



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO FASE II**

**ENLACE POR MICROONDAS A INTERNET EN EL BARRIO DANTO, LA CEIBA,  
ATLÁNTIDA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR:**

**21451019 CARLOS RENÉ MELÉNDEZ DÍAZ**

**21211160 JONATHAN JAIR BONILLA SORTO**

**ASESOR: ING. ANA REYES**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA; JULIO, 2020**

## **DEDICATORIA**

Le dedicamos el presente proyecto primeramente a Dios, por brindarnos sabiduría y de su gracia incondicional. Así mismo a nuestras familias y amigos que demostraron su apoyo incondicional sin el cual no habría sido posible alcanzar este peldaño de nuestra formación universitaria. Y, por último, pero no menos importante a todos los catedráticos del área de telecomunicaciones por impartirme su conocimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios primeramente por llevarme a este punto y por su inmenso amor. A mi familia y amigos por su inmenso apoyo en mi trayectoria universitaria.

A si mismo al asesor metodológico y temáticos por brindar sus conocimientos en sus respectivos campos de la ingeniería y guiarme en la formación del proyecto de investigación.

A todos gracias totales.

## **EPÍGRAFE**

El éxito es la capacidad de ir de fracaso en fracaso sin perder el entusiasmo.

**Winston Churchill.**

## RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los mayores retos de las telecomunicaciones en Honduras es cubrir con las necesidades del usuario ya sea de internet o de cobertura móvil, en esta investigación se analizará el problema de conectividad a internet en la zona del Barrio El Danto, La Ceiba Atlántida. El presente trabajo de investigación enfoca temas de mucha importancia en las telecomunicaciones, especial mente en la conectividad sobre las zonas aledañas a Barrio El Danto, de enlaces de internet a través de diversos medios y tecnologías de transmisión. Se evaluó un caso en concreto. En esta zona no cuenta con servicio de conexión a internet de buena calidad. Por lo tanto, en el presente proyecto, se busca diseñar un enlace de conectividad a internet con el mejor rendimiento y mayor eficiencia posible para el Barrio El Danto. Para este se siguió una metodología con un enfoque mixto, el cual consiste en cuatros pasos principales para obtener los resultados requeridos. Se diseñó un enlace de microonda con tres nodos principales. Se utilizó la modulación digital QPSK MIMO, la cual permite una velocidad máxima de transmisión de 24.32 Mbps tanto de subida como bajada, siendo una red simétrica, con un ancho de banda de 20 MHz. Para los nodos principales se utilizó la antena conocida comercialmente como airFiber 5xHD, para la radiación de la señal sobre la población total de Barrio El Danto, se utilizó tres antenas sectoriales Rocket Prism 5AC Gen 2 y para la recepción de la señal en las viviendas, se utilizó la antena LiteBeam AC Gen 2.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción .....	1
II. Generalidades de la Empresa.....	2
2.1 Descripción de la empresa.....	2
2.2 Descripción del departamento.....	2
2.3 Objetivos del puesto .....	2
2.3.1 Objetivo General.....	2
2.3.2 Objetivos específicos .....	2
III. Planteamiento del Problema .....	3
3.1 Precedentes del Problema .....	3
3.2 Definición del Problema .....	3
3.3 Objetivos.....	3
3.3.1 Objetivo General.....	4
3.3.2 Objetivos Específicos .....	4
IV. Marco Teórico .....	5
4.1 Medios Inalámbricos.....	5
4.2 Espectro Radioeléctrico.....	7
4.3 Medios de Transmisión .....	8
4.3.1 Ondas Radioeléctricas .....	8
4.3.2 Sistemas de radio por onda de tierra.....	8
4.3.3 Radio de alta frecuencia .....	8
4.3.4 Radio de muy y ultra alta frecuencia (VHF) – (UHF).....	9
4.3.5 Microondas terrestres: (de 1 a 300 GHz).....	9

4.3.6 Sistemas de Satélites.....	9
4.3.7 Radio microondas .....	10
4.4 Radioenlace .....	11
4.4.1 Antena .....	11
4.4.2 Tipos De Antenas .....	12
4.4.2.1 Antena Direccional (o directivas).....	12
4.4.2.2 Antena Omnidireccional .....	12
4.4.2.3 Antena Sectorial.....	13
4.4.2.4 Antena Isotrópica .....	13
4.4.3 Patrón de Radiación .....	14
4.4.4 Ángulo de Azimut .....	14
4.4.5 Ángulo de Elevación.....	14
4.4.6 Ganancia .....	15
4.4.7 Polarización .....	15
4.4.8 Eficiencia de una antena.....	16
4.4.9 Potencia de las antenas .....	16
4.4.10 Directividad .....	16
4.4.11 Sensibilidad .....	16
4.4.12 Ancho de banda .....	17
4.4.13 Línea de vista .....	17
4.4.14 Zona de Fresnel .....	17
4.4.15 Tipos de Conexión de un Radioenlace .....	18
4.4.16 Enlaces Punto a Punto .....	18

4.4.17 Enlaces Punto a Multipunto.....	19
4.5 Problemas Asociados.....	20
4.5 Aplicaciones.....	20
4.6 Redes Inalámbricas.....	21
4.6.2 Definición .....	22
4.7 Tipos de redes.....	23
4.7.2 Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN).....	24
4.7.3 Redes Inalámbricas de Área Metropolitana (WMAN) .....	26
4.7.4 Redes Inalámbricas de Área Extendida (WWAN) .....	27
4.8 Ventajas y Desventajas de las Redes Inalámbricas.....	30
Como cualquier otra Red de comunicación, se muestran algunas Ventajas y Desventajas de las Redes Inalámbricas: .....	30
4.8.1 Ventajas.....	30
4.8.2 Desventajas.....	30
V. Desarrollo.....	32
5.1 Variables de Investigación .....	32
5.1.1 Variable Dependiente.....	33
5.1.2 Variables Independientes.....	33
5.1.2.1 Margen del Enlace .....	33
5.1.2.2 Potencia del Transmisor .....	33
5.1.2.3 Sensibilidad .....	34
5.1.2.4 Ganancia .....	34
5.1.2.5 Pérdidas .....	34



5.2 Técnicas e Instrumentos Aplicados .....	34
5.3 Materiales.....	35
5.3.1 Antenas de Transmisión y Recepción en los Nodos Principales .....	35
5.3.2 Antenas de Radiación .....	40
Antena de Recepción en la Vivienda.....	44
5.4 Población y Muestra.....	46
5.5 Metodología de Estudio .....	46
5.6 Resultados.....	47
5.7 Cronograma de Actividades.....	49
VI. Conclusiones.....	50
VII. Recomendaciones .....	51
Bibliografía.....	52
Anexos.....	55

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Formas de propagación de ondas.....	7
Ilustración 2. DIVISIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO .....	7
Ilustración 3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE .....	10
Ilustración 4. ANTENA.....	12
Ilustración 5. EJEMPLO DE ANTENA ISOTRÓPICA.....	13
Ilustración 6. TIPOS DE PATRONES DE RADIACIÓN DE UNA ANTENA.....	14
Ilustración 7. ÁNGULOS DE ELEVACIÓN Y DE AZIMUT .....	15
Ilustración 8. TIPOS DE POLARIZACIÓN DE UNA ANTENA.....	16
Ilustración 9. LÍNEA DE VISTA.....	18
Ilustración 10. RADIOENLACE PUNTO A PUNTO .....	19
Ilustración 11. RADIOENLACE PUNTO A PUNTO .....	19
Ilustración 12. Esquema básico de una Red Inalámbrica .....	22
Ilustración 13. Posicionamiento de los estándares inalámbricos.....	23
Ilustración 14. Ejemplo de estructura de red WPAN .....	24
Ilustración 15. Ejemplo de estructura de red WLAN .....	25
Ilustración 16. Ejemplo de estructura de red WMAN .....	27
Ilustración 17. Generación de las Tecnologías de WWAN .....	29
Ilustración 18. Variables de investigación .....	29
Ilustración 19. AirFiber5xHD .....	35
Ilustración 20. Características del airFiber5XHD .....	36
Ilustración 21. Sensibilidad del airFiber5XHD .....	37
Ilustración 22. Antenas compatibles con airFiber5XHD .....	38

Ilustración 23. Capacidad TDD en Mbps.....	29
Ilustración 24. Rocket Prism 5AC Gen 2 .....	41
Ilustración 25. Características de Rocket Prism 5AC Gen 2 .....	42
Ilustración 26. Especificaciones de la potencia de transmisión.....	42
Ilustración 27. Antenas compatibles con Rocket Prism 5AC Gen 2 .....	43
Ilustración 28. LBE-5AC-Gen2 .....	44
Ilustración 29. Características del LBE-5AC-Gen2 .....	44
Ilustración 30. Especificaciones de la potencia de recepción .....	45
Ilustración 31. Metodología de estudio .....	46
Ilustración 32. Imagen de muestra 1 ptp .....	47
Ilustración 33. Pb2playa a rocket cerro.....	47
Ilustración 34. Pb1danto a rocket cerro .....	48
Ilustración 35. Irradiación .....	48
Ilustración 36. Cronograma de actividades .....	49

## LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

dBi Decibeles

LAN Red de Área Local

MAN Red de Área Amplia

MHz Megahercio

UHF Ultra Alta Frecuencia

VHF Ultra Alta Frecuencia

WAN Red de Área Metropolitan

Sistema de radioenlaces: Conjunto de dos o más radioenlaces.

Interconexión: Unión de dos o más redes de telecomunicaciones.

Red: Conjunto de elementos conectados entre sí a través de un medio.

dBi: Ganancia de potencia de la unidad, tomando como referencia una antena isotrópica.

## I. INTRODUCCIÓN

La expansión tecnológica de las telecomunicaciones a nivel mundial se ha acelerado en los años recientes, dando así una mayor cobertura de internet en las zonas urbanas, Las telecomunicaciones e Internet son claves en el siglo XXI para asuntos de diferente índole y tan importantes como los relacionados con la sanidad, llamadas de urgencia o trámites, o con la educación, e incluso para la vida diaria para solventar reclamaciones o pagos de impuestos. La conexión de acceso a Internet se ha incrementado utilizando nuevos métodos de conectividad para obtener mayores beneficios como ser mayor ancho de banda entre otros.

En base a lo anterior se busca diseñar una propuesta que permita dar conectividad al Barrio El Danto ubicado en la Ciudad de la Ceiba Atlántida, evaluando la tecnología por microondas que permita generar una conectividad estable, ubicando puntos de accesos (Nodos) estratégicos para mantener una calidad de conexión.

Generando nueva competencia en cuanto a precio y estabilidad del enlace brindado una mejor calidad de servicio y conectividad, abriendo brecha a nuevas oportunidades de negocio y dando un servicio a la comunidad como lo es la transferencia de datos y lo más importante la conexión a internet desde cualquier punto en dicha zona.

Se inició planteando el problema en el capítulo II generando así soluciones para definir la mejor tecnología que nos permita dar conectividad a dicha zona. Se establecerán objetivos generales y objetivos específicos para reconocer cual será la tecnología más factible para utilizar.

Se expondrá el método de conectividad por microonda, utilizando tecnología de punta para generar un mejor enlace.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Empresa de telecomunicación dedicada a brindar comunicación a través de un enlace de microondas para brindar mayor cobertura en el área de La Ceiba.

### **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

Planta externa dedicada al control y mantenimiento de la red para preservar la calidad de conexión brindada en dicha zona, controlando la vista del enlace y la dirección de las antenas entre otros equipos de igual manera se delimitará el ancho de banda que se le brindará a los clientes de dicho servicio.

### **2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO**

Generar estabilidad en el enlace, detallar mantenimientos semanales de la emisión y recepción de señales.

#### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Mantener un enlace óptimo para la mejor calidad de emisión y recepción de señales, generando así estabilidad en la red.

#### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Mayor calidad de servicio de internet en el área correspondiente

Generar la menor pérdida de señal en distintas áreas de la colonia

Cubrir mayor distancia con la mejor cobertura del área.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA**

Uno de los mayores retos de las telecomunicaciones en Honduras es cubrir con las necesidades del usuario ya sea de internet o de cobertura móvil, en esta investigación se analizará el problema de las conexiones de internet en el área urbana.

La falta de infraestructuras, el difícil acceso y los costes de conexión son las causas por las que todavía algunas zonas aledañas a la ciudad están digitalmente aisladas o sin facilidad a la conexión a la red de servicios de internet.

#### **3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones presentan unas particularidades que permiten su utilización para resaltar lo local, lo regional, en un mundo de imposiciones culturales, políticas y económicas globales. Es por ello, que el conocimiento de lo que son, de lo que implican, y de su uso, es decir, conocer las concepciones paradigmáticas e instrumentales se hace más que necesario, tanto para hacer un uso consciente de estas tecnologías como para promover un desarrollo social efectivo a través de ellas.

Al ofrecer una solución mediante un enlace de microondas se debe contemplar la elaboración de un plan de trabajo, donde se analicen los diferentes requerimientos de conexión para un enlace punto multipunto vía microondas a fin de coordinar los diferentes requisitos que demande esta solución, en aras de optimizar los procesos de comunicación y resolución de problemas. Se solicita al proveedor de servicios el estudio de factibilidad al fin de determinar el tipo de enlace a utilizar por microondas, el ancho de banda y demás consideraciones técnicas para la puesta en funcionamiento del plan de trabajo.

#### **3.3 OBJETIVOS**

Los objetivos tienen como finalidad establecer lo que se pretende hacer para dar respuesta a las preguntas de investigación y al problema formulado; establecen el rumbo que debe seguir el

trabajo de investigación. Baca Urbina (2010) afirma que los objetivos de la investigación señalan a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías de estudio (p. 37).

### 3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de viabilidad y diseño para la implementación de una conexión de internet, mediante microondas en el Barrio El Danto ubicado en el municipio de La Ceiba, departamento de Atlántida.

### 3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Obtener los diferentes parámetros técnicos de instalación.
- 2) Analizar los diferentes aspectos técnicos que se requieren para el diseño de la propuesta de conexión de internet.
- 3) Documentar las coordenadas de la ubicación física de cada uno de los puntos a interconectar.
- 4) Realizar un estudio mediante software para obtener la altura y potencia necesaria de los equipos a utilizar.



## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1 MEDIOS INALÁMBRICOS

Los medios de transmisión inalámbrica son los que no transportan las señales mediante ningún tipo de cable, ya que las mismas se propagan libremente a través del aire o el vacío.

Se trata de un medio electromagnético, toda vez que la señal se propaga a través de él es de naturaleza electromagnética, es decir, ondas a base de campos eléctricos y magnéticos que se conocen como ondas de radio.

El radio es una forma particularmente efectiva de comunicación que resuelve los siguientes problemas:

- 1) Comunicación con regiones difíciles, en donde el tendido de cables y el mantenimiento no es práctico.
- 2) Comunicación a cualquier distancia.
- 3) Comunicación de cualquier tipo de información (análoga o digital).

En la transmisión por radio, las ondas electromagnéticas se producen mediante el empleo de antenas y una fuente de corriente alterna normalmente de alta frecuencia. Cuando la fuente se conecta a la antena, ésta se encarga de convertir la energía eléctrica en energía electromagnética (ondas de radio), que tiene la propiedad de propagarse a través del espacio libre. Así la señal de alta frecuencia (portadora) que se genera se modula con la información que se desea transmitir, las ondas de radio llevarán impresa esta información pudiendo transportarla a cualquier punto (Herrera Pérez, 2003, pág. 91).

El alcance que tenga la transmisión va a depender de la potencia de la señal modulada que se genera. A mayor potencia, más lejos se transmitirá la información. La fuente de radio conectada a la antena se conoce como estación transmisora y, dependiendo de las ondas que propagan, se pueden clasificar las antenas de la siguiente manera:

- 1) De baja frecuencia.
- 2) De alta, muy alta y ultra alta frecuencia.

3) De microondas.

4) De dispersión troposférica.

5) De satélite.

Cuando las ondas de radio se transmiten desde una antena, se dispersan y propagan como ondas que se forman en un lago cuando se lanza una piedra en sus aguas.

Las ondas de radio se pueden reflejar, refractar (doblamiento) y difractar (inclinación alrededor de obstáculos), en la ilustración 1 es un ejemplo de diferentes trayectorias de ondas entre transmisión y receptor que son el resultado de estos fenómenos de propagación, se trata de cuatro modos de propagación, que son:

1) Por línea de vista.

2) Por onda de tierra o de superficie (difracción).

3) Por dispersión troposférica (reflexión y refracción).

4) Por onda de cielo (refracción).

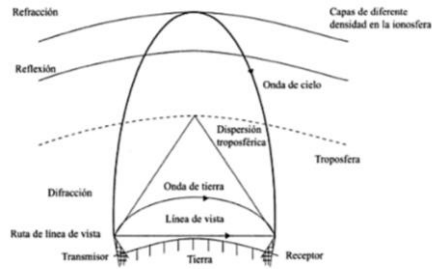
Un sistema de transmisión por radio se diseña normalmente para aprovechar algunas de estas formas de propagación que explicaremos a continuación:

La propagación por línea vista se basa en que las ondas viajan en línea recta; el receptor debe estar dentro de la línea de vista del transmisor y su alcance está limitado a la curvatura de la tierra.

La propagación por onda de tierra se realiza mediante difracción utilizando la tierra como guía de onda, se utiliza para señales de radio de baja frecuencia.

La propagación por dispersión troposférica es una forma de reflexión de ondas de radio; la señal al chocar con la tropósfera, se refleja y vuelve a la tierra. Se utiliza para ondas de radio de ultra alta frecuencia.

La propagación por onda de cielo es ocasionada por la refracción o reflexión de las ondas de radio en la atmósfera, provocadas por las diferentes densidades en la ionósfera, lo que da como resultado la reflexión de la onda, regresando a la tierra (Herrera Pérez, 2003, pág. 92).



**Ilustración 1. Formas de propagación de ondas**

Fuente: Herrera, 2004, Introducción a las Telecomunicaciones Modernas

## 4.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El sector estratégico del espectro radioeléctrico es un conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial utilizado para la prestación de servicios de telecomunicaciones, radiodifusión sonora y televisión, seguridad, defensa, emergencias, transporte e investigación científica, así como para un elevado número de aplicaciones industriales científicas y médicas (CONATEL, 2012).

De acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, el espectro radioeléctrico se divide en las siguientes bandas genéricas:

Banda	Gama de frecuencias	Designación
Ondas miriarmétricas	3 a 30 kHz	VLF (muy baja frecuencia)
Ondas kilométricas	30 a 300 kHz	LF (baja frecuencia)
Ondas hectométricas	300 a 3.000 kHz	MF (media frecuencia)
Ondas decamétricas	3 a 30 MHz	HF (alta frecuencia)
Ondas métricas	30 a 300 MHz	VHF (muy alta frecuencia)
Ondas decimétricas	300 a 3.000 MHz	UHF (ultra alta frecuencia)
Ondas centimétricas	3 a 30 GHz	SHF (super alta frecuencia)
Ondas milimétricas	30 a 300 GHz	EHF (extrema alta frecuencia)
Ondas decimilimétricas	300 a 3000 GHz	

**Ilustración 2. DIVISIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

Fuente: Cerdá e Hidalgo, Procesos en instalaciones infraestructuras comunes de telecomunicaciones

### **4.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

Según el rango de frecuencias utilizado para transmitir, el medio de transmisión pueden ser las ondas de radio, las microondas terrestres o por satélite, por ejemplo. Dependiendo del medio, la red inalámbrica tendrá unas características u otras.

#### **4.3.1 ONDAS RADIOELÉCTRICAS**

También llamadas ondas hertzianas, su rango de frecuencia puede llegar a los 3000 GHz, pueden viajar de diferentes maneras y sin necesidad de cables dentro de un espectro electromagnético utiliza una amplia gama de frecuencias o longitud de onda por el espacio se puede propagar sin guía artificial. (Cajo, 2014)

#### **4.3.2 SISTEMAS DE RADIO POR ONDA DE TIERRA**

Los sistemas de radio por onda de tierra (o de superficie) transmiten ondas de radio de baja frecuencia en el rango de 50 KHz a 2 MHz, las mismas que se desplazan pegadas a la superficie de la tierra y se utilizan para radiodifusión, sobre todo para radiodifusoras comerciales, radios marítimas y de radio navegación. (Barrios, 2006)

#### **4.3.3 RADIO DE ALTA FRECUENCIA**

Las ondas de radio de alta frecuencia están entre los 3 y 30 MHz. La señal se transmite mediante una antena direccional, a través de la ionósfera, las capas de la ionósfera hacen que la señal se refracte y que sea reflejada de regreso a la tierra, las ondas rebotan en la superficie de la tierra y vuelven a viajar hasta las capas de la ionósfera, refractándose y regresando otra vez a la tierra, siendo esta la manera de propagación de este tipo de ondas. Uno de los inconvenientes de este tipo radio es su sensibilidad a las condiciones del tiempo en la ionósfera, sin embargo, éste fue uno de los primeros métodos que se emplearon para el servicio telefónico internacional. (Cerde, 2015)

#### 4.3.4 RADIO DE MUY Y ULTRA ALTA FRECUENCIA (VHF) – (UHF)

Utilizan frecuencias arriba de los 30 MHz, se emplean para los sistemas de radiotransmisión por línea de vista, los sistemas VHF y UHF son utilizados en aplicaciones como:

- 1) Estaciones locales de radio.
- 2) Radio de banda civil (CB).
- 3) Telefonía móvil.
- 4) Radiolocalizadores.

Este tipo de sistemas son muy utilizados en la telefonía celular, a pesar de que tienen un alcance restringido, utilizan varios transmisores los cuales cubren cada uno una pequeña área llamada célula. Cada célula tiene un rango de cobertura determinado para realizar llamadas telefónicas, las células adyacentes emplean diferentes bandas para de este modo evitar radio interferencia entre señales en la frontera de cada una. (García, 2012)

#### 4.3.5 MICROONDAS TERRESTRES: (DE 1 A 300 GHz)

Se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros que varían dependiendo de la frecuencia de operación del sistema. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbra a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas hasta un máximo de 140 km. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 GHz. (Higuera, 2017)

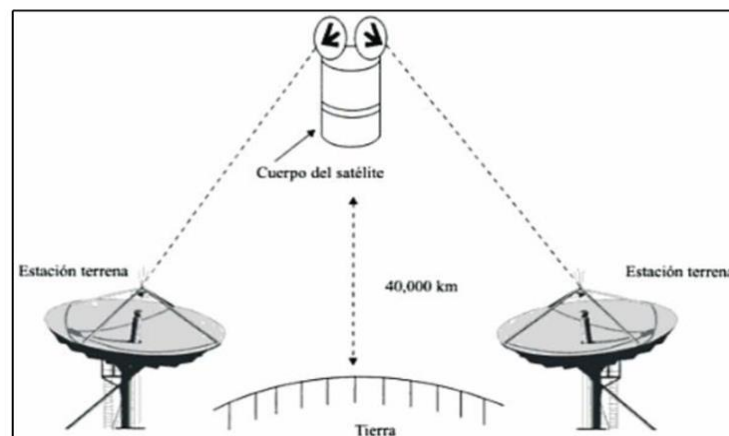
#### 4.3.6 SISTEMAS DE SATÉLITES

Este tipo de transmisión es un medio excelente de comunicación a larga distancia, ya sea alrededor de la Tierra o en lugares que sean de difícil alcance. También se la utiliza de manera efectiva en la radiodifusión de una misma señal hacia un gran número de estaciones repetidoras.

Cuando se utiliza este tipo de satélite en redes de telecomunicaciones, se equipa el mismo con antenas microondas (platos) para permitir el radio contacto de línea de vista entre el satélite y

otras antenas ubicadas en algún punto específico de la Tierra (estación terrena). De esta manera se puede establecer comunicación entre dos estaciones terrenas mediante la conexión tándem, el cual consiste en un enlace desde la estación terrena emisora, en la que la señal sube hasta el satélite y luego mediante el enlace de bajada, la señal se dispara hacia la estación terrena receptora.

Un problema que se da en este tipo de transmisión es el retardo que sufre la señal microonda, por el tiempo que le toma a la misma llegar hasta el satélite y regresar a la Tierra. Para los satélites geoestacionarios implica que la señal debe recorrer 80.000 Km, lo que trae como resultado un periodo de más o menos un segundo de silencio en el canal de voz. Debido a estos inconvenientes se han desarrollado satélites con órbitas más bajas, pero se complica un poco más el rastreo del satélite. (Ponce, 2010)



**Ilustración 3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE**

Fuente: Herrera, 2003, Tecnologías y redes de transmisión de datos

#### 4.3.7 RADIO MICROONDAS

Microondas (MO) es el nombre que reciben las ondas de radio cuya frecuencia es mayor a los 1000 KHz (1GHz) y cuya longitud de onda es de unos cuantos centímetros. Estos sistemas se emplean generalmente como medios de transmisión de alta capacidad de punto a punto en las redes de telecomunicaciones. Por ejemplo, los enlaces troncales de alta capacidad entre ciudades de la red telefónica o a menor escala entre oficinas de una compañía. Los sistemas MO utilizan antenas relativamente pequeñas, pero altamente direccionales (tipo plato), lo cual reduce el costo,

facilita su instalación y minimiza el mantenimiento. Las antenas que operan en el modo línea de vista, comúnmente se espacian entre 40 y 50 Km, dependiendo del desvanecimiento y la disponibilidad de lugares para ubicar las torres (Herrera Pérez, Tecnologías y Redes de transmisión de datos, 2004, pág. 95).

#### **4.4 RADIOENLACE**

Como su nombre lo indica, es el enlace que se lleva a cabo mediante ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio libre con el fin de transmitir información entre 2 puntos distantes. Por lo general los sistemas de radioenlace se explotan en el rango de los 2 GHz hasta los 50 GHz, ya que se trata de señales con longitud de onda muy pequeña, estos sistemas de comunicación son sensibles a los factores climáticos. Necesitan tener línea de vista (Line of sight, LOS) directa entre antenas. Dado el caso de que no se dé la posibilidad de que haya línea de vista, se usan antenas repetidoras para lograr implementar el radioenlace. (Stallings, 97)

Los siguientes términos conforman una parte importante en los radioenlaces, es por ello que se destacará lo más esencial de ellos:

##### **4.4.1 ANTENA**

Una es un dispositivo que transmite o recibe ondas electromagnéticas en el espacio libre.

Una antena en modo de transmisión transforma la energía eléctrica en ondas electromagnéticas mientras que una antena receptora realiza el proceso inverso.



**Ilustración 4. ANTENA**

Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

#### 4.4.2 TIPOS DE ANTENAS

Como se mencionó anteriormente los tipos de configuraciones de las transmisiones inalámbricas, se efectúan utilizando antenas, éstas pueden ser:

##### *4.4.2.1 Antena Direccional (o directivas)*

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho, pero de largo alcance. Una antena direccional actúa de forma parecida a un foco que emite un haz concreto y estrecho, pero de forma intensa (más alcance). El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. (Quinpallo, 2006)

##### *4.4.2.2 Antena Omnidireccional*

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio, pero de corto alcance. Si una antena direccional sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones, pero con una intensidad menor que la de un foco, es decir, con menor alcance. El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los



dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. A mismos dBi, una antena sectorial o direccional dará mejor cobertura que una omnidireccional. (Joskowicz, 2006)

#### *4.4.2.3 Antena Sectorial*

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional, pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial sería como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal. Para tener una cobertura de  $360^\circ$  (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de  $120^\circ$  ó 4 antenas sectoriales de  $80^\circ$ . Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales. (Gómez, 2008)

#### *4.4.2.4 Antena Isotrópica*

En una antena que irradia señal por igual en todas las direcciones, en forma de una esfera perfectamente uniforme. La antena isotrópica no existe en realidad ya que fue creada para ser comparadas con otras antenas y de esta manera poder calcular ciertas características que poseen las antenas reales.



**Ilustración 5. EJEMPLO DE ANTENA ISOTRÓPICA**

Fuente: <http://highsec.es>

#### 4.4.3 PATRÓN DE RADIACIÓN

Es la forma geográfica tridimensional con la que se representa la manera en que una antena puede radiar energía. Se pueden tener varios tipos de patrones de radiación de una antena, a continuación, presentemos de forma general los siguientes patrones:



**Ilustración 6. TIPOS DE PATRONES DE RADIACIÓN DE UNA ANTENA**

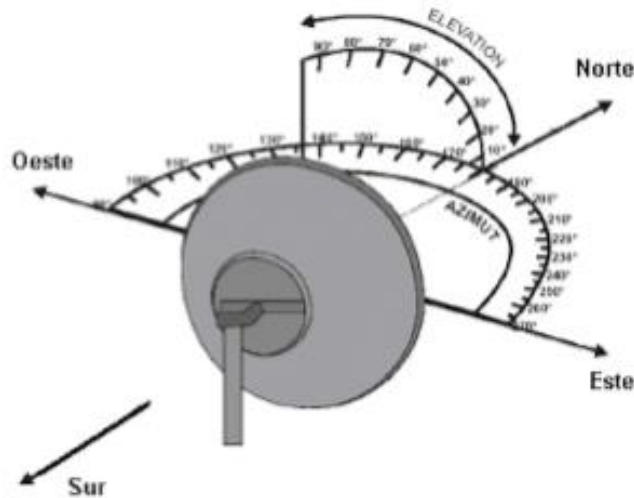
Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

#### 4.4.4 ÁNGULO DE AZIMUT

Es el ángulo que se obtiene de orientar la antena tomando como referencia el eje horizontal y el norte como  $0^\circ$ . Es la forma de encontrar la antena receptora haciendo un barrido horizontal con la antena transmisora y viceversa. El valor del azimut indicará el punto exacto donde se debe ubicar la antena en el plano horizontal en referencia del mapa geográfico.

#### 4.4.5 ÁNGULO DE ELEVACIÓN

Por definición es el ángulo que resulta desde el plano vertical y la recta que forma cuando se radian las ondas electromagnéticas desde la antena. Es el punto exacto donde se debe ubicar la antena en el plano vertical en referencia del mapa geográfico.



**Ilustración 7. ÁNGULOS DE ELEVACIÓN Y DE AZIMUT**

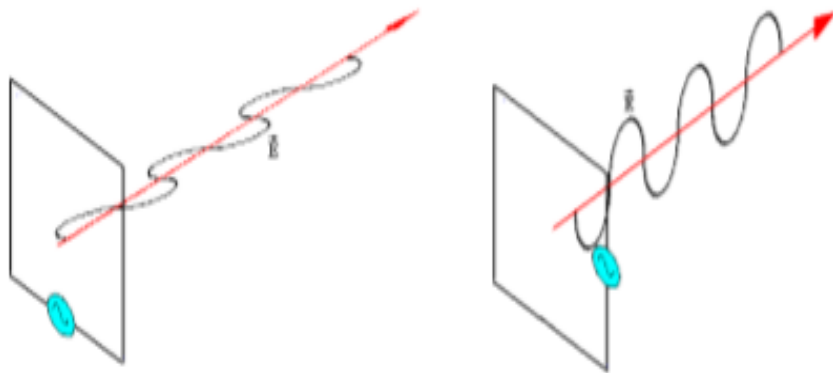
Fuente: <http://actualizaciones-azamerica.blogspot.com>

#### 4.4.6 GANANCIA

Es la relación que existe entre la potencia que entra en una antena y la potencia que sale de esta. La unidad de medida de la ganancia es el dBi y hace referencia a la comparación entre la potencia que irradia una antena real y la antena isotrópica.

#### 4.4.7 POLARIZACIÓN

Se define como la orientación que toman en el campo eléctrico las ondas electromagnéticas al salir irradiadas a través de una antena y propagarse en el espacio libre. La polarización puede ser lineal (vertical u horizontal), circular y elíptica.



**Ilustración 8. TIPOS DE POLARIZACIÓN DE UNA ANTENA**

Fuente: <http://www.radioaficion.com>

#### 4.4.8 EFICIENCIA DE UNA ANTENA

Es un parámetro que determina las pérdidas presentes en la entrada de la antena, que en otras palabras sería la relación que tiene la potencia radiada y la potencia entregada entre antenas.

#### 4.4.9 POTENCIA DE LAS ANTENAS

Es la intensidad con la que se propagan las ondas electromagnéticas en el espacio libre para constituir un enlace de radio.

#### 4.4.10 DIRECTIVIDAD

Es la capacidad o habilidad que tiene una antena para transmitir o recibir la energía radiada en una determinada dirección. Generalmente es una relación de intensidad de radiación en una dirección determinada en comparación a la intensidad promedio de una antena isotrópica.

#### 4.4.11 SENSIBILIDAD

En un receptor es un parámetro que no debe pasar por alto ya que identifica el menor valor de potencia que se requiere para poder decodificar la señal.

#### 4.4.12 ANCHO DE BANDA

Es el rango de frecuencias para el que se ha diseñado un sistema y para el cual funciona correctamente. Se define como la diferencia entre dos frecuencias, una superior y la otra inferior y se mide en hercios (Hz) (García & Morales, 2012).

#### 4.4.13 LÍNEA DE VISTA

Es la visión directa y sin obstáculos que tiene que existir entre las antenas que conforman un radioenlace para que el mismo pueda funcionar correctamente.

#### 4.4.14 ZONA DE FRESNEL

Es el volumen de espacio que existe entre la distancia de dos antenas que conforman un radioenlace.

La primera zona de Fresnel es el espacio entre el emisor y el receptor en cuyo volumen el desfase máximo de las ondas es de 180°. Su radio se calcula con la siguiente ecuación simplificada:

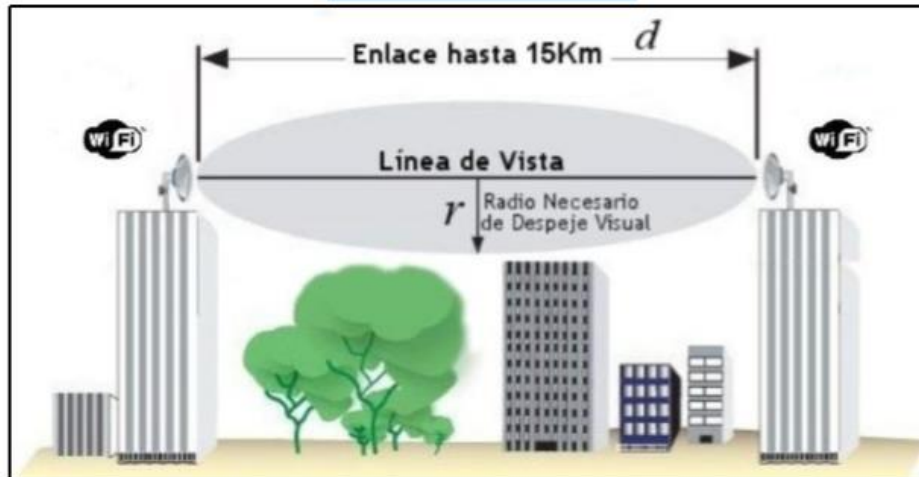
$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Donde:

D: distancia en kilómetros entre transmisor y receptor.

f: Frecuencia del enlace, expresada en Giga Hercios (GHz) (García & Morales, 2012).

Para el correcto funcionamiento de un radioenlace, además de la línea de vista, no deben de existir obstáculos en por lo menos el 60% del radio de la primera zona de fresnel, ya que de lo contrario el obstáculo provocará atenuación en la señal del radioenlace.



**Ilustración 9. LÍNEA DE VISTA**

Fuente: <http://sincables.com.ve>

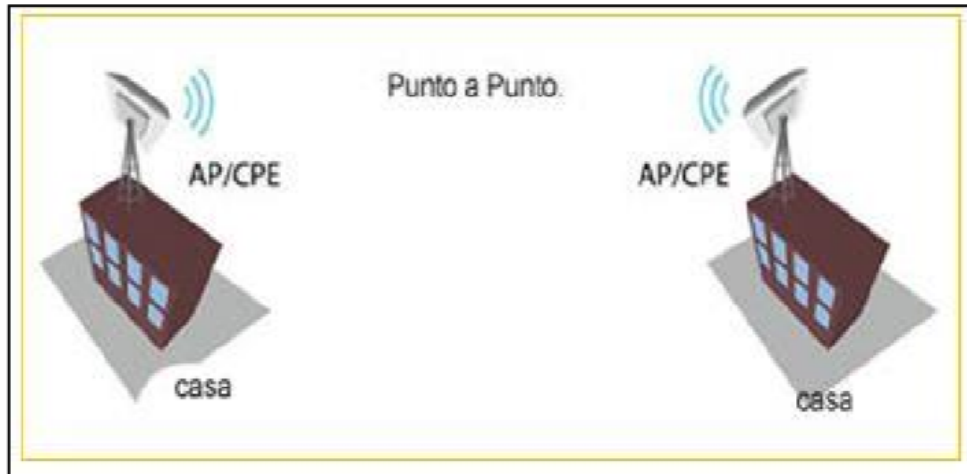
#### 4.4.15 TIPOS DE CONEXIÓN DE UN RADIOENLACE

Se conoce que los dispositivos que conforman un radioenlace pueden trabajar bajo los siguientes esquemas de conectividad:

- 1) Enlaces Punto a Punto.
- 2) Enlaces Punto a Multipunto.

#### 4.4.16 ENLACES PUNTO A PUNTO

En este tipo de radioenlace se implementa la comunicación tan sólo entre dos nodos o antenas, configurando un equipo en modo Access Point y el otro equipo se lo configura en modo Estación.



**Ilustración 10. RADIOENLACE PUNTO A PUNTO**

Fuente: <http://www.mtm-telecom.com>

#### 4.4.17 ENLACES PUNTO A MULTIPUNTO

Sistema de radioenlaces en donde la comunicación se da desde un punto central a varios puntos remotos. Configurando el equipo central en modo Access Point y los equipos remotos son configurados en modo Estación. Mayormente se lo implementa en redes que deseen comunicar una agencia matriz con sus respectivas sucursales.



**Ilustración 11. RADIOENLACE PUNTO A PUNTO**

Fuente: <http://www.mtm-telecom.com>

#### **4.5 PROBLEMAS ASOCIADOS**

Los hornos de microondas utilizan radiaciones en el espectro de 2.45 Ghz. Es por ello que las redes y teléfonos inalámbricos que utilizan el espectro de 2.4 Ghz. pueden verse afectados por la proximidad de este tipo de hornos, que pueden producir interferencias en las comunicaciones. Otras veces, este tipo de interferencias provienen de una fuente que no es accidental. Mediante el uso de un perturbador o inhibidor de señal se puede dificultar e incluso imposibilitar las comunicaciones en un determinado rango de frecuencias.( Cerda, 2004)

#### **4.5 APLICACIONES**

Actualmente, las redes locales inalámbricas (WLAN) se encuentran instaladas mayoritariamente en algunos entornos específicos: como almacenes, bancos, restaurantes, fábricas, hospitales y transporte.

Las limitaciones que de momento presenta esta tecnología ha hecho que sus primeros mercados hayan sido los que utilizan información en períodos cortos de transmisión de información muy intensos seguidos de períodos de baja o nula actividad, donde la exigencia clave consiste en que los trabajadores en desplazamiento puedan acceder de forma inmediata a la información a lo largo de un área concreta, como por ejemplo: un almacén, un hospital, la planta de una fábrica o un entorno de distribución o de comercio al por menor; en general, en mercados verticales. (Requelme, 2004)

Mediante las microondas terrestres, existen diferentes aplicaciones basadas:

- 1) En protocolos como Bluetooth o ZigBee para interconectar ordenadores portátiles, PDAs, teléfonos u otros aparatos.
- 2) Se utiliza en enlaces punto a punto a cortas distancias entre edificios.
- 3) También se utilizan las microondas para comunicaciones con radares (detección de velocidad u otras características de objetos remotos) y para la televisión digital terrestre.



En cuanto a los aplicativos de microondas por satélite están:

- 1) La difusión de televisión por satélite.
- 2) Transmisión telefónica a larga distancia y en redes privadas.

Las ondas de radio también tienen algunas aplicaciones como:

- 1) Cubre la radio comercial FM, así como televisión UHF y VHF.
- 2) Se utiliza para una serie de aplicaciones de redes de datos.

## **4.6 REDES INALÁMBRICAS**

### 4.6.1 Introducción

En la actualidad las redes inalámbricas (Wireless Network) no han fortalecido su estrategia que les permita conquistar el mercado donde el cable resulta inadecuado o imposible de instalar, ya que carecen de estándares y sus reducidas prestaciones en cuanto a velocidad han limitado tanto el interés de la industria como de los usuarios, se ha creado la necesidad de la aparición de la norma IEEE 802.11 (a, b, d, e, g, h, i, j), que permitió una reactivación del mercado, al introducir un necesario factor de estabilidad e inter-operatividad imprescindible para su desarrollo, pese a que en los últimos años las redes inalámbricas han ganado mucha popularidad, que se ve acrecentada conforme sus prestaciones aumentan y se descubren nuevas aplicaciones para ellas en distintos escenarios.

Las redes inalámbricas por sí mismas, son móviles y eliminan la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red, y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las empresas donde está instalada. Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y vídeo dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de 11 Mbps, o superiores.

Pero no solamente encuentran aplicación en las empresas, sino que su extensión a ambientes públicos, en áreas metropolitanas, como medio de acceso a Internet o para cubrir zonas de alta densidad de usuarios (hot spots).



**Ilustración 12. Esquema básico de una Red Inalámbrica**

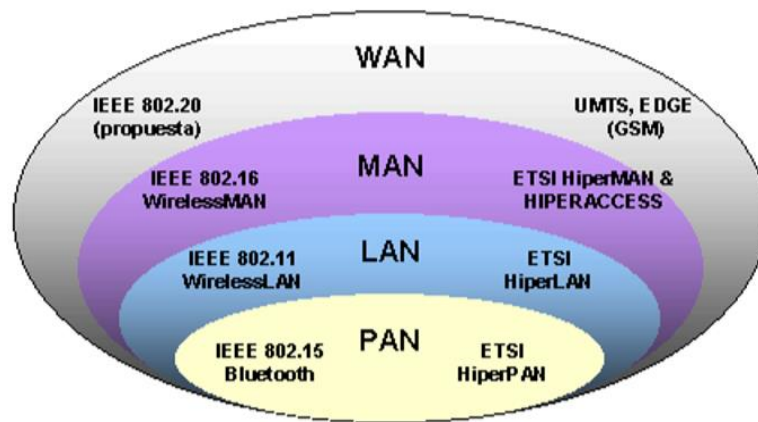
Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

#### 4.6.2 DEFINICIÓN

Una red inalámbrica, es un sistema de comunicaciones de datos flexible que permite la interacción de varios dispositivos sin la necesidad de algún medio físico guiado entre ellos, que se incorpora como una extensión o una alternativa a la red cableada. Utiliza ondas electromagnéticas como las ondas de radio de alta frecuencia en lugar de cables para la transmisión y recepción de datos, de esta forma las redes combinan la conectividad de datos con la movilidad del usuario, permitiendo a sus usuarios acceder y compartir información y recursos en tiempo real. (Arneado, 2013)

Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde los usuarios o host's no pueden permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos.

Pero la realidad es que esta tecnología está todavía en pañales y se deben de resolver varios obstáculos técnicos y de regulación antes de que las redes inalámbricas sean utilizadas de una manera general en los sistemas de cómputo de la actualidad.



**Ilustración 13. Posicionamiento de los estándares inalámbricos**

Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

## 4.7 TIPOS DE REDES

### 4.7.1 Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN)

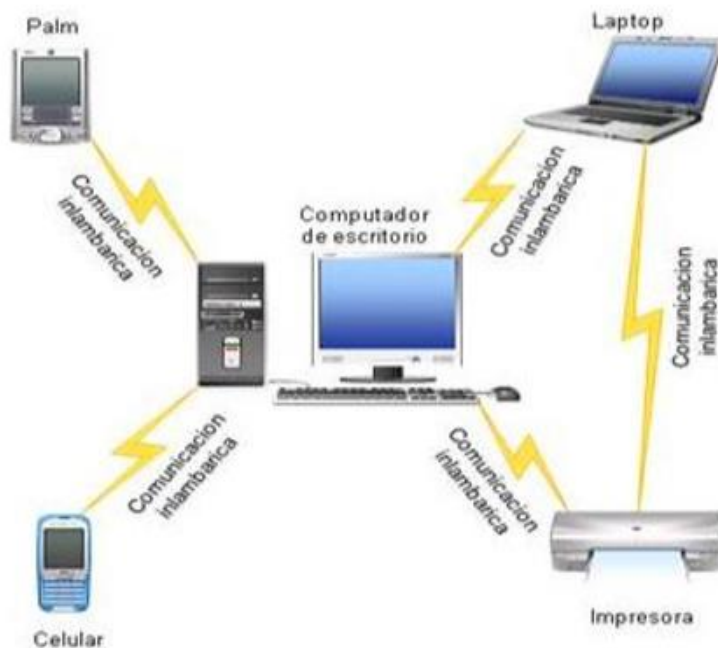
Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal digital (PDA) a un ordenador sin conexión por cables. También se pueden conectar de forma inalámbrica dos ordenadores cercanos.

Características Básicas:

1. Extensión: Tiene un corto alcance hasta 25 metros.
2. Velocidad Máxima: Hasta 1 Mbps.

En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en:

1. HomeRF.- que es un estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central.
2. Bluetooth.- que es un protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1.
3. ZigBee.- que está basado en la especificación IEEE 802.15.4 y comúnmente utilizado en aplicaciones como la domótica<sup>2</sup>, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo.
4. RFID (Radio Frequency IDentification, Identificación por Radiofrecuencia).- que es un sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos que tiene como propósito transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.



**Ilustración 14. Ejemplo de estructura de red WPAN**

Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

#### 4.7.2 REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL (WLAN)

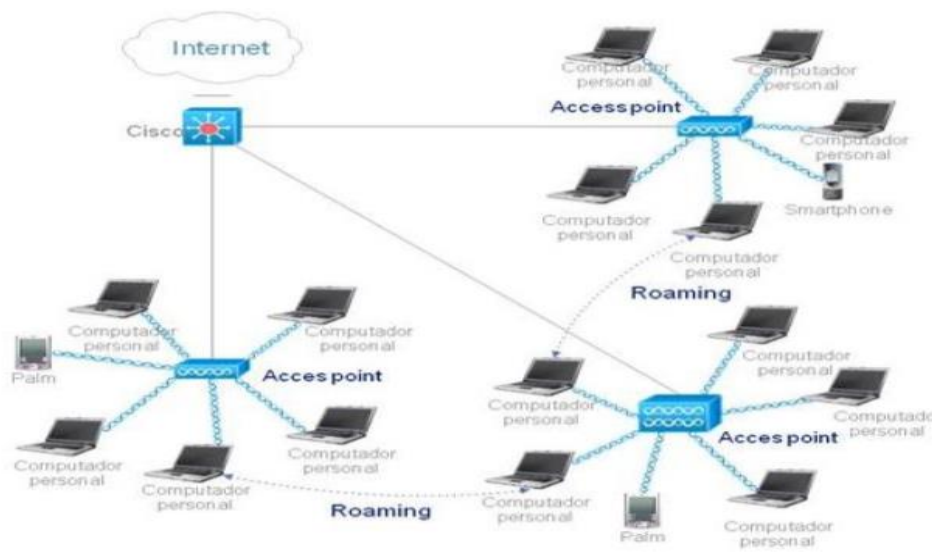
Es un sistema flexible de comunicación de datos implementados como extensión, o como alternativa, a una red LAN cableada.

Las WLAN transmiten y reciben datos por el aire mediante tecnología de radiofrecuencia, minimizando la necesidad de disponer de conexiones cableadas lo que a su vez combina la conectividad de de datos con la movilidad de usuarios.

Este tipo de redes además de ofrecer movilidad al usuario final dentro de un entorno de conexión en red las redes LAN permiten una portabilidad de la red física lo que facilita mover las redes juntamente con los usuarios que las diseñan.

Características Básicas:

1. Extensión: Tiene un alcance máximo hasta 250 metros.
2. Velocidad Máxima: Hasta 54 Mbps.



**Ilustración 15. Ejemplo de estructura de red WLAN**

Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en:

1. HiperLAN (del inglés, High Performance Radio LAN), que es un estándar del grupo ETSI.
2. Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

#### 4.7.3 REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA METROPOLITANA (WMAN)

Este tipo de redes se conocen también como bucle local inalámbrico (WLL, Wireless Local Loop).

Las WMAN se basan en el estándar IEEE 802.16.

Características Básicas:

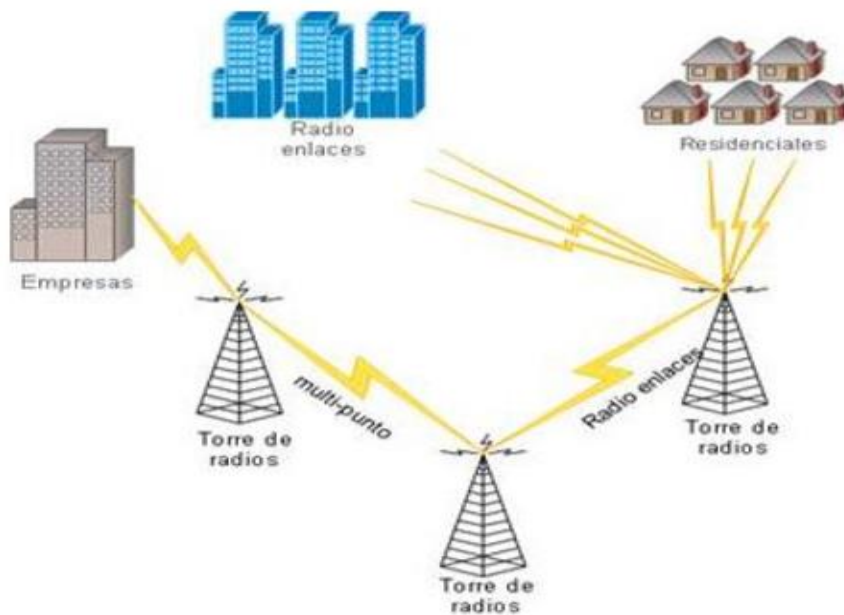
1. Extensión: Tiene un alcance hasta los 60 kilómetros.
2. Velocidad Máxima: Hasta 100 Mbps.

Con estos alcances y velocidad, sería muy útil para las compañías de Telecomunicaciones.

La mejor red inalámbrica de área metropolitana es WiMAX, que puede alcanzar una velocidad aproximada de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros.

Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en:

1. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), que significa Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), que es un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16.
2. WiMax es un protocolo similar a Wi-Fi pero que tiene mayor cobertura y ancho de banda.
  - También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).



**Ilustración 16. Ejemplo de estructura de red WWAN**

Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

#### 4.7.4 REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA EXTENDIDA (WWAN)

Este tipo de redes utilizan diversos dispositivos (como líneas telefónicas, antenas parabólicas y ondas de radio) para funcionar en áreas más amplias de las que pueden cubrir las WLAN, aunque suelen tener un ancho de banda más reducido. Las WWAN suelen ser redes de datos de dominio público diseñadas para proporcionar cobertura en las áreas metropolitanas y en corredores de tráfico. (Aguilera, 2010)

Las WWAN suelen ser propiedad de proveedores de servicios (Carriers o portadores) o de empresas de telecomunicaciones. Estas redes también tienen como ventaja, que el usuario final puede mantener la conexión de red incluso si está en movimiento.

Características Básicas:

1. Extensión: Tiene un alcance hasta los 100 kilómetros.
2. Velocidad Máxima: Hasta 15 Mbps.

Con la WWAN, la conectividad es perfecta y ubicua ya que el usuario se puede mover por distintas zonas, e incluso cambiar automáticamente de un punto de acceso a otro, manteniendo una conexión sin interrupciones. Al contrario que la WLAN, que está asociada a los estándares Wi-Fi 802.11, la WWAN ofrece una cobertura más amplia y se aprovecha de diversos tipos de tecnologías.

La conexión WWAN es especialmente beneficiosa en sitios remotos en las que las conexiones por cable o inalámbricas no están disponibles, o cuando el profesional se está desplazando y desea usar una conectividad perfecta y con la que se pueda desplazar.

Éstos son sólo algunos ejemplos de cómo los portátiles WWAN permiten alcanzar nuevos niveles de productividad en el trabajo y una mayor eficacia en las empresas.

La capacidad de permanecer conectado permite que el profesional se ocupe de los asuntos de la empresa cuando surgen, o aumente la productividad mientras se está desplazando. La tecnología WWAN es ideal para el trabajador móvil que necesita acceso rápido a la información, al correo electrónico o a una red corporativa para información transaccional.

Para el personal que trabaja fuera, la tecnología WWAN es la manera ideal de mantener el contacto con sus colegas y clientes.

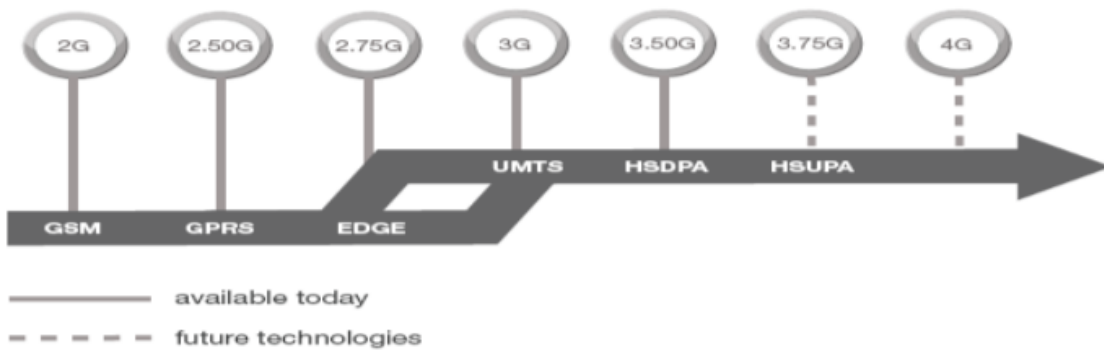
Entre las tecnologías que ofrecen WWAN, encontramos algunas como:

1. GSM (Global System Mobile).- es un sistema estándar para comunicación utilizando teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Aparece en la 2G.
2. GPRS (General Packet Radio Service).- es un servicio de datos móvil orientado a paquetes. Está disponible para los usuarios GSM, así como para los teléfonos móviles que incluyen el sistema IS-136. Pertenece a la 2.5G.
3. EDGE (Enhanced Data GSM Environment).- se considera una evolución del GPRS. Esta tecnología funciona con redes GSM. Aunque EDGE funciona con cualquier GSM que tenga implementado GPRS.



4. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).- utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G). Esta tecnología es sucesora de GSM.
5. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).- es la optimización de la tecnología espectral UMTS, consiste en un nuevo canal compartido en el enlace descendente (downlink) que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información hasta alcanzar tasas de 14 Mbps. Es la evolución de la 3G, llamada también 3.5G.

En la siguiente figura se puede visualizar la evolución de las respectivas generaciones:



**Ilustración 17. Generación de las Tecnologías de WWAN**

Fuente: García & Morales, 2012, Instalaciones de radiocomunicaciones

## 4.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS REDES INALÁMBRICAS

COMO CUALQUIER OTRA RED DE COMUNICACIÓN, SE MUESTRAN ALGUNAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS REDES INALÁMBRICAS:

### 4.8.1 VENTAJAS

**Flexibilidad.** Dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar y no estarán atados a un cable para poder estar comunicados por el mundo.

Poca planificación. Con respecto a las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo nos tenemos que preocupar de que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red. (Boucheneb, 2006)

**Diseño.** Los receptores son bastante pequeños y pueden integrarse dentro de un dispositivo y llevarlo en un bolsillo, etc.

**Robustez.** Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable o lo desenchufa, hasta un pequeño terremoto o algo similar. Una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizada, mientras que una red inalámbrica puede aguantar bastante mejor este tipo de percances inesperados. (Anglada, 2013)

### 4.8.2 DESVENTAJAS

**Calidad de Servicio.** Las redes inalámbricas ofrecen una peor calidad de servicio que las redes cableadas. Estamos hablando de velocidades que no superan habitualmente los 10 Mbps, frente a los 100 que puede alcanzar una red normal y corriente. Por otra parte hay que tener en cuenta también la tasa de error debida a las interferencias. Estamos hablando de 1 bit erróneo cada 10.000 bits o lo que es lo mismo, aproximadamente de cada Megabit transmitido, 1 Kbit será erróneo. Esto puede llegar a ser imposible de implantar en algunos entornos industriales con fuertes campos electromagnéticos y ciertos requisitos de calidad. (Cely, 2012)

**Coste.** Aunque cada vez se está abaratando más y más el costo de implementación de estas redes, sigue siendo relativamente caro; porque a diferencia de una red cableada, una red inalámbrica no tiene una buena calidad de servicio, a causa de varios factores como la falta de estandarización.

Soluciones Propietarias Como la estandarización está siendo bastante lenta, ciertos fabricantes han sacado al mercado algunas soluciones propietarias que sólo funcionan en un entorno homogéneo y por lo tanto estando atado a ese fabricante.

**Soluciones Propietarias.** Como la estandarización está siendo bastante lenta, ciertos fabricantes han sacado al mercado algunas soluciones propietarias que sólo funcionan en un entorno homogéneo y por lo tanto estando atado a ese fabricante.

Esto supone un gran problema ante el mantenimiento del sistema, tanto para ampliaciones del sistema como para la recuperación ante posibles fallos. Cualquier empresa o particular que desee mantener su sistema funcionando se verá obligado a acudir de nuevo al mismo fabricante para comprar otra tarjeta, punto de enlace, etc. (Valdivia, 2014)

**Restricciones.** Estas redes operan en una banda reducida del espectro radioeléctrico. Éste actualmente está muy saturado y las redes deben amoldarse a las reglas que existan dentro de cada país. Existen limitaciones en el ancho de banda a utilizar por parte de ciertos estándares.

## **Seguridad.**

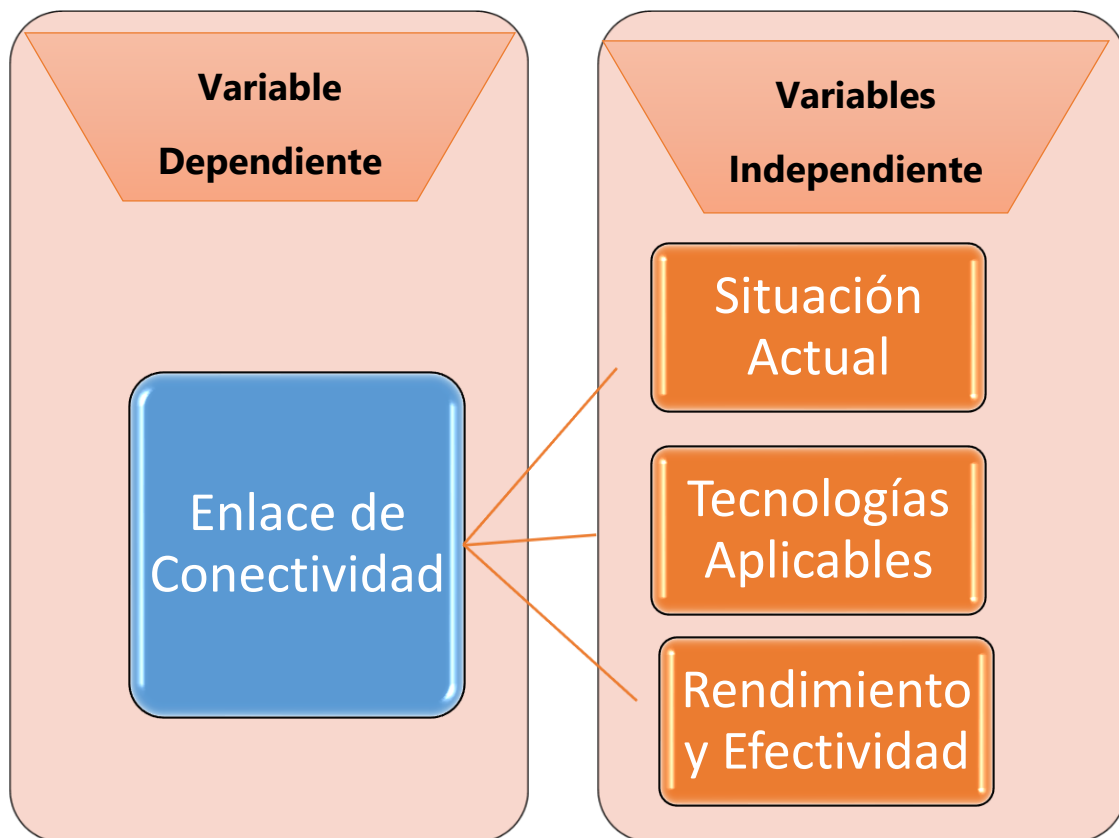
En dos vertientes:

1. Por una parte seguridad e integridad de la información que se transmite está bastante criticado en casi todos los estándares actuales, que, según dicen no se deben utilizar en entornos críticos en los cuales un "robo" de datos pueda ser peligroso.
2. Por otra parte este tipo de comunicación podría interferir con otras redes de comunicación (policía, bomberos, hospitales, etc.) y esto hay que tenerlo muy en cuenta en el diseño.

## V. DESARROLLO

### 5.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a lo que expresa Arias (2012) "las variables de investigación de cualquier proceso de investigación o experimento científico son factores que pueden ser manipulados y medidos". Las variables a investigar se presentan en la ilustración.



**Ilustración 18. Variables de investigación**

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Se determinó como variable dependiente el rendimiento del enlace de conectividad, el cual depende de las respectivas variables independientes de manera proporcional. Dentro del rendimiento del enlace o la red se utilizaron las siguientes medidas:

- 1) Capacidad de Transferencia: Medidos en bits/segundo, haciendo referencia a la velocidad máxima en la que la información puede ser transferida.
- 2) *Throughput*: Esta es la tasa real de que la información es transferida.
- 3) Latencia: La cual es la demora entre el envío desde el emisor y descifrado por el receptor, esto es principalmente una función del tiempo de viaje de las señales, y el tiempo de procesamiento en los nodos que la información atraviesa.
- 4) *Jitter*: Es la variación en el tiempo de llegada al receptor de la información.
- 5) Tasa de Error: Es el número de bits corruptos expresado como fracción del total enviado.

### 5.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Se establecieron una total de 3 variables independientes que afectan directamente en la variable dependiente de investigación que es el rendimiento del enlace a diseñar, Inicialmente, se evalúa la situación actual para determinar la viabilidad de realizar el enlace. Posteriormente, se evalúan las tecnologías a utilizar para el enlace de conectividad y de evalúa el rendimiento y efectividad del enlace, esto se realiza con los siguientes 5 parámetros.

#### *5.1.2.1 Margen del Enlace*

El margen del enlace es un valor muy crítico dentro de un enlace, debido que este valor, es calculado a través de la sumatoria de las ganancias que tiene el sistema menos las pérdidas que este tiene, incluyendo la potencia de transmisión, el valor obtenido es representado en la dimensión decibelios dB.

#### *5.1.2.2 Potencia del Transmisor*

La potencia del transmisor, con dimensión de dBm, afecta directamente el rendimiento del enlace, siendo la potencia con la cual la señal es transmitida, este valor, de igual manera, dependía del equipo y sus capacidades y parámetros.

### *5.1.2.3 Sensibilidad*

La sensibilidad de un sistema de comunicación posee una gran relevancia debido a que este valor es el umbral para la buena recepción de la señal transmitida, de igual manera, esta variable independiente, está vinculada con el equipo seleccionado junto con sus capacidades y parámetros. La dimensión de análisis para esta variable independiente es en dBm.

### *5.1.2.4 Ganancia*

Otra variable a considerar dentro de la presente de investigación es la ganancia de cada dispositivo que se obtiene dentro del enlace, generalmente, son las antenas que dan una ganancia, o amplificación de la potencia del sistema, cuya dimensión es en dBi, sin embargo, también, se puede presentar algún amplificador electrónico que aporte más potencia de transmisión dentro del enlace de comunicación, con dimensión de dB.

### *5.1.2.5 Pérdidas*

Las pérdidas se consideran como una variable de investigación de mucha relevancia, ya que con este valor se obtiene el margen de ganancia y si existe un buen rendimiento del enlace, algunas de las pérdidas consideradas fueron las pérdidas en la propagación, en el espacio libre, en los conectores, entre otras, fueron medidas con la dimensión de dB.

## **5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS**

Con el fin de sustentar de manera adecuada la presente investigación fue necesario la recolección de información y datos confiables, obtenidos de las fuentes adecuadas como ser fuentes de información confiables y conocimiento técnico de especialistas en la temática.

Para diseñar el enlace y tener la ubicación exacta entre el transmisor y receptor del enlace, se apoyó del software AirLink, para simular el establecimiento de una enlace, y de tal manera evaluar diversas opciones hasta obtener la más eficiente. Además, para determinar la situación actual sobre la población del Barrio El Danto, Ceiba, Atlántida, respecto a su conectividad a internet, se aplicó el instrumento de la entrevista a diversos de los pobladores de la Comunidad.

## 5.3 MATERIALES

La selección de equipo representa una parte fundamental en el diseño del enlace, esto debido a que dependiendo de estos, influyen en las variables independientes de la investigación, lo que consecuentemente, influye sobre la variable dependiente de la investigación. La selección del equipo se basó en que existiera buena conectividad en el enlace, y además, la cobertura total de la población establecida, 400 viviendas en el Barrio El Danto, Ceiba, Atlántida.

### 5.3.1 ANTENAS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN EN LOS NODOS PRINCIPALES

Inicialmente, para el enlace de conectividad de punto a multipunto, se seleccionó el radio conocido como AirFiber5xHD,. Está diseñado específicamente, para la industria de ISP inalámbricos desde cero, utiliza la tecnología LTU desarrollado por ubiquiti Además, permite la conexión de modo punto a punto (P2P) y también, punto multipunto (PMP). Cuenta con el radio integrado, el nivel de potencia de transmisión de las radios se puede programar hasta +29 dBm Puede dividir el tráfico de enlace descendente y ascendente y admite tráfico asimétrico según sea necesario. Las relaciones DL / UL incluyen 25%, 33%, 50%, 67% y 75%. La relación DL / UL es una parte esencial de la funcionalidad de sincronización GPS; debe ser el mismo en todos los AP que desea sincronizar.



**Ilustración 19. AirFiber5xHD**

Fuente: Elaboración propia

Es necesario tener en cuenta los parámetros o características que posee este equipo, por lo tanto, en la Ilustración 20, se presenta las características de este equipo.

<b>Dimensiones</b>	224x82x48 mm
<b>Peso</b>	0.35 kg (12.3 oz)
<b>Conectores RF</b>	RP-SMA a prueba de agua
<b>Fuente de Alimentación</b>	24 V, 1 A, Adaptador Gigabit PoE
<b>Método de Alimentación</b>	Passive Power over Ethernet (PoE)
<b>Temperatura de Operación</b>	-40 a 55 °C (-40 a 131 °F)
<b>Rango Máximo</b>	100 kilómetros
<b>Paquetes por Segundo</b>	2+ Millones
<b>Latencia</b>	1.5 ms a 3.5 ms
<b>Encriptación</b>	AES-256
<b>Potencia Máxima de Transmisión</b>	29 dBm
<b>Precisión de Frecuencia</b>	< 2 ppm
<b>Frecuencia de Operación</b>	4800 – 6200 MHz

**Ilustración 20. Características del airFiber5XHD**

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 20, se presentan las diferentes características que se debe tomar en cuenta para la utilización de este radio, como ser la dimensiones y peso, para determinar el lugar específico donde este será ubicado, teniendo una ventaja, de que su fuente de alimentación es a través de potencia sobre Ethernet (PoE), con un rango máximo de 100 kilómetros, sin embargo, esta distancia puede variar según la condiciones ambientales, a pesar de ello el enlace diseñado cuando con una distancia mucho menor, por lo tanto, aun con dificultades ambientales, se mantendrá una conexión adecuada. Con una frecuencia de operación de 4.8 a 6.2 GHz, con una latencia de va de 1.5 a 3.5 ms, que está basado en una trama de 2 ms. Además, con una transmisión de más de 2 millones de paquetes por segundo, específicamente, cuando el hardware se encuentra configurado como un puente. Otro detalle a tener en cuenta es la sensibilidad en la recepción de este radio, la cual varía según el tipo de modulación y el ancho de banda, en la Ilustración 21, se presenta la sensibilidad según estos parámetros.



Modulation Rate	Modulation	Sensitivity							
		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
12x	4096QAM	-56	-53	-51	-49	-47	-44	-42	-39
10x	1024QAM	-66	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51
8x	256QAM	-72	-69	-67	-65	-63	-61	-59	-57
6x	64QAM	-78	-75	-73	-71	-69	-67	-65	-63
4x	16QAM MIMO	-84	-81	-79	-77	-75	-73	-71	-69
2x	QPSK MIMO	-88	-85	-83	-82	-81	-80	-79	-78
1x	½ Rate QPSK xRT	-90	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80

**Ilustración 21. Sensibilidad del airFiber5XHD**

Fuente: Elaboración propia

El radio airFiber5XHD fue utilizado tanto como transmisor y receptor del enlace de conectividad, por lo tanto, es de vital importancia tomar en cuenta la sensibilidad del radio receptor, se determinó el uso de un ancho de banda de 20 MHz, y una modulación QPSK MIMO, por lo tanto, la sensibilidad del radio receptor es de -56 dBm. La distancia total del enlace es de 4.18 kilómetros. La antena transmisora se encuentra a una altura de 30 metros, de igual manera, la antena receptora se encuentra a una altura de 30 metros.

Cabe destacar, que este dispositivo posee integrado tanto el radio como la antena, por lo tanto, no es necesario agregar una antena aparte, sin embargo, en el caso de que se necesite añadir una ganancia para no sobrepasar el umbral de sensibilidad de este equipo se puede utilizar una antena. Se presenta el enlace con el uso de este equipo tanto como transmisor y receptor del enlace punto a multipunto diseñado.

Como se mencionó anteriormente, en caso de que sea necesario dar más potencia al enlace, se puede anexar una antena para el mejor la potencia del sistema de conectividad. Existen dos modelos de antena compatibles con este tipo de radio, por lo tanto, en case de necesitarlo se

utilizaría alguno de ellos, en la Ilustración 22, se presenta el nombre o descripción de la antena y su respectivo modelo.

<b>Modelo</b>	<b>Antena airFiber X</b>			<b>RocketDish</b>	
<b>Característica</b>	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45	RD-5G30	RD-5G34
<b>Frecuencia</b>	5 GHz	5 GHz	5 GHz	5 GHz	5 GHz
<b>Ganancia</b>	23 dBi	30 dBi	34 dBi	30 dBi	34 dBi

**Ilustración 22. Antenas compatibles con airFiber5XHD**

Fuente: Elaboración propia

Las antenas airFiber X están especialmente diseñadas con una polaridad inclinada de 45 ° para una integración perfecta con el AF-5XHD. También se puede emparejar el AF-5XHD con una de las antenas RocketDish que se muestran en la tabla 5, sin embargo, para utilizar este modelo se debe utilizar el Soporte Universal incluido o utilizando un kit para convertir el RocketDish a una polaridad inclinada de 45 °. El kit de conversión de antena RocketDish a airFiber de 5 GHz (modelo AF-5G-OMT-S45) convierte la antena RocketDish RD-5G30 o RD-5G34 para usar con el AF-5XHD.

MCS		Channel Width							
		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
QPSK SISO	Upload	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44	54.72
	Download	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44	54.72
	<b>Aggregate</b>	<b>11.52</b>	<b>24.32</b>	<b>36.48</b>	<b>48.64</b>	<b>59.52</b>	<b>70.40</b>	<b>90.88</b>	<b>109.44</b>
QPSK MIMO	Upload	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44
	Download	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44
	<b>Aggregate</b>	<b>23.04</b>	<b>48.64</b>	<b>72.96</b>	<b>97.28</b>	<b>119.04</b>	<b>140.80</b>	<b>181.76</b>	<b>218.88</b>
16 QAM MIMO	Upload	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88
	Download	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88
	<b>Aggregate</b>	<b>46.08</b>	<b>97.28</b>	<b>145.92</b>	<b>194.56</b>	<b>238.08</b>	<b>281.60</b>	<b>363.52</b>	<b>437.76</b>
64 QAM MIMO	Upload	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64	328.32
	Download	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64	328.32
	<b>Aggregate</b>	<b>69.12</b>	<b>145.92</b>	<b>218.88</b>	<b>291.84</b>	<b>357.12</b>	<b>422.40</b>	<b>545.28</b>	<b>656.64</b>
256 QAM MIMO	Upload	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76
	Download	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76
	<b>Aggregate</b>	<b>92.16</b>	<b>194.56</b>	<b>291.84</b>	<b>389.12</b>	<b>476.16</b>	<b>563.20</b>	<b>727.04</b>	<b>875.52</b>
1024 QAM MIMO	Upload	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40	547.20
	Download	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40	547.20
	<b>Aggregate</b>	<b>115.20</b>	<b>243.20</b>	<b>364.80</b>	<b>486.40</b>	<b>595.20</b>	<b>704.00</b>	<b>908.80</b>	<b>1,094.40</b>
4096 QAM MIMO	Upload	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64
	Download	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64
	<b>Aggregate</b>	<b>138.24</b>	<b>291.84</b>	<b>437.76</b>	<b>583.68</b>	<b>714.24</b>	<b>844.80</b>	<b>1,090.56</b>	<b>1,313.28</b>

**Ilustración 23. Capacidad TDD en Mbps**

Fuente: Elaboración propia

Otro parámetros a determinar, es la capacidad de transmisión en Megabits por segundo (Mbps) que se puede obtener a través de la duplexación por división en el tiempo (TDD), esto depende directamente del tipo de modulación a utilizar y también en ancho de banda, tal como se presenta en la tabla 6. Como se mencionó con anterioridad, la modulación a seleccionada es QPSK MIMO, con un ancho de banda de 20 MHz, por lo tanto, la capacidad máxima de subida y bajada es de 24.32 Mbps, siendo una red síncrona.

### 5.3.2 ANTENAS DE RADIACIÓN

En la sección anterior, se determinó las antenas a utilizar en los nodos principales,

El equipo a utilizar para la propagación de la señal es el Rocket Prism 5AC Gen 2, el cual ofrece una cobertura completa del espectro de 5 GHz con un solo radio. El Rocket Prism 5AC Gen 2 permite flexibilidad en la configuración de los anchos de banda del canal (sujeto a las regulaciones locales del país). Siendo un equipo muy útil para establecer un enlace de Punto a MultiPunto (PtMP), este equipo utiliza el protocolo airMax ac. El protocolo airMAX ac permite a cada cliente enviar y recibir datos utilizando intervalos de tiempo designados previamente programados por un controlador inteligente AP. Este método de intervalo de tiempo elimina las colisiones de nodos ocultos y maximiza la eficiencia del tiempo aire, por lo que la tecnología airMAX ac proporciona mejoras de rendimiento en latencia, inmunidad al ruido, escalabilidad y rendimiento en comparación con otros sistemas al aire libre en su clase.

Los productos airMAX ac admiten hasta 500+ Mbps (ancho de canal máximo de 80 MHz) rendimiento TCP / IP real, hasta triplicar el rendimiento de los productos airMAX estándar. En la ilustración 24, se muestra el equipo Rocket Prism 5AC Gen 2.



**Ilustración 24. Rocket Prism 5AC Gen 2**

Fuente: Elaboración propia

Para la utilización de cada equipo, es necesario tener en cuenta la características o especificaciones que estos poseen, por lo tanto, en la ilustración 25, se presentan las especificaciones del equipo Rocket Prism 5AC Gen 2. Las dimensiones, el peso y el tipo de conectores, son necesarios saberlos para la ubicación del equipo en su respectiva ubicación. Este equipo cuenta con la ventaja de utilizar la opción de fuente de alimentación el PoE, siendo muy útil para este tipo de redes. La frecuencia de operación es de 5.15 a 5.9 GHz, tomando en cuenta que la temperatura de operación debe encontrarse en el rango de -40 a 80 °C, de igual manera, la humedad debe ser de 5 a 95%, de lo contrario, el equipo podría presentar fallas afectando directamente el enlace de conexión.

<b>Dimensiones</b>	88x40x230 mm
<b>Peso</b>	400 g
<b>Conectores RF</b>	RP-SNA y GPS
<b>Máxima Potencia de Consumo</b>	9.5 W
<b>Fuente de Alimentación</b>	24 V, 1 A Adaptador Gigabit PoE
<b>Método de Alimentación</b>	Passive PoE
<b>Memoria</b>	128 MB DDR2 SDRAM
<b>Tamaño de Ancho de Banda (PtP)</b>	10/20/30/40/50/60/80 MHz
<b>Tamaño de Ancho de Banda (PtMP)</b>	10/20/30/40 MHz
<b>Temperatura de Operación</b>	-40 a 80 °C
<b>Humedad de Operación</b>	5 a 95 %
<b>Modos</b>	Estación, Punto de Acceso
<b>Servicios</b>	Web Server, SSH, SNMP, Telnet, NAT, DHCP
<b>Frecuencia de Operación</b>	5150 a 5875 MHz

**Ilustración 25. Características de Rocket Prism 5AC Gen 2**

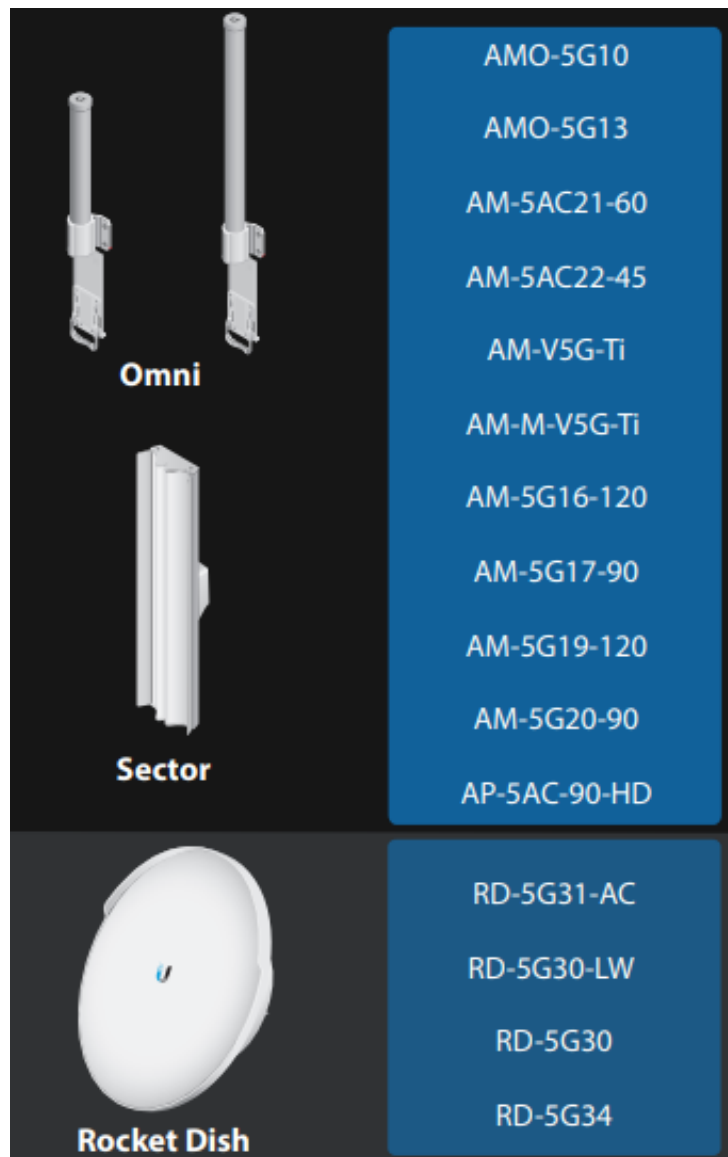
Fuente: Elaboración propia

Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance
<b>airMAX ac</b>	1x BPSK (1/2)	28 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (1/2)	28 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (3/4)	28 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (1/2)	28 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (3/4)	28 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (2/3)	28 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (3/4)	27 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (5/6)	26 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (3/4)	24 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (5/6)	22 dBm	± 2 dB

**Ilustración 26. Especificaciones de la potencia de transmisión**

Fuente: Elaboración propia

Este equipo fue será utilizado como un transmisor hacia las viviendas, por lo tanto, se debe tomar en cuenta la potencia de transmisión del mismo. En la Ilustración 26 se presenta las especificaciones de la potencia de transmisión. Se necesita determinar el tipo de antena a utilizar, esto varía según el tipo de enlace a utilizar con el equipo, en la ilustración 27, se muestra el modelo de la antena con su respectivo tipo, que son compatibles con el equipo Rocket Prism 5AC Gen 2. Ya que con este equipo se diseñó una conexión de punto a multipunto (PtMP), por lo tanto, el tipo de antena a utilizar es sectorial.



**Ilustración 27. Antenas compatibles con Rocket Prism 5AC Gen 2**

Fuente: Elaboración propia

## ANTENA DE RECEPCIÓN EN LA VIVIENDA

Para la recepción de la señal en las viviendas se utilizó la antena LiteBeam AC Gen 2, ver ilustración 28.



**Ilustración 28. LBE-5AC-Gen2**

Fuente: Elaboración propia

El LiteBeam 5AC Gen 2 dirige la energía de RF en un ancho de haz más estrecho. Con el enfoque en una dirección, el LiteBeam 5AC Gen 2 bloquea o filtra espacialmente el ruido, por lo que se mejora la inmunidad al ruido. Esta característica es especialmente importante en un área llena de otras señales de RF de la misma frecuencia o similar. En la Ilustración 29, se presenta las especificaciones de este equipo.

<b>Dimensiones</b>	358x271.95x272.5 mm
<b>Peso</b>	800 g (Sin Montura) y 980 g (Con Montura)
<b>Fuente de Alimentación</b>	24 V, 0.3 A Adaptador de Gigabit PoE
<b>Método de Alimentación</b>	Passive PoE
<b>Ganancia</b>	23 dBi
<b>Ancho de Banda (Modo PtP)</b>	10/20/30/40/50/60/80 MHz
<b>Ancho de Bando (Modo PtMP)</b>	10/20/30/40 MHz
<b>Temperatura de Operación</b>	-40 a 70 °C
<b>Humedad de Operación</b>	5 a 95 %
<b>Frecuencia de Operación</b>	5150-5875 MHz



**Ilustración 29. Características del LBE-5AC-Gen2**

Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones y el peso de esta antena mostradas en la tabla 9, se deben tomar en consideración para la ubicación e instalación de esta antena. Al igual que las otras antenas seleccionadas, posee la ventaja de utiliza como método de alimentación PoE, de esta manera, solamente se realiza una conexión, tanto de comunicación como de alimentación. Esta antena posee una ganancia de 23 dBi, y se debe tener en cuenta la temperatura y humedad de operación para su mejor rendimiento, de lo contrario se puede ver afectado el enlace de conexión. La frecuencia de operación de esta antena es de 5.15 a 5.9 GHz. Debido a que esta antena estará ubicada en las viviendas de los pobladores de Barro El Danto, se toma a esta antena como la receptora, por lo tanto, es indispensable, determinar la sensibilidad que esta antena posee, la cual varía, en la ilustración 30, se presenta las especificaciones de la potencia de recepción.

Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
<b>airMAX ac</b>	1x BPSK (1/2)	-96 dBm Min.	± 2 dB
	2x QPSK (1/2)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (3/4)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (1/2)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (3/4)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (2/3)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (3/4)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (5/6)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (3/4)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (5/6)	-65 dBm	± 2 dB

**Ilustración 30. Especificaciones de la potencia de recepción**

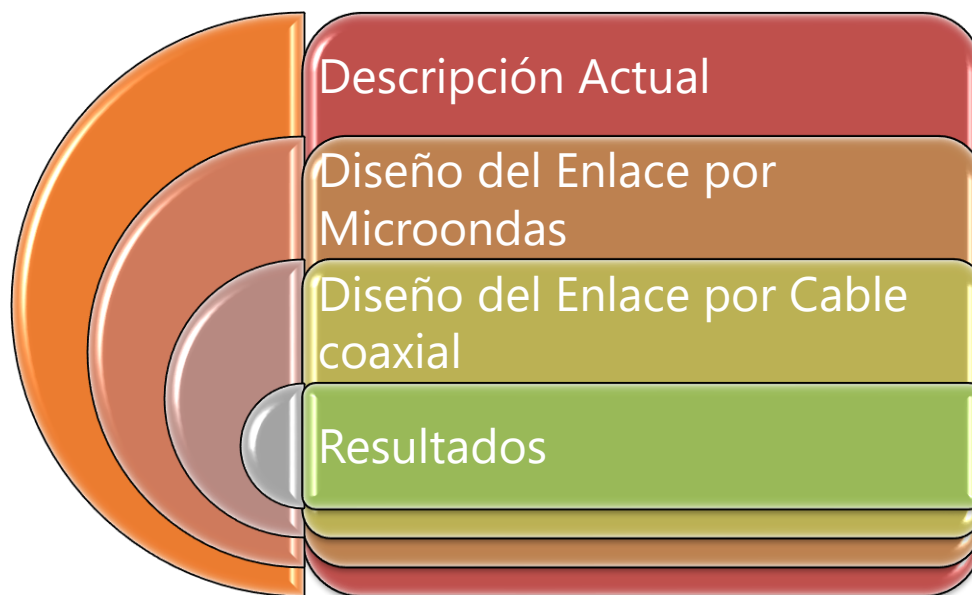
Fuente: Elaboración propia

## 5.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

En el estudio de la presente investigación se estableció una población, la cual está ubicada en el Barrio El Danto de la ciudad de la Ceiba Atlántida. En la cual se encuentran aproximadamente 400 Habitantes

## 5.5 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para responder al problema de investigación planteado con anterioridad, fue de suma importancia seguir una metodología de estudio, la cual describe los procedimientos, actividades con el fin obtener resultados contundentes. De esta manera, la presente investigación, fue desarrollada a través de un proceso esquematizado y secuencial, el cual consta de 4 etapas detalladas en la ilustración 31.



**Ilustración 31. Metodología de estudio**

Fuente: Elaboración propia

En la primera etapa, descripción actual, se recolectó y detalló información sobre la situación actual en el barrio El Danto, respecto a la conectividad de internet que ellos poseen y la determinar la fiabilidad para la adquisición del servicio de internet que sea proveído a través del diseño de este enlace. Para determinar la mejor forma de obtener un mejor rendimiento del enlace, se realizó un diseño del enlace por microondas, a través de señales electromagnéticas. Con esto finalmente se

presentan los resultados obtenidos de la presente investigación, respondiendo, de tal manera, los objetivos y el alcance establecidos con anterioridad en la investigación.

## 5.6 RESULTADOS

Se ubicaron estos puntos porque son los mas altos en dicha zona como ser barrio danto y colonia Gonzalo ribera



Ilustración 32. Imagen de muestra 1 ptp

Fuente: Elaboración propia



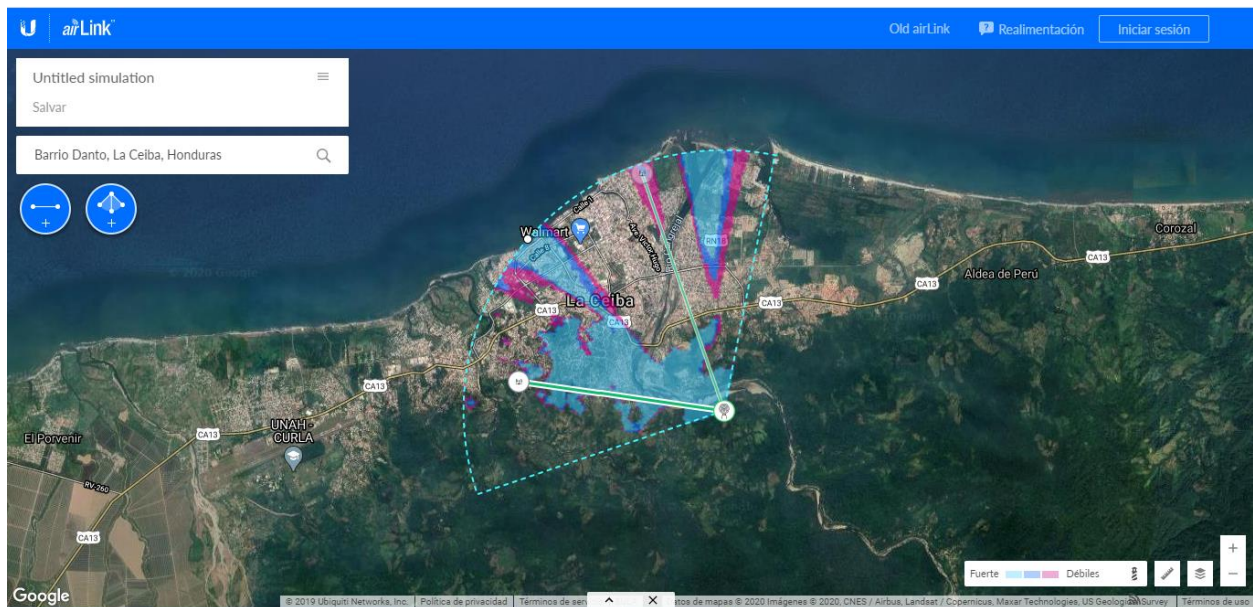
Ilustración 33. Pb2playa a rocket cerro

Fuente: Elaboración propia



**Ilustración 34. *Pb1 danto a rocket cerro***

Fuente: Elaboración propia



**Ilustración 35. *Irradiación***

Fuente: Elaboración propia



## 5.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El desarrollo de la presente investigación fue ejecutado a lo lapso de un tiempo determinado de manera secuencial, se realizaron diferentes actividades que permitieron la finalización adecuada de la investigación, el tiempo total fue de 10 semanas, como se presenta en la Ilustración 36.

Actividades Desarrolladas	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Propuestas de Investigación	■									
Planteamiento del problema		■								
Recopilación de la teoría de sustento			■							
Presentación de la metodología				■						
Diseño del enlace de microondas				■	■					
Medición de línea de vista						■	■	■		
Resultados									■	
Conclusiones y recomendaciones										■

**Ilustración 36. Cronograma de actividades**

Fuente: Elaboración propia

Se inicia con las diversas propuestas de investigación realizadas, Teniendo como resultado la presente investigación, seguidamente, se planteó el problema, detallando el problema, definiéndolo, justificándolo y estableciendo un alcance. Luego, se obtuvo la teoría de sustento que fueron las bases de la presente investigación. Después, se muestra la metodología a seguir, que permitió la realización de la presente investigación. Posteriormente, se continuó con el diseño del respectivo enlace de conectividad, presentando los resultados obtenidos y conclusiones junto con recomendaciones.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se realizaron los estudios pertinentes de los 3 radioenlaces y con los datos obtenidos del levantamiento de información realizado con anterioridad, se determinaron los requisitos (altura de los mástiles, ganancia de las antenas, potencia de los radios, frecuencia, etc.) de cada radioenlace, se determinó la factibilidad de los radioenlaces obteniendo un ancho de banda de 20 MHz aproximadamente para cada enlace.
2. El proyecto se desarrolló con la intención de implementar y obtener redes escalables, tanto en el sistema de radioenlaces como en la infraestructura de las redes de los campamentos, ya que el ancho de banda de ambas infraestructuras permitirá la inclusión de nuevos servicios sin sufrir percances en el desempeño del sistema.
3. La situación actual sobre la conectividad al internet en el Barrio El Danto, no es la más adecuada para lograr establecer una conexión a internet, debido a que cuentan con muy pocas opciones de proveedores de internet, más aún, el servicio proveído no tiene la mejor calidad, actualmente, este barrio cuenta con aproximadamente 400 viviendas, de los cuales mostraron mucho interés en tener una buena conectividad a internet de calidad.

\

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que, en caso de darse la implementación del sistema de radioenlaces, se utilice los equipos con los cuales se hicieron los estudios de factibilidad respectivos, ya que los resultados fueron obtenidos debido a las características con las que cuentan dichos equipos, de otra manera los resultados podrían variar.

También se puede instalar aplicaciones que monitoreen el desempeño de del sistema de radioenlaces, detectando de esta forma el momento cuando el mismo sufra algún tipo de inconveniente o disminución del desempeño de cualquiera de los radioenlaces.

Para la infraestructura se recomienda el mantenimiento preventivo por lo menos 2 veces al año, para evitar sufrir daños a futuro, lo cual ocasionaría pérdidas económicas a la misma

## BIBLIOGRAFÍA

*Barrios, M. (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales.*

*Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.*

*Cajo, R., Zuñiga, S., & Huilcapi, V. (2014). Mecanismo de posicionamiento en Azimut y Elevación para la optimización de radioenlaces punto a punto basado en algoritmos de búsqueda espectral y técnicas de muestreo. Maskana.*

*Cerdá, L. M., & Hidalgo, T. (2015). Procesos en instalaciones infraestructuras comunes de telecomunicaciones. Madrid: Ediciones Parainfo S.A.*

*García, J., & Morales, G. (2012). Instalaciones de Radiocomunicaciones. Madrid: Parainfo S.A.*

*Herrera Pérez, E. (2003). Tecnologías y Redes de transmisión de datos. México: Limusa.*

*Herrera Pérez, E. (2004). Introducción a las Telecomunicaciones Modernas. México: Limusa.*

*García Higuera, A., & Castillo García, F. J. (2007). CIM, el computador en la automatización de la producción. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha.*

*Forner, A., & Fernandez, C. (s.f.). Blog Cisco. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de <http://www.blogcisco.com>*

*CONATEL. (2012). Plan Nacional de Frecuencias. Quito.*

*Stallings, William. (1997). Comunicaciones y Redes de Computadoras (5ta Ed.). Madrid: Editorial Prentice Hall.*



Quinapallo Morales, Juan (2006). *Diseño de una red inalámbrica para interconectar la matriz de la cadena de farmacias Pharmacy's con sus diferentes sucursales ubicadas en la ciudad de Quito. Proyecto de Tesis, Universidad Politécnica Nacional, Quito*

Ponce, Enrique & Mompó, Vicente (2010). *Redes inalámbricas: IEEE 802.11. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universidad Politécnica de Valencia.*

Joskowicz, José (2006). *Facultad de Ingeniería, Universidad de la República Montevideo, Uruguay.*

Gómez, J. R. (2008). *Temas especiales de instrumentación y control. Cuba: Editorial Félix Varela.*

Cerda Izurieta, Elizabeth & Meza Cevallos, Galo (2004). *Estudio y reestructuración de los enlaces. Proyecto de Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito.*

Granja Requelme, Eduardo & Vega Monge, Pablo (2004). *Diseño e implementación de un sistema de transmisión . Proyecto de Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito.*

Arnedo, J. 2013. *Redes de comunicaciones. Barcelona. Revista Universitaria de Ingeniería Eléctrica –Electrónica. Editorial UOC.*

Aguilera, P. 2010. *Seguridad Informática. Informática y Comunicaciones. Madrid, ES.*

Anglada, R. y Garofalo, A. 2013. *Marco de trabajo para el desarrollo de herramientas orientadas a la gestión e integración de servicios telemáticos de infraestructura. Habana-Cuba.*

Boucheneb, H. 2006. *Efecto de la distancia del medio de transmisión en el rendimiento de redes Ethernet. México. Revista de computación y sistema.*

Cely, M.; Muñoz, R.; Puerto, G.; y Suarez, C.2012. *Instalación de redes locales. Chile. Universidad de Tarapacá-Revista Chilena de Ingeniería*

*Valdivia, C. 2014. Redes telemáticas. 1ª Edición. Ediciones Paraninfo, S.A. España.*

# ANEXOS

## Anexo 1. Requisitos de servicio de internet o acceso a redes informáticas Forma 100

1. Datos del Solicitante		
<b>PERSONA NATURAL O JURÍDICA</b>		
Nombre Completo del Solicitante (Persona Natural o Jurídica):		
1.1 Código de Operador (Solamente en Caso de Renovación)	1.2 R.T.N.	1.3 Número de Documento de Identificación
1.4 Dirección Exacta (Barrio / Colonia, calle, avenida, bloque, casa, Localidad / Municipio / Ciudad, Departamento):		
1.5 Facsimil		
1.6 Ciudad o Municipio	1.7 Departamento o Estado	1.8 País
1.9 Teléfono Fijo	1.10 Teléfono Móvil	1.11 Correo Electrónico:
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>		
1.12 Nombre Completo del Representante Legal	1.13 Posición que Desempeña el Representante Legal	
1.14 R.T.N.	1.15 Número de Documento de Identificación	
1.16 Teléfono Fijo	1.17 Teléfono Móvil	
1.18 Correo Electrónico	1.19 Otro Medio	
<b>CONTACTO ADICIONAL 1</b>		
1.20 Nombre Completo Contacto Adicional 1		
1.21 Dirección Exacta (Barrio / Colonia, calle, avenida, bloque, casa, Localidad / Municipio / Ciudad, Departamento):		
1.22 Teléfono Móvil	1.23 Teléfono Fijo	1.24 Correo Electrónico:
<b>CONTACTO ADICIONAL 2</b>		
1.25 Nombre Completo Contacto Adicional 2		
1.26 Dirección Exacta (Barrio / Colonia, calle, avenida, bloque, casa, Localidad / Municipio / Ciudad, Departamento):		
1.27 Teléfono Móvil	1.28 Teléfono Fijo	1.29 Correo Electrónico:

2. Datos del Apoderado Legal del Solicitante		
1.1 Nombre Completo del Apoderado Legal del Solicitante		
1.2 Dirección Exacta (Barrio / Colonia, calle, avenida, bloque, casa, Localidad / Municipio / Ciudad, Departamento):		1.3 Número de Colegiación
1.4 Teléfono Móvil	1.5 Teléfono Fijo	1.6 Correo Electrónico:
<b>3. Propósito de la Solicitud</b>		
Marque con una X la casilla correspondiente		
<input type="checkbox"/> Persona Jurídica	<input type="checkbox"/> Persona Natural	
<input type="checkbox"/> Militar / Policial	<input type="checkbox"/> Entidad Oficial / Gubernamental	
<input type="checkbox"/> Grupo Voluntario	<input type="checkbox"/> Organismo Internacional	
<b>2. Clasificación de la Actividad del Solicitante</b>		
Marque con una X la casilla correspondiente		
<input type="checkbox"/> Alcanzado / Reparación	<input type="checkbox"/> Construcción	<input type="checkbox"/> Servicios Financieros
<input type="checkbox"/> Servicios Agua / Electricidad	<input type="checkbox"/> Minería	<input type="checkbox"/> Servicios de Seguridad
<input type="checkbox"/> Servicios Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/> Transporte	<input type="checkbox"/> Agricultura / Forestal
<input type="checkbox"/> Salud	<input type="checkbox"/> Educación	<input type="checkbox"/> Ganadería
		<input type="checkbox"/> Otro Especifique:
<b>3. Clasificación de Solicitud</b>		
Marque con una X las casillas que mejor describa su solicitud:		
3.1 Tipo de Título Habilitante:		3.2 Naturaleza del Servicio
<input type="checkbox"/> Concesión	<input type="checkbox"/> Permiso	<input type="checkbox"/> Registro
<input type="checkbox"/> Licencia	<input type="checkbox"/> Público	<input type="checkbox"/> Privado
3.3 Tipo de Trámite a Realizar:		
<input type="checkbox"/> Nueva Autorización	<input type="checkbox"/> Renovación de Título	<input type="checkbox"/> Cancelación de Título
<input type="checkbox"/> Registro	<input type="checkbox"/> Transferencia de Derechos	<input type="checkbox"/> Impugnación de Sanciones
<input type="checkbox"/> Modificación de Título	<input type="checkbox"/> Recurso de Reparación	
<input type="checkbox"/> Otro Especifique:		
3.4 Título Habilitante de Referencia:		
5.4.1 Título del Documento	5.4.2 Servicio Autorizado por el Título	
<b>4. Documentos que se Anexan</b>		
<input type="checkbox"/> 4.1 Copia autenticada del Documento de Identidad	Folios	Listar Otros Documentos Anexos:

<input type="checkbox"/>	4.2 Copia autenticada de Escritura de Comerciante Individual	Folios	
<input type="checkbox"/>	4.3 Copia autenticada de Escritura de Constitución de Sociedad	Folios	
<input type="checkbox"/>	4.4 Resolución de Reconocimiento de Condición de Persona Jurídica	Folios	
<input type="checkbox"/>	4.5 Poder de Representación Legal	Folios	
<input type="checkbox"/>	4.6 Acreditación de Empresa Extranjera para Operar en Honduras	Folios	
<input type="checkbox"/>	4.7 Memoria Técnica	Folios	Total, Documentos Presentados
<input type="checkbox"/>	4.8 Estudio Económico	Folios	
<input type="checkbox"/>	4.9 Modelo de Contrato Tipo	Folios	Total, de Folios Presentados
<input type="checkbox"/>	4.10 Otros Documentos Anexos (Descripción)	Folios	

### 1. Declaración del Solicitante

Yo, el abajo firmante, declaro que:

- a la información dada en esta solicitud y en cualquier documento que le acompaña, es verdadera y correcta en cada detalle.
- Reconozco y acepto que el proporcionar información falsa en forma dolosa será motivo suficiente para la negación o revocación del título habilitante.
- CONATEL tendrá en todo momento la facultad de requerir la información técnica, legal y administrativa adicional que juzgue pertinente, con relación a lo solicitado.

\_\_\_\_\_  
Firma del Solicitante o Apoderado Legal

\_\_\_\_\_  
Lugar y Fecha

Final del documento ■

Fuente (CONATEL,2020).

## Anexo 2. Requisitos de servicio de internet o acceso a redes informáticas Forma 101

 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE HONDURAS COMISION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL	CLASIFICACIÓN SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	FORMA 101
	INFORMACIÓN TÉCNICA	

### 1. Datos Generales

1.1 Nombre Completo de la Persona Natural o Jurídica

Previa a llenar esta FORMA 101, LEER el instructivo de la FORMA ubicado en el portal web de CONATEL en el módulo Formas Técnicas

### 2. Clasificación del Servicio de Telecomunicaciones

Este formato debe ser llenado por un Ingeniero colegiado del CIMEQH

Servicios de Radiocomunicaciones		Servicios Finales Complementarios	
1. Servicio Fijo Terrestre	<input type="checkbox"/>	1. Servicio de Transmisión y Comunicación de Datos	<input type="checkbox"/>
2. Servicio Fijo Aéreo/aéreo	<input type="checkbox"/>	2. Servicio de Televisión por Suscripción por Cable	<input type="checkbox"/>
3. Servicio Fijo por Satélite	<input type="checkbox"/>	3. Servicio de Televisión por Suscripción por Medios Indámbricos	<input type="checkbox"/>
4. Servicio Móvil Terrestre	<input type="checkbox"/>	4. Servicio Audiovisual Nacional	<input type="checkbox"/>
5. Servicio Móvil Aéreo/aéreo	<input type="checkbox"/>	5. Servicio de Televisión Interactiva por Suscripción	<input type="checkbox"/>
6. Servicio Móvil Marítimo	<input type="checkbox"/>	6. Servicio Audio por Suscripción	<input type="checkbox"/>
7. Servicio Móvil por Satélite	<input type="checkbox"/>	7. Servicio de Enlaces Satelitales para Radiodifusión	<input type="checkbox"/>
8. Servicio de Radiomóvilizado	<input type="checkbox"/>	8. Servicio de Radiomóvilizado	<input type="checkbox"/>
9. Otro Servicio de Radiocomunicaciones (Indique el nombre)	<input type="checkbox"/>	9. Otro Servicio Final Complementario (Indique el nombre)	<input type="checkbox"/>

Servicios de Valor Agregado		Servicios de Difusión	
1. Servicio de Internet o Acceso a Redes Informáticas	<input type="checkbox"/>	1. Servicio de Radiodifusión Sonora	<input type="checkbox"/>
2. Servicio de Telemánagers	<input type="checkbox"/>	2. Servicio de Radiodifusión Sonora con Fines Comunitarios	<input type="checkbox"/>
3. Servicio de Consulta	<input type="checkbox"/>	3. Servicio de Radiodifusión de Televisión	<input type="checkbox"/>
4. Servicio de Acceso a Contenido de Información (PACI)	<input type="checkbox"/>	4. Servicio de Radiodifusión de Televisión con Fines Comunitarios	<input type="checkbox"/>
5. Servicios de Telemóvilores	<input type="checkbox"/>		

Comercializadores		Otras autorizaciones (Inscripciones)	
1. Comercializador Tipo de Sub-Operador	<input type="checkbox"/>	1. Centro de Atención de Llamadas (Call Center)	<input type="checkbox"/>
2. Comercializador Tipo Revendedor*	<input type="checkbox"/>	2. Proveedor de Contenido (PC)	<input type="checkbox"/>
		3. Agente Comercializador Segmento Especial	<input type="checkbox"/>
		4. Centros de Tercerización de Servicios Empresariales en Tecnologías de Información y Comunicaciones (BPO-ITC)	<input type="checkbox"/>

\*Corresponde un Registro para cada actividad de reventa de una clasificación específica del Servicio Final Complementario, lo anterior no incluye para el Comercializador Tipo Revendedor de los Servicios Finales Básicos y del Servicio Portador

### 3. Denominación Comercial

 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE HONDURAS COMISION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL	CLASIFICACIÓN SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	FORMA 101
	INFORMACIÓN TÉCNICA	

### 4. Descripción sobre la prestación a efectuar del servicio solicitado o de cada uno de los servicios solicitados.

Adjuntar hojas aparte, en caso que el espacio fuese insuficiente para la descripción solicitada.


4.1 Firma y Sello del Responsable Técnico:

4.2 No. de Colegación CIMEQH:

 Firma y Sello	
---	--

4.3 Lugar y fecha

4.4 Timbres del CIMEQH

# Anexo 3. Requisitos de servicio de internet o acceso a redes informáticas Forma 500

**SISTEMAS FLO POR SATELITE  
FORMA 500  
HOJA DE DATOS TECNICOS**

Solicitud de Licencia para uso del Espectro Radioeléctrico.

**1. Datos Generales**

1.1 Nombre Completo del Solicitante (Persona Natural o Jurídica): \_\_\_\_\_

1.2 Dirección de Correo o Aparato Postal: \_\_\_\_\_

1.3 Nombre de la Persona Contacto (para efectos de Cadena Nacional): \_\_\_\_\_

1.4 Dirección de Correo o Aparato Postal: \_\_\_\_\_

1.5 Teléfono Fijo: \_\_\_\_\_ 1.6 Teléfono Móvil: \_\_\_\_\_ 1.7 Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

**2. Declaración del Responsable de llenar esta forma técnica**

2.1 Nombre completo de la Persona Responsable de llenar esta Forma: \_\_\_\_\_

2.2 Nombre de la Empresa o Compañía: \_\_\_\_\_

2.3 Dirección de correo o Aparato Postal: \_\_\_\_\_

2.4 Ciudad o Atlix: \_\_\_\_\_ 2.5 Municipio y Departamento: \_\_\_\_\_

2.6 Teléfono Fijo: \_\_\_\_\_ 2.7 Teléfono Móvil: \_\_\_\_\_ 2.8 Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

2.9 Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

2.10 Firma y Sello: \_\_\_\_\_ 2.11 No. de Colegación CIMEQ: \_\_\_\_\_

\* El ingeniero que firma, firma y sella esta forma, deberá ser un Profesional de la ingeniería, o/a o la especialidad en Telecomunicaciones. Artículo 148 del Reglamento General de la Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones. Adjuntar la cantidad de timbres de aforo a la regulación del CIMEQ.

**SISTEMAS FLO POR SATELITE  
FORMA 500  
HOJA DE DATOS TECNICOS**

Solicitud de Licencia para uso del Espectro Radioeléctrico.

**3. Clasificación**

3.1 Colocar una "X" en el cuadro adjacente a la clasificación que aplica a esta solicitud en ambas preguntas a y b. Marque sólo un cuadro para 1.1a y 1.1b.

a1. Estación terrestre  a1. Solicitud de licencia para nueva estación  a4. Modificación de una estación existente

a2. Estación espacial  a2. Solicitud de licencia para una nueva estación satélite  a5. Transferencia de licencia de funcionamiento

a3. Modificación de una solicitud pendiente  a6. Otro (Favor especificar): \_\_\_\_\_

3.2 Si esta solicitud es en referencia a una estación existente, dar el indicador de banda de la estación: \_\_\_\_\_ 3.3 Si esta solicitud es en referencia a una solicitud pendiente, dar el nombre de la solicitud pendiente: \_\_\_\_\_

**4. Tipo de Servicio**

4.1 Esta solicitud es para una autorización para proveer o usar el (los) siguiente(s) tipo(s) de servicio. Marque el cuadro adjunto a toda la aplicable.

a. Fijo por Satélite  b. Móvil por Satélite  c. Satélite de Radiodifusión  d. Satélite de Exploración de la Tierra

e. Otro (Favor especificar): \_\_\_\_\_

4.2 El solicitante está proveyendo un Servicio:  Público  Privado

4.3 ¿Es el solicitante un proveedor de servicios portadores?  Sí  No

4.4 Las facilidades están:  Conectadas a la Red Pública Conmutada  No conectadas a la Red Pública Conmutada

4.5 Bandas de Frecuencia:

a. Banda C (48 GHz)

b. Banda G (12/14 GHz)

c. Otro (Favor especificar): \_\_\_\_\_

**5. Tipo de Estación**

5.1 Clase de Estación. Marque sólo un cuadro.

a. Estación Fija Terrestre  b. Estación Fija Terrestre Temporal  c. Red VSAT

d. Estación Terrestre Móvil  e. Estación Espacial  f. Otro (Especificar): \_\_\_\_\_

5.2 Tipo de Facilidad de la Estación Terrestre. Marque sólo un cuadro.

a. Transmisión/Recepción  b. Sitio Transmisión  c. Sitio Recepción

**6. Tipo de Modificaciones**

6.1 El tipo de modificación(s) propuesta(s) deberá indicarse con una "X" en todo lo que aplica en los cuadros siguientes:

a. Autorización para agregar un nuevo tipo de emisión y los servicios conexos

b. Autorización para cambiar el tipo de emisión y los servicios conexos

c. Autorización para aumentar la PRA y densidad de PRA

d. Autorización para reemplazar la antena

e. Autorización para agregar una antena

f. Autorización para realizar una estación fija

g. Autorización para cambiar las (s) frecuencia(s) asignada(s)

h. Autorización para agregar puntos de comunicación (satélites y palmas)

i. Autorización para cambiar puntos de comunicación (satélites y palmas)

j. Otro (Favor especificar): \_\_\_\_\_

**SISTEMAS FLO POR SATELITE  
FORMA 500  
HOJA DE DATOS TECNICOS**

Solicitud de Licencia para uso del Espectro Radioeléctrico.

**7. Ubicación del Sitio de la Estación Terrestre**

Nota: Si se trata de una estación fija - temporal, móvil, o facilidad VSAT remota, especificar el área de operación y el punto de contacto. Si se trata de una estación terrestre (fija) VSAT, proveer su ubicación. Para redes VSAT, adjuntar una página 2 de la Forma 500 por cada estación terrestre (fija) y por cada estación remota. Proveer rotacionalmente la ubicación, puntos de comunicación, y puntos de destino por cada estación terrestre y remota.

7.1 Indicador de Banda de la estación: \_\_\_\_\_ 7.2 Identificador del sitio (MUESTRA, PUNTO A, PUNTO B, etc.) \_\_\_\_\_

7.3 Nombre de la Persona de Contacto: \_\_\_\_\_

7.4 Teléfono Fijo: \_\_\_\_\_ 7.5 Teléfono Móvil: \_\_\_\_\_ 7.6 Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

7.7 Dirección Exacta de la estación o Área de Operación: \_\_\_\_\_

7.8 Departamento: \_\_\_\_\_ 7.9 Municipio: \_\_\_\_\_ 7.10 Ciudad: \_\_\_\_\_

7.11 Latitud Norte: \_\_\_\_\_ 7.12 Longitud Oeste: \_\_\_\_\_

7.13 Elevación del Sitio (m a.s.n.m.): \_\_\_\_\_

7.14 Para nuevas estaciones adjuntar documento denominado "Anexo A" (Véase Instructivo de la presente Forma Técnica).

7.15 Equipo de Transmisión Estación Terrestre: \_\_\_\_\_

7.16 Marca del Equipo: \_\_\_\_\_ 7.16.2 Modelo del Equipo: \_\_\_\_\_

7.18.3 Número de Certificado de Homologación emitido por CONATEL (o Número de Solicitud en caso de estar en proceso de trámite)

\* La Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones aplica como una lista previa la establecida en el Título Cuarto, Artículo 42, literal g) la inscripción, habilitación o venta de equipos terminales o equipos de radiocomunicación que no dependan del certificado de homologación o la autorización de CONATEL. Artículo 215 del Reglamento General de la Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones.

**8. Puntos de Comunicación**

Nota: Liste los nombres y las posiciones orbitales de todos los satélites con los cuales esta estación terrestre se comunicará.

Nombre del Satélite y Posición Orbital	Nombre del Satélite y Posición Orbital	Nombre del Satélite y Posición Orbital

**9. Puntos de Destino de las Comunicaciones**

Nota: Para cada uno de los satélites enumerados en el punto 8 anterior, indicar los Puntos de Destino de las Comunicaciones (países) donde los servicios serán procesados por esta estación terrestre vía cada uno de los satélites.

Nombre del Satélite	Lista de Puntos de Destino

En el caso de contar con más puntos de destino agregar más filas.

**SISTEMAS FLO POR SATELITE  
FORMA 500  
HOJA DE DATOS TECNICOS**

Solicitud de Licencia para uso del Espectro Radioeléctrico.

**10. Información Relativa a la Antena de la Estación**

(a) Identificación del Sitio	(b) Identificación de la Antena	(c) Cantidad.	(d) Fabricante	(e) Modelo	(f) Tamaño de la antena <sup>4</sup> (diámetro)	(g) Ganancia de la antena para Transmisión y Recepción (dBi o GHz)

**11. Alturas de Antenas y Límites de Potencia Máxima**

(a) Identificación de la Antena	Altura Máxima de la Antena		(d) Altura del edificio sobre el nivel del suelo (m.)	(e) Altura máxima de la antena sobre el nivel del techo (m.)	(f) Potencia total de entrada a la antena (Watts)	(g) PIRE total para todas las portadoras (dBm)
	(b) Sobre el nivel del suelo (m.)	(c) Sobre el nivel del mar (m.)				

**12. Límites de Coordinación de Frecuencias**

(a) Identificación de la antena	(b) Límite de Frecuencias (MHz)	(c) Límite Este del rango del arco del satélite	(d) Límite Oeste del rango del arco del satélite	(e) Ángulo de elevación de la antena al límite Este	(f) Ángulo de elevación de la antena al límite Oeste	(g) Acimut de la estación al límite Este	(h) Acimut de la estación al límite Oeste	(i) Densidad de PIRE máxima hacia el horizonte (dBW/4kHz)

**SISTEMAS FLO POR SATELITE  
FORMA 500  
HOJA DE DATOS TECNICOS**

Solicitud de Licencia para uso del Espectro Radioeléctrico.

**13. Características Particulares de Operación**

Nota: Se requieren detalles completos de las características particulares de operación para cada portadora de R.F.

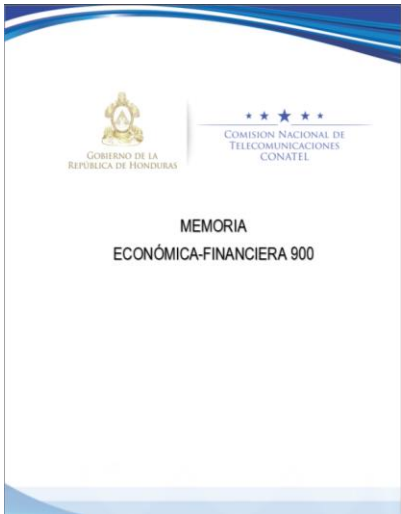
(a) Identificación de la antena	(b) Bandas de Frecuencias o Frecuencia-Central (MHz)	(c) Modo T/R	(d) Polarización (H, V, L, R)	(e) Tipo de Emisión	(f) PIRE máxima por portadora (dBW)	(g) Densidad de PIRE máxima por portadora (dBW/4kHz)	(h) Descripción de la Modulación y del Tipo de Información Cursada (Video, Voz, Datos, etc.)

Fuente (CONATEL,2020)





# Anexo 6. Requisitos de servicio de internet o acceso a redes informáticas Forma 900



Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

**INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR FORMATO DE LA MEMORIA ECONOMICO-FINANCIERA**

La Memoria Económica - Financiera debe ser completada por un Financiero o un Economista colegiado, y puede ser escrita a mano (en letra de molde clara y escrita con lápiz azul), o en máquina de escribir o impresión de computadora. No deberá contener borrones ni tachaduras.

**Nombre Completo del Solicitante**

**A. REQUISITOS LEGALES DEL RESPONSABLE DEL INFORME**

De acuerdo con los artículos 1, 2 y 4 inciso a) de la Ley de Colegiación Profesional Obligatoria, Decreto 0773 del 17 de mayo de 1982, el responsable de memoria económica-financiera deberá pertenecer a un Colegio Profesional de Honduras afilado a una economía-financiera. Además, deberá adjuntarse los títulos del Colegio Profesional respectivo de acuerdo a lo señalado en la legislación interna, los cuales deben ser concordados con la firma, fecha y número de registro a sello del profesional responsable.

Si el espacio señalado para colocar los títulos, resulta insuficiente por la denominación de los mismos, entonces se deberá adjuntar una hoja con los mismos.

**Nombre Completo del Solicitante**

**Estado Profesional**      **Colegio profesional**      **Nº de Registro**

**Valor del proyecto según a facturas**

**Valor en facturas según reglamento**

ADHERIR TIMBRES AQUI

Figura 1 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

**B. ESTUDIO DE DEMANDA**

Con los resultados obtenidos de su estudio de mercado, el Solicitante llenará el cuadro denominado "Proyección de Suscriptores".

En el bloque de filas llamado "Demanda Potencial Insatisfecha", se anotará el número total estimado de consumidores que carecen del servicio. En el bloque de filas llamado "Demanda a Satisficir", el número de suscriptores que el Solicitante va a atender, para cada área geográfica a cubrir con servicio y para cada uno de los cinco primeros años de operación del servicio solicitado.

Si los cuadros del estudio resultan insuficientes por el número de áreas geográficas cubiertas, deberá agregarse las filas necesarias y adjuntarse cuadros adicionales para un mismo servicio. De igual forma si la solicitud incluye varios servicios, se deberán llenar cuadros separados por cada servicio que se va a ofrecer.

Tipo de Demanda	Área Geográfica	Proyección de Suscriptores				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda potencial insatisfecha	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					
Demanda a satisfacer	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					

**C. PLAN DE INVERSIÓN**

El Solicitante debe presentar el plan de inversión del proyecto propuesto para la prestación del Servicio solicitado, bajo las siguientes condiciones:

- La estimación de las inversiones debe comprender los primeros cinco años de operación del servicio;
- La inversión inicial no debe ser menor que el 10% de la Inversión Total prevista para el periodo de cinco años, a excepción de los Servicios de Difusión los cuales no tienen un límite inferior para la inversión inicial. Se entenderá por inversión inicial, la que se efectúa hasta justo antes de poner en operación, considerablemente el sistema inicial propuesto;
- El cálculo de los costos de los diferentes rubros se hace considerando que todo está puesto en sitio e listo para prestar el Servicio, incluyendo mano de obra, supervisión, materiales, suministros y fletes.

Figura 2 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

4. En las rubros principales tales como terrenos, edificios, casetas, torres, camiones de acceso, equipos para operar el Servicio, herramientas de albañilería, etc., deberá presentarse sus cotizaciones y/o presupuestos, permitiendo a nombre del solicitante, catálogo de precios o cualquier otro documento mediante el cual se certifiquen las valores declarados, en original e fotocopia autenticada.

En el cuadro resumen del plan de inversión se anotará la inversión inicial y la inversión específica para cada año de operación hasta el quinto año, para las etapas, infraestructura y activos directos del siguiente modo:

1. **Equipos:** Comprende la inversión en equipos de telecomunicaciones para operar el Servicio solicitado, equipos de oficina, computadores, terminales de albañilería, vehículos, etc., incluyendo repuestos y accesorios, fletes internos, derechos de importación y pases de emigración.

2. **Infraestructura:** Comprende la inversión en terrenos, caminos de acceso, torres, instalaciones electrónicas, edificios, casetas, etc.

3. **Activos Diferidos:** Comprende la inversión en asistencia técnica, consultoría legal, intereses prepagados, estado de factibilidad, estudios de ingeniería, gastos de trabajo geográfico, fiscal y en condiciones de falta de liquidar, etc.

En la columna denominada "Inversión Total" se anotará la suma de todos los rubros para cada rubro, mientras que en la fila denominada "Total por periodo" se anotará el valor de la inversión total por periodo correspondiente a la sumatoria de la inversión de todos los rubros para cada columna incluyendo "Inversión Total" de modo que el valor en la celda que resulta de la intersección de la fila "Total por periodo" y la columna "Inversión Total" es la inversión "Total del Proyecto". En la fila denominada "Inversión Inicial" se anotará el porcentaje de la inversión para cada periodo, que resulta de aplicar el siguiente objeto:

Porcentaje de Inversión (%) = $\frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Inversión Total del Proyecto}} \times 100$	
PERIODO	Inversión Inicial
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

**B. GASTOS TOTALES**

Para cada uno de los años de operación y hasta el quinto año, se anotará los costos anuales estimados de los servicios que están directamente relacionados con los rubros operativos en la fila llamada "Costos de Servicios", los Gastos Anuales de Administración y Fletes en la fila llamada "Costos de Administración y Fletes" y los costos de los fondos que se solicitarán presentados en la fila llamada "Costos de Inversión".

Figura 3 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

En la fila denominada "Costos Totales" se anotará la sumatoria de dichos costos y gastos, para cada año de operación. Por separado se deberá presentar los costos y gastos desglosados que sustentan el resumen presentado en el cuadro.

Rubro	Operación del Servicio				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de servicios					
Costos de administración y fletes					
Costos de inversión					
Costos Totales					

**E. TARIFFAS DEL SERVICIO**

El solicitante debe presentar una propuesta de las tarifas que se desean implementar en la operación del Servicio. En este caso el solicitante anotará en el cuadro, para cada uno de los años de operación, las tarifas que se aplicarán (ya sea por instalación, precio de terminal, activación de servicio, suscripción mensual, minuto de tiempo de aire o unidad menor de facturación), así como cualquier otro tipo y cualquier especie de servicios que justifique la disposición de sus suscriptores.

Concepto	Operación del Servicio				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

**F. FLUJO DE EFECTIVO**

En la fila denominada "Saldo Inicial de Caja" y en la columna marcada "Efectivo Inicial", se anotará la suma del efectivo y equivalentes de efectivo, que el Solicitante contará al momento de iniciar la operación del Servicio, y para cada columna que correspondiera a los Años de Operación del Servicio, el Saldo Inicial de Caja que debe anotarse, según la disponibilidad obtenida en la columna anterior.

En la fila denominada "Ingresos Totales" se anotará, para la fase inicial y cada uno de los años de operación, la suma de los flujos de efectivo de efectivo proveniente de las actividades de operación, inversión y financiamiento. Del mismo modo, en la columna anterior se anotará el monto de los pagos de efectivo por inversión y financiamiento.

\*Anular en su rubro si aplica para fines internos de efectos, en donde se cancela o se transferen en alguna institución; no aplica para el financiamiento.

Figura 4 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

modo, en la fila denominada "Ingresos Totales", se anotará la suma de los flujos de efectivo de efectivo producido de las actividades de operación, inversión y financiamiento. La Disponibilidad al final de cada periodo, se encuentra restando los Egresos Totales de la suma resultante del Saldo Inicial de Caja con los ingresos totales.

Concepto	Fuente	Año de Operación del Servicio				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Inicial de Caja						
Ingresos Totales						
Egresos Totales						
Disponibilidad						

**G. FINANCIAMIENTO**

El Solicitante debe declarar las fuentes de financiamiento, ya sean con fondos propios o fondos externos, y presentar el plan de desembolsos del financiamiento a solicitar para poder cumplir con el Plan de inversión. Para Solicitantes cuyo Plan de Inversión sea superior a L.1,000,000.00, deberán proporcionar la siguiente información. Para Solicitantes cuyo Plan de Inversión sea superior a L.1,000,000.00, deberá completar la información que se detalla a continuación:

En el Cuadro "Fuentes de Financiamiento" y respectivamente en la fila que corresponde a "Fuentes Propias", se anotará el monto del financiamiento que será aportado por los socios accionistas, ya sean personas o jurídicas, y en la fila denominada "Fuentes Externas" se anotará el monto del financiamiento que procede de los intermediarios financieros, lo anterior para la fase inicial y cada uno de los cinco primeros años de operación. En la fila denominada "Fuentes Totales" se anotará la suma de los fondos propios y externos.

Fuentes de los Fondos	Fase Inicial	Operación del Servicio				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Fuentes Propias						
Fuentes Externas						
Fuentes Totales						

**H. COSTO DE CAPITAL**

El Solicitante deberá indicar cuál es el costo de capital estimado de su proyecto.

CUADRO COSTO DE CAPITAL	
Costo de Capital	

El Costo Ponderado de Capital, expresado en porcentaje, es la suma de los costos ponderados de los financiamientos. Los términos financieros entre minimizados se definen, matemáticamente, como se describe a continuación:

Figura 5 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

**I. CAPITAL SOCIAL Y COMPOSICIÓN**

Confirma la diligencia de el artículo 104 del Reglamento General de las Leyes, el Solicitante deberá reportar la composición de su capital social y para cada accionista se anotará su nombre completo, parte social y porcentaje de participación. El porcentaje de participación se calcula del siguiente modo:

Porcentaje de Participación (%) =  $\frac{\text{Parte Social}}{\text{Capital Social}} \times 100$

En donde el Capital Social es la suma de todas las partes sociales. Si las celdas del Cuadro siguiente resultan insuficientes por el número de accionistas, deberán agregarse las filas necesarias y adjuntarse cuadros adicionales.

CUADRO COMPOSICIÓN SOCIAL		
Accionista	Parte Social	Participación (%)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
Total		

**J. ESTUDIO DE LA COMPETENCIA DIRECTA**

El solicitante debe analizar (compañías) operadores que representan su competencia directa (empresas que prestan el mismo servicio que está solicitando, o en su defecto, que presta algún tipo de servicio sustitutivo para zona de cobertura o áreas de servicio potenciales que pretenda cubrir).

Para ello, en el Cuadro a continuación, se debe señalar el nombre de las empresas que prestan el servicio en el mismo zona de cobertura, su denominación social y comercial de dichas empresas, así como también la cantidad de suscriptores a los que se prestan su Servicio.

Figura 6 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

**Nombre de Empresas que Prestan el Servicio Solicitado en la Misma Zona de Cobertura:**

CUADRO DE EMPRESAS EN COMPETENCIA DIRECTA	
Número de la Empresa	Zona de Cobertura o Área de Servicio
1.	
2.	
3.	
4.	

Figura 7 de 7

Memoria Económica - Financiera 900 MIS-ES-FO-09 V.1

**Nombre de Empresas que Prestan el Servicio Solicitado en la Misma Zona de Cobertura:**

CUADRO DE EMPRESAS EN COMPETENCIA DIRECTA	
Número de la Empresa	Zona de Cobertura o Área de Servicio
1.	
2.	
3.	
4.	

Figura 7 de 7

Fuente (CONATEL,2020)



# Anexo 6. Requisitos de servicio de internet o acceso a redes informáticas Forma 920



Memoria Económica - Financiera 920 MS-E3-FO-920 V.1

### INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR FORMATO DE LA MEMORIA ECONOMICO-FINANCIERA

La Memoria Económica - Financiera debe ser completada por un Financista o un Economista colegiado, y puede ser escrita a mano en letra de molde clara e impresa con tippex azul, o en máquina de escribir e impresión de computadora. No deberá contener borrones ni tachaduras.

**Nombre Completo del Solicitante**  
Ingresar Nombre Completo del Solicitante

#### A. REQUISITOS LEGALES DEL RESPONSABLE DEL INFORME

De acuerdo con los artículos 1, 2, y 4 inciso a) de la Ley de Colegación Profesional Obligatoria, Decreto 82-71 del 17 de mayo de 1982, el responsable del informe económico-financiero deberá pertenecer a un Colegio Profesional de Honduras en el área económica-financiera. Asimismo, deberá adjuntarse los títulos del Colegio Profesional respectivo de acuerdo a lo señalado en la representación interna, los cuales deben ser conciliados con la firma, fecha y número de registro o año del profesional responsable.

Si el espacio señalado para colocar los datos, resulta insuficiente por la demora de los mismos, entonces se deberá anotar que se ha completado los datos necesarios.

**Nombre Completo del Solicitante**  
Ingresar Nombre Completo del Solicitante

**Estado Profesional**      **Categoría profesional**      **Nº de Registro**

**Valor del proyecto según a facturar**  
**Valor en facturas según presupuesto**

ADHERIR TIMBRES AQUI

Figura 1 de 8

Memoria Económica - Financiera 920 MS-E3-FO-920 V.1

### B. ESTUDIO DE DEMANDA

Con los resultados obtenidos de su estudio de mercado, el Solicitante llenará el cuadro denominado "Proyección de Suscripciones".

En el cuadro de filas llamado "Demanda Potencial mensual", se anotará el número total estimado de suscripciones que carecerán del servicio. En el cuadro de filas llamado "Demanda a Satisfacer", el número de suscripciones que el Solicitante se compromete a atender para cada área geográfica a saber con servicio y para cada año de los cinco primeros años de operación del servicio solicitado.

Si las casillas del cuadro resultan insuficientes por el número de áreas geográficas cubiertas, deberá agregarse las filas necesarias o algunas casillas adicionales para el mismo servicio. De igual forma si la solicitud incluye varios servicios, se deberán llenar cuadros similares para cada servicio que se va a ofrecer.

**Proyección de Suscripciones**

Tipo de Demanda	Área Geográfica	Operación del Servicio				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda Potencial Mensual	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					
Demanda a Satisfacer	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					

### C. PLAN DE INVERSION

El Solicitante deberá presentar el plan de inversión del proyecto propuesto para la prestación del Servicio solicitado, bajo las siguientes condiciones:

1. La estimación de las inversiones debe comprender los primeros cinco años de operación del servicio.
2. La inversión inicial no debe ser menor que el 10% de la inversión Total prevista para el período de cinco años, a excepción de los Servicios de Calidad los cuales no tienen un límite inferior para la inversión inicial. Se entiende por inversión inicial, la que se efectúa hasta justo antes de poner en operación completamente el sistema inicial propuesto.
3. El cálculo de los costos de los diferentes rubros se hace considerando que todo está en sitio y listo para prestar el Servicio, incluyendo mano de obra, supervisión, materiales, suministros y fletes.

Figura 2 de 8

Memoria Económica - Financiera 920 MS-E3-FO-920 V.1

4. En las rubros principales tales como terrenos, edificios, caseríos, torres, caminos de acceso, equipos para operar el Servicio, terminal de abonado, etc., deben presentarse las cotizaciones y/o presupuestos permitiendo a favor del solicitante, cualquier tipo de garantía o documento mediante el cual se certifique que los valores declarados, son originales o fotocopias autenticadas.

En el cuadro resumen del plan de inversión se anotará la inversión inicial y la inversión Específica para cada año de operación hasta el quinto año; para los espacios, infraestructura y activos ofrecidos del siguiente modo:

1. **Equipos:** Comprende la inversión en equipos de telecomunicaciones para operar el Servicio solicitado, equipo de oficina, computadoras, terminales de abonado, antenas, etc., incluyendo repuestos y accesorios, fletes internos, derechos de introducción y gastos de instalación.
2. **Infraestructura:** Comprende la inversión en terrenos, caminos de acceso, torres, instalaciones electrónicas, edificios, caseríos, etc.
3. **Activos Diferidos:** Comprende la inversión en asistencia técnica, consultoría legal, intereses pre-judiciales, estudio de factibilidad, asesoría legal y económica, capital de trabajo pre-operativo, inicial o en condiciones de lista de liquidar, etc.

En la columna denominada "Inversión Total" se hará la sumatoria de todas las inversiones para cada rubro, mientras que en la fila denominada "Total por período" se anotará el valor de la inversión total por período correspondiente a la sumatoria de la inversión de todos los rubros para cada rubro incluyendo "Inversión Total", de modo que el valor en la casilla que resulta de la intersección de la fila "Total por período" y la columna "Inversión Total" es la inversión Total del Proyecto. En la fila denominada "Yo de inversión" se anotará el porcentaje de la inversión para cada período, que resulta al aplicar el siguiente cálculo:

$$\text{Porcentaje de Inversión (\%)} = \frac{\text{Inversión Total por Período}}{\text{Inversión Total del Proyecto}} \times 100$$

DESCRIPCION	Inversión Inicial	Operación del Servicio					Inversión Total
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
1. Equipos							
2. Infraestructura							
3. Activos diferidos							
Total por período							
Yo de inversión							

**D. CAPACIDAD DE PAGO**

Para cada año de operación y en la fila denominada "Urbilidad Neta", se anotará la Urbilidad Neta obtenida en el Estado de Resultados proyectado (línea F1) y en la fila denominada "Yo Depreciación" se anotará la suma total de las depreciaciones de activos para cada año de operación; del mismo modo, en la fila denominada "Yo Amortización" se anotará la suma total de las amortizaciones de activos.

Figura 3 de 8

Memoria Económica - Financiera 920 MS-E3-FO-920 V.1

En la fila denominada "Yo Pago al Proveedor" se anotará la suma de los pagos anuales para amortizar inicialmente el capital de los préstamos.

La Capacidad de Pago Neta se obtiene al restar los Pagos al Proveedor al Principal de la suma resultante de la Urbilidad Neta, las Depreciaciones y las Amortizaciones de Activos, para cada año de los años de operación:

Concepto	Operación del Servicio				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Urbilidad Neta					
Yo Depreciaciones					
Yo Amortizaciones					
Yo Pago al Proveedor					
Capacidad de Pago Neta					

**E. GASTOS TOTALES**

Para cada año de los años de operación y hasta el quinto año, se anotará los costos anuales estimados de los servicios que están directamente relacionados con los meses operativos en la fila llamada "Costos de Servicio" (en Cuadros Anexos De Administración y Ventas en la fila llamada "Costos de administración y ventas" y los costos de los fondos que se solicitan prestados en la fila llamada "Costos de préstamo").

En la fila denominada "Costos Totales" se anotará la sumatoria de dichos costos y gastos, para cada año de operación. Por separado se deberán presentar los costos y gastos desagregados que sustentan el resumen presentado en el cuadro:

Rubro	Operación del Servicio				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de servicios					
Costos de administración y ventas					
Costos de préstamo					
Costos Totales					

**F. TAREAS DEL SERVICIO**

El solicitante debe presentar una propuesta de las tareas que se desean implementar en la operación del Servicio. En este caso el solicitante anota en el cuadro, para cada año de los años de operación, las tareas que se aplicarán (se usa por instalación, precio de terminal, activación de servicio, suscripción mensual, estado de servicio de área o unidades móviles de base), así como cualquier otro plan o paquete adicional de servicios que pudiese a la disposición de sus suscriptores.

Figura 4 de 8

Memoria Económica - Financiera 920 MS-E3-FO-920 V.1

**G. FLUJO DE EFECTIVO**

En la fila denominada "Saldo Inicial de Caja" y en la columna marcada "Efectivo Inicial", se anotará la suma del efectivo y equivalentes de efectivo, que el Solicitante contará al momento de iniciar la operación del Servicio, y para cada columna que corresponde a los Años de Operación del Servicio, el Saldo Inicial de Caja que debe anotarse, será la disponibilidad obtenida en la columna anterior.

En la fila denominada "Yo Ingresos Totales" se anotará, para la fase inicial y cada año de los años de operación, la suma de los flujos de efectivo provenientes de las actividades de operación, inversión y financiamiento. Del mismo modo, en la fila denominada "Yo Egresos Totales" se anotará la suma de los flujos de efectivo producto de las actividades de operación, inversión y financiamiento.

La Disponibilidad al final de cada período, se encuentra restando los Egresos Totales de la suma resultante del Saldo Inicial de Caja con los Ingresos Totales.

Concepto	Inicial	Operación del Servicio				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Inicial de Caja						
Operación						
Inversión						
Financiamiento						
Disponibilidad						

**H. FINANCIAMIENTO**

El Solicitante debe declarar las fuentes de financiamiento, ya sean con fondos propios o fondos externos, y presentar el plan de desembolsos del financiamiento a solicitar para poder cumplir con el Plan de Inversión. Para Solicitantes cuyo Plan de Inversión se refiere a un período de cinco años, se deberá declarar el financiamiento en rubros y años, y se deberá anotar el financiamiento.

Figura 5 de 8

Memoria Económica - Financiera 920 MS-E3-FO-920 V.1

de inversión es inferior a L. 1,000,000.00 quedan dispensados de presentar la siguiente información. Para Solicitantes cuyo Plan de Inversión sea superior a L. 1,000,000.00, deberán completar la información que se detalla a continuación:

En el Cuadro "Fuentes de Financiamiento" respectivamente en la fila que corresponde a "Fuentes Próprias" se anotará el monto del financiamiento que será aportado por los socios accionistas, ya sean comunes y preferenciales, y en la fila denominada "Fuentes Externas" se anotará el monto del financiamiento que procede de los intermediarios financieros, lo anterior para la fase inicial y cada año de los cinco primeros años de operación. En la fila denominada "Fuentes Totales" se anotará la suma de los fondos propios y externos.

Fuentes Totales	Operación del Servicio					
	Fase Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Fuentes Próprias						
Fuentes Externas						
Fuentes Totales						

Además a la Memoria Económica-Financiera deben presentarse, en original o copia, los documentos emitidos por la institución financiera. Si las amortizaciones se realizaron con fondos a préstamo, se deberá presentar documento de soporte en comprobación de la institución financiera, mostrando una línea de crédito abierta y la disponibilidad del crédito con las respectivas montos asignados para el proyecto en referencia. Asimismo, debe adjuntarse la certificación de cualquier parte deudora con aval, otorgada o con consentimiento para avalar el aval.

**I. COSTO DE CAPITAL**

El Solicitante deberá indicar cuál es el costo de capital estimado de su proyecto:

CUADRO COSTO DE CAPITAL
Costo de Capital

El Costo Ponderado de Capital, expresado en porcentaje, es la suma de los costos ponderados de los financiamientos.

Figura 6 de 8

Fuente (CONATEL,2020)

