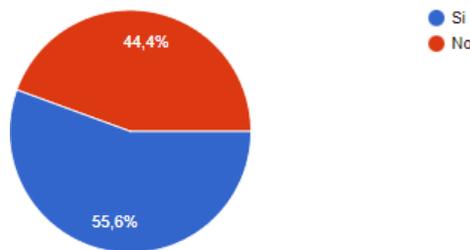


Fuente: Autor. 2021

En la Figura 136 correspondiente a la segunda encuesta realizada se evidencia una notable mejoría por parte de la empresa en la prestación del servicio, con una satisfacción del 55.6% en la conexión del servicio y el tiempo de permanencia en el, evidenciando así un aumento de 32% de satisfacción de los usuarios y un grado de neutralidad por parte de los usuarios de 44.4%.

- ¿Ha recomendado usted nuestro servicio de internet inalámbrico a otras personas?

Figura 137. Resultados primera encuesta (P3)

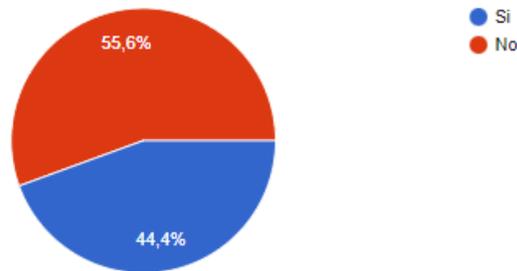


Fuente: Autor. 2021

En la Figura 137 se evidencia la aceptación de los usuarios por recomendación con un 56.6% donde han compartido con otras personas el adquirir el servicio y un 44.4% de los usuarios en que no ha recomendado el servicio de internet a otros, claro estos datos se deben tener en cuenta que son datos de

recopilación de los últimos años de prestación del servicio de la empresa equivalentes a casi cuatros años.

Figura 138. Resultados segunda encuesta (P3)

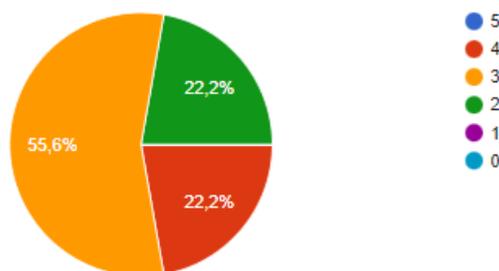


Fuente: Autor. 2021

Para la segunda encuesta como se evidencia en la Figura 138 con respecto a la primera encuesta los usuarios con un 55.6% de no recomendación del servicio y un 44.4% de recomendación del servicio, se aprecia un cambio en las estadísticas con respecto a la primera, pero esto en si no es perdida, si se tienen en cuenta que a las personas encuestadas para esta segunda vez se les pido que realizaran la evaluación solo de los últimos meses a partir de marzo del presente año, para tener así un valor más real de recomendación de servicio.

- ¿Cuándo realiza usted llamadas o video llamadas estas se entre cortan el audio, video o no permite la realización de la llamada?

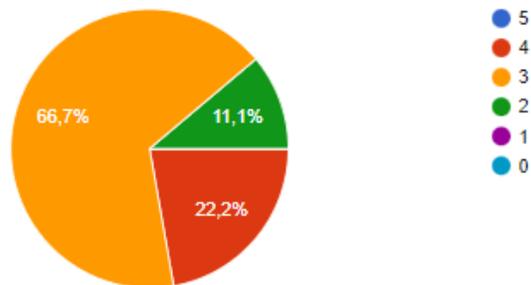
Figura 139. Resultados primera encuesta (P4)



Fuente: Autor. 2021

En la Figura 139 se evidencia que los usuarios con respecto a la preguntas presenta una neutralidad del 55.6%, una satisfacción con la llamada o audio del 22.2% de los usuarios al recurrir alguno de los servicios y un 22.2% dicen estar insatisfechos a la hora de acceder a estos servicios, pues presenta corte de audio y video en sus llamadas a través de internet, evidenciando que aún se debe mejorar la calidad y ancho de banda del servicio prestado, claro que a esto se suma el hecho de que cada usuario tiene velocidades diferentes de conexión y si va realizar llamadas y usar al mismo tiempo el servicio en otros asuntos el ancho de banda adquirido no será suficiente porque una llamada consume más ancho de banda del servicio.

Figura 140. Resultados Segunda encuesta (P4)

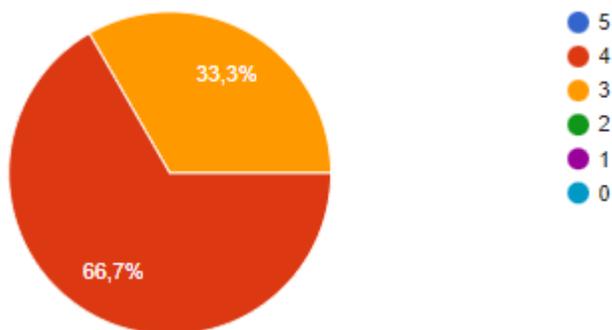


Fuente: Autor. 2021

En la Figura 140 se evidencia un aumento de neutralidad por parte de los usuarios del 66.7% en los cortes de audio o video, así como una permanecía de satisfacción de 22.2% con el servicio para la realización de este tipo de comunicaciones y una reducción comparada con los resultado de la primera encuesta del 11.1% de insatisfacción de los usuarios al usar este tipo de servicios, notando así una mejoría del 11.1% en la neutralidad del servicio.

- ¿Cuándo requiere soporte técnico este es sencillo de solicitar y su tiempo de ejecución es eficiente?

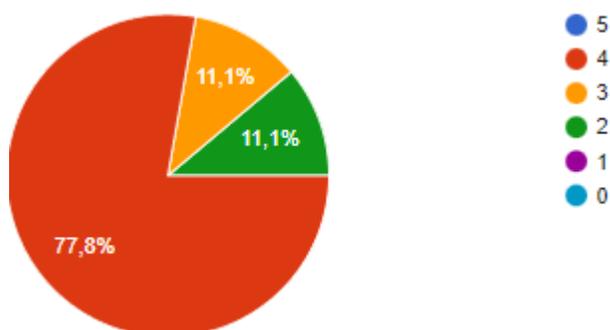
Figura 141. Resultados primera encuesta (P5).



Fuente: Autor. 2021

En la Figura 141 se evidencia que el 66.7% de los usuarios se encuentran satisfechos con el soporte técnico el cual brinda la empresa y un 33.3% de los usuarios son neutrales en tratarse del soporte técnico. A tener en cuenta de que se puede y debe reducir ese porcentaje de neutralidad para poder brindar un servicio más íntegro y de calidad a las personas, no solo ir e instalar el servicio sino dar un soporte permanente y de calidad al servicio que es lo que más ha destacado de la empresa en comparación con otras, esto según los mismo dueños y algunos usuarios la cual comentaban al respecto.

Figura 142. Resultados segunda encuesta (P5)

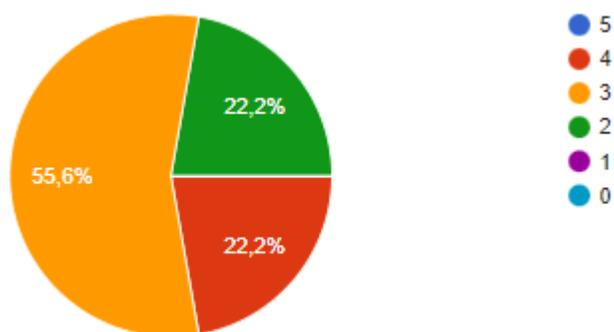


Fuente: Autor. 2021

Se evidencia una mejoría en la Figura 142 en los índices de soporte técnico realizados con una grado de satisfacción del 77.8% con respecto al obtenido en la primera encuesta con una mejora del 11.1%, así como una la neutralidad del 11.1% la cual se redujo con respecto a la primera, teniendo en cuenta que ahora presenta un 11.1% de insatisfacción por parte de los usuarios esto posiblemente en la nuevas zonas de distribución.

- ¿Qué le ha parecido la relación entre la calidad ofrecida y el precio?

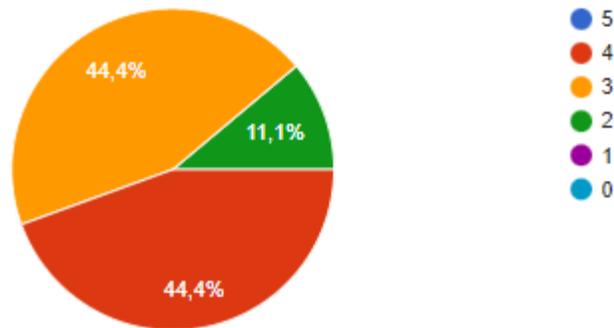
Figura 143. Resultados primera encuesta (P6)



Fuente: Autor. 2021

En la Figura 143 se evidencia la relación percibida por los usuarios entre calidad y precio del servicio con un 55.6% de neutralidad por parte de los usuarios en este tema, con aceptación de dicha relación, así como un 22.5% de insatisfacción en la relación precio-calidad del servicio y con otro 22.5% de satisfacción con respecto a la pregunta, en lo que respecta una mejora en la relación calidad-precio por parte de la empresa para así brindar mejores precios con respecto a la calidad de internet y/o con respecto a las demás empresas.

Figura 144. Resultados segunda encuesta (P6)

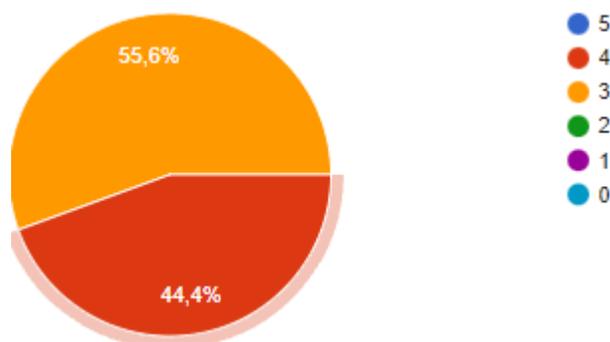


Fuente: Autor. 2021

En la segunda encuesta como se evidencia en la Figura 144, se aprecia un 11.1% grado de insatisfacción por parte de los usuarios con dicha relación, pero también se evidencia la reducción de dicho grado de insatisfacción con respecto a la primera encuesta realizada, así como una disminución del grado de neutralidad en la percepción de los usuarios a un 44.4%, que es el mismo grado que presentan los usuarios satisfechos con la relación calidad-precio en el servicio prestado, y con ello un aumento notable aceptación por parte de los usuarios.

- En general, cuando estas en redes sociales la velocidad cargado de imágenes, videos, audios, texto es satisfactorio?

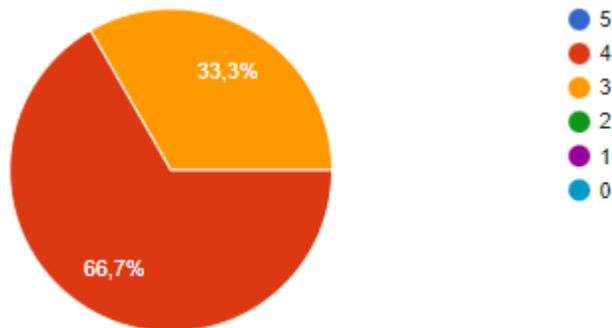
Figura 145. Resultados primera encuesta (P7)



Fuente: Autor. 2021

Como se evidencia en la Figura 145 con respecto a la pregunta tiene un nivel de satisfacción por parte de los usuarios del 44.4% con la velocidad del internet prestado y un 55.6% de neutralidad en la percepción de la velocidad del servicio, donde se puede trabajar más en mejorar los anchos de bandas del internet, así como la velocidad de conexión del mismo.

Figura 146. Resultados segunda encuesta (P7)



Fuente: Autor. 2021

En la Figura 146 se evidencia un incremento en el nivel de satisfacción de los usuarios con un 66.7% con un aumento con respecto a la anterior encuesta del 10% y una neutralidad por parte de los usuarios del 33.3% con respecto a la velocidad del internet al cargar imágenes, videos o texto en sus respectivos equipos.

La calidad del servicio prestado por la empresa con respecto al nivel de satisfacción de los clientes de la misma se vio reflejado en el aumento de un 10% aproximadamente de mejoría en el servicio de internet, esto teniendo en cuenta que la red se expandió mucho más en corto periodo gracias a las nuevas implementación de los mástiles así como puntos de distribución del servicio, además de las adecuaciones de organización efectuadas en la empresa a nivel de cableado estructurado y demás implementaciones denotadas anteriormente en este documento, Siendo este un avance significativo para la empresa y su red de servicio

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones.....	144
9.2 Recomendaciones.....	146

9.1. Conclusiones

El enfoque de monitoreo a implementar debe ser siempre el objetivo de la misma (caracterizar o medir el rendimiento de la red), no dejando a un lado que el enfoque activo agrega tráfico de red y en dependencia del ancho de banda disponible, convirtiéndose en una desventaja para la red en general.

Con la implementación de los sistemas de monitoreo, aumento la eficiencia y rapidez de la empresa a la hora de resolver problemas, ya no tienen la necesidad de que estar pendiente en todo momento de la red, si no, que en dado el caso de una caída o daño, se enteran por medio de las notificaciones vía E-mail por medio del sistema de Zabbix, el cual permite asociar equipos de diferentes marcas en su entorno, así como configurar las gráficas de datos de cada uno de los equipos asociados.

El hecho de que la empresa use bandas o frecuencias no licenciadas no implica que el uso de estas bandas libres no tengan un costo por su utilización, siendo el costo menor en comparación de las bandas licenciadas, debe pagarse a la autoridad correspondiente, esto por el hecho de que en Telecomunicaciones las empresas deben esperar y demostrar 5 años de trabajo de la empresa, para así solicitar o entrar a licitar una frecuencia licenciada, que tendrán mucho menos problemas de inferencias y demás.

Con la implementación de los sistemas de monitoreo en Duda Sever y Zabbix, nos posibilita una interfaz rápida y un historial del comportamiento de la red, la cual faculta al administrador tomar acciones preventivas y/o correctivas en el manejo futuro de esta. Así como el análisis y estadísticas de los diferentes reportes, lo que no se podría realizar sin estas herramientas de monitoreo.

The Duda inicialmente no fue pensado y/o enfocado para un registro histórico de la variables, sino como un monitoreo instantáneo de la red, así como un mapa de topología. Por lo que surge la propuesta de la monitorización con Zabbix que además de tener características presentes en The Duda, este si está enfocado en un registro histórico de variables, integración de alertas por diferentes medios tecnológicos.

Los usuarios de la red pueden aceptar o estar más o menos satisfechos con una red de alta velocidad, pero la rechazarán siempre si la red que se cae, el usuario valora más un internet lento por un lapso de tiempo determinado, pero que este no se cae. Incrementando la valoración del servicio prestado y la disminución notoria a un 25% del 38% inicial de fallas que presentaba la empresa, en lo que respecta a llamadas o quejas por parte de los usuarios que se benefician del servicio.

Con la ampliación y adecuación de las zonas principales de puntos de red, así como unos sistemas de monitoreo estables y confiables, la empresa presta actualmente su servicio de una forma más eficiente y de mejor calidad a sus clientes, lo cual se ve reflejado en el aumento de ventas de servicio por parte de la empresa, esta no realiza gran inversión en publicidad de su servicio, sino que este se vende de voz a voz, con experiencias vividas por parte de los mismos usuarios que manifiestan y recomiendan su conformidad con otros.

9.2. Recomendaciones

Los equipos de marca Ubiquiti son muy susceptibles a interferencias, lo que causa que se demoren más a la hora de conectar este tipo de tecnología con otra o con el mismo tipo de tecnología, por consiguiente el enlace con esta tecnología sea mucho más lento y demore más por parte de la empresa, a la hora de realizar una instalación.

Las sistemas de monitoreo deben permanecer actualizadas y deben estar a cargo por los administradores de la red o persona capacitada en estos sistemas, para así ir agregando los nuevos equipos e ir realizando los cambios necesarios en la red, activando los protocolos y servicios respectivos, con el fin de mantener en orden y el buen funcionamiento de la red.

Con la ampliación significativa de la red, se recomienda la actualización de la RouterBoard 3011, dado el hecho de sus características de hardware y software que esta posee, ya que estos recursos comienzan a ser ineficientes a la hora de la gestión del tráfico de paquetes de la red, provocando lentitud en la red por procesamiento de los datos, llevando a la saturación del disco duro y la memoria RAM de este. (Lopez, y otros, 2021).

Inversión servicios de automatización para rastreos y administrar servicios de clientes morosos para aliviar la carga de trabajo tanto de las personas como de la red, puesto que si se encuentra automatizado se desactivan automáticamente el servicios a dichos clientes, así como los servicios de supervisión y optimización de calidad de experiencia (QoE), pueden aplicar automáticamente límites de ancho de banda de los suscriptores y evidenciar el estado de su servicio, permitiendo el ahorro de tiempo y dinero.

10. BIBLIOGRAFÍA

- 1&1. (2021). *Digital Guide*. Obtenido de IONOS: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/wan/>
- 4Net Online. (Marzo de 2021). Obtenido de <http://www.4netonline.com/ws/wisp-acelera-tu-wisp-con-estos-10-consejos/>
- Amobile. (2021). Obtenido de Ubuqiti: from <http://amobile.com.co/ubiquiti/>
- ANE. (2021). *ANE*. Obtenido de https://portalespectro.ane.gov.co/Style%20Library/ane_master/que-es-el-espectro-radioelectrico.aspx
- Cic. (2021). *CIC Consulting Informatico*. Obtenido de <https://www.cic.es/que-es-un-nms-network-management-system/>
- Covarrubias, N. (octubre de 2021). *SYSCOM epcorn*. Obtenido de <https://soporte.syscom.mx/es/articles/1440042-ubiquiti-airmax-como-utilizar-airview-para-encontrar-el-mejor-canal>
- CRC. (2011). Obtenido de <https://www.crcorn.gov.co/resoluciones/00003502.pdf>
- Distrital, S. J. (2021). *Alcaldia Mayor De Bogota*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36913>
- EcuRed. (2021). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Radiopropagación>
- EcuRed. (2021). Obtenido de https://www.ecured.cu/Gestión_de_Red
- Gerardo, J., & Padua, S. (2018). Los recursos de red y su monitoreo. *Revista Cubana de informatica Medica*.
- IBM. (JUNIO de 2021). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/docs/es/ts4500-tape-library?topic=library-management-information-base-mib-files>
- ITU. (Agosto de 2019). *ITU*. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.525/es>
- ManafeEngine. (2021). Obtenido de <https://www.manageengine.com/networkmonitoring/what-is-snmp.html>
- Manning, T. (2009). *Microwave Radio Transmission. Design Guide*.
- Mikrotik. (2021). Obtenido de <https://mikrotik.com/aboutus>
- Mikrotik. (2021). Obtenido de The Dude: <https://mikrotik.com/thedude>
- MinTic. (28 de marzo de 2020). *MinTic*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/126375:CRC-da-cumplimiento-alDecreto-464-de-2020-y->

- establece-reglas-para-garantizar-la-continua-prestacion-de-los-servicios-
detelecomunicaciones-declarados-servicios-esenciales-por-el-Gobiern
PAESSLER. (2021). Obtenido de <https://www.paessler.com/es/it-explained/snmp>
S.L., A. y. (Agosto de 2021). *XIRIO online*. Obtenido de <https://aptica.es/que-hacemos/productos/xirio-online/>
- SITEAL*. (08 de 2018). Obtenido de https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/co_0388.pdf
- TechExpert*. (2021). Obtenido de <https://techexpert.tips/es/zabbix-es/zabbix-configuracion-de-notificacion-por-correo-electronico/>
- TelecTronica*. (2021). Obtenido de <https://www.telectronika.com/herramientas/perdida-en-el-espacio-libre/>
- Zabbix. (2021). *Capterra*. Obtenido de <https://www.capterra.com/p/135902/Zabbix-Monitoring-Solution/>
- Zabbix. (2021). *TechExpert*. Obtenido de <https://techexpert.tips/es/?s=zabbix&lang=es>

Apéndice A. Instalación del S.O. Ubuntu

Para la instalación del sistema de monitoreo Zabbix, se instala sobre Ubuntu Server 18.04 LTS, como se muestra en la Figura 147. Instalación de SO Ubuntu 18.04 LTS. El cual se instala en una máquina virtual (VMware).

Figura 147. Instalación de SO Ubuntu 18.04 LTS.



Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Inicialmente se configura el idioma de instalación del sistema operativo e instalar, para posteriormente seleccionar el idioma del teclado en español (Latinoamericano), como se muestra en la Figura 148.

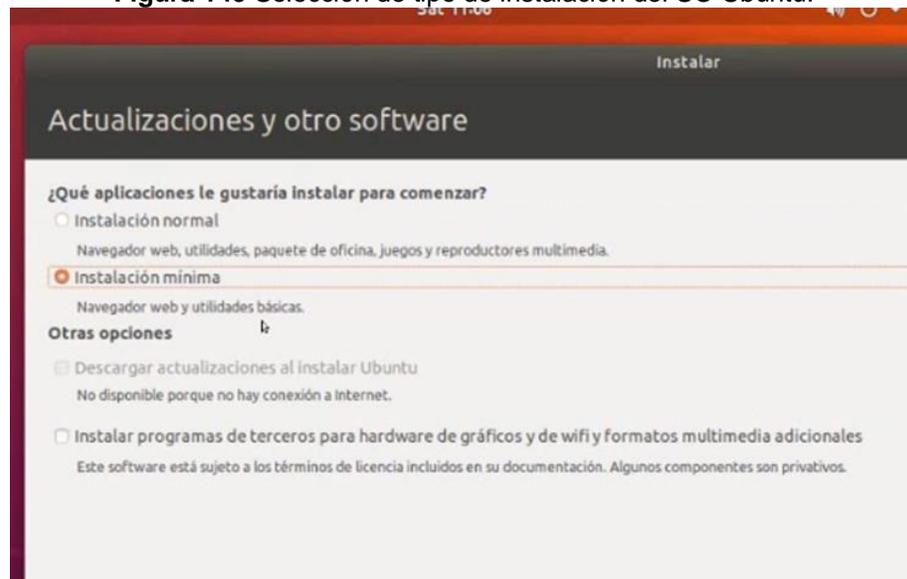
Figura 148. Selección de idioma del teclado Ubuntu.



Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Una vez seleccionado el idioma de preferencia, continuando con la instalación de tipo de instalación a realizar, así como las actualizaciones de este, como se muestra en la Figura 149.

Figura 149 Selección de tipo de instalación del SO Ubuntu.



Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

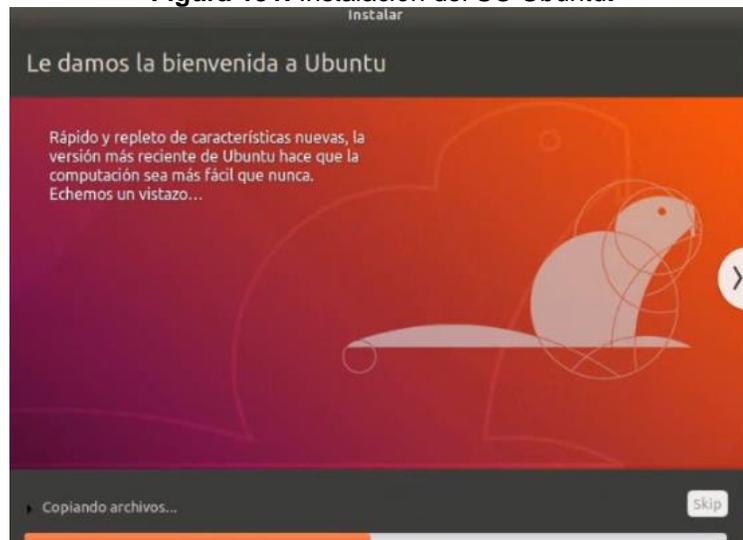
Una vez seleccionado el tipo de instalación y continuando, se selecciona la región para la configuración de la zona horaria. Posteriormente se realiza la configuración del perfil de instalación, donde se llenaran los datos de nombre, nombre del equipo, nombre de usuario y contraseña, para seleccionar continuar, como se evidencia en la Figura 150.

Figura 150. Configuración de perfil de Ubuntu.



Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Figura 151. Instalación del SO Ubuntu.



Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Ya instalado el Sistema Operativo Ubuntu, se procede a instalar el sistema de monitoreo Zabbix. Como se evidencia en la Figura 151

Apéndice B. Instalación y Configuración de Zabbix

Zabbix se monta sobre una distribución de sistema operativo Linux, como lo es Ubuntu 18.04.4 LTS obtenido de <https://www.muylinux.com/2020/02/13/ubuntu-18-04-4-lts/> que estará corriendo sobre una máquina virtual de VMware Workstation la cual nos permite tener otro sistema operativo sobre nuestro S.O principal, con la instalación de S.O Ubuntu y su respectiva configuración, se procede a descargar y configurar el sistema de monitoreo Zabbix versión 5.2 obtenido de <https://www.zabbix.com>, donde también se encuentra el instructivo de configuración del mismo. (Zabbix, TechExpert, 2021).

Inicialmente se actualiza la tabla de comandos de Ubuntu, con el comando:

sudo apt-get update

Posteriormente se instala los paquetes de acceso para maquinas remotas (Secure SHell). Con el comando: como se en la Figura 152.

sudo apt-get install openssh-server

Figura 152. Instalación de openssh-server.

```

linknetwork@linknetwork: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
linknetwork@linknetwork:~$ sudo apt-get install openssh-server
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
openssh-server ya está en su versión más reciente (1:7.6p1-4ubuntu0.3).
Los paquetes indicados a continuación se instalaron de forma automática y ya no
son necesarios.
 fonts-liberation2 fonts-opensymbol gir1.2-gst-plugins-base-1.0
 gir1.2-gstreamer-1.0 gir1.2-gudev-1.0 gir1.2-udisks-2.0
 grilo-plugins-0.3-base gstreamer1.0-gtk3 libboost-date-time1.65.1
 libboost-filesystem1.65.1 libboost-iostreams1.65.1 libboost-locale1.65.1
 libcdr-0.1-1 libclucene-contribs1v5 libclucene-core1v5 libcmis-0.5-5v5
 libcolamd2 libdazzle-1.0-0 libe-book-0.1-1 libdataserverui-1.2-2 libeot0
 libepubgen-0.1-1 libetonyek-0.1-1 libevent-2.1-6 libexiv2-14
 libfreerdp-client2-2 libfreerdp2-2 libgc1c2 libgee-0.8-2 libgexiv2-2
 libgom-1.0-0 libgpgmepp6 libgpod-common libgpod4 liblangtag-common
 liblangtag1 liblirc-client0 liblua5.3-0 libmediaart-2.0-0 libmspub-0.1-1
 libodfgen-0.1-1 libqqwing2v5 libraw16 librevenge-0.0-0 libsgutils2-2
 libssh-4 libsuitesparseconfig5 libvncclient1 libwinpr2-2 libxapian30
 libxmlsec1 libxmlsec1-nss lp-solve media-player-info python3-mako
 python3-markupsafe syslinux syslinux-common syslinux-legacy
 usb-creator-common
Utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlos.
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 83 no actualizados.
linknetwork@linknetwork:~$ sudo systemctl start sshd.service
linknetwork@linknetwork:~$ sudo systemctl enable sshd.service

```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Ahora se configuran los paquetes instalados anteriormente, se inician y miran el estatus del paquete sshd. Utilizando los comandos: Como se evidencia en la Figura 153 y Figura 154.

sudo apt-get install openssh-client

sudo systemctl start ssh.service

sudo systemctl status sshd.service

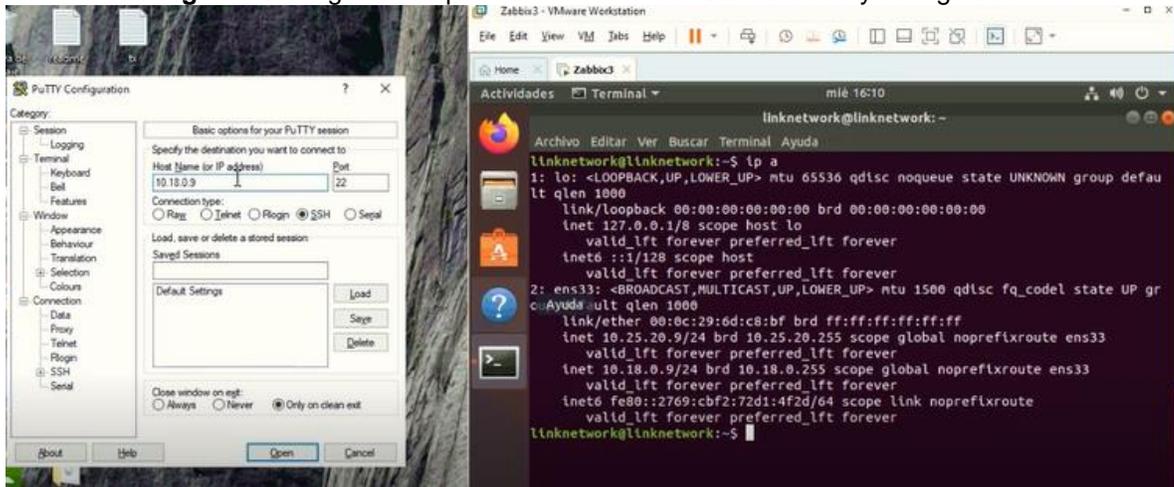
Figura 153. Comprobación de estado de sshd.service.

```
linknetwork@linknetwork: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
libepubgen-0.1-1 libetonyek-0.1-1 libevent-2.1-6 libexiv2-14
libfreerdp-client2-2 libfreerdp2-2 libglibc2 libgee-0.8-2 libgexiv2-2
libgom-1.0-0 libgpgmepp6 libgpod-common libgpod4 liblangtag-common
liblangtag1 liblirc-client0 liblua5.3-0 libmediaart-2.0-0 libmshpub-0.1-1
libodfgen-0.1-1 libqqwing2v5 libraw16 librevenge-0.0-0 libsgutils2-2
libssh-4 libsuitesparseconflg5 libvncclient1 libwinpr2-2 libxapian30
libxmlsec1 libxmlsec1-openssl lp-solve media-player-info python3-mako
python3-markupsafe syslinux syslinux-common syslinux-legacy
usb-creator-common
Utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlos.
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 83 no actualizados.
linknetwork@linknetwork:~$ sudo systemctl start sshd.service
linknetwork@linknetwork:~$ sudo systemctl enable sshd.service
Failed to enable unit: Refusing to operate on linked unit file sshd.service
linknetwork@linknetwork:~$ systemctl status sshd.service
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/ssh.service; enabled; vendor preset: ena)
   Active: active (running) since Wed 2021-04-28 16:05:15 -05; 4mn 2s ago
     Main PID: 2573 (sshd)
       Tasks: 1 (limit: 2293)
      CGroup: /system.slice/ssh.service
              └─2573 /usr/sbin/sshd -D

abr 28 16:05:15 linknetwork systemd[1]: Starting OpenBSD Secure Shell server...
abr 28 16:05:15 linknetwork sshd[2573]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
abr 28 16:05:15 linknetwork sshd[2573]: Server listening on :: port 22.
abr 28 16:05:15 linknetwork systemd[1]: Started OpenBSD Secure Shell server.
lines 1-12/12 (END)
```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Figura 154. Ingresando por acceso remoto al SO instalado y configurado.



Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

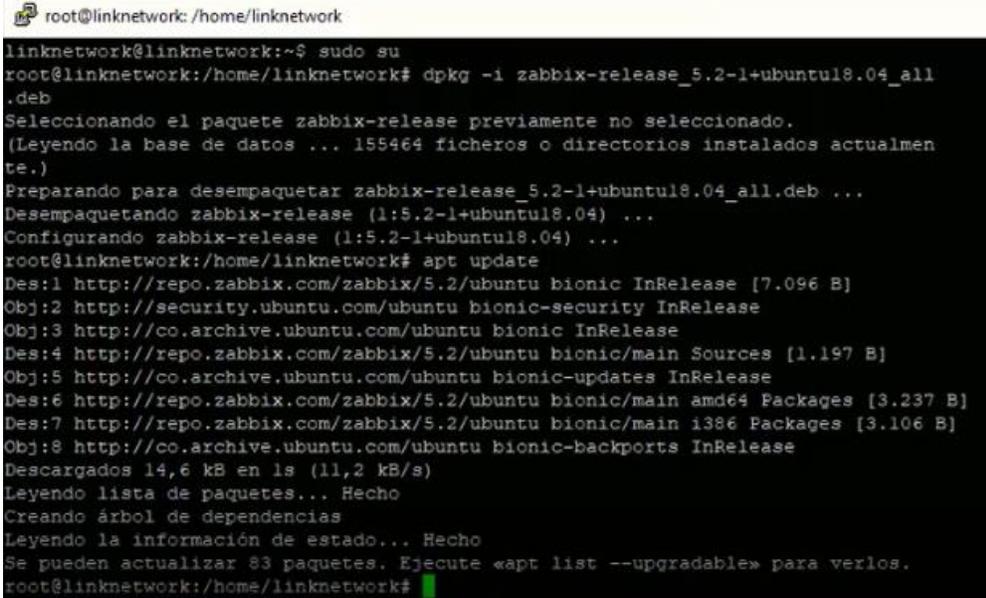
Instalando desde el acceso remoto el repositorio de Zabbix, con el comando:
Como se evidencia de la Figura 155.

```
Wget-https://repo.zabbix.com/zabbix/5.0/ubuntu/pool/main/z/zabbix-  
release/zabbix-release_5.0-1+bionic_all.deb
```

```
dpkg -i zabbix-release_5.2-1+ubuntu18.04_all.deb
```

```
apt update
```

Figura 155. Instalación de repositorio de Zabbix por medio de PuTTY.

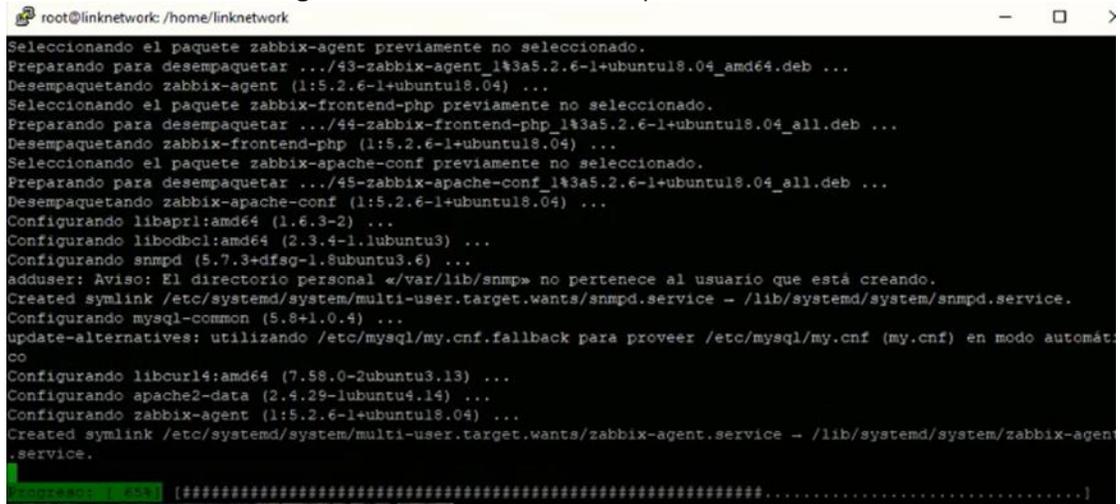


```
root@linknetwork: /home/linknetwork  
linknetwork@linknetwork:~$ sudo su  
root@linknetwork:/home/linknetwork# dpkg -i zabbix-release_5.2-1+ubuntu18.04_all  
.deb  
Seleccionando el paquete zabbix-release previamente no seleccionado.  
(Leyendo la base de datos ... 155464 ficheros o directorios instalados actualmen  
te.)  
Preparando para desempaquetar zabbix-release_5.2-1+ubuntu18.04_all.deb ...  
Desempaquetando zabbix-release (1:5.2-1+ubuntu18.04) ...  
Configurando zabbix-release (1:5.2-1+ubuntu18.04) ...  
root@linknetwork:/home/linknetwork# apt update  
Des:1 http://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu bionic InRelease [7.096 B]  
Obj:2 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security InRelease  
Obj:3 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic InRelease  
Des:4 http://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu bionic/main Sources [1.197 B]  
Obj:5 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates InRelease  
Des:6 http://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu bionic/main amd64 Packages [3.237 B]  
Des:7 http://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu bionic/main i386 Packages [3.106 B]  
Obj:8 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-backports InRelease  
Descargados 14,6 kB en 1s (11,2 kB/s)  
Leyendo lista de paquetes... Hecho  
Creando árbol de dependencias  
Leyendo la información de estado... Hecho  
Se pueden actualizar 83 paquetes. Ejecute «apt list --upgradable» para verlos.  
root@linknetwork:/home/linknetwork#
```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Con el comando **apt list --upgradable**, se actualizan e instalan todos los paquetes faltante del repositorio de Zabbix. Como lo muestra la Figura 156.

Figura 156. Actualización de repositorios Zabbix.

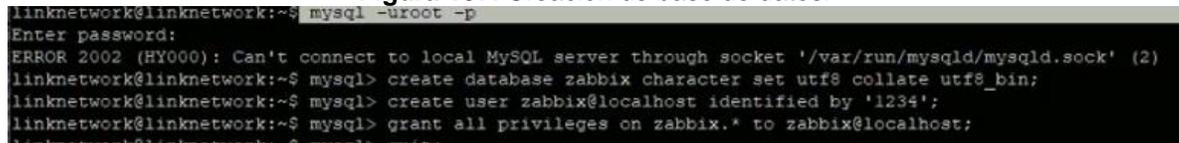


```
root@linknetwork: /home/linknetwork
Seleccionando el paquete zabbix-agent previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar .../43-zabbix-agent_1%3a5.2.6-1+ubuntu18.04_amd64.deb ...
Desempaquetando zabbix-agent (1:5.2.6-1+ubuntu18.04) ...
Seleccionando el paquete zabbix-frontend-php previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar .../44-zabbix-frontend-php_1%3a5.2.6-1+ubuntu18.04_all.deb ...
Desempaquetando zabbix-frontend-php (1:5.2.6-1+ubuntu18.04) ...
Seleccionando el paquete zabbix-apache-conf previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar .../45-zabbix-apache-conf_1%3a5.2.6-1+ubuntu18.04_all.deb ...
Desempaquetando zabbix-apache-conf (1:5.2.6-1+ubuntu18.04) ...
Configurando libapr1:amd64 (1.6.3-2) ...
Configurando libodbc1:amd64 (2.3.4-1.lubuntu3) ...
Configurando snmpd (5.7.3+dfsg-1.8ubuntu3.6) ...
adduser: Aviso: El directorio personal «/var/lib/snmp» no pertenece al usuario que está creando.
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/snmpd.service - /lib/systemd/system/snmpd.service.
Configurando mysql-common (5.8+1.0.4) ...
update-alternatives: utilizando /etc/mysql/my.cnf.fallback para proveer /etc/mysql/my.cnf (my.cnf) en modo automático
Configurando libcurl4:amd64 (7.58.0-2ubuntu3.13) ...
Configurando apache2-data (2.4.29-1ubuntu4.14) ...
Configurando zabbix-agent (1:5.2.6-1+ubuntu18.04) ...
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/zabbix-agent.service - /lib/systemd/system/zabbix-agent.service.
```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Creación de la base de datos y usuario para Zabbix, como lo evidencia la Figura 157.

Figura 157. Creación de base de datos.



```
linknetwork@linknetwork:~$ mysql -uroot -p
Enter password:
ERROR 2002 (HY000): Can't connect to local MySQL server through socket '/var/run/mysqld/mysqld.sock' (2)
linknetwork@linknetwork:~$ mysql> create database zabbix character set utf8 collate utf8_bin;
linknetwork@linknetwork:~$ mysql> create user zabbix@localhost identified by '1234';
linknetwork@linknetwork:~$ mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
linknetwork@linknetwork:~$ mysql> quit;
```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Con la actualización de todos los archivos y comandos, con el comando de la Figura 158 y la Figura 159.

Figura 158. Actualización de comandos.

```

root@linknetwork: /home/linknetwork
linknetwork@linknetwork:~$ sudo su
root@linknetwork:/home/linknetwork# sudo apt-get update && sudo apt-get dist-upgrade
Obj:1 http://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu bionic InRelease
Des:2 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security InRelease [88,7 kB]
Obj:3 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic InRelease
Des:4 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates InRelease [88,7 kB]
Des:5 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security/main amd64 DEP-11 Metadata [48,5 kB]
Des:6 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-backports InRelease [74,6 kB]
Des:7 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security/universe amd64 DEP-11 Metadata [60,3 kB]
Des:8 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security/multiverse amd64 DEP-11 Metadata [2.464 B]
Des:9 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 DEP-11 Metadata [294 kB]
Des:10 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/universe amd64 DEP-11 Metadata [289 kB]
Des:11 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/multiverse amd64 DEP-11 Metadata [2.468 B]
Des:12 http://co.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-backports/universe amd64 DEP-11 Metadata [9.288 B]
Descargados 959 kB en 2s (483 kB/s)

```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Figura 159. Actualización de comandos.

```

root@linknetwork:/home/linknetwork# sudo apt-get install mysql-server
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Los paquetes indicados a continuación se instalaron de forma automática y ya no son necesarios.
 fonts-liberation2 fonts-opensymbol girl.2-gst-plugins-base-1.0 girl.2-gstreamer-1.0 girl.2-gudev-1.0
 girl.2-udisks-2.0 grilo-plugins-0.3-base gstreamer1.0-gtk3 libboost-date-time1.65.1 libboost-filesystem1.65.1
 libboost-iostreams1.65.1 libboost-locale1.65.1 libcdr-0.1-1 libclucene-contribs1v5 libclucene-core1v5
 libcmis-0.5-5v5 libcoolamd2 libdazzle-1.0-0 libe-book-0.1-1 libdataserverui-1.2-2 libeat0 libepubgen-0.1-1
 libetonyek-0.1-1 libexiv2-14 libfreerdp-client2-2 libfreerdp2-2 libgcl2 libgee-0.8-2 libgeexiv2-2 libgom-1.0-0
 libgpgmepp6 libgpod-common libgpod4 liblangtag-common liblangtag1 liblirc-client0 liblua5.3-0 libmediaart-2.0-0
 libmtpub-0.1-1 libodfgen-0.1-1 libqwing2v5 libraw16 librevenge-0.0-0 libsgutils2-2 libsuitesparseconfig5
 libvncclient1 libwinpr2-2 libxapian30 libxmlsec1 libxmlsec1-ns5 lp-solve media-player-info python3-mako
 python3-markupsafe syslinux syslinux-common syslinux-legacy usb-creator-common
Utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlos.
Se instalarán los siguientes paquetes adicionales:
 libevent-core-2.1-6 libhtml-template-perl mysql-server-5.7 mysql-server-core-5.7
Paquetes sugeridos:
 libipc-sharedcache-perl mailx tinyca
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
 libevent-core-2.1-6 libhtml-template-perl mysql-server mysql-server-5.7 mysql-server-core-5.7
0 actualizados, 5 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 10,5 MB de archivos.
Se utilizarán 93,3 MB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar? [S/n]

```

Fuente: Autor. Ubuntu, 2021

Configuración en la web de Zabbix

Ingresando en la web la configuración ip realizada durante el proceso anterior, obtenemos la interfaz Web de ZABBIX donde se trabajara el sistema de monitoreo. Una vez ingresada la ip, como nos muestra la Figura 160.

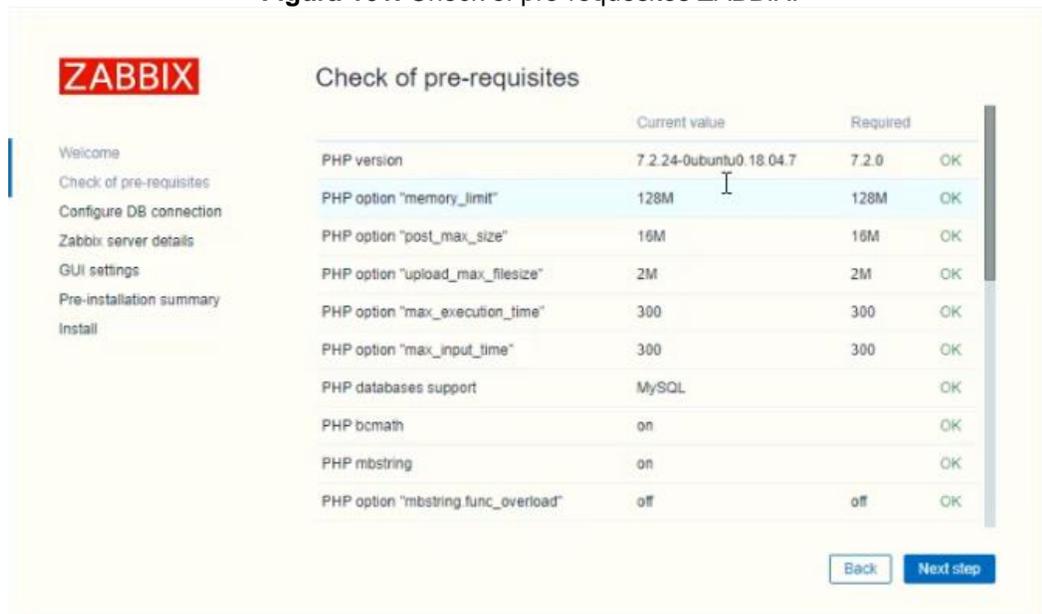
Figura 160. Configuración ZABBIX Web.



Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Una vez seleccionado el idioma, en la siguiente pantalla nos muestra la verificación del estado de los requisitos del sistema instalada, estén correctamente, siendo así aparecerán todos en OK. Como lo muestra la Figura 161.

Figura 161. Check of pre-requisites ZABBIX.



Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Continuando rellenamos los parámetros configurados anteriormente para la base de datos, como lo muestra la Figura 162.

Figura 162. Configure DB connection.

ZABBIX

Configure DB connection

Please create database manually, and set the configuration parameters for connection to this database. Press "Next step" button when done.

Database type:

Database host:

Database port: 0 - use default port

Database name:

Store credentials in: Plain text HashiCorp Vault

User:

Password:

Database TLS encryption: Connection will not be encrypted because it uses a socket file (on Unix) or shared memory (Windows).

Licensed under GPL v2

Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Al terminar de llenar los datos y continuar, ahora muestra los datos del server ZABBIX, la cual ya se había configurado previamente, como lo muestra la Figura 163.

Figura 163. Zabbix server details.

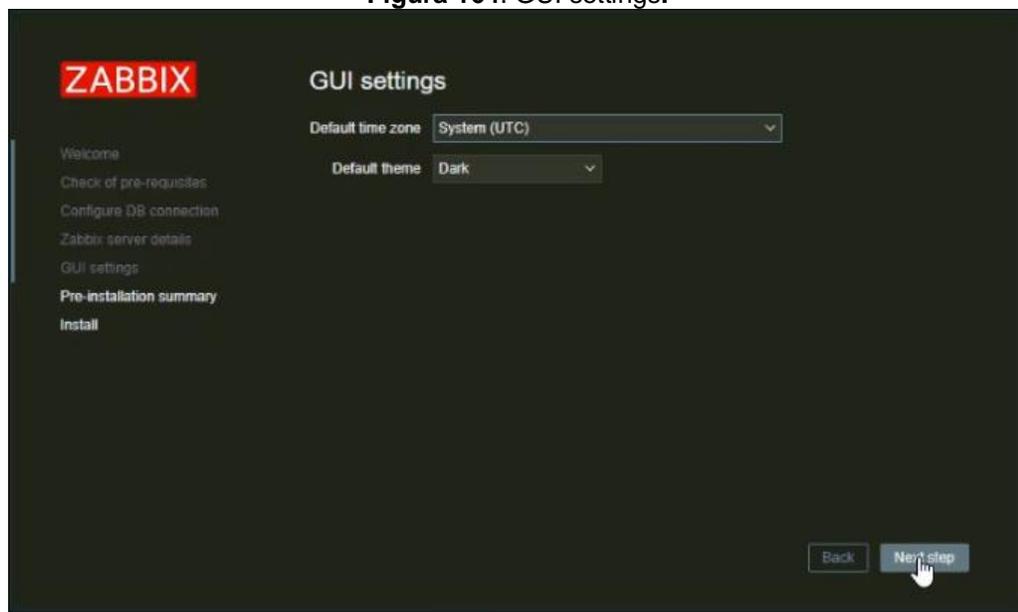


The screenshot shows the 'Zabbix server details' configuration page. On the left is a navigation menu with the ZABBIX logo at the top and the following items: Welcome, Check of pre-requisites, Configure DB connection, Zabbix server details (highlighted), GUI settings, Pre-installation summary, and Install. The main content area is titled 'Zabbix server details' and contains the instruction: 'Please enter the host name or host IP address and port number of the Zabbix server, as well as the name of the installation (optional)'. Below this are three input fields: 'Host' with 'localhost', 'Port' with '10051', and 'Name' which is empty. At the bottom right are 'Back' and 'Next step' buttons.

Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

164. Selecciona el color de interfaz para el sistema, como lo muestra la Figura

Figura 164. GUI settings.

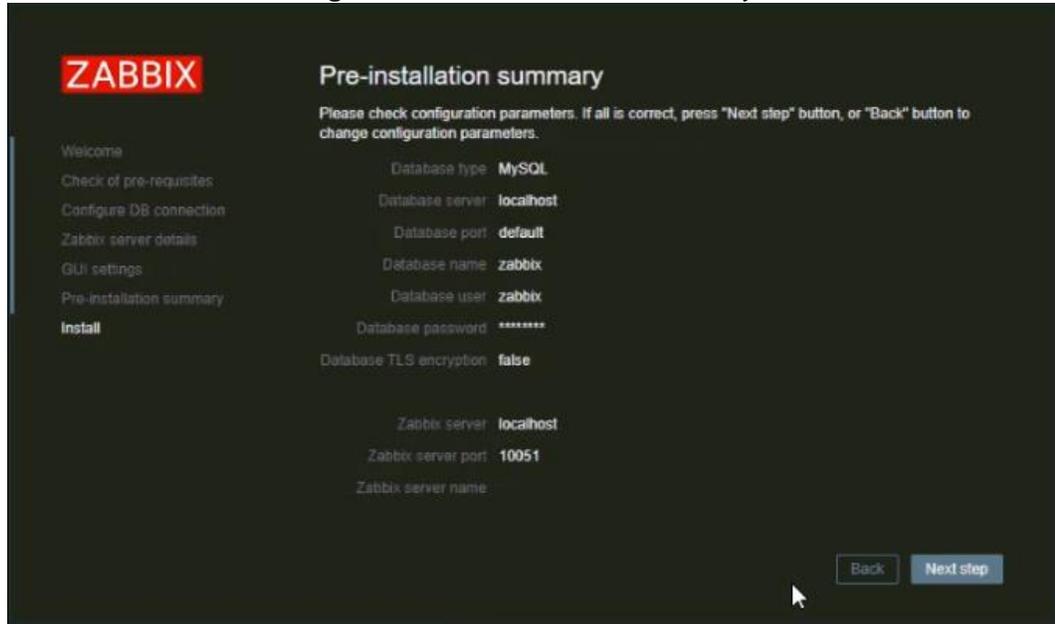


The screenshot shows the 'GUI settings' configuration page. On the left is a navigation menu with the ZABBIX logo at the top and the following items: Welcome, Check of pre-requisites, Configure DB connection, Zabbix server details, GUI settings (highlighted), Pre-installation summary, and Install. The main content area is titled 'GUI settings' and contains two dropdown menus: 'Default time zone' set to 'System (UTC)' and 'Default theme' set to 'Dark'. At the bottom right are 'Back' and 'Next step' buttons, with a mouse cursor pointing at the 'Next step' button.

Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Para completar la instalación nos presentara todos los datos del servidor de Zabbix, como lo muestra la Figura 165.

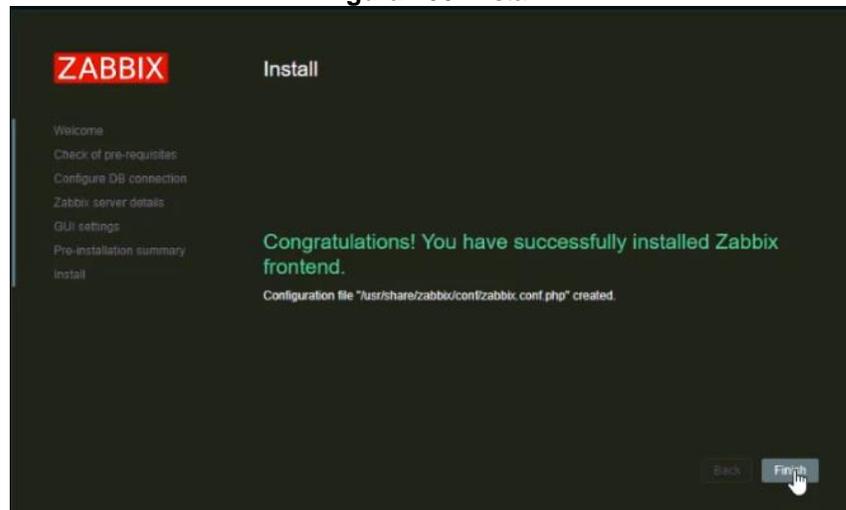
Figura 165. Pre-installations summary.



Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021

Si todo ha quedado correcto, nos muestra la siguiente Figura 166.

Figura 166. Install.



Fuente: Autor. Web Zabbix, 2021