

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA:**  
**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIEROS ELECTRÓNICOS**

**TEMA:**  
**DISEÑO DE UNA RED WAN PARA INTERCONECTAR LAS EMPRESAS DE**  
**LA FUNDACIÓN FAMILIA SALESIANA SALINAS UTILIZANDO EQUIPOS**  
**MIKROTIK**

**AUTORES:**  
**CHRISTIAN ANDRÉS LÓPEZ COBOS**  
**MARIO ALBERTO ROBALINO VÁSCONEZ**

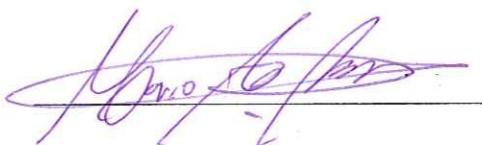
**TUTOR:**  
**LENIN WLADIMIR AUCATOMA GUAMÁN**

**Quito, febrero de 2018**

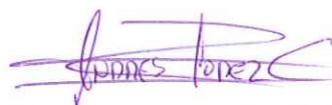
## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Mario Alberto Robalino Vásconez y Christian Andrés López Cobos, con documentos de identificación N° 0802745190 y N° 1720690062 respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO DE UNA RED WAN PARA INTERCONECTAR LAS EMPRESAS DE LA FUNDACIÓN FAMILIA SALESIANA SALINAS UTILIZANDO EQUIPOS MIKROTIK”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Electrónicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Mario Alberto Robalino Vásconez  
C.I. 0802745190



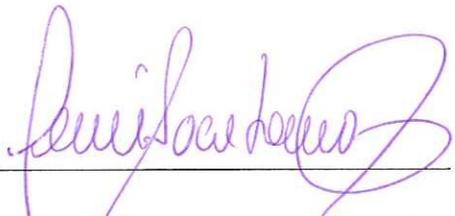
Christian Andrés López Cobos  
C.I. 1720690062

Quito, febrero de 2018.

## DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico “DISEÑO DE UNA RED WAN PARA INTERCONECTAR LAS EMPRESAS DE LA FUNDACIÓN FAMILIA SALESIANA SALINAS UTILIZANDO EQUIPOS MIKROTIK”, realizado por Mario Alberto Robalino Vásquez y Christian Andrés López Cobos, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, febrero de 2018.

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Lenin Wladimir Aucatoma Guamán', written over a horizontal line.

Lenin Wladimir Aucatoma Guamán  
C.I. 1717985830

DEDICADO

*A*

*Mi Madre*

*Cuyo espíritu fuerte y gentil me enseñó a confiar en Dios, creer en mí mismo y luchar por todos mis sueños.*

*A*

*Mi Padre*

*Por creer en mí, sacrificándose desinteresadamente en donde otros hubieran perdido la fe.*

*A*

*Mi Abuelita*

*Quien me recibió en su hogar para que pueda estudiar la universidad, pero la vida no me permitió agradecerle por su inmenso apoyo.*

*A*

*Mis Hermanos*

*A quienes amo, respeto y han sido parte de la fortaleza que necesite para llegar hasta aquí a pesar de que los extraño por no tenerles cerca*

*A*

*Mi sobrina Sophia*

*Quien me pidió que acabe rápido "mis deberes" para poder jugar y*

*A*

*Mi sobrino Estephano*

*La sonrisa más tierna cuando me dice tii*

## DEDICATORIA

*Este trabajo de titulación se lo dedico, en primer lugar, a Dios por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante y especial en mi vida profesional, por brindarme salud para lograr mis objetivos, además de su gracia, bondad y amor; ya que sin él nada es posible en esta vida.*

*A mi madre, por siempre haber estado en buenos y malos momentos, en el día y la noche ya que es el ser más importante en mi vida que con su apoyo y amor siempre supo ayudarme a levantar de las múltiples caídas que la vida me ha dado, a perseverar mis metas, me enseñó a que nada es fácil y me demostró que con su ejemplo de arduo trabajo y tenaz lucha la vida es más llevadera.*

*A mi padre que a pesar de la distancia siempre estuvo pendiente con sus consejos y con su apoyo en todo lo que necesité, gracias por sus regaños, halagos y rizas. Muchos de ellos se me hacían difícil de entender, pero cada uno llega en su momento para poder entenderlos y hoy sé que fueron por mi bien porque sé que quería que sea un hijo de Dios.*

*A mi novia mujer de fe que llegó a mi vida y se convirtió en mi apoyo incondicional en la culminación de mi carrera universitaria, gracias por soportar cada mal momento vivido pero todo sacrificio tiene su recompensa. A mi hija que para la ceremonia de grado ya estará en mis brazos, mi pedacito de vida por ser ese motor de arranqué que le hacía falta a mi vida.*

*A mis hermanas princesas de Dios que soportaron regaños, malas caras y que a pesar de eso estuvieron ayudándome con sus consejos las quiero mucho y anhelo que igual sigan cumpliendo sus metas.*

*A toda mi familia, porque siempre han estado pendiente con su apoyo desinteresado e incondicional en especial a mis abuelitas que las amo con todo mi corazón.*

*A Mario Robalino mi amigo de mil y una batallas, por su apoyo y consejos que sabe lo que pasamos para poder terminar el objetivo que nos planteamos, a mis compañeros universitarios con quienes nos apoyamos mutuamente en nuestra formación académica.*

## AGRADECIMIENTO

*Deseamos agradecer a nuestro tutor Lenin Aucatoma cuya ayuda, dedicación y amistad fue vital en cada paso del proceso de este proyecto. Sus enseñanzas jamás serán olvidadas.*

*Quisiéramos también mostrar nuestra gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana dado que fue en sus aulas donde se recibió el conocimiento y calidad humana destacando a excelentes profesores como Jhonny Barrera, Jorge Díaz y Verónica Soria cuyo estilo de enseñanza y entusiasmo han dejado una fuerte impresión de quienes llevaremos un agradable recuerdo de la vida universitaria.*

*Ha sido una dicha poder haber contado con el apoyo y la confianza de la Fundación Familia Salesiana Salinas, los volveremos a visitar.*

*Abarcar este proyecto requirió más que solo soporte académico y tenemos mucha gente a quien agradecer por su apoyo, consejos y tolerancia a lo largo de este tiempo. Edison López y Mauricio Vásconez quienes vertieron su tiempo y disposición para colaborarnos en Guaranda; no hay mayor dicha y honor de quien da sin esperar nada a cambio. A nuestros familiares quienes con su sonrisa, afecto, palabras y aprecio fueron el combustible de nuestro tesón para hacerles sentir orgullosos de su sangre. A nuestros amigos y amigas quienes fueron de ayuda como Valeria Tapia y otros quienes fervientemente impulsaban nuestro motor para culminar satisfactoriamente esta dura pero dulce travesía.*

*Mas importante, nada de esto pudo ser posible sin la ayuda incondicional de nuestros padres y hermanos quienes son la fluctuación térmica de este Trinquete De Brown que es nuestro coraje para vencer los obstáculos.*

*Y a tí Dios porque bendijiste nuestro caminar, resguardaste nuestro bienestar y acudiste a nuestra ayuda cada vez que aparecieron las complicaciones.*

*Mario y Christian*

## ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	ii
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Problema de estudio.....	1
1.3 Justificación del proyecto.....	2
1.4 Propuesta de solución.....	2
1.5 Metodología del proyecto.....	2
1.6 Objetivo general y específico.....	3
1.6.1 Objetivo General:.....	3
1.6.2 Objetivo Específico:.....	3
1.7 Marco Conceptual.....	3
1.7.1 Descripción de los tipos de enlaces que intervienen en un sistema de comunicación. .	3
1.7.2 Redes privadas WiFi.....	6
1.7.3 Métodos de acceso.....	7
1.7.4 Plan nacional de frecuencias.....	8
1.7.5 Selección de la banda de frecuencia.....	8
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>9</b>
<b>ESTADO INICIAL DE LA RED.....</b>	<b>9</b>
2.1 Información general.....	9
2.2 Esquema de la red inicial.....	10
2.3 Datos técnicos de las estaciones.....	12
2.4 Línea de vista de las empresas con respecto a su ubicación física.....	13
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>17</b>
<b>DISEÑO.....</b>	<b>17</b>
3.1 Diseño Propuesto.....	17

3.2 Requerimientos tecnológicos .....	20
3.2.1 Requerimientos de hardware.....	20
3.2.2 Requerimientos de software.....	23
3.2.3 Requerimientos de servicios de comunicación .....	23
3.2.4 Cuadro de costos .....	24
3.3 Relación entre el T.I.R (Tasa Interna de Retorno) y el V.A.N (Valor Actual Neto) .....	24
3.4 Modelo de depreciación.....	27
3.5 Presupuesto del enlace .....	27
3.5.1 Presupuesto del enlace Radio Salinerito – Quesera .....	27
3.5.2 Presupuesto del enlace Quesera-Radio Salinerito.....	30
3.5.3 Presupuesto del enlace Confitería-Quesera.....	31
3.5.4 Presupuesto del enlace Quesera-Confitería.....	31
3.5.5 Presupuesto del enlace Aceites Esenciales-Quesera .....	32
3.5.6 Presupuesto del enlace Quesera-Aceites Esenciales .....	32
3.5.7 Presupuesto del enlace Adulto Mayor-Quesera .....	33
3.5.8 Presupuesto del enlace Quesera-Adulto Mayor .....	33
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>34</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN</b> .....	<b>34</b>
4.1 Configuración e Instalación del enlace Aceites Esenciales-Quesera .....	34
4.1.1 Pruebas iniciales del enlace Aceites Esenciales-Quesera .....	39
4.2 Configuración e instalación del enlace Adulto Mayor-Quesera .....	40
4.2.1 Pruebas iniciales del Enlace Adulto Mayor-Quesera.....	45
CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Enlace punto a punto .....	4
Figura 1.2. Enlace punto a multipunto .....	5
Figura 1.3. Enlace punto de repetición.....	6
Figura 1.4. Enlace de cobertura .....	6
Figura 1.5. Red WiFi privada .....	7
Figura 2.6. Ubicación en Google Earth de las Empresas de interés.....	10
Figura 2.7. Red Inalámbrica de acceso a Internet y recursos a las Empresas .....	11
Figura 2.8. Quesera (Access Point) – Aceites Esenciales .....	13
Figura 2.9. Quesera (Access Point) – Adulto Mayor .....	14
Figura 2.10. Quesera (Access Point) - Confites.....	15
Figura 2.11. Quesera (Access Point) – Radio Salinerito.....	16
Figura 3.12. Propuesta de Diseño de Red Inalámbrica de acceso a Internet y recursos a las Empresas .....	18
Figura 3.13. Propuesta de Diseño de Red interna para acceso a Internet y recursos a las Empresas .....	19
Figura 3.14. Gráfica VAN vs i.....	26
Figura 3.15. Diagrama de Bloques del enlace Radio Salinerito – Quesera .....	28
Figura 3.16. Diagrama dBm vs distancia del enlace Radio Salinerito – Quesera.....	28
Figura 4.17. Configuración IP del host.....	34
Figura 4.18. Configuración de la IP del Equipo NanoLocoM5 .....	35
Figura 4.19. Configuración Wireless del Equipo Nanoloco M5.....	36
Figura 4.20. Implementación de la antena NANO locoM5 en Aceites Esenciales.....	37
Figura 4.21. Cableado utilizando la norma T568A en Aceites Esenciales .....	37
Figura 4.22. Instalación de la antena NANO locoM5.....	38
Figura 4.23. Instalación completa del AP y cableado en Aceites Esenciales .....	38
Figura 4.24. Prueba de conectividad usando ping.....	39
Figura 4.25. Conectividad del Radio Enlace Aceites esenciales-Quesera .....	40
Figura 4.26. Configuración de la IP del Equipo NanoLocoM5. ....	41
Figura 4.27. Configuración del Equipo Nanoloco M5.....	42
Figura 4.28. Implementación de la antena NANO locoM5 .....	43
Figura 4.29. Cable UTP Cat5 utilizando la norma T568A y en Adulto Mayor .....	44
Figura 4.30. Instalación de AP en Adulto Mayor .....	44
Figura 4.31. Configuración por software en Adulto Mayor.....	45
Figura 4.32. Conectividad del Radio Enlace Adulto Mayor-Quesera.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Radio Salinerito .....	12
Tabla 2.2. Radio-Oficina Matriz.....	12
Tabla 2.3. Confitería .....	12
Tabla 2.4. Quesera (Access Point).....	12
Tabla 3.5. Censo Demográfico .....	19
Tabla 3.6. Requerimientos de Hardware.....	20
Tabla 3.7. Requerimientos de software.....	23
Tabla 3.8. Requerimientos de servicios de comunicación .....	23
Tabla 3.9. Cuadro de costos .....	24
Tabla 3.10. VAN con tasa del 10%.....	25
Tabla 3.11. VAN con tasa del 60 %.....	25
Tabla 3.12. Modelo de depreciación .....	27
Tabla 3.13. Enlace Radio-Quesera.....	29
Tabla 3.14. Enlace Quesera-Radio.....	30
Tabla 3.15. Enlace Confitería-Quesera .....	31
Tabla 3.16. Enlace Quesera-Confitería .....	31
Tabla 3.17. Enlace Aceites Esenciales-Quesera .....	32
Tabla 3.18. Enlace Quesera-Aceites Esenciales .....	32
Tabla 3.19. Enlace Adulto Mayor-Quesera .....	33
Tabla 3.20. Enlace Quesera-Adulto Mayor .....	33

## RESUMEN

El presente proyecto está orientado a diseñar e implementar una solución tecnológica para solventar las falencias en la intercomunicación e interconexión al internet entre varias empresas que conforman la Fundación Familia Salesiana Salinas, lo cual ha constituido un problema que ha generado inconvenientes diversos tales como demoras en los procesos de contabilidad y la comunicación ineficiente entre los distintos niveles jerárquicos locales, regionales e internacionales; en una industria la cual sigue expandiendo su productividad y los pequeños inconvenientes empiezan a volverse grandes problemas que se materializan en pérdidas de tiempo y dinero.

Para dar una solución óptima a esta problemática se propone el diseño de una red inalámbrica centralizada a través de antenas de la marca Ubiquiti propicias para cortos alcances y routers Mikrotik basados en el núcleo Linux, cuyos propósitos fueron brindar conectividad y además gestionar el ancho de banda adecuadamente para el uso óptimo de los recursos teniendo como limitación un ancho de banda del ISP de 3MHz para todas las empresas miembro.

Adicionalmente, se implementó un cableado estructurado desde cada antena colocada hasta el usuario final de la empresa respectiva. Además, se complementó con la adecuación de APs industriales y un extensor de red para un óptimo desempeño y cobertura previendo una futura escalabilidad de la red.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se superaron los umbrales mínimos de conectividad y de calidad de los enlaces garantizando así una buena comunicación ante los diversos escenarios climáticos; la restricción inteligente del uso de Internet hacia los empleados previno el uso inadecuado de su acceso y así evitar la saturación y el colapso del uso de ancho de banda, brindando una libertad condicionada.

## ABSTRACT

The present project is focus in design and implement a technological solution to solve failures in intercommunication and interconnection to internet among several companies of the Fundación Familia Salesiana Salinas, it has become a situation for which there have been problems such as delays in: accounting and poor communication between local, regional and international hierarchies; in an industry that continues its expansion and the increase of productivity the delays start to become in such a big problem reflected in time and money.

To obtain an optimal solution to this problem we offered a centralized wireless network design with Ubiquiti brands antennas proper for a short-range need and Mikrotik routers based on the Linux kernel. So, it could give connectivity and an optimal use of the bandwidth that is limited in 3MHz provided for the ISP to all business members.

It was used structured wiring from each antenna to the end user of every company that carry out the accounting management. In addition, it was adapted industrial APs and a network extender for optimal performance and coverage, providing a future scalability of the network.

The results were satisfactory, obtaining values upper the threshold of connectivity and quality of the links, guaranteeing a good communication despite the different climatic scenarios; the restriction of inappropriate use of the Internet by employees avoid the saturation and collapse of the Internet, providing a conditioned freedom.

## INTRODUCCIÓN

La Parroquia Salinas perteneciente al Cantón Guaranda de la Provincia de Bolívar, se encuentra conformada por una población digna de admiración cuyas actividades productivas son principalmente agroindustriales y relacionadas con la fabricación de objetos artesanales mismos que se distribuyen a nivel nacional e internacional. Salinas se encuentra ubicada a una altura de 3550 msnm, lo cual determina un clima de páramo comprendido entre los 8°C y 14°C. El desarrollo económico de esta localidad tomó un nuevo rumbo a partir de los años 70 gracias a la llegada de los Salesianos, quienes a través del Padre Antonio Polo impulsaron el cooperativismo a través de la formación de Fundaciones, las mismas que formaron a numerosas microempresas de carácter comunitario, destacándose entre ellas la fábrica de quesos, la elaboración de embutidos, la secadora de hongos, la fábrica de confites, la fábrica de hilos y la artesanía con lana de alpaca. A través del tiempo, el desarrollo y expansión propios de las microempresas, entre ellas las que conforman la Fundación Familia Salesiana Salinas ha ido generando varios requerimientos de tipo tecnológicos para apoyar los procesos comunicacionales, productivos y comerciales de las entidades que conforman la Fundación. Es por esta razón que el presente proyecto se centra en el diseño de red de conectividad inalámbrica que brinde una solución eficiente para mitigar esta problemática y cuyo desarrollo se describe en este documento de la siguiente forma:

En el capítulo 1 se definen los antecedentes del Plan de Proyecto.

En el capítulo 2 se describen un estudio inicial de la red original y toda la información recopilada sobre la estructura, atributos y problemas detectados en el estudio.

El capítulo 3 se enfoca en el diseño acorde a las necesidades: económicas, geográficas, de procesamiento de información y de uso del ancho de banda para mejorar la productividad y comunicación de la Fundación.

En el capítulo 4 se documenta la implementación del diseño propuesto con la respectiva verificación de los resultados esperados.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Una de las principales causas para abordar este proyecto es que la red de la Fundación Familia Salesiana Salinas solo dispone de conectividad entre la Oficina Matriz y la Fábrica de Confites El Salinerito, mientras las otras fábricas se encuentran sin acceso a los recursos informáticos de la red. Además, la red actual posee un bajo ancho de banda contratado del servicio de internet.

¿La expansión de la red permitirá el uso adecuado de los recursos de Internet y el acceso de los grupos Fundación Familia Salesiana Salinas a la red?

### **1.2 Problema de estudio**

La Parroquia Salinas perteneciente a la Provincia de Bolívar, está actualmente conformada por 28 comunidades aledañas distribuidas en un territorio de 440 km<sup>2</sup>, con diferentes altitudes que van desde los 800 msnm hasta los 4150 msnm. Las comunidades más bajas son Chazojuan a 800 msnm y La Libertad a 850 msnm y las más altas son Rincón de los Andes y Natahua a más de 4000 msnm. Hasta el año de 1970 solo existían los recintos de Chazojuan y Mulidiahuan.

La Fundación Familia Salesiana Salinas es un organismo de ayuda social que realiza diferentes actividades productivas con las comunidades señaladas, dependiendo de su ubicación, comunicaciones, clima y orografía, entre otros factores. En 27 comunidades existen queseras, y en casi todas existe una cooperativa, una casa comunal, lo cual genera fuentes de trabajo comunitario.

Actualmente, se dispone de una red que provee el servicio de Internet entre la Oficina Matriz y la Fábrica de Confites El Salinerito, pero las condiciones ambientales del sector no son apropiadas lo que provoca degradación en la señal de los enlaces, así mismo la falta de centralización de los datos ocasiona un retardo al momento de realizar la facturación ya que las diferentes áreas se encuentran aisladas. Por otra parte, el servicio

de Internet es de baja calidad por lo cual ocasiona una mala gestión de los recursos de la red.

### **1.3 Justificación del proyecto**

La Fundación Familia Salesiana Salinas constituye un organismo de ayuda social que forma parte de la Universidad y por ello se ha solicitado la colaboración para atender las necesidades tecnológicas requeridas mediante el diseño de una red WAN que permita la centralización de la información y un control del uso del ancho de banda, consiguiendo que todas las empresas comunitarias que forman parte de la Fundación Familia Salesiana Salinas tengan acceso a la información sin necesidad de movilización. Este proyecto busca mejorar los procesos dinámicos de trabajo desarrollados por sus empleados y la comunidad, además de optimizar el uso de los recursos de Internet para evitar saturación y dando gestión al uso equitativo entre las distintas empresas que la conforman.

### **1.4 Propuesta de solución**

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se propone iniciar con la caracterización de la red y el diagnóstico de los enlaces a través de una encuesta de sitio técnica (Technical Site Survey). Posteriormente se propondrá el diseño de la red WAN usando equipos MIKROTIK, se implementará de acuerdo a las necesidades de la Fundación Familia Salesiana Salinas en la empresa de Aceites Esenciales y Adulto Mayor dos antenas respectivamente con mira a la empresa de la Quesera para enlazarse, dando calidad de servicio con clasificación y diferenciación de tráfico para un ancho de banda útil del cual dispone la red actual, además se implementará listas de control de acceso (ACL) para un control de tráfico entre las distintas áreas. Se realizará pruebas del comportamiento de la red en horas pico de acceso.

### **1.5 Metodología del proyecto**

- Método deductivo: Desarrollo del marco teórico.

Método PPDIOO (Cisco) desarrollado para el diseño de redes interconectadas que consiste en:

- Fase de preparación: Realizar un TSS (Technical Site Survey, el mismo que se encuentra como anexo) para determinar si la infraestructura de la red cumple con estándares de cableado estructurado. Además, hacer un análisis de rendimiento de la red para determinar compatibilidad y funcionalidad en los enlaces alámbricos e inalámbricos para la red propuesta.
- Fase de planificación: Detallar e identificar la red existente.
- Fase de diseño: Diseñar la red de acuerdo a los requerimientos iniciales y datos adicionales recogidos durante el análisis de la red existente.
- Fase de implementación: Construir la red de acuerdo al diseño aprobado
- Fase de operación: Verificación de la operación inicial de la red y monitoreo.

## **1.6 Objetivo general y específicos**

### **1.6.1 Objetivo General:**

Diseñar una red WAN de operación para la interconexión de las empresas de la Fundación Familia Salesiana Salinas.

### **1.6.2 Objetivo Específico:**

- a) Determinar la situación inicial de la red WAN de la Fundación Familia Salesiana Salinas.
- b) Extender la red WAN para brindar acceso a los usuarios que conforman la Fundación Familia Salesiana Salinas mediante el servicio de Internet.
- c) Verificar el funcionamiento del diseño propuesto mediante la implementación parcial de la red WAN en base a la medición de indicadores de calidad.

## **1.7 Marco Conceptual**

### **1.7.1 Descripción de los tipos de enlaces que intervienen en un sistema de comunicación**

#### **a. Enlace punto a punto (PTP)**

Las redes punto a punto se las usan para una arquitectura específica de red en la que cada canal de datos se usa para la comunicación de dos nodos. Una conexión punto a punto se puede crear a partir de AP (Access Point) y CPE (Customer Premises Equipment),

dependiendo del diseño de red. Una conexión punto a punto muy simple es utilizando dos CPE ya que cuentan con antenas direccionales integradas. (González, 2015)

El enlace que interconecta los nodos de la red punto a punto se lo puede clasificar en tres tipos según en el sentido que se realiza la comunicación que transporta. (Matt, 2017)

**Simplex:** La comunicación solo se efectúa en un solo sentido.

**Half-Dúplex:** La comunicación se realiza en ambos sentidos, pero en forma alternada, esto quiere decir solo uno puede transmitir en un instante dado, no trasmite los dos en al mismo tiempo.

**Full-Dúplex:** La comunicación se la puede realizar en ambos sentidos.

Figura 1.1. Enlace punto a punto



Conexión punto a punto, Fuente: (González, 2015)

### **b. Enlaces punto a multipunto (PMTP)**

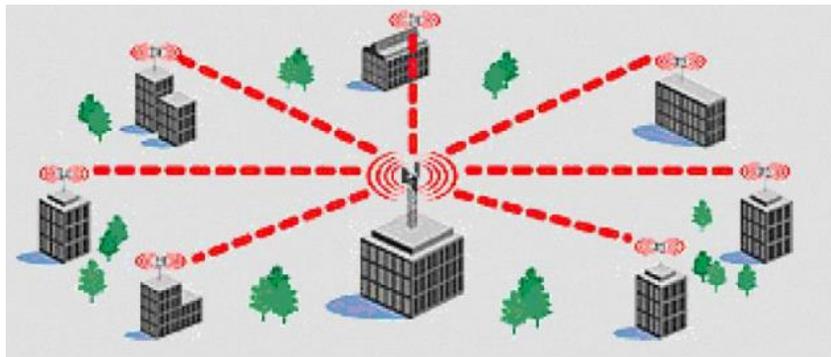
Las redes punto a multipunto ofrecen varias rutas desde una ubicación única hacia varios lugares. Punto a multipunto se lo puede abreviar como P2MP, PTMP, o PMP. (González, 2015)

La red punto a multipunto en telecomunicaciones se usa muy a menudo en una conexión inalámbrica a Internet y en telefonía a través de radiofrecuencias de giga hercios. Los sistemas PMP se los han diseñado como conexiones únicas y bidireccionales. El sistema utiliza una multiplicación por división de tiempo para permitir el regreso del tráfico puesto que una antena o varias antenas reciben emisiones de ondas electromagnéticas de varias antenas. (MTM, 2012)

Tipos de conexiones punto a multipunto:

- Estrella: Un host se conecta varias terminales remotas.
- Bus: Un medio de comunicaciones en común que conecta a varias estaciones remotas.
- Anillo: Todas las terminales se conectan a un mismo medio (cable).
- Malla: Conexión más usada en centrales telefónicas todas las terminales se encuentran conectadas entre sí.

Figura 1.2. Enlace punto a multipunto



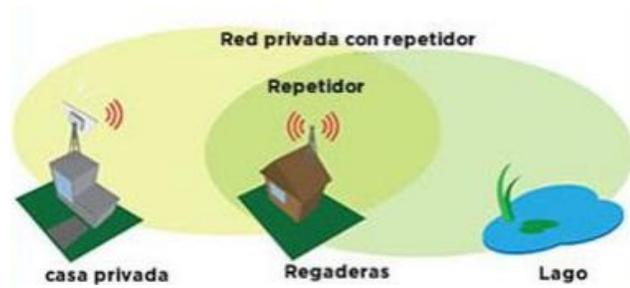
Conexión punto a multipunto, Fuente: (González, 2015)

### c. Enlace punto de repetición

Un repetidor trabaja como una estación y un AP al mismo tiempo, se lo utiliza para expandir la zona inalámbrica tomando la señal de una base de AP y transmitir a las áreas no cubiertas. Este tipo de cobertura se puede incrementar sin usar un enlace adicional. (Silva, 2012)

El repetidor puede ser móvil y requiere una antena omnidireccional. La seguridad de la red extendida puede estar configurada de la misma o de diferente forma que la base AP. (González, 2015)

Figura 1.3. Enlace punto de repetición



Conexión de un enlace punto de repetición, Fuente: (González, 2015)

#### d. Enlaces punto de cobertura local

Este tipo de enlaces se los usa en redes WiMax, WIFI, Microondas, empresariales o metropolitanas permitiendo crear redes de cobertura, en bandas licenciadas y no licenciadas. Las zonas de cobertura pueden ser creadas al interior o al exterior. (Ribes, Rafael, & López, 2013)

Las áreas de cobertura VLAN son muy comunes en áreas petroleras, tiendas, bares restaurantes, lugares de mayor concurrencia pública entre otros. (González, 2015)

Figura 1.4. Enlace de cobertura



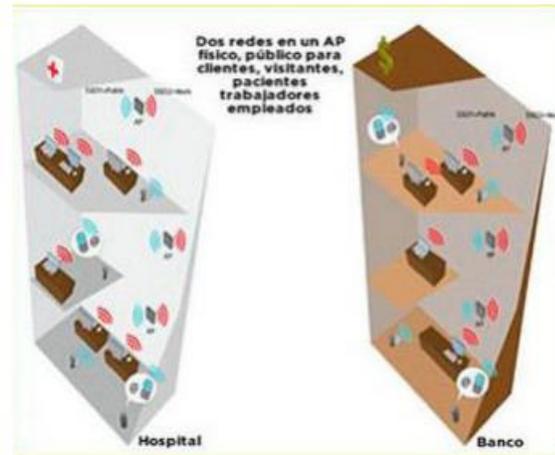
Conexión de un enlace de cobertura, Fuente: (González, 2015)

#### 1.7.2 Redes privadas WiFi

Este tipo de redes usa radios virtuales (VSSID) y VLAN's, lo que permite crear varias redes virtuales en un solo dispositivo físico. (Calume & Carlos, 2017)

Esta solución es eficiente ya que requiere de pocos equipos, menos tiempo de instalación, menos mantenimiento y provee del servicio de Internet a varios usuarios al mismo tiempo. (González, 2015)

Figura 1.5. Red WiFi privada



Conexión de una red WiFi privada, Fuente: (González, 2015)

### 1.7.3 Métodos de acceso

#### a. TDMA

Las señales pueden ser transmitidas en Slots de tiempo sin solaparse en las bandas de frecuencia al estilo Round-Robin<sup>1</sup>. Dichas señales ocupan la misma banda de frecuencia, pero son fácilmente separadas al momento de llegar al destino por su tiempo de arribo. (Gibson, 2002)

#### b. MIMO

Las transmisiones inalámbricas se dañan a causa del desvanecimiento y la interferencia. Los crecientes requerimientos en velocidad de datos y calidad de servicio hacen hincapié en nuevas técnicas para incrementar el uso eficiente del espectro y mejorar la fiabilidad del enlace. El uso de múltiples antenas en los terminales del enlace inalámbrico promete mejoras significantes en términos del uso eficiente del espectro y confiabilidad del enlace. Estos sistemas MIMO ofrecen diversificación en la ganancia como multiplexación de igual manera. (Gibson, 2002)

---

<sup>1</sup> Round-Robin: Es un método que dentro de los abstractos selecciona de forma equitativa y ordenada racionalmente empezando por el primer elemento hasta llegar al último y empezando de nuevo con el primer elemento.

#### **1.7.4 Plan nacional de frecuencias**

El órgano regulador de las telecomunicaciones en el Ecuador como lo es el Plan Nacional De Frecuencias gestiona el espectro radioeléctrico para: asignar, concesionar y autorizar el uso de frecuencias. Éste es un documento técnico el cual es revisado paulatinamente para actualizar su normativa por el suceso de inserción de nuevas tecnologías y actualización de las antiguas. (Perugachi Betancourt, 2004)

Su campo de inspección y regulación enfoca los servicios de radiocomunicación como: Fijo, móvil, fijo satelital, móvil satelital, móvil aeronáutico, móvil marítimo y radiodifusión. En estos sectores se establecen normativas para atribuir: bandas, sub-bandas y canales radioeléctricos. (Corporación Andina de Fomento, 2007)

Las normativas para la adjudicación de bandas como asignación de frecuencias destacan:

- La apropiada determinación de prioridades de las bandas del espectro radioeléctrico en función de los diferentes servicios radioeléctricos.
- Reservar bandas, sub-bandas y frecuencias del espectro radioeléctrico para el uso según su función: privativo, compartido o experimental.
- Compartición de frecuencias.

Uno de los intereses del Plan Nacional De Frecuencias es la prevención de interferencias entre los distintos servicios de telecomunicaciones en el país. Éste documento brindará a toda persona jurídica o natural la información necesaria para el uso adecuado y óptimo del espectro radioeléctrico el cual será actualizado constantemente para adecuarse a las nuevas tecnologías. (Pastor, 2015)

#### **1.7.5 Selección de la banda de frecuencia**

Una de las ventajas de utilizar las bandas de 2,4 GHz o 5,8 GHz es que carecen de regulación a nivel global, por lo que una cualidad que posee es el límite de potencia de transmisión al que se puede llegar. Sin embargo, hay que tener en cuenta al momento de diseñar que las tecnologías 802.11 y Bluetooth operan en estas frecuencias. (Diaz, 2006)

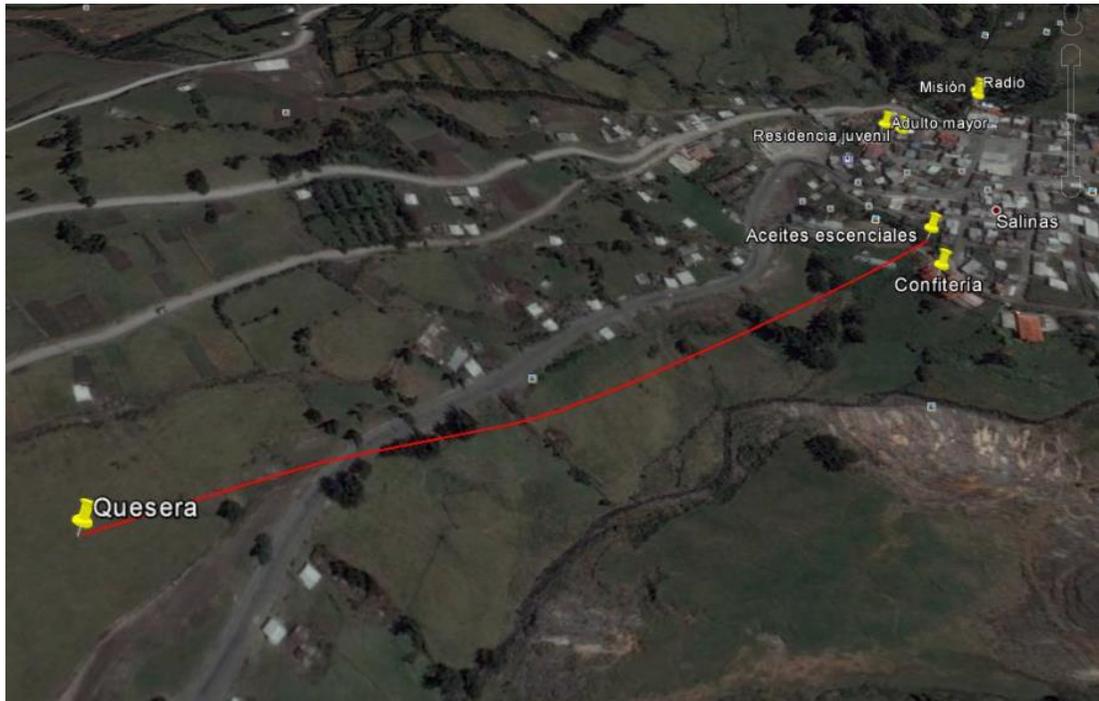
## **CAPÍTULO II**

### **ESTADO INICIAL DE LA RED**

#### **2.1 Información general**

La Parroquia de Salinas está formada por 28 comunidades aledañas las mismas que están distribuidas en un territorio de 440 km<sup>2</sup>, en diferentes altitudes desde 800 msnm hasta los 4150 msnm. La Radio Salinerito se encuentra a 3570 msnm la cual dispone de servicios comunitarios en donde cada comunidad interactúa respecto a la actividad agroganadera y pone sus productos a la disposición de los demás; La Oficina Matriz ubicada a 3570 msnm es la encargada de los procesos de facturación de cada empresa; La Fábrica de confites El Salinerito ubicado a 3530 msnm realiza una infinidad de productos basados en chocolates y una infinidad de dulces. La Fábrica de Aceites Esenciales ubicada a 3519 msnm da valor a los recursos naturales obtenidos del páramo andino y del subtrópico, rescata la medicina tradicional y educa a los niños y niñas en el amor a la naturaleza; La Panadería Ali Salinas ubicada a 3560 msnm pone a disposición los productos como galletas, panes, frutas deshidratadas; El Centro Diurno del Adulto Mayor “Tierno Despertar” ubicado a 3560 msnm brinda servicios de terapia motriz a los adultos mayores mediante aéreas de recreación específicas para la necesidad de cada uno.

Figura 2.6. Ubicación en Google Earth de las Empresas de interés

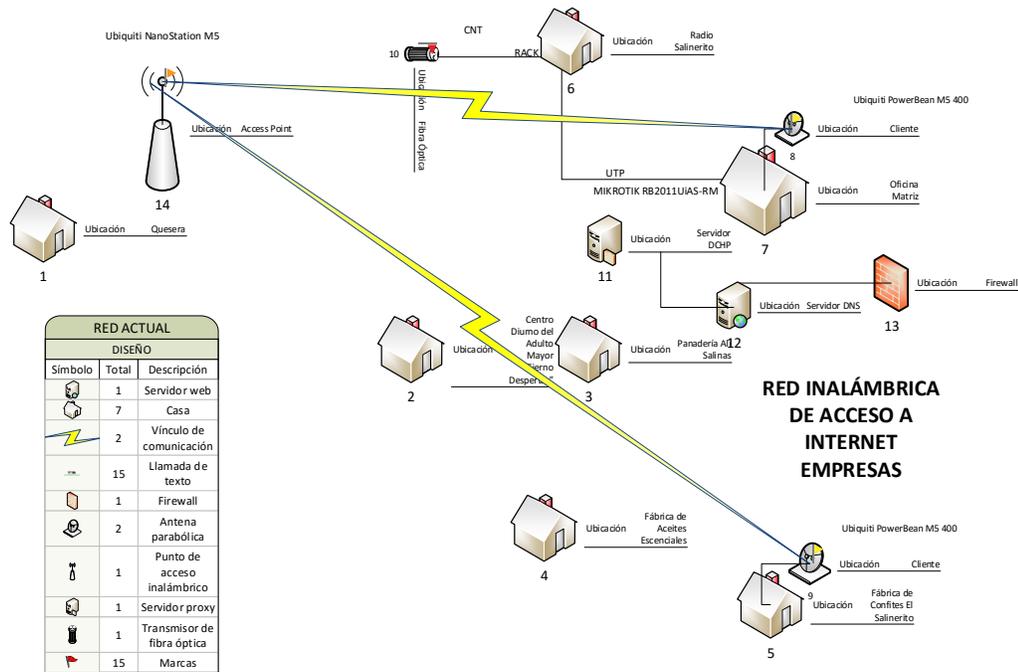


Ubicación de las empresas en Salinas de Guaranda denotadas por la tachuela amarilla, Fuente: (Google Earth, 2017)

## 2.2 Esquema de la red inicial

La red inalámbrica que brinda el servicio de Internet y demás recursos propios de la red posee un diseño de tipo bus estrella, que se conecta a través de un enlace de fibra óptica del ISP (CNT); el nodo principal se encuentra en la Radio Salinerito en donde se encuentra ubicado el RACK, mediante cable UTP se brinda acceso a Internet a la Oficina Matriz, aquí se encuentra el Router MIKROTIK RB2011UiAS-RM que dispone de servidores (DHCP, DNS y FIREWALL) y desde este punto haciendo espejo con el Access Point (Quesera) Ubiquiti NanoStation M5 se da acceso de Internet a la Confitería.

Figura 2.7. Red Inalámbrica de acceso a Internet y recursos a las Empresas



Conexión de una Red Inalámbrica de acceso a Internet y recursos a las Empresas, Elaborado por: López & Robalino

## 2.3 Datos técnicos de las estaciones

Tabla 2.1. Radio Salinerito

DATOS GENERALES		
Ubicación		
Latitud:	Longitud:	Altura:
1°24'14.62" S	79° 1'7.63"O	3570 m
Altura Edificación		
5 m		
DATOS ESPECÍFICOS		
Enlace Radioeléctrico		
SI		
Internet / Medio		
SI / (Fibra Óptica)		
Equipos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rack</li> <li>- Equipos CNT</li> <li>- Antena Ubiquiti PowerBean M5 400</li> </ul>		Mástil: 3 m

Datos obtenidos del TSS, Elaborado por: López & Robalino

Tabla 2.2. Radio-Oficina Matriz

DATOS GENERALES		
Ubicación		
Latitud:	Longitud:	Altura:
1°24'14.87" S	79° 1'7.68" O	3570 m
Altura Edificación		
3 m		
DATOS ESPECÍFICOS		
Enlace Radioeléctrico		
NO		
Internet / Medio		
SI / (UTP)		
Equipos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Router board MIKROTIK RB2011UiAS-RM</li> <li>- Servidor DHCP, DNS, FIREWALL</li> </ul>		

Datos obtenidos del TSS, Elaborado por: López & Robalino

Tabla 2.3. Confitería

DATOS GENERALES		
Ubicación		
Latitud:	Longitud:	Altura:
1°24'21.76" S	79° 1'10.71" O	3526 m
Altura Edificación		
10.46 m		
DATOS ESPECÍFICOS		
Enlace Radioeléctrico		
SI		
Internet / Medio		
SI / (Inalámbrico)		
Equipos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antena Ubiquiti PowerBean M5 400</li> <li>- Switch</li> <li>- Servidor</li> </ul>		Mástil: 2 m

Datos obtenidos del TSS, Elaborado por: López & Robalino

Tabla 2.4. Quesera (Access Point)

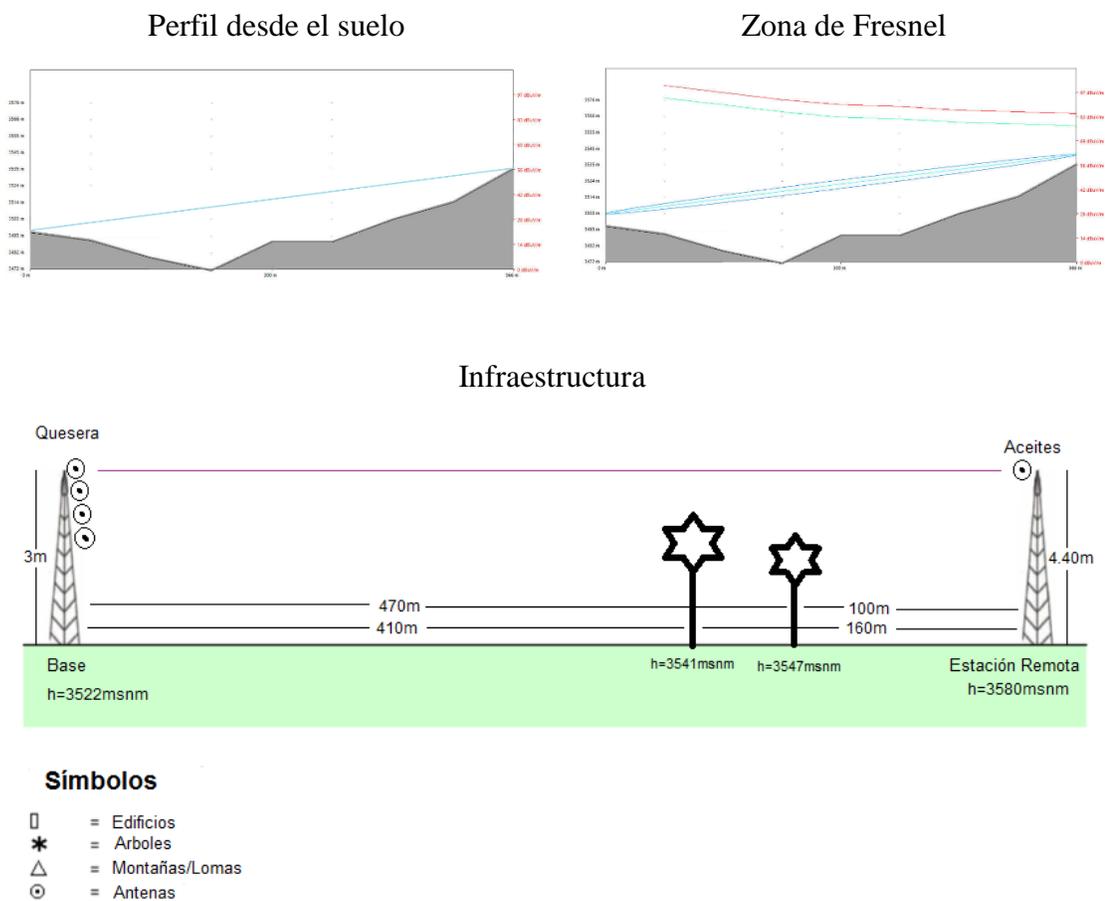
DATOS GENERALES		
Ubicación		
Latitud:	Longitud:	Altura:
1°24'30.00" S	79° 1'26.00" O	3522 m
Altura Edificación		
3 m		
DATOS ESPECÍFICOS		
Enlace Radioeléctrico		
SI		
Internet / Medio		
SI / (Inalámbrico)		
Equipos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Access Point Ubiquiti NanoStation M5</li> </ul>		

Datos obtenidos del TSS, Elaborado por: López & Robalino

## 2.4 Línea de vista de las empresas con respecto a su ubicación física

En la Figura 2.8 se observa en la gráfica de la izquierda una línea de vista despejada obtenida desde el perfil del suelo sin tomar en cuenta el tamaño de las edificaciones; en la gráfica de la derecha se puede apreciar la línea de vista despejada tomando en cuenta la primera zona de Fresnel. Tomando en cuenta la altura de las antenas con respecto al suelo y en la gráfica inferior se puede apreciar los obstáculos que tendría a considerarse en el enlace los cuales únicamente son un grupo de árboles en el trayecto siendo este enlace de trayectoria corta.

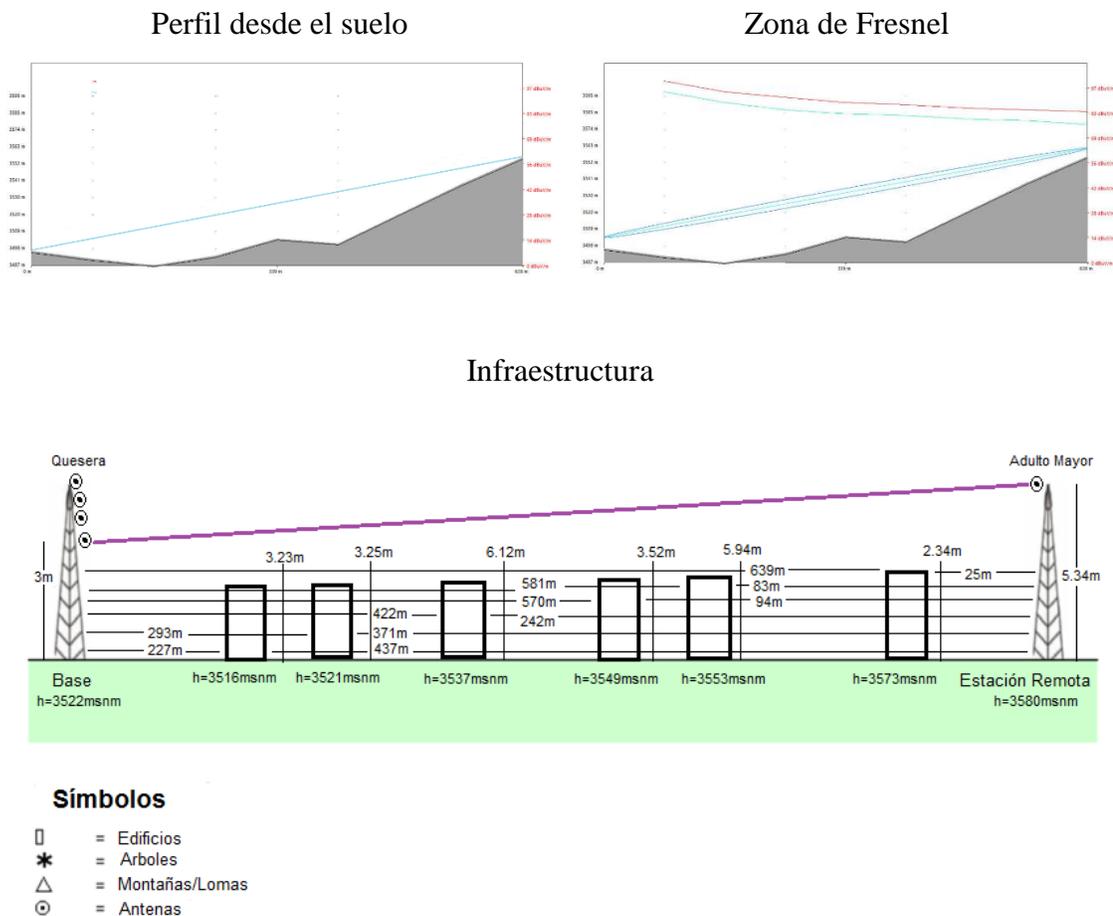
Figura 2.8. Quesera (Access Point) – Aceites Esenciales



Quesera (Access Point) – Aceites Esenciales, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 2.9 se observa en la gráfica de la izquierda una línea de vista despejada obtenida desde el perfil del suelo sin tomar en cuenta el tamaño de las edificaciones; en la gráfica de la derecha se puede apreciar la línea de vista despejada tomando en cuenta la primera zona de Fresnel además tomando en cuenta la altura de las antenas con respecto al suelo y en la gráfica inferior se puede apreciar los obstáculos que tendría a considerarse en el enlace el cual consta de edificaciones de tipo residencial a lo largo del trayecto siendo de una distancia considerablemente lejana.

Figura 2.9. Quesera (Access Point) – Adulto Mayor

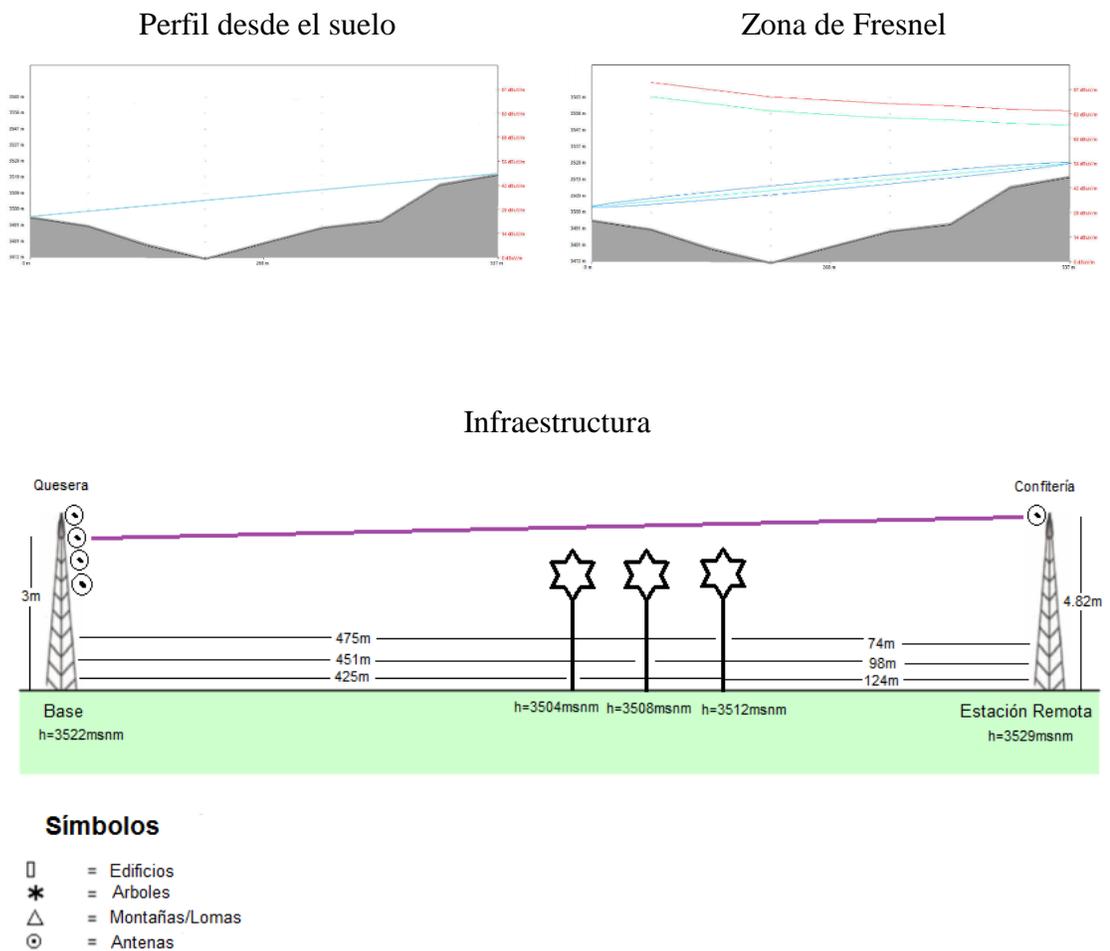


Quesera (Access Point) – Adulto Mayor, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 2.10 se observa en la gráfica de la izquierda una línea de vista despejada obtenida desde el perfil del suelo sin tomar en cuenta el tamaño de las edificaciones; en la

gráfica de la derecha se puede apreciar la línea de vista despejada tomando en cuenta la primera zona de Fresnel además tomando en cuenta la altura de las antenas con respecto al suelo y en la gráfica inferior se puede apreciar los obstáculos que tendría a considerarse en el enlace siendo un puñado de árboles en el trayecto.

Figura 2.10. Quesera (Access Point) - Confites

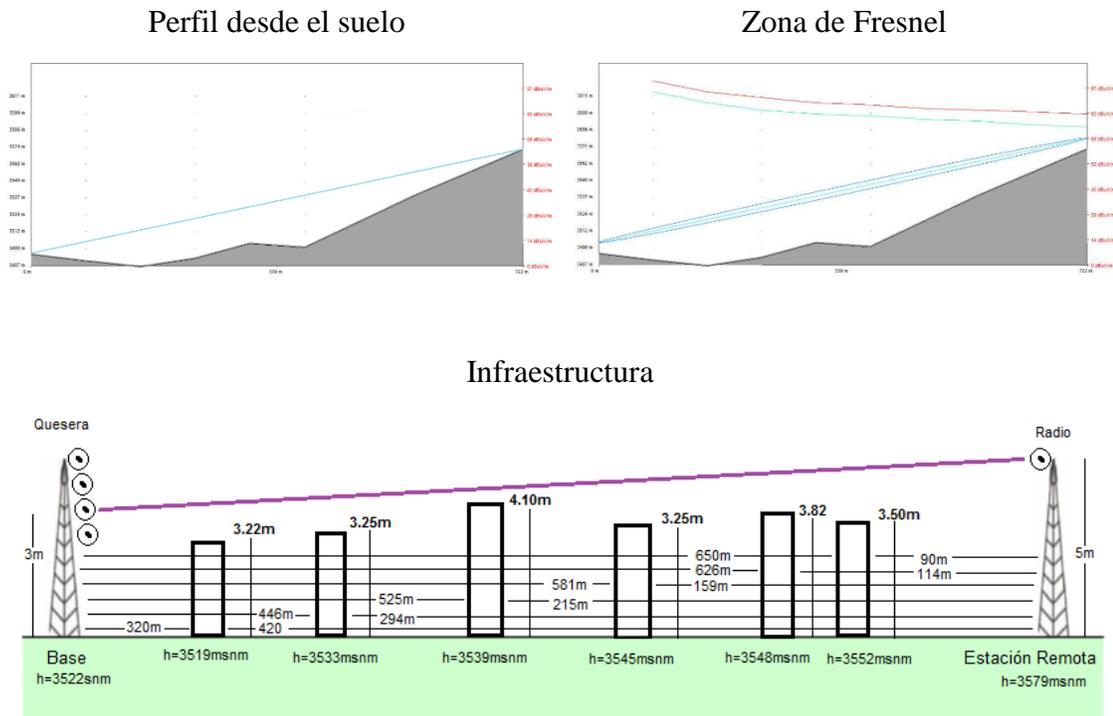


Quesera (Access Point) – Confites, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 2.11 se observa en la gráfica de la izquierda una línea de vista despejada obtenida desde el perfil del suelo sin tomar en cuenta el tamaño de las edificaciones; en la gráfica de la derecha se puede apreciar la línea de vista despejada tomando en cuenta la primera zona de Fresnel además tomando en cuenta la altura de las antenas con respecto al suelo y en la gráfica inferior se puede apreciar los obstáculos que tendría a considerarse

en el enlace siendo estas edificaciones de tipo residencial las cuales no superan los dos pisos de altura siendo la distancia del enlace muy distante.

Figura 2.11. Quesera (Access Point) – Radio Salinerito



**Símbolos**

- = Edificios
- \* = Arboles
- △ = Montañas/Lomas
- ⊙ = Antenas

Quesera (Access Point) – Radio Salinerito, Elaborado por: López & Robalino

## **CAPÍTULO III**

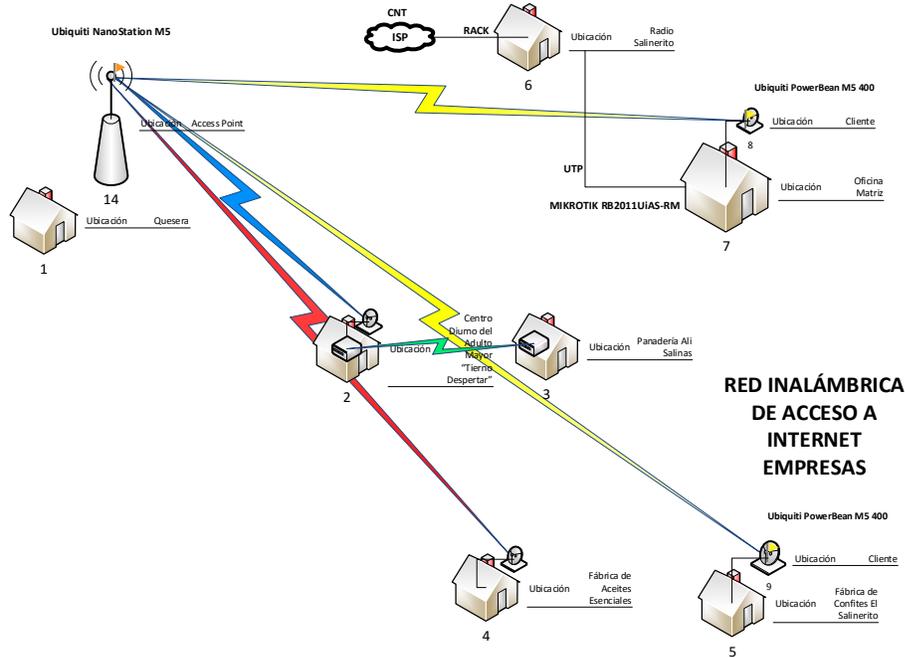
### **DISEÑO**

#### **3.1 Diseño Propuesto**

El presente diseño propuesto busca integrar las empresas Panadería Ali Salinas, la Fábrica de Aceites Esenciales y el Centro Diurno del Adulto Mayor “Tierno Despertar” para dotarlos de los servicios de Internet y demás recursos que dispone la red actual con las empresas que ya disponen de estos beneficios.

En el techo de la Fábrica de Aceites Esenciales se instalará una antena Ubiquiti NanoStation locoM5 mediante un enlace para captar la señal proporcionada por el Access Point Ubiquiti NanoStation NSM5 proveniente de la Quesera. En el techo del Centro Diurno del Adulto Mayor “Tierno Despertar” se colocará una antena Ubiquiti NanoStation locoM5 la misma que captara la señal dispuesta por el mencionado Access Point Ubiquiti NanoStation NSM5 y además enlazar mediante un router-extensor de red WU110300 a la panadería Ali Salinas de forma que pueda comunicarse con el Access Point Ubiquiti NanoStation NSM5 y así proveer Internet, del PAC (Paquete Administrativo Contable) a esta fábrica que carece de línea de vista total con las antenas principales.

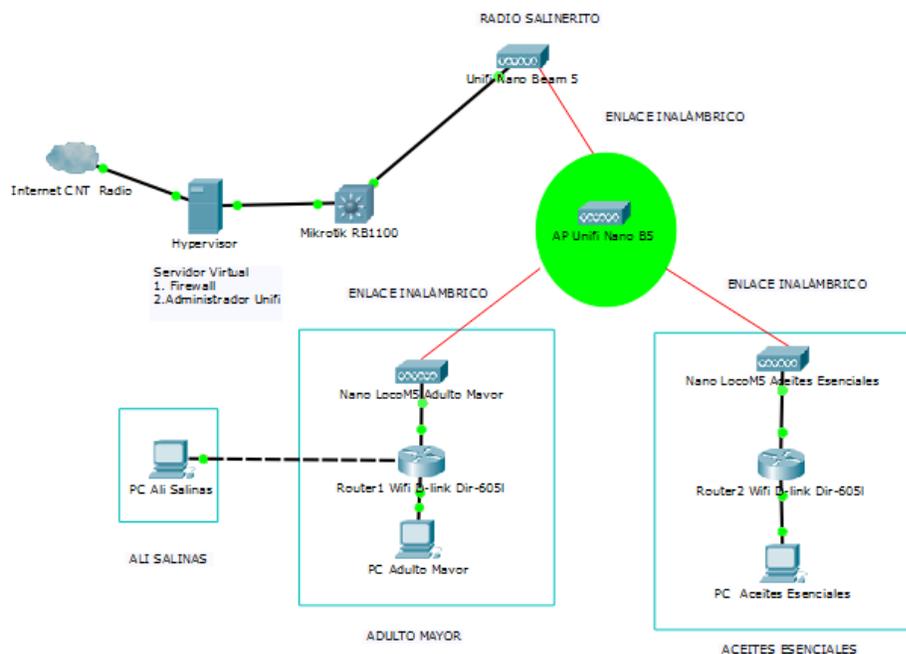
Figura 3.12. Propuesta de Diseño de Red Inalámbrica de acceso a Internet y recursos a las Empresas



Conexión de la Propuesta de Diseño de Red Inalámbrica de acceso a Internet y recursos a las Empresas,  
Elaborado por: López & Robalino

La Figura 3.13 muestra una red diseñada para proporcionar conectividad a las empresas Ali Salinas, Adulto Mayor y Aceites Esenciales permitiendo hacer uso de servicios integrales (IntServ) y facilitando la escalabilidad de la red.

Figura 3.13. Propuesta de Diseño de Red interna para acceso a Internet y recursos a las Empresas



Propuesta de Diseño de Red interna para acceso a Internet y recursos a las Empresas, Elaborado por: López & Robalino

Para el análisis de diseño de una red adecuada se indagó acerca de la cantidad de personal que desempeñan labores dentro de las empresas con el fin de establecer un umbral de enlaces simultáneos para brindar un servicio de conectividad eficiente, representado tal análisis en la Tabla 3.5

Tabla 3.5. Censo Demográfico

PERSONAL	CANTIDAD
Confitería	20
Radio	15
Aceites Esenciales	5
Adulto Mayor	4
Ali Salinas	4

Censo Demográfico de las empresas a dar conectividad, Elaborado por: López & Robalino

### 3.2 Requerimientos tecnológicos

En esta sección se describirán los equipos, programas y el cableado necesario para su funcionamiento como la cantidad de cada elemento y una breve descripción técnica de cada equipo.

#### 3.2.1 Requerimientos de hardware

Tabla 3.6. Requerimientos de Hardware

Cantidad	Marca/Modelo	Función	Ubicación
2	Router WiFi D-link/Dir-6051 	Estándar IEEE 802.11n/g/u, frecuencia de 2.4 GHz a 2.4835 GHz, 2 antenas de 5dBi de ganancia, seguridad WPA/WPA2, Control de Tráfico, Filtro por URL. (D-Link, 2017)	Aceites Esenciales, Adulto Mayor
2	Ubiquiti/NanoStation loco M5 	Antena MIMO 2x2. Rendimiento óptimo hasta 5km. Ganancia de 16dBi. Alimentación de 24V con 0.5A más un PoE pasivo. Frecuencia de operación de (5150-5875) MHz. (Ubiquiti, Ubiquiti Networks, 2017)	Aceites Esenciales, Adulto Mayor

1	<p>Ubiquiti/AP UAP AC Lite</p> 	<p>Utiliza los estándares 802.11 b/g/n o TDMA MIMO. Entrega un ancho de banda hasta 300Mbps. Posee un alcance de hasta 120m. trabaja en la frecuencia de 2.4GHz. Posee dos antenas internas para diversidad espacial. Soporta 100 clientes concurrentes. Tiene una potencia de salida de 100mW (20dBm). Alimentación PoE incluido de 24V y 0.5A. Su puerto de comunicación es Ethernet RJ45 10/100 Base T. Posee seguridad inalámbrica WEP, WPA, PSK, TKIP, WPA2, AES, 802.11i. (Ubiquiti, Datasheet AP UAP AC LITE, 2015)</p>	Confitería
1	<p>iMice/Mini Router WU110300</p>	<p>Extensor de red por repetición de señal. Trabaja a 2.4GHz. Velocidad de hasta 300Mbps. Opera con el estándar 802.11 b/g/n. Posee dos antenas con ganancia de 2 dBi. Posee</p>	Ali Salinas

	 <p>Mini Router</p>	<p>un puerto LAN y otro WAN. Encriptación WPS opcional con un botón de activación/desactivación. Alimentación de 100-240V con plug para tomacorriente de pared. (Tec, 2017)</p>	
1	<p>MIKROTIK RB1100</p> 	<p>Trabaja a una frecuencia de 800 MHz, RAM 512MB, PoE 12-24VDC, 13 puertos ETHERNET 10/100</p>	<p>Oficina Matriz</p>

Requerimientos de Hardware para la red propuesta, Elaborado por: López & Robalino

### 3.2.2 Requerimientos de software

Tabla 3.7. Requerimientos de software

Cantidad	Marca/Modelo	Función
1	AirView/airOS 5.5.4	Es un software para buscar la mejor SNR basándose en: la potencia de transmisión, aumento de la antena, distancia y banda de frecuencia prevista en el diseño, evitando la adquisición de un analizador de espectros off-the-shelf. (Ubiquiti, AirMax, 2017)
1	Java/VM v. 6.0 ó 7.0	Es una máquina virtual de proceso nativo la cual es capaz de interpretar y ejecutar instrucciones en código de máquina. (Vega, 2017)

Requerimientos de Software para la red propuesta, Elaborado por: López & Robalino

### 3.2.3 Requerimientos de servicios de comunicación

En esta sección se describirán los elementos necesarios que se adicionará a la red como equipos de conexión y medios de comunicación.

Tabla 3.8. Requerimientos de servicios de comunicación

Cantidad	Marca/Modelo	Función
1 rollo	Cable Patch cord cat. 5e (100m)	Descrito en el estándar EIA/TIA 568B puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps a frecuencias de hasta 100 MHz. (Coro, 2016)
1 paquete	Conectores RJ45	Es la interfaz física comúnmente utilizada para los cables de red
1 paquete	Grapas	Se utiliza para fijar el cable al contorno estructural de la edificación evitando: el alcance de personas, posibles accidentes y tambaleo del cable lo cual incorporaría ruido y daños internos.

1	Canaleta para interiores	Permite organizar y brindar seguridad a los cables, ya que mediante su utilización se evita que los cables queden sueltos.
---	--------------------------	--

Requerimientos de servicios de comunicación para la red propuesta, Elaborado por: López & Robalino

### 3.2.4 Cuadro de costos

En esta sección se analizará valores que representan un aproximado de la inversión que se debe hacer para sacar adelante el proyecto.

Tabla 3.9. Cuadro de costos

Cantidad	Marca/Modelo	Costo Total
1	MIKROTIK RB1100	\$400
1	Router WiFi D-link Dir-6051	\$50
2	Ubiquiti/NanoStation loco M5	\$220
1	AirView/airOS 5.5.4	\$0
1	Java/VM v. 6.0 ó 7.0	\$0
1	Cable Patch cord cat. 5e (100m)	\$25
1	Paquete de conectores RJ45	\$6
1	Paquete de grapas	\$6
1	Paquete de canaletas	\$30
<b>TOTAL</b>		<b>\$737</b>

Cuadro de costos de los materiales necesarios para la red propuesta, Elaborado por: López & Robalino

### 3.3 Relación entre el T.I.R (Tasa Interna de Retorno) y el V.A.N (Valor Actual Neto)

En esta sección se calculará el VAN para conocer si es o no viable el proyecto y la relación que existe entre el TIR.

Tabla 3.10. VAN con tasa del 10%

Año	Tasa=10% Inversión (\$)	Flujo Beneficio(\$)	Flujo Costo (\$)	Flujo Neto (\$)
0	- 737	0	0	0
1		480	240	240
2		960	480	480
3		1440	720	720
4		1920	960	960

El VAN en 4 años a una tasa del 10 %, Elaborado por: López & Robalino

$$VAN_1 = Inversion\ inicial + \frac{FN}{(1+i_1)^1} + \frac{FN}{(1+i_1)^2} + \frac{FN}{(1+i_1)^3} + \frac{FN}{(1+i_1)^4} \quad Ec. (3.1)$$

$$VAN_1 = -737 + \frac{240}{(1+0,10)^1} + \frac{480}{(1+0.10)^2} + \frac{720}{(1+0.10)^3} + \frac{960}{(1+0.10)^4}$$

$$VAN_1 = -737 + 218.18 + 396.69 + 540.94 + 655.69$$

$$VAN_1 = 1074.5 (\$)$$

Tabla 3.11. VAN con tasa del 60 %

Año	Tasa=60% Inversión (\$)	Flujo Beneficio (\$)	Flujo Costo (\$)	Flujo Neto (\$)
0	- 737	0	0	0
1		480	240	240
2		960	480	480
3		1440	720	720
4		1920	960	960

El VAN en 4 años a una tasa del 60 %, Elaborado por: López & Robalino

$$VAN_2 = Inversion\ inicial + \frac{FN}{(1+i_2)^1} + \frac{FN}{(1+i_2)^2} + \frac{FN}{(1+i_2)^3} + \frac{FN}{(1+i_2)^4} \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$VAN_2 = -737 + \frac{240}{(1+0.6)^1} + \frac{480}{(1+0.6)^2} + \frac{720}{(1+0.6)^3} + \frac{960}{(1+0.6)^4}$$

$$VAN_2 = -737 + 150 + 187.5 + 175.78 + 146.48$$

$$VAN_2 = -413.94 (\$)$$

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{VAN_1}{VAN_1 - VAN_2} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

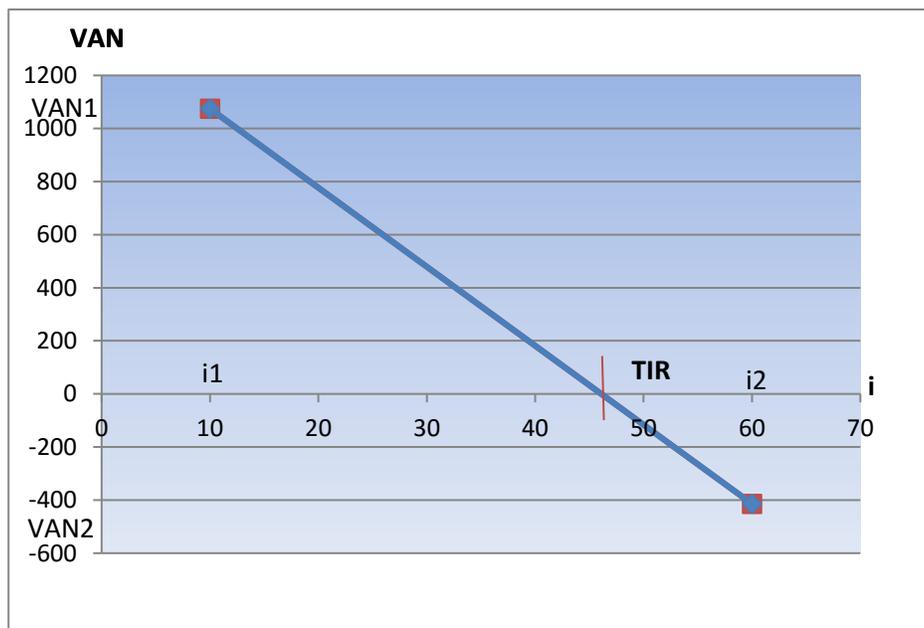
$$TIR = 0.10 + (0.6 - 0.10) \frac{1074.5}{1074.5 - (-413.94)}$$

$$TIR = 0.4331$$

$$TIR = 43.31\%$$

En la Figura 3.14 VAN vs i representa la forma de cálculo mediante interpolación que existe para poder calcular el TIR relacionando los  $VAN_1$  a una tasa del 10 % y  $VAN_2$  a una tasa del 60% dando un TIR del 43.31% dando como resultado un proyecto viable y factible de realizarlo.

Figura 3.14. Gráfica VAN vs i



Gráfica VAN vs i, Elaborado por: López & Robalino

### 3.4 Modelo de depreciación

Para esta sección se abordará un método de depreciación de línea recta, dado por el hecho que el valor de los activos decrece linealmente con el paso de tiempo. Para dicho cálculo se dividirá el valor de la inversión de bienes para el número de años de vida útil del equipo. Para este suceso se supondrá una vida útil de los equipos de 7 años. (Mata, 2007)

$$\text{Cuota Anual De Depreciación} = \frac{\text{Valor total}}{\text{vida util}} = \frac{737}{7} = \$105.29/\text{año}$$

$$\text{Porcentaje de depreciacion} = \frac{1}{7} = 0.14 = 14\%$$

Tabla 3.12. Modelo de depreciación

Años	Costo inicial	Costo Anual (Depreciación)	Valor en libros (de cada año) [\$]	Porcentaje de depreciación
1	737	1 · 105.29	631.71	0.14
2	737	2 · 105.29	526.42	0.14
3	737	3 · 105.29	421.13	0.14
4	737	4 · 105.29	315.84	0.14
5	737	5 · 105.29	210.55	0.14
6	737	6 · 105.29	105.26	0.14
7	737	7 · 105.29	--	0.14

Modelo de depreciación para los equipos necesarios de instalación, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5 Presupuesto del enlace

#### 3.5.1 Presupuesto del enlace Radio Salinerito – Quesera

En la Figura 3.15 se representa el trayecto de una comunicación en un enlace comprendido entre Radio Salinerito–Quesera en el cual se toma a consideración la potencia del transmisor TX, la pérdida que existe en el cable, la ganancia de la antena, las pérdidas en el trayecto, la ganancia de la antena en recepción, la pérdida en el cable y la potencia en recepción RX.

Figura 3.15. Diagrama de Bloques del enlace Radio Salinerito – Quesera

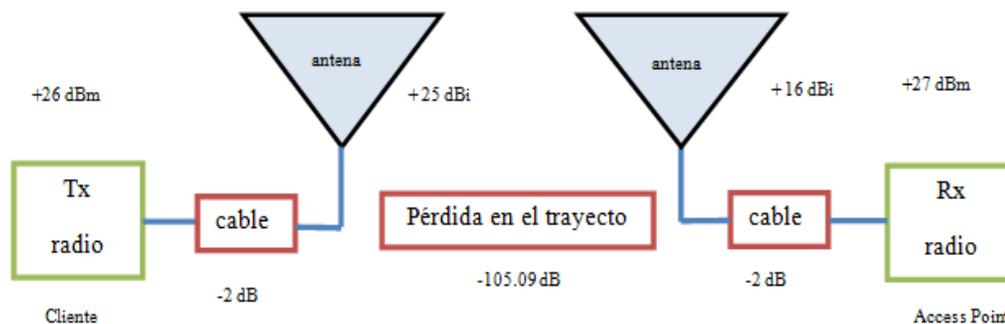


Diagrama de Bloques del presupuesto del enlace Radio Salinerito – Quesera, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 3.16 se representa el gráfico potencia dBm vs distancia en la cual los picos altos de color verde representan la: potencia TX, ganancia de la antena TX, ganancia de la antena RX, y la potencia en RX consecutivamente; mientras que los picos bajos de color rojo representan la: pérdida en el cable TX, pérdida en el trayecto, y pérdida en el cable RX consecutivamente; además el margen representa la relación que existe entre la potencia RX y la sensibilidad en recepción.

Figura 3.16. Diagrama dBm vs distancia del enlace Radio Salinerito – Quesera

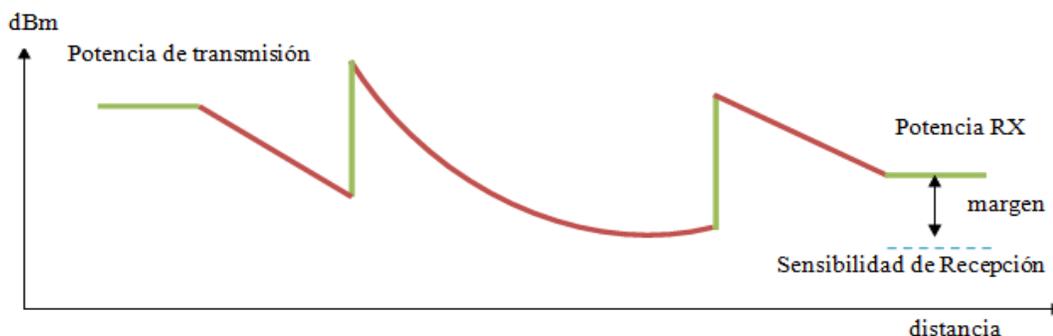


Diagrama dBm vs distancia del presupuesto Radio Salinerito – Quesera, Elaborado por: López & Robalino

Para sacar el presupuesto del enlace se lo realizó con los datos obtenidos en el manual de las antenas (datasheet) proporcionado por el proveedor UBIQUITI.

Tabla 3.13. Enlace Radio-Quesera

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 26 dBm	26 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 25 dBi	+25 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -94 dBm	+16 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 27 dBm	Total: 63.00 dB	Ganancia Total
GRx: 16 dBi	-105.09	Pérdida FSL a 0.74 Km
SRx: -94 dBm	-42.09	Nivel señal recibida esperada
	-(-94 dBm)	Sensibilidad AP
	51.91 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Radio-Quesera, Elaborado por: López & Robalino

Pérdidas en espacio libre

Para el cálculo de la FSL se utilizó la recomendación. UIT-R P.525-2

$$L = 32.44 + 20 \log d_{km} + 20 \log f_{MHz} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

$$L = 32.44 + 20 \log (0.74 \text{ km}) + 20 \log(5800)$$

$$L = 105.09 \text{ dB}$$

Propagación FSL (Free Space Loss): Zona de Fresnel

Para el cálculo de la FSL se utilizó la recomendación. UIT-R P.530-10

$$r = 17.32 * \sqrt{\frac{d1 * d2}{d * f}} \quad \text{Ec. (3.5)}$$

Como d1=d2 en la mitad del trayecto.

$$r = 17.32 * \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

$$r = 17.32 * \sqrt{\frac{0.74}{4 * 5.8 \text{ GHz}}}$$

$$r = 3.09 \text{ m}$$

### 3.5.2 Presupuesto del enlace Quesera-Radio Salinerito

Tabla 3.14. Enlace Quesera-Radio

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 27 dBm	27 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 16 dBi	+16 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -94 dBm	+26 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 26 dBm	Total: 65.00 dB	Ganancia Total
GRx: 25 dBi	-105.09	Pérdida FSL a 0.74 Km
SRx: -94 dBm	-40.09	Nivel señal recibida esperada
	-(-94 dBm)	Sensibilidad AP
	53.91 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Quesera-Radio, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5.3 Presupuesto del enlace Confitería-Quesera

Tabla 3.15. Enlace Confitería-Quesera

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 26 dBm	26 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 25 dBi	+25 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -94 dBm	+16 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 27 dBm	Total: 63 dB	Ganancia Total
GRx: 16 dBi	-102.50	Pérdida FSL a 0.549 Km
SRx: -94 dBm	-39.50	Nivel señal recibida esperada
	-(-94 dBm)	Sensibilidad AP
	54.5 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Confitería-Quesera, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5.4 Presupuesto del enlace Quesera-Confitería

Tabla 3.16. Enlace Quesera-Confitería

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 27 dBm	27 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 16 dBi	+16 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -94 dBm	+25 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 26 dBm	Total: 64 dB	Ganancia Total
GRx: 25 dBi	-102.50	Pérdida FSL a 0.549 Km
SRx: -94 dBm	-38.50	Nivel señal recibida esperada
	-(-94 dBm)	Sensibilidad AP
	55.5 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Quesera-Confitería, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5.5 Presupuesto del enlace Aceites Esenciales-Quesera

Tabla 3.17. Enlace Aceites Esenciales-Quesera

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 23 dB	23 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 13 dBi	+13 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -83 dBm	+16 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 27 dBm	Total: 48 dB	Ganancia Total
GRx: 16 dBi	-102.83	Pérdida FSL a 0.570 Km
SRx: -94 dBm	-54.83	Nivel señal recibida esperada
	-(-94 dBm)	Sensibilidad AP
	39.17 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Aceites Esenciales-Quesera, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5.6 Presupuesto del enlace Quesera-Aceites Esenciales

Tabla 3.18. Enlace Quesera-Aceites Esenciales

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 27 dBm	27 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 16 dBi	+16 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -94 dBm	+13 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 23 dBm	Total: 52 dB	Ganancia Total
GRx: 13 dBi	-102.83	Pérdida FSL a 0.570 Km
SRx: -83 dBm	-50.83	Nivel señal recibida esperada
	-(-83 dBm)	Sensibilidad AP
	32.17 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Quesera-Aceites Esenciales, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5.7 Presupuesto del enlace Adulto Mayor-Quesera

Tabla 3.19. Enlace Adulto Mayor-Quesera

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 23 dBm	23 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 13 dBi	+13 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -83 dBm	+16 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 27 dBm	Total: 48 dB	Ganancia Total
GRx: 16 dBi	-104.15	Pérdida FSL a 0.664 Km
SRx: -94 dBm	-56.15	Nivel señal recibida esperada
	-(-94 dBm)	Sensibilidad AP
	37.85 dB	Margen del enlace

Presupuesto del enlace Adulto Mayor-Quesera, Elaborado por: López & Robalino

### 3.5.8 Presupuesto del enlace Quesera-Adulto Mayor

Tabla 3.20. Enlace Quesera-Adulto Mayor

Datos	Cálculo de Presupuesto	
PTx: 27 dBm	27 dBm	Tx Potencia Antena Cliente
GTx: 16 dBi	+16 dBi	Ganancia Antena Tx Cliente
f: 5800 MHz	-2 dB	Pérdida Cable Cliente
STx: -94 dBm	+13 dBi	Ganancia Antena AP
Alimentación: 24 V / 0.5 A	-2 dB	Pérdida Cable AP
PRx: 23 dBm	Total: 52 dB	Ganancia Total
GRx: 13 dBi	-104.15	Pérdida FSL a 0.664 Km
SRx: -83 dBm	-52.15	Nivel señal recibida esperada
	-(-83 dBm)	Sensibilidad AP
	30.85 dB	Margen del enlace

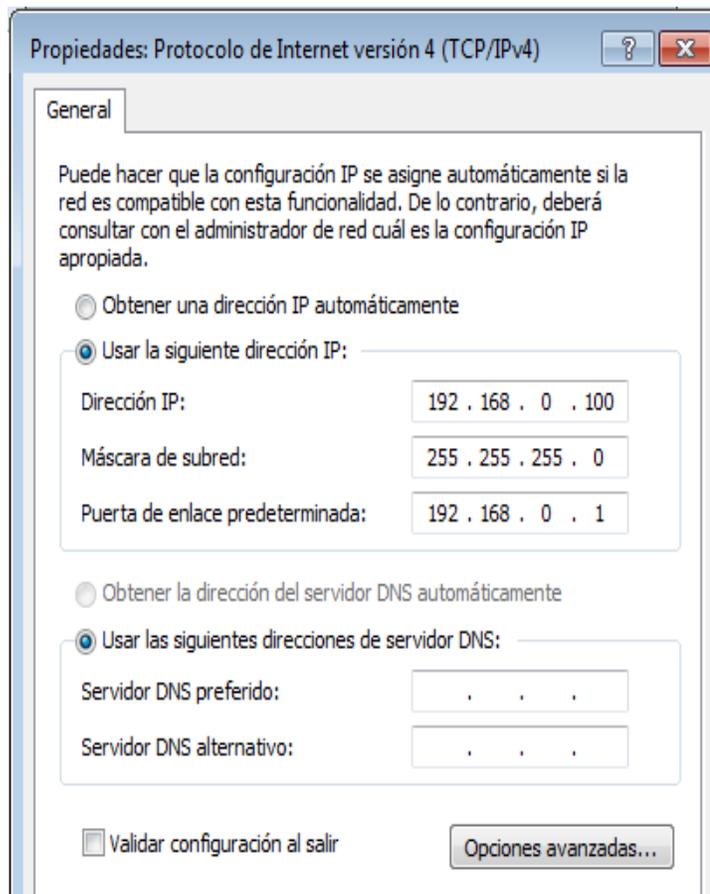
Presupuesto del enlace Quesera-Adulto Mayor, Elaborado por: López & Robalino

## CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN

### 4.1 Configuración e Instalación del enlace Aceites Esenciales-Quesera

En la Figura 4.17 se muestra la configuración del host para poder ingresar a los comandos de configuración del equipo utilizando una IP estática preestablecida por su propia red.

Figura 4.17. Configuración IP del host



Configuración IP del host. Elaborado por: López & Robalino

Mediante la aplicación airOS se ingresará a la pestaña Network para configurar la dirección IP del equipo mediante una IP estática de las disponibles en la red, la cual se escogió siguiendo una secuencia de ubicación de las antenas y se le dio la dirección 192.168.0.103.

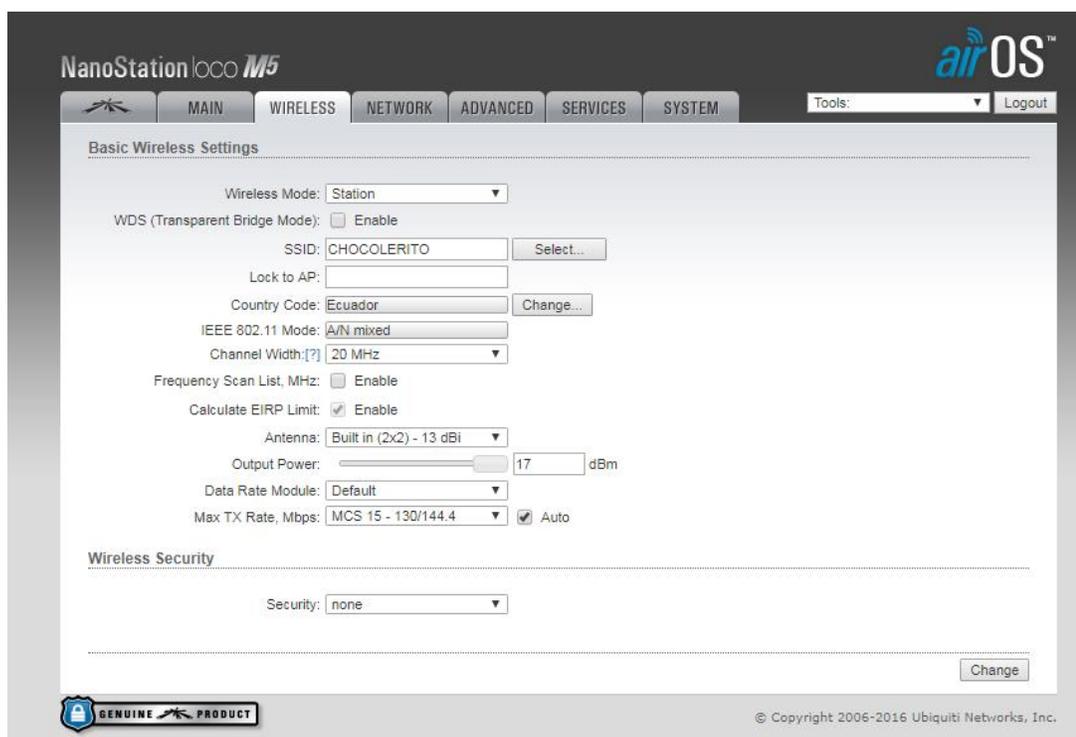
Figura 4.18. Configuración de la IP del Equipo NanoLocoM5

The screenshot displays the web management interface for a NanoStation loco M5 device. The interface is titled "NanoStation loco M5" and "airOS". It features a navigation menu with tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The "NETWORK" tab is currently selected. The configuration page is organized into sections: "Network Role" with "Network Mode" set to "Bridge" and "Disable Network" set to "None"; "Configuration Mode" with "Configuration Mode" set to "Simple"; and "Management Network Settings". Under "Management Network Settings", "Management IP Address" is set to "Static" with a value of "192.168.0.103", "Netmask" is "255.255.255.0", and "Gateway IP" is "192.168.0.1". Other settings include "Primary DNS IP", "Secondary DNS IP", "MTU" (1500), "Management VLAN" (disabled), "Auto IP Aliasing" (checked/enable), and "STP" (disabled). An "IPv6" checkbox is also present and disabled. A "Change" button is located at the bottom right of the settings area. At the bottom of the page, there is a "GENUINE PRODUCT" logo and a copyright notice: "© Copyright 2006-2016 Ubiquiti Networks, Inc."

Configuración de la IP del Equipo NanoLocoM5, Elaborado por: López & Robalino

En la pestaña WIRELESS del airOS en la opción "Modo Inalámbrico" se designó como "modo estación" para que funcione como cliente. En el SSID se escogió CHOCOLERITO al cual pertenece el AP de la Quesera. En la opción de ancho de banda del canal se escogió 20 MHz requerida por el administrador de la red. El resto de las opciones se dejaron por default.

Figura 4.19. Configuración Wireless del Equipo Nanoloco M5



Configuración Wireless del Equipo Nanoloco M5, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.20 se puede apreciar la instalación externa de la antena NANO locoM5 en Aceites Esenciales utilizando los EPP (Equipos de Protección Personal; en la Figura 4.21 se observa la preparación para poder ponchar el cable UTP Cat5 utilizando la norma T568A con conectores RJ45.

Figura 4.20. Implementación de la antena NANO locoM5 en Aceites Esenciales



Implementación de la antena NANO locoM5 en Aceites Esenciales, Elaborado por: López & Robalino

Figura 4.21. Cableado utilizando la norma T568A en Aceites Esenciales



Cableado utilizando la norma T568A en Aceites Esenciales, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.22 se observa la instalación externa y operativa de la antena NANO locoM5 en Aceites Esenciales con un mástil de 25cm.

Figura 4.22. Instalación de la antena NANO locoM5



Instalación final de la antena NANO locoM5 en Aceites Esenciales, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.23 se observa la instalación interna y operativa del AP Router WiFi D-Link Dir-6051 y el cableado estructurado utilizado canaletas para interiores.

Figura 4.23. Instalación completa del AP y cableado en Aceites Esenciales

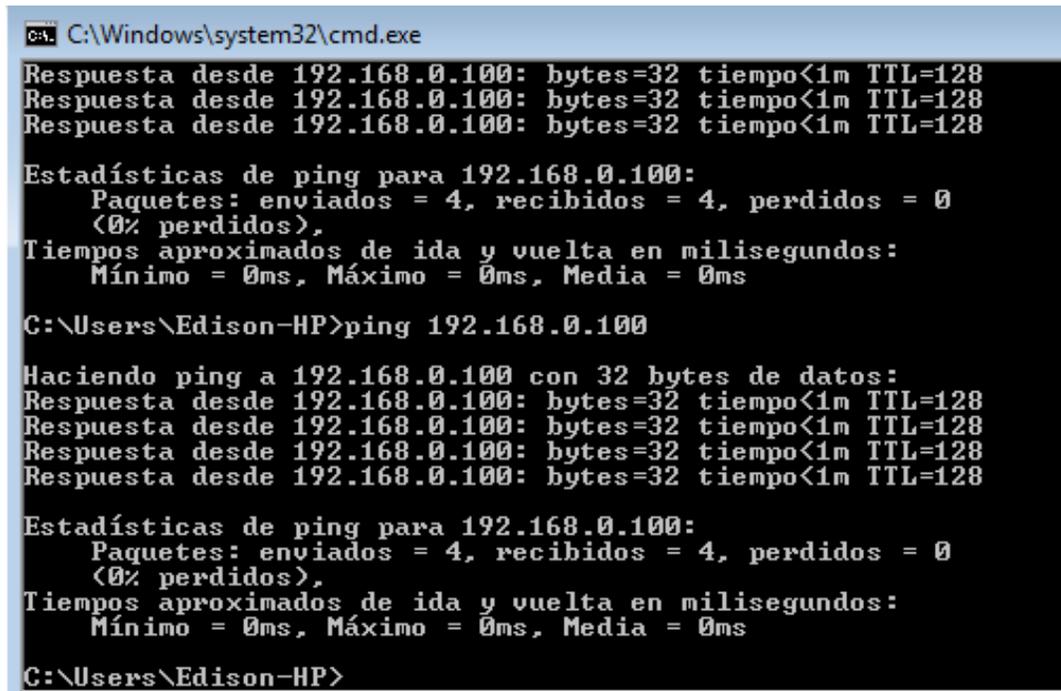


Instalación completa del AP y cableado en Aceites Esenciales, Elaborado por: López & Robalino

#### 4.1.1 Pruebas iniciales del enlace Aceites Esenciales-Quesera

Para la prueba de conectividad se usó la herramienta CMD haciendo un ping desde el host hasta el AP de la Quesera.

Figura 4.24. Prueba de conectividad usando ping.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Respuesta desde 192.168.0.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.100:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Edison-HP>ping 192.168.0.100

Haciendo ping a 192.168.0.100 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

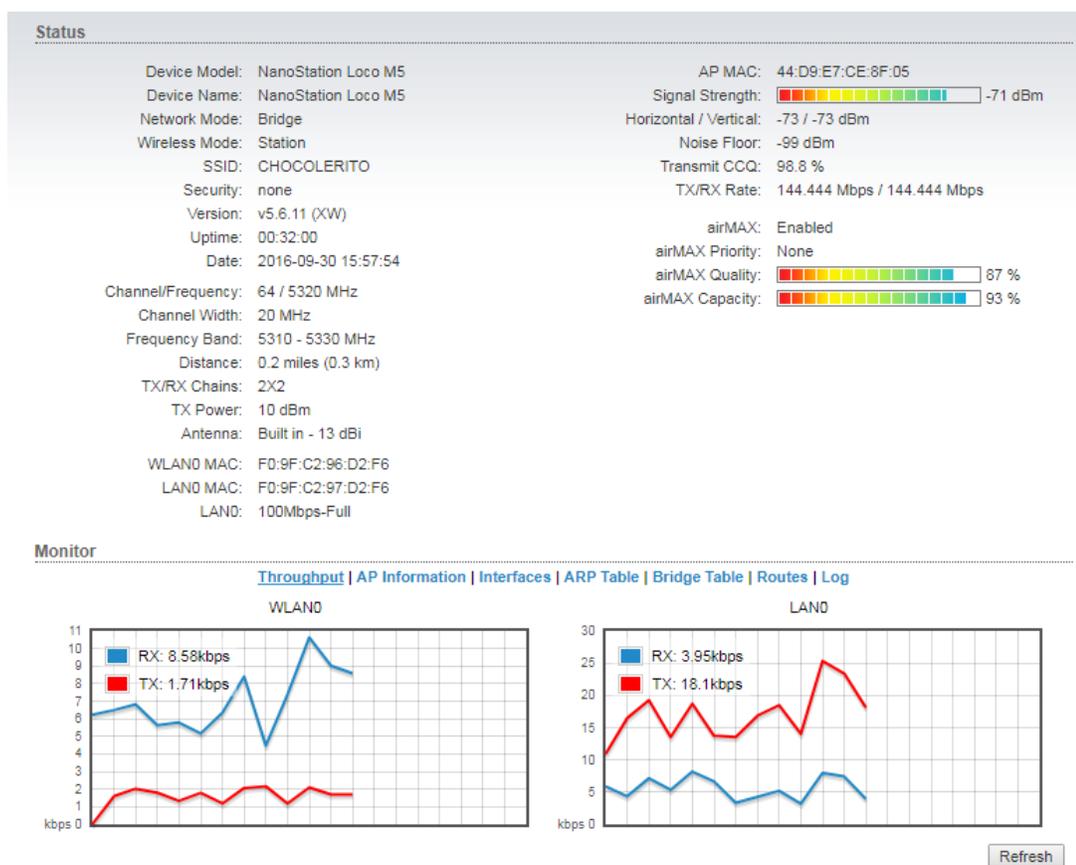
Estadísticas de ping para 192.168.0.100:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Edison-HP>
```

Prueba de conectividad usando ping, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.25 se comprueba tener una calidad del enlace del 87%, con una capacidad del enlace del 93% y una fuerza de la señal de -71 dBm.

Figura 4.25. Conectividad del Radio Enlace Aceites esenciales-Quesera



Conectividad del Radio Enlace Aceites esenciales-Quesera, Elaborado por: López & Robalino

## 4.2 Configuración e instalación del enlace Adulto Mayor-Quesera

Mediante la aplicación airOS se ingresará a la pestaña NETWORK para configurar la dirección IP del equipo mediante una IP estática de las disponibles en la red la cual se escogió siguiendo una secuencia de ubicación de cada antena, a esta se le dio la dirección 192.168.0.104.

Figura 4.26. Configuración de la IP del Equipo NanoLocoM5.

The screenshot displays the web management interface for a Ubiquiti NanoStation loco M5. The interface is titled "NanoStation loco M5" and "airOS™". It features a navigation menu with tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The "NETWORK" tab is currently selected. The interface is divided into three main sections:

- Network Role:** Network Mode is set to "Bridge" and Disable Network is set to "None".
- Configuration Mode:** Configuration Mode is set to "Simple".
- Management Network Settings:** Management IP Address is set to "Static" (selected over DHCP). The IP Address is 192.168.0.104, Netmask is 255.255.255.0, and Gateway IP is 192.168.0.1. IPv6 is disabled. Other settings include Primary DNS IP, Secondary DNS IP, MTU (1500), Management VLAN (disabled), Auto IP Aliasing (enabled), and STP (disabled).

A "Change" button is located at the bottom right of the settings area. At the bottom of the page, there is a "GENUINE PRODUCT" logo and a copyright notice: "© Copyright 2006-2016 Ubiquiti Networks, Inc."

Configuración de la IP del Equipo NanoLocoM5, Elaborado por: López & Robalino

A continuación, en la pestaña WIRELESS en el modo inalámbrico se escogió la opción como estación para que funcione como cliente, en el SSID se escogió de igual manera a CHOCOLERITO el cual pertenece al AP de la Quesera, en la opción del ancho de banda del canal se escogió de 20 MHz requerida por el administrador de la red. El resto de las opciones se dejaron por default, denotado tal evento en la Figura 4.27.

Figura 4.27. Configuración del Equipo Nanoloco M5

The screenshot displays the 'Basic Wireless Settings' page of the NanoStation loco M5 web interface. The interface features a top navigation bar with tabs for MAIN, WIRELESS (selected), NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'airOS' logo is visible in the top right corner. The main content area is divided into two sections: 'Basic Wireless Settings' and 'Wireless Security'. In the 'Basic Wireless Settings' section, the 'Wireless Mode' is set to 'Station'. The 'WDS (Transparent Bridge Mode)' checkbox is unchecked. The 'SSID' is 'CHOCOLERITO'. The 'Country Code' is 'Ecuador'. The 'IEEE 802.11 Mode' is 'A/N mixed' and the 'Channel Width' is '20 MHz'. The 'Calculate EIRP Limit' checkbox is checked. The 'Antenna' is 'Built in (2x2) - 13 dBi' and the 'Output Power' is set to 17 dBm. The 'Data Rate Module' is 'Default' and the 'Max TX Rate, Mbps' is 'MCS 15 - 130/144.4'. In the 'Wireless Security' section, the 'Security' is set to 'none'. A 'Change' button is located at the bottom right of the settings area. The footer includes a 'GENUINE PRODUCT' logo and the copyright notice '© Copyright 2006-2016 Ubiquiti Networks, Inc.'

Configuración Wireless del Equipo Nanoloco M5, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.28 se observa la instalación externa del mástil de 30 cm y de la antena NANO locoM5 utilizando Cable UTP Cat5 para exteriores y utilizando los EPP (Equipos de Protección Personal).

Figura 4.28. Implementación de la antena NANO locoM5



Implementación de la antena NANO locoM5 en Adulto Mayor, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.29 se observa la instalación externa de la antena NANO loco mediante cable UTP Cat5 para exteriores con la norma T568A, conectores RJ45 y usando los EPP (Equipos de Protección personal).

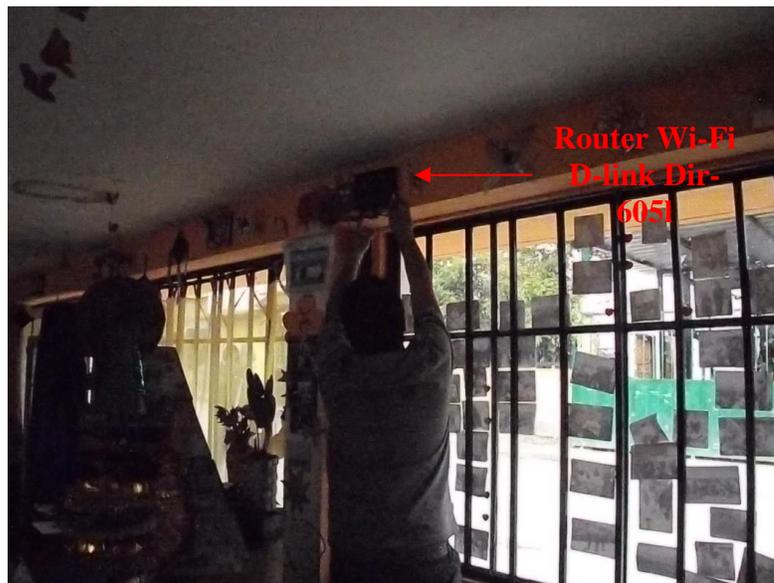
Figura 4.29. Cable UTP Cat5 utilizando la norma T568A y en Adulto Mayor



Cable UTP Cat5 utilizando la norma T568A y en Adulto Mayor, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.30 se observa la instalación interna del equipo AP Router WiFi D-Link Dir-6051 y el cableado estructura usando cable UTP Cat 5 y conectores RJ45.

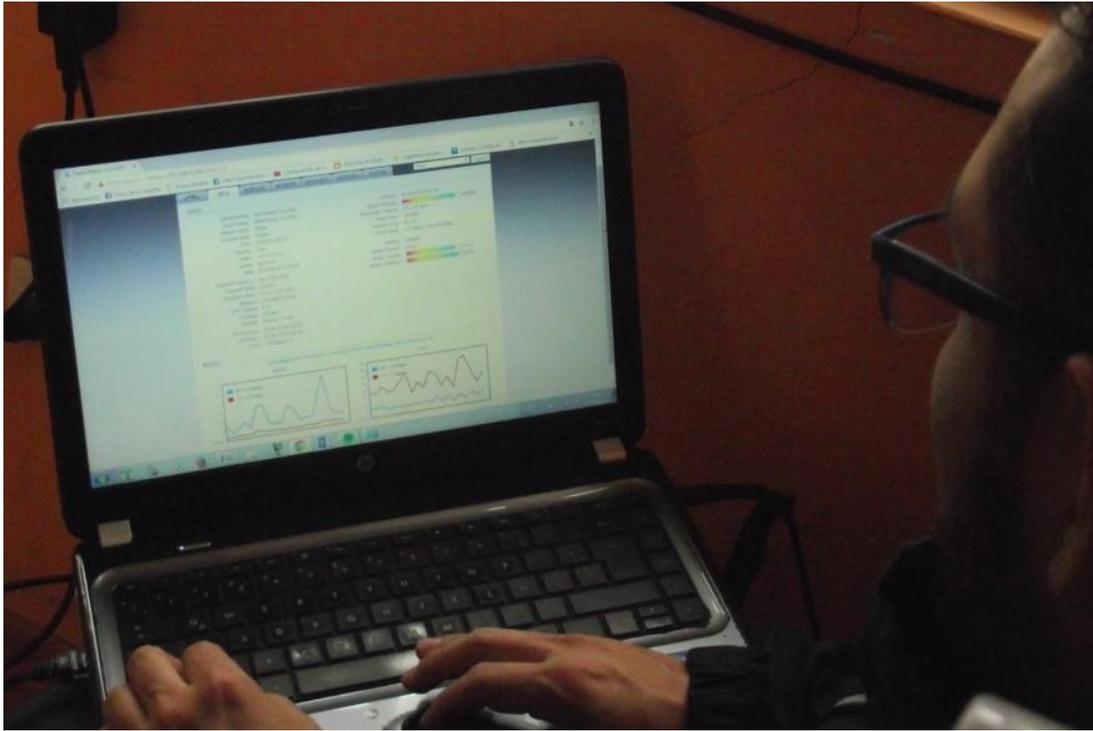
Figura 4.30. Instalación de AP en Adulto Mayor



Instalación de AP en Adulto Mayor, Elaborado por: López & Robalino

En la Figura 4.31 se observa la configuración de la antena NANO locoM5 usando una computadora con Windows 7 y el software airOS propio de UBIQUITI para la configuración de parámetros de la antena.

Figura 4.31. Configuración por software en Adulto Mayor

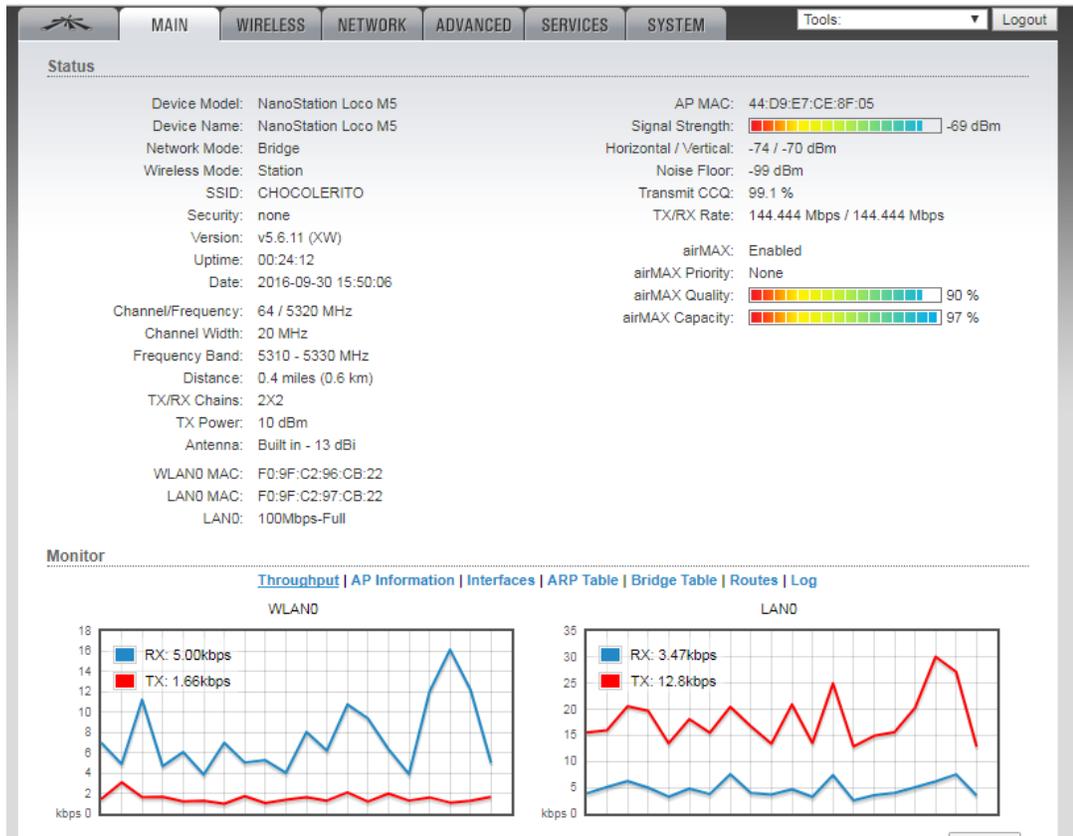


Configuración de equipo usando el software airOS en Adulto Mayor, Elaborado por: López & Robalino

#### **4.2.1 Pruebas iniciales del Enlace Adulto Mayor-Quesera**

En la Figura 4.32 se verifica una calidad del enlace del 90% con una capacidad del enlace del 97% con una fuerza de la señal de -69 dBm.

Figura 4.32. Conectividad del Radio Enlace Adulto Mayor-Quesera



Conectividad del Radio Enlace Adulto Mayor-Quesera, Elaborado por: López & Robalino

## CONCLUSIONES

Las empresas Aceites Esenciales, Adulto Mayor y Ali Salinas disponen de conectividad a la red como resultado del enlace radioeléctrico establecido en la implementación, dando como resultado acceso al Internet de forma permanente como también al PAC (paquete administrativo contable), servicios propios que disponían inicialmente las empresas Confitería y Oficina Matriz.

Las empresas Aceites Esenciales, Adulto Mayor recibieron conectividad mediante enlaces radioeléctricos, utilizando antenas NANO locoM5, las cuales por su haz directivo mejoran la calidad del enlace, dada su estructura pequeña minimiza la intermitencia causada por el impacto del viento, además su sensor de intensidad de conexión evitó la utilización de equipos extra para buscar la mejor conexión basado en su apuntamiento.

Por efectos de seguridad dado que dispositivos como: celulares, tablets, etc. no suelen operar su sistema WiFi en el espectro de los 5GHz se utilizó una frecuencia de operación de las antenas NANO locoM5 de 5320 MHz siendo el canal 64, con un ancho de canal de 20 MHz, esto evitará interferencias en el enlace radioeléctrico y minimizará la posibilidad de que elementos externos a la empresa utilicen herramientas básicas de hackeo para ingresar a la red.

En las empresas a implementar, como la de Aceites Esenciales se obtuvo una fuerza de señal de -71dBm, siendo la sensibilidad del equipo de -83dBm, con una AMQ<sup>2</sup> (AirMax Quality) del 87%, según Ubiquiti una AMQ inferior al 80% puede sufrir interferencias y toda conexión superior a este valor garantiza un buen enlace, CCQ (calidad de conexión del cliente) del 98.8%, capacidad del canal del 93%, con una velocidad de TX/RX 144.444 Mb/s, superando 6 veces la velocidad proporcionada por el ISP la cual es de 3MB/s. En la empresa del Adulto Mayor se obtuvo una fuerza de señal de -69 dBm siendo la sensibilidad del equipo de -83dBm, con una AMQ (AixMax Quality) del 90% superando el 80% donde empiezan las interferencias, CCQ (calidad de conexión del cliente) del

---

<sup>2</sup> AMQ: Es un valor porcentual basado en la cantidad de reintentos y calidad del enlace físico

99.1%, capacidad del canal del 97% con una velocidad de TX/RX 144.444 Mb/s, superando 6 veces la velocidad proporcionada por el ISP la cual es de 3MB/s.

El MIKROTIK RB1100 permitió la restricción de los diferentes tipos de tráfico mediante el uso de address list como Redes Sociales (Facebook, Twitter, Instagram), Youtube, Skype y limitando el ancho de banda por IP de acuerdo con las necesidades de cada empresa; Aceites Esenciales: 0.5 MB/s, Confeitería: 1.5 MB/s, Adulto Mayor: 1 MB/s.

El router D-link DIR 605 se configuró con autocalidad de servicio gracias a su herramienta de complemento WMM (Wi-Fi Multimedia) el cual prioriza el tráfico de voz y video en caso de haber saturación de tráfico y haya necesidad del uso de este, esta particularidad es importante dado que nace de la necesidad de hacer video conferencias por parte de la empresa.

Para la prueba de conectividad se usó la herramienta CMD haciendo un ping desde los hosts 192.168.1.103 y 192.168.1.104 hasta el AP de la Quesera 192.168.1.100 obteniendo como resultado una trasmisión de 32 bytes en un tiempo menor a 1 ms y sin pérdidas de paquetes en ambos casos.

## **RECOMENDACIONES**

Utilizar equipos reguladores de voltaje como UPS para evitar el daño de los equipos por exceso de voltaje de la red eléctrica la cual supera en un 12.73% al valor nominal.

Se sugiere usar un extensor iMice/Mini Router WU110300 en la empresa Ali Salinas para cubrir una mayor área de comunicación y minimizar costos evitando utilizar un par de antenas entre ambos frentes.

Sería importante utilizar un código de encriptación WPA2-AES tanto en las antenas, como en los routers Wi-Fi para proteger la red de intrusos, característica ausente en la configuración base impuesta en la red de la empresa.

## REFERENCIAS

- Castaño Ribes, Rafael Jesús Y López Fernández. (2013). *Redes locales*. Madrid: Macmillan Iberia.
- Coro, M. (2 de Noviembre de 2016). *Cable de categoria 5*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_de\\_Categor%C3%ADa\\_5](https://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_Categor%C3%ADa_5)
- Corporación Andina de Fomento. (2007). *Análisis del sector telecomunicaciones*. Caracas: Corporación Andina de Fomento.
- Díaz, V. (2006). *Repositorio de la ESPOL*. Obtenido de ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3077/1/5594.pdf>
- Dirección General De Gestión Del Espectro Radioeléctrico. (2012). Plan Nacional De Frecuencias. *Plan Nacional De Frecuencias Ecuador*, 192.
- D-Link. (2017). *D-Link*. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://www.dlink.com/es/es/support/product/dir-6051-wireless-n-300-home-cloud-router>
- Gibson, J. D. (2002). *The Communications Hand Book*. Dallas: CRC PRESS.
- González, J. M. (12 de Julio de 2015). *Universitat Oberta de Catalunya*. Recuperado el 12 de Abril de 2017, de Universitat Oberta de Catalunya: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/42810/6/jsantaellaTFC0615memoria.pdf>
- Google Earth. (16 de Junio de 2017). *Google Earth*. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de Google Earth: <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Guevara Calume, Roberto Carlos. (2017). *Riesgos con las redes Wi-Fi públicas del centro de Medellín*. Medellin: Corporación Universitaria Remington.
- López, Robalino. (11 de Junio de 2017). ICS Telecom. Quito, Pichincha, Ecuador.
- López, & Robalino. (2017).

- Mata, D. (2007). *Matemáticas Financieras*. México DF: Mc Graw Hill.
- Matt, H. (27 de Junio de 2017). *EcuRed*. Recuperado el 25 de Junio de 2017, de EcuRed:  
[https://www.ecured.cu/Redes\\_punto\\_a\\_punto](https://www.ecured.cu/Redes_punto_a_punto)
- MTM. (20 de Enero de 2012). *Enlaces punto a punto*. Recuperado el 27 de Mayo de 2017, de MTM Telecom: <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>
- Pastor, H. (2015). *Análisis de una red punto a multipunto con espectro ensanchado de 5ghz para proveer servicio de Internet al recinto Marcelino Maridueña*. Guayaquil: Universidad Católica De Santiago De Guayaquil.
- Perugachi Betancourt, María Luisa. (2004). *Optimización de procesos: la concesión de radiofrecuencias en el Ecuador*. Quito: Abya-Yala.
- Silva, L. (20 de Marzo de 2012). *Enlaces Inalámbricos*. Recuperado el 27 de Junio de 2017, de <http://enlacesinalambricos.blogspot.com/>
- Tec, S. O. (2017). *Mini Router Wifi*. Obtenido de AliExpress:  
<https://es.aliexpress.com/item/HOT-Mini-Wifi-Router-2-4G-300Mbps-Wireless-N-802-11-b-g-n-Network-Wi/32677994574.html?spm=a219c.10010108.1000023.3.3ivwI3>
- Ubiquiti. (2015). *Datasheet AP UAP AC LITE*. Obtenido de Ubiquiti Networks:  
[https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi\\_AP-AC-Lite\\_QSG.pdf](https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_AP-AC-Lite_QSG.pdf)
- Ubiquiti. (2017). Obtenido de Ubiquiti Networks:  
[https://dl.ubnt.com/guides/NanoStation\\_M/NanoStation\\_M\\_Loco\\_M\\_QSG.pdf](https://dl.ubnt.com/guides/NanoStation_M/NanoStation_M_Loco_M_QSG.pdf)
- Ubiquiti. (15 de abril de 2017). *AirMax*. Obtenido de Ubiquiti Networks:  
<https://help.ubnt.com/hc/es/articles/204950584--AirMax-c%C3%B3mo-utilizar-airView-para-encontrar-el-mejor-canal->
- Ubiquiti. (2017). *NBE-M5-16 datasheet*. Obtenido de Ubiquiti Networks:  
[https://dl.ubnt.com/guides/nanobeam/NBE\\_M5\\_16\\_QSG.pdf](https://dl.ubnt.com/guides/nanobeam/NBE_M5_16_QSG.pdf)

Ubiquiti. (2017). *PBE M5-400 datasheet*. Obtenido de Ubiquiti Networks:  
[https://dl.ubnt.com/guides/PowerBeam\\_ISO/PBE-M5-400-ISO\\_QSG.pdf](https://dl.ubnt.com/guides/PowerBeam_ISO/PBE-M5-400-ISO_QSG.pdf)

Vega, C. (9 de Marzo de 2017). *Maquina Virtual Java*. Obtenido de Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina\\_virtual\\_Java](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_virtual_Java)

## ANEXOS

### Anexo 1. Atribución de bandas de frecuencia

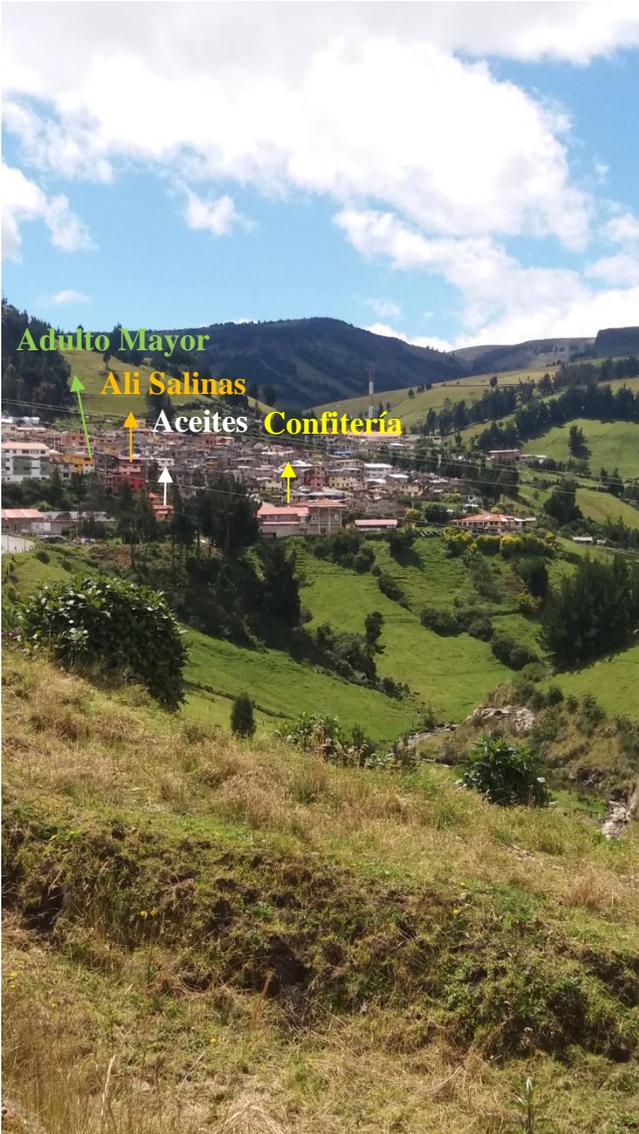
Existen nueve bandas que pueden ser atribuidas y se puede visualizar en la Tabla

Tabla 21. Bandas De Frecuencias

Número de banda	Símbolos	Gama de frecuencias (excluido límite inferior incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviatura de banda
4	VLF	3-30 [kHz]	Onda milimétrica	B.Mam
5	LF	30-300 [kHz]	Onda kilométrica	B.km
6	MF	300-3000 [kHz]	Onda hectométrica	B.hm
7	HF	3-30 [MHz]	Onda decamétrica	B.dam
8	VHF	30-300 [MHz]	Onda métrica	B.m
9	UHF	300-3000 [MHz]	Onda decimétrica	B.dm
10	SHF	3-30 [GHz]	Onda centimétrica	B.cm
11	EHF	30-300 [GHz]	Onda milimétrica	B.mm
12		300-3000 [GHz]	Onda decimilimétrica	

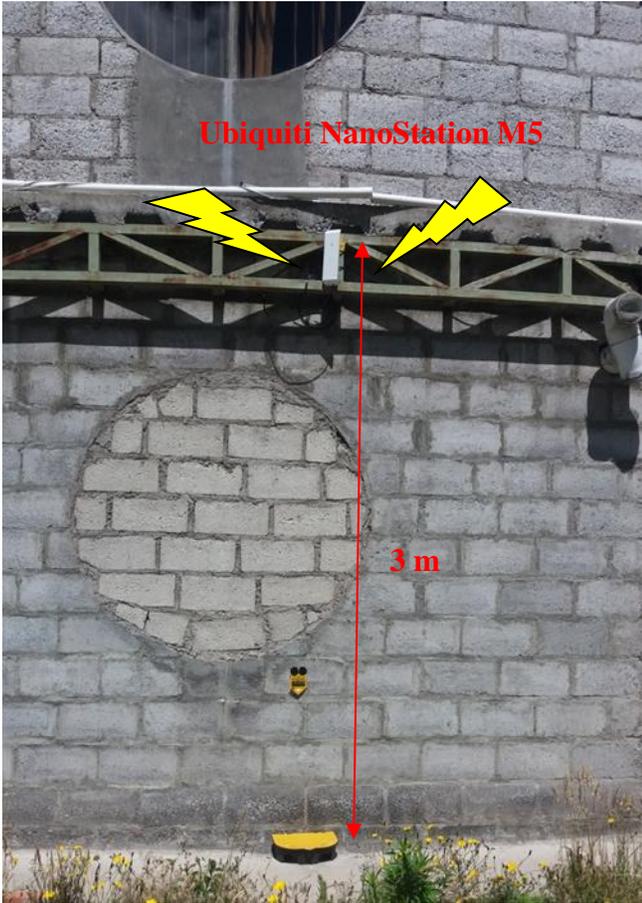
Atribución de bandas de frecuencias, Fuente: (Dirección General De Gestión Del Espectro Radioeléctrico, 2012)

**Anexo 2. Vista de la Quesera a los sitios de interés**

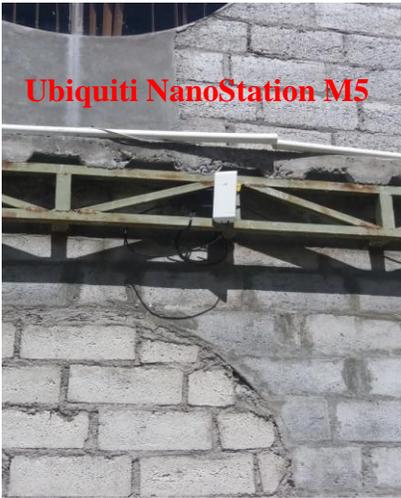


Elaborado por: López & Robalino

**Anexo 3. Lugar de recepción de la Quesera (Access Point)**



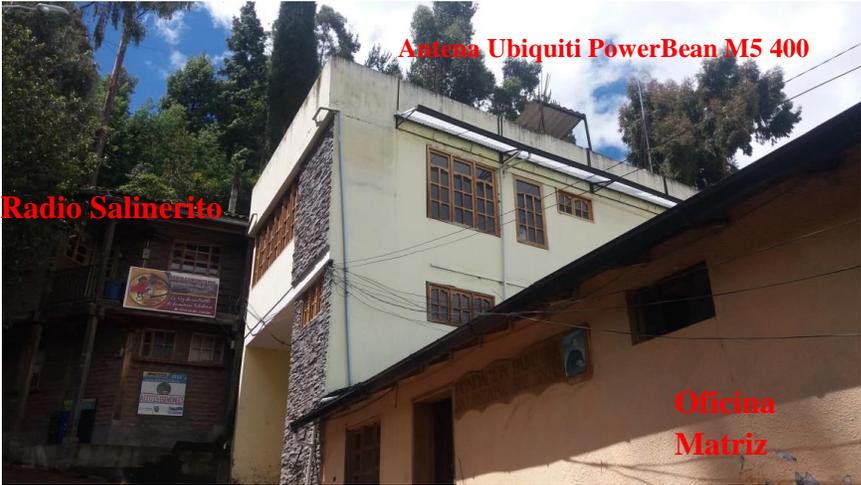
Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino

**Anexo 4. Radio Salinerito**

**EDIFICACIONES**



Elaborado por: López & Robalino



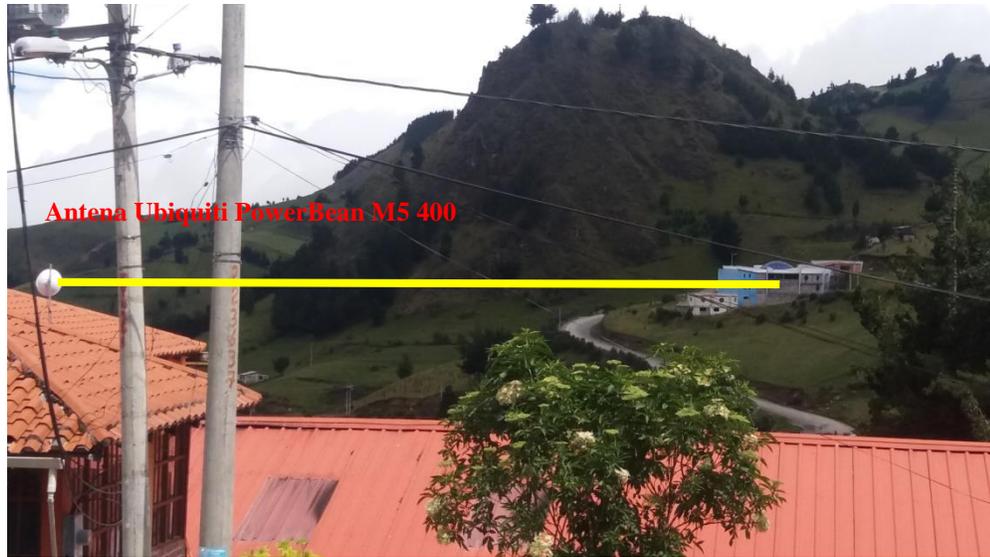
Elaborado por: López & Robalino

**Anexo 5. Confitería**

**EDIFICACIONES**



Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino

## EQUIPOS



Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino

## Anexo 6. Fábrica de Aceites Esenciales

### EDIFICACIONES

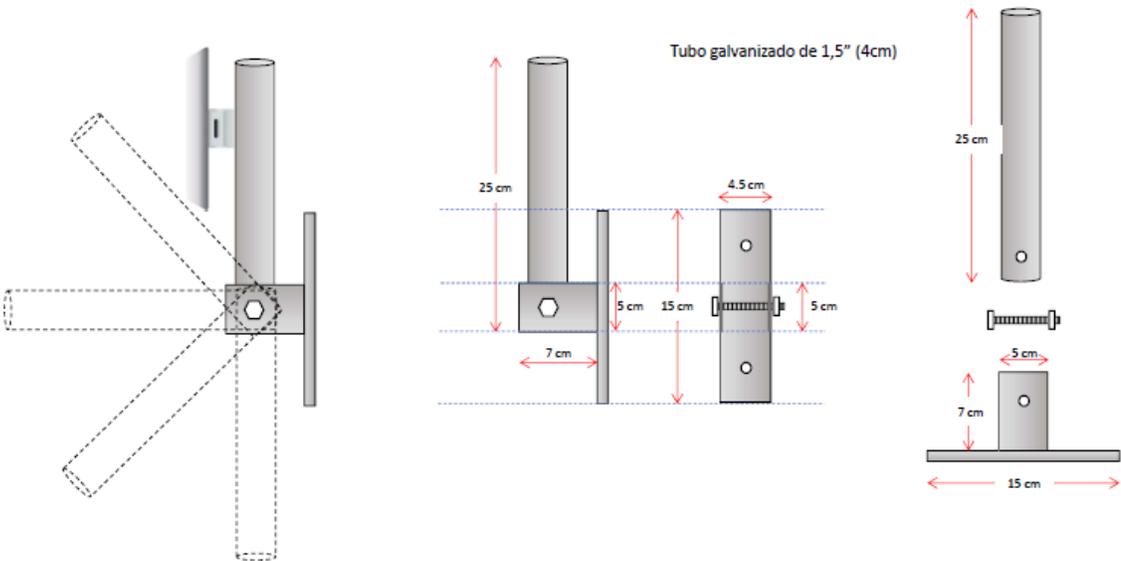


Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino

**MASTIL**



Elaborado por: López & Robalino

**Anexo 7. Adulto mayor**

**EDIFICACIONES**

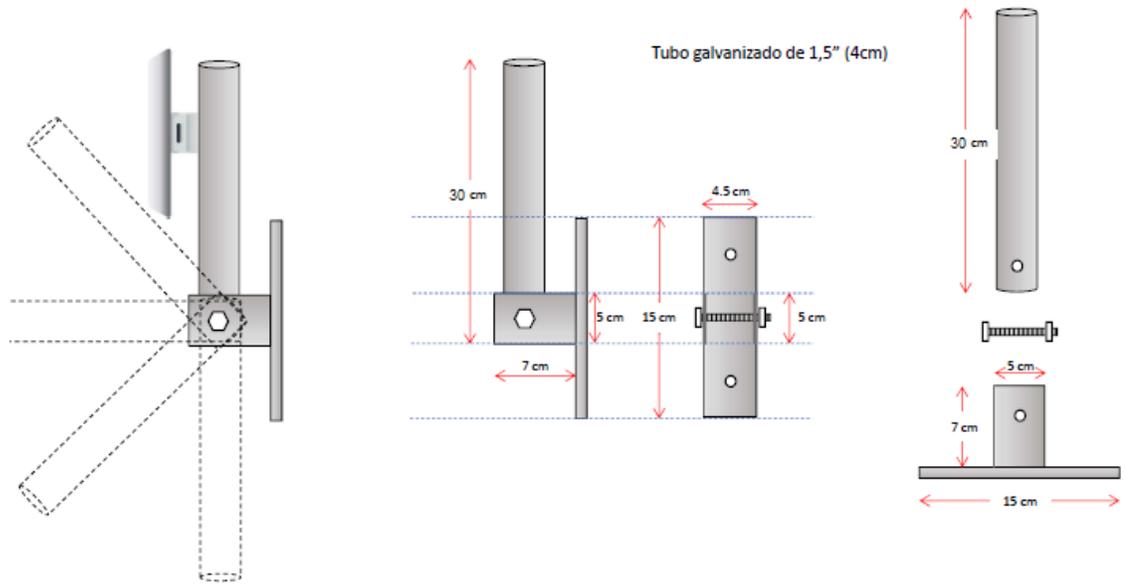


Elaborado por: López & Robalino



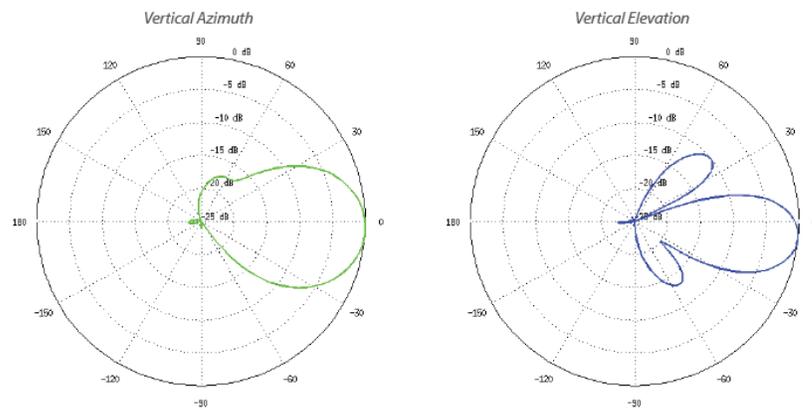
Elaborado por: López & Robalino

# MASTIL

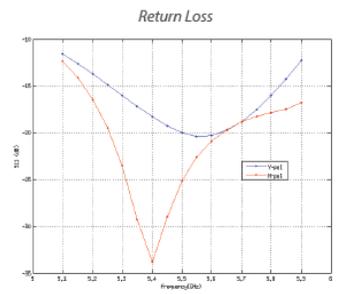
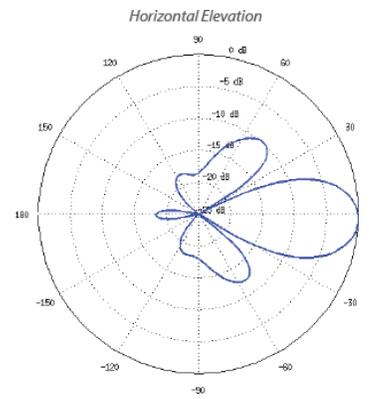
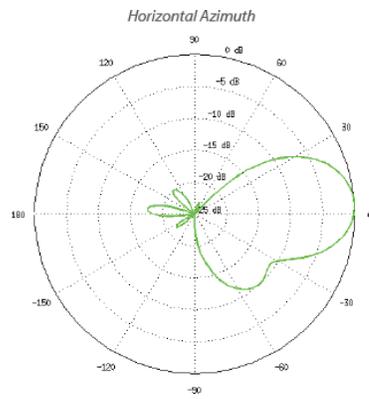


Elaborado por: López & Robalino

## Anexo 8. DATASHEET NANO LocoM5



Elaborado por: López & Robalino



Elaborado por: López & Robalino

## Anexo 9. Certificado de cumplimiento con los objetivos planteados



### FUNDACION FAMILIA SALESIANA SALINAS

Salinas, 17 de noviembre de 2017



Yo, Carlos Rodrigo Méndez Pérez, con C.I. 0201353034, Representante Legal de la Fundación Familia Salesiana Salinas con RUC N° 0291501583001, certifico que los tesisas Christian Andrés López Cobos con C.I: 1720690062 y Mario Alberto Robalino Vásconez con C.I: 0802745190; cumplieron a cabalidad los objetivos propuestos en su proyecto de tesis titulado: "Diseño de una red WAN para interconectar las empresas de la Fundación Familia Salesiana Salinas utilizando equipos MIKROTIK", el cual se desarrolló en la institución a la que represento.

Los tesisas pueden hacer uso del presente documento conforme sus intereses, para los trámites de titulación pertinentes.

Lic. Carlos R. Méndez  
DIRECTOR FFSS  
0993319386  
cmendez@salinerito.com

www.salinerito.com



Dirección: Samlagua s/n vía al Calvario  
Teléfono: ++593-03-2210065  
Email: ffsalinas@salesianos.org.ec  
ffs@salinerito.com