

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE SISTEMAS

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

“GUÍA METODOLÓGICA PARA LA MIGRACIÓN DE DISPOSITIVOS DE  
BANDA ÚNICA A BANDA DUAL.”

PEDRO ALEJANDRO VEGA GUEVARA

DIRECTORA: ING. SUYANA ARCOS

QUITO, 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

Pero en todo esto salimos más que vencedores por medio de aquel que nos amó.

Romanos 8:37

Agradezco a Dios quien me dio fuerza y fe para terminar una de las etapas más importantes de mi vida. A mi querida Abuelita, una de las mujeres más nobles y fuertes que tengo en mi vida, a quién considero mi segunda madre, gracias por permanecer junto a mí brindándome tu apoyo incondicional y el amor desmedido que me hizo ser el hombre que soy hoy. Este triunfo te lo dedico a ti. A mi Abuelito quien aunque no se encuentre físicamente con nosotros, estoy seguro que desde el cielo me cuida y me guía para que todo salga bien. A mi Madre que ha sabido formarme con excelentes valores, dedicación y esmero. A mi Padre por sus consejos, por inculcarme el amor hacia la profesión.

A los Catedráticos de la Universidad por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para desarrollarme en la vida profesional, a todos y cada uno de mis maestros que a su manera me enseñaron a afrontar esta profesión sin miedo a caerme y levantarme de nuevo, por sobre todos ellos quisiera dar un agradecimiento especial a quienes me guiaron con esta tesis, a mi directora de la ING. SUYANA ARCOS a quien conozco desde los primeros semestres de mi vida universitaria la misma que con mucho cariño, bondad y por sobretodo conocimiento sobre la materia, supo guiarme formidablemente por este camino sin nunca dejarme solo. Al ING. ALFREDO CALDERON al cual tengo mucha admiración por la cantidad de conocimiento que tiene y que el solo a su forma sabe compartir a los estudiantes, siempre alegre, siempre bondadoso, siempre dispuesto a brindar consejos a quien los necesite. Al ING. ALBERTO PAZMIÑO quien con su conocimiento brindo sin recelo su asesoría, que de la misma forma que lo hizo en sus clases supo con mucho apremio ayudarme a construir esta tesis, siempre con una sonrisa y una actitud positiva con el objetivo de que yo salga adelante.

De forma muy especial quisiera agradecer al ING. PABLO TORRES quien fuese mi maestro teniendo un carácter fuerte pero amistoso supo convertirse en más que un maestro, un amigo, que siempre estuvo dispuesto a brindar un apoyo o un consejo a quien lo necesite, quien pudo hacer mucho más agradable mi paso por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

**A TODOS GRACIAS.**

## TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos .....	II
Tabla de Contenidos .....	III
Indice de Ilustraciones.....	V
Indice de Tablas.....	VI
Introducción.....	7
1. CAPÍTULO I: Marco referencial .....	7
1.1 Antecedentes .....	7
1.2 Justificación .....	7
1.3 Planteamiento del problema.....	8
1.4 Objetivos .....	8
1.4.1 General .....	8
1.4.2 Específicos.....	9
2. CAPÍTULO II: Redes informáticas .....	10
2.1 Reseña Redes .....	10
2.2 Modelo OSI .....	11
2.2.1 Capa 7: Capa de aplicación .....	12
2.2.2 Capa 6: Capa de presentación .....	13
2.2.3 Capa 5: Capa de sesión .....	13
2.2.4 Capa 4: Capa de transporte .....	13
2.2.5 Capa 3: Capa de red .....	13
2.2.6 Capa 2: Capa de enlace de datos .....	13
2.2.7 Capa 1: Capa física .....	13
2.3 Introducción Redes Inalámbricas .....	14
2.3.1 Ondas Electromagnéticas .....	14

2.3.2	Espectro electromagnético .....	15
2.3.3	Radiofrecuencia (RF) .....	17
2.3.4	Ancho de banda .....	19
2.3.5	Canales .....	19
2.3.6	Reglas a recordar sobre las ondas, frecuencia y canal.....	20
2.4	Tipos de redes inalámbricas.....	20
2.4.1	WLAN.....	21
2.4.2	Estándares redes Inalámbricas .....	22
3.	CAPÍTULO III: Red inalámbrica .....	25
3.1	Dispositivos en la arquitectura.....	25
3.1.1	Enrutador (Router) .....	25
3.1.2	Punto de acceso inalámbrico (Access Point, AP) .....	27
3.1.3	Antenas.....	28
3.1.4	Receptores (Cliente Wifi).....	29
3.1.5	Repetidores o Amplificadores de señal .....	30
3.2	Factores que afectan la calidad de transmisión.....	31
3.3	Retardo .....	31
3.4	Jitter .....	32
3.5	Pérdida de paquetes .....	32
3.6	Ancho de banda incorrecto en los canales de transmisión. ....	32
3.7	Congestión de canal de transmisión.....	32
3.8	Itinerancia en la señal por interferencia.....	33
4.	CAPÍTULO IV: Migración de tecnología 2.4 GHz a Dual band (2.4 GHz y 5 GHz)....	34
4.1	Introducción al estándar 802.11 ac.....	34
4.2	Banda 2.4 GHz.....	34
4.3	Banda 5 GHZ. ....	35
4.4	Dualidad de banda en equipos de red.....	37

4.5	Cambios en la arquitectura de la red.....	39
4.6	Dispositivos Dual Band. ....	40
4.7	Comparación de bandas 2.4 GHz y 5 GHz.....	40
4.8	Velocidades de transmisión de datos. ....	43
4.9	Ventajas comparativas frente a la anterior tecnología. ....	44
4.10	Uso de cada una de las bandas para su uso óptimo.....	44
4.10.1	Banda de 2.4GHz.....	44
4.10.2	Banda de 5GHz.....	45
4.11	Limitaciones de la banda de 5Ghz.....	45
5.	CAPÍTULO V: Guía metodológica.....	46
5.1	Introducción sobre la guía metodológica. ....	46
5.2	Topografía de la red.....	46
5.3	Corrección de la topografía de la red. ....	47
5.4	Revisión y corrección de puntos alámbricos (sin interferencia o error). ....	48
5.5	Conexión de equipos de forma ideal (Angulo, tipo de cable). ....	48
5.6	Revisión de velocidad de cada punto de conexión.....	49
6.	CAPÍTULO VI: RESULTADOS cambio de tecnología.....	50
6.1	Valoración cualitativa y de calidad de la migración de tecnología.....	50
	Conclusiones.....	50
	Recomendaciones.....	51
	Bibliografía.....	52

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Pila OSI.....	12
Ilustración 2	Componentes de Onda .....	15
Ilustración 3	Espectro electromagnético .....	16
Ilustración 4	Canales y frecuencias estándar 802.11b.....	19
Ilustración 5	Tipos y Medidas de red inalámbrica. ....	21

Ilustración 6 Tipos de Redes inalámbricas. ....	21
Ilustración 7 WLAN.....	22
Ilustración 8 Cisco RV042G Dual Gigabit WAN VPN Router .....	26
Ilustración 9 Router inalámbrico Smart Wi-Fi de doble banda AC1900 Linksys WRT1900AC .....	27
Ilustración 10 Cisco Aironet Series 1600/2600/3600 Access Point .....	28
Ilustración 11 Air fiber X Antenna .....	29
Ilustración 12 Client Mode .....	30
Ilustración 13 Amplificador , Repetidor de señal.....	31
Ilustración 14 Banda 2.4GHz.....	35
Ilustración 15 Onda 5 GHz Vs 2.4 GHz .....	36
Ilustración 16 Comparativa superpuesta frecuencias .....	37
Ilustración 17 Anchos de banda y canales en la banda 5GHz .....	37
Ilustración 18 Uso banda 5GHz.....	38
Ilustración 19 Tráfico.....	39
Ilustración 20 Comparativo 2.4GHz vs 5GHz .....	40
Ilustración 21 Fuerza de señal 2.4GHz vs 5GHz .....	41
Ilustración 22 Ubicación Google Maps .....	42
Ilustración 23 Redes bajo 2.4 GHz .....	42
Ilustración 24 Redes bajo 5GHz.....	43

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Espectro electromagnético .....	17
Tabla 2 Tabla de Frecuencias y longitud de onda. ....	18
Tabla 3 Velocidad de Transferencia Datos.....	43

## **INTRODUCCIÓN**

### **1. CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 Antecedentes**

En el mercado no existe ningún tipo de guía para la migración de tecnologías de banda única a banda dual en los dispositivos manejados en una red inalámbrica, únicamente existe la explicación por parte de las empresas creadoras de cada uno de los dispositivos sus características y su forma de interactuar en la red con otros dispositivos de la misma marca.

#### **1.2 Justificación**

En la última década los equipos inalámbricos han ganado espacio de una forma desenfadada, dando espacio a la producción de dispositivos de comunicación inalámbrica, tanto de envío como de recepción de datos en cualquiera de sus formas (datos, información, video, sonido, paquetes.... Etc.).

Esta tecnología ha avanzado desmesuradamente llegando al punto de copar casi todos los dispositivos (celulares, computadores, televisiones inteligentes, domótica.... Etc.), se han creado estándares y normas para la tecnología inalámbrica centrándose en una normativa de estandarización única, ya que varios países utilizan diferentes frecuencias y canales de transmisión de información, se hace coherente que varios dispositivos o equipos utilicen la misma frecuencia (2.4 GHz) dejando así una transmisión de datos por canales demasiado congestionados, ocasionando una mala recepción y transmisión de información.

Por tanto al tener canales congestionados provoca ruidos e interferencias en las señales transmitidas, teniendo la necesidad de crear una banda alterna (5 GHz) que sería como una autopista aledaña que por sus generalidades y cualidades puede tener mejores tasas de transferencia que igualaría o superaría a redes Gigabit Ethernet.

De la misma forma se puede intuir que el cambio de tecnología para dispositivos inalámbricos debería realizarse a equipos con tecnología dual band, con estándar 802.11

ac los cuales trabajan simultáneamente las dos bandas para maximizar las tasa de transferencia de información , multimedia , datos , etc. De forma que no sature bandas ni frecuencias haciéndolas casi inservibles en ambientes de mucho ruido inalámbrico.

Por tanto hace inevitable que por necesidad de velocidad para intercambio de información, datos o como uso pesado de multimedia en internet o Ethernet se convierta en necesario la migración de tecnología, de la misma forma para esta migración será necesaria una guía para la misma, Tomando en cuenta que no encontramos ninguna guía para la migración de tecnología, se realizara desde cero la misma con explicación de los pasos muy detalladamente, ya que únicamente en el mercado se habla solo de los dispositivos en sí y de su forma de uso, pero nunca de parámetros, características de equipos y de red ,topografía , mapeo de la red, etc.

En consecuencia, existiría un aporte para los profesionales que brindan soluciones con equipamiento inalámbrico y su trabajo depende de poder realizar una migración de tecnología de forma satisfactoria.

### **1.3 Planteamiento del problema**

La siguiente contendrá una explicación de la migración de tecnologías inalámbrica de unibanda a Dual band, con el propósito de entregar una guía metodológica para la misma, en el que se pueda encontrar la evolución de las frecuencias de los dispositivos de red inalámbricos, también un trabajo explicativo de la nueva tecnología y su predecesora para tener como resultado un completo entendimiento de las ventajas y desventajas de realizar la migración de tecnología. De la misma forma el resolver dudas sobre la tecnología inalámbrica sus estándares, frecuencias y canales.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 General**

Realizar una guía metodológica para la migración de tecnología inalámbrica de equipos banda única de 2.4 Ghz a equipos de banda dual (dual band) 2.4 Ghz y 5 Ghz.

## 1.4.2 Específicos

- Explicar de forma concisa y completa en que consiste la tecnología dual band, la migración a la misma, las modificaciones, repercusiones y cambios que sufriría una red bajo este cambio.
- Comprender en que forma ha evolucionado la tecnología inalámbrica bajo sus frecuencias, canales y bandas.
- Poner en conocimiento los estándares utilizados para tecnologías de dispositivos inalámbricos.
- Dar a conocer la mayor información posible acerca de la tecnología dual band.
- Comprender ventajas y desventajas de una red con dispositivos dual band.
- Dar a conocer la forma de trabajo y usos de dispositivos dual band.
- Comprobación teórica de la funcionalidad de los dispositivos dual band.

## 2. CAPÍTULO II: REDES INFORMÁTICAS

### 2.1 Reseña Redes

Desde el inicio de los tiempos de la informática y la computación el hombre ha intentado intercambiar datos e información entre equipos dando así la creciente exigencia por incorporar un sistema que conecte a las máquinas entre sí. La necesidad de conexión de máquinas enlazadas se hizo un requisito como la mayoría de tecnologías de comunicación, por la necesidad de defenderse ante un inminente ataque, dando así la ventaja al que tuviera la máxima capacidad tecnológica en esa época, y pudiese replegar o apagar por completo esa amenaza, Es así que en 1964 los Estados Unidos de Norteamérica encarga a su departamento de defensa los cuales dan a la agencia DARPA con sus siglas en inglés (Defense Advanced Research Projects Agency), el proyecto con el cual daba inicio a la investigación con el fin de lograr producir una red informática la cual soporte un ataque nuclear. Teniendo en cuenta que a esa época la forma de interconexión de dos máquinas era única y estrictamente bajo parámetros muy rigurosos ,eso quería decir que solo dos ordenadores podían conectarse exclusivamente entre si y teniendo solo a los dos ordenadores en la red volviéndola no escalable, también teniendo en cuenta que debían tener un mismo sistema operativo, el mismo software e idéntico hardware, para dar luz verde al proyecto se partió de la idea de interconectar dos ordenadores en coordenadas geográficas distantes dando así paso a los métodos de conexión que en Norteamérica se utilizaría la red telefónica existente junto a un proyecto de investigación que se llevaba a cabo en Europa llamado conmutación de paquetes para completar el enlace.

La primera red conocida y funcional surgió bajo el manto de la guerra fría en 1969 llamada ARPANET por sus siglas en inglés ( Advanced Research Projects Agency Network) la cual quiere decir la Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada, en ese tiempo en la UCLA (Universidad de California en Los Angeles) los científicos unieron mediante un cable los ordenadores y revisaron como los datos se compartían bidireccionalmente eso llevo al nacimiento de la primera red militar conocida como ARPANET, la misma tuvo en meses cuatro nodos distantes los cuales conformarían la primera red de información de defensa del gobierno y su principal utilidad era compartir datos e información de guerra entre los nodos. En 1971 ARPANET se desclasifica y esta red comenzaba a integrar 15 universidades también entidades estatales entre ellas la NASA, al siguiente año ya existían más de 40 puntos

interconectados desde los cuales se podía intercambiar información e incluso permitía el control remoto de un ordenador.

En 1973 se da el gran salto de ARPANET extiende la red y sale de las fronteras de los Estados Unidos al establecer conexiones internacionales poniendo nodos en Londres y otro en Noruega.

Como era de esperarse en ese tiempo la velocidad de transmisión de datos era lenta y sufría de muchas interferencias para llevar los datos a su destino. En los años 70 por medio de DARPA, se le encarga a la Universidad de Stanford crear protocolos para el envío y la recepción de paquetes de datos entre redes y a una velocidad mayor y sin tanta interferencia de por medio. Toma las riendas Vinton G. Cerf, Robert E. Khan conjuntamente con algunos estudiantes y desarrollan los protocolos TCP/IP.

En 1980, la red de redes fue creciendo debido a que con el paso del tiempo cientos de miles de usuarios fueron conectando sus ordenadores a la misma. En 1982 ARPANET adopta los estándares TCP/ IP para todos los ordenadores conectados a la misma. En 1983 se comienza a forjar la red de redes o la red más grande a la que hoy llamamos internet gracias a la creación del sistema de nombres de dominio (DNS) también las denominaciones .com,.org,.gov. En la última etapa de creación de la misma en los años 90 se desarrolló la World Wide Web más comúnmente llamado o usado como www, de la misma manera también resulto el sistema de links que fue acrecentando el uso de la red.

## **2.2 Modelo OSI**

OSI de siglas en inglés (open system interconnection) es decir modelo de interconexión de sistemas abiertos, es un modelo de red creado en el año 1984, este modelo creado por la ISO de siglas en inglés (International Organization for Standardization) es decir la Organización Internacional de Estandarización.

El modelo OSI fue creado con el fin de tener una estandarización de todos los elementos de comunicación que son diseñados, producidos por las diferentes compañías del mundo sin importar ni idioma ni sitio donde se invente, el objetivo primordial del mismo es dividir en siete capas o niveles los protocolos que deben usarse en cada uno de los dispositivos de comunicación.

## LA PILA OSI



Ilustración 1 Pila OSI

Fuente: (Ortega, 2015)

### 2.2.1 Capa 7: Capa de aplicación

Esta es la capa más cercana al usuario por lo que en esta capa se gestiona los servicios de red a la aplicación a ser usada por el mismo una propiedad de esta capa es que nunca comparte servicios con ninguna otra capa del modelo OSI, únicamente con aplicaciones externas al modelo un ejemplo de esto serían las bases de datos, hojas de cálculo o navegadores web.

### **2.2.2 Capa 6: Capa de presentación**

La capa de presentación es la se encarga de que los datos enviados desde la capa de aplicación de un sistema sean transformados a un formato común que pueda entenderse por la capa de aplicación de otro.

### **2.2.3 Capa 5: Capa de sesión**

La capa de sesión como su nombre lo indica es la encargada de administrar la sesión entre dos host que están bidireccionalmente conectados y enviando información. Esta capa proporciona servicios a la capa de presentación y de igual forma es la encargada de gestionar los diálogos entre las capas de presentación y el intercambio de datos.

### **2.2.4 Capa 4: Capa de transporte**

La capa de transporte es la encargada de segmentar en partes los datos que envía el emisor y luego unirlos en la capa de transporte del receptor, está igual que las capas inferiores se encarga del transporte de datos, utiliza dispositivos de detección y recuperación de errores de transporte de datos.

### **2.2.5 Capa 3: Capa de red**

La capa de red es la más complicada ya que es la capa encargada de gestionar la conectividad y la ruta de dirección de dos host donde sea que estén ubicados.

### **2.2.6 Capa 2: Capa de enlace de datos**

La capa de enlace de datos confiere una vía para el intercambio de datos confiable a través de un enlace físico. Esta capa proporciona el control de acceso al medio mediante el direccionamiento lógico (direccionamiento físico).

### **2.2.7 Capa 1: Capa física**

La capa física es la que gestiona los medios de transmisión es capaz de activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas.

## 2.3 Introducción Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas son la respuesta a la necesidad de convertir en más portable el manejo de la red ya que gracias a las mismas podemos dejar una conexión física y hacer más movable la red en una cierta área delimitada específica, para que uno o más dispositivos se conecten mediante ondas electromagnéticas bajo una frecuencia y en un canal el cual el enrutador proveerá según el direccionamiento.

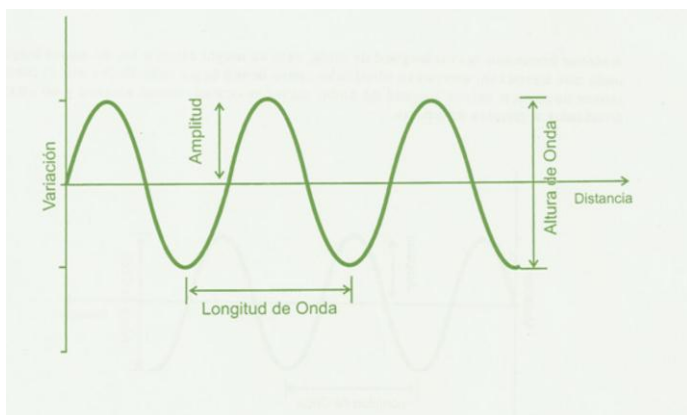
La utilización de esta tecnología se ha convertido en primordial ya que facilita la conexión a unos cuantos metros o a kilómetros de distancia según el dispositivo que se esté usando, la facilidad de instalación y la carencia de problemas con las conexiones y de igual forma su escalabilidad se ha ido convirtiendo en una ventaja para que la gente utilice la misma, también en contra de esto se encuentra que al existir tantos usuarios con tantos dispositivos conectados a la red inalámbrica no hagan colapsar los canales de transmisión y por tanto la frecuencia completa, por esta razón se buscan nuevas frecuencias de esparcimiento de ondas para transferencia de datos.

Muchos dispositivos transmiten ondas electromagnéticas las cuales no siempre son de uso para comunicación o transferencia de datos un ejemplo de esto son los del microondas o aunque no es netamente para transferencia de datos pero si de voz el teléfono inalámbrico, las cuales por estar en una categoría que no comprenden una red inalámbrica de datos lo único que pasan a ser es interferencia o basura en el ambiente de la red, el cual debido a que intercambia datos y tiene un manejo alto de frecuencia produce que se interfiera y existan perdida de datos o baja intensidad de señal por los mismos produciendo un tipo de obstáculo fantasma para las ondas electromagnéticas de los dispositivos de datos, por esta razón los gobiernos deben tener normas para el uso de frecuencias y canales dependiendo de las reglas internas de uso de las mismas ya sean por uso interno o privado un ejemplo en el caso de los canales de uso estricto de las fuerzas armadas, para evitar congestión e intermitencia de datos, por lo mismo debe regularizarse el uso del espectro electromagnético, es decir cada región debe definir rangos y frecuencias de uso para cada categoría de dispositivos.

### 2.3.1 Ondas Electromagnéticas

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio. Son Ondas producidas por el movimiento de una

carga eléctrica. Son disturbios ondulatorios que se repite en una distancia determinada llamada la longitud de onda. (Clanar internacional, 2010)



**Ilustración 2 Componentes de Onda**

Fuente: (Clanar internacional, 2010)

#### 2.3.1.1 *Periodo*

Se refiere a realización de un ciclo completo de la onda.

#### 2.3.1.2 *Frecuencia*

Es el número de veces con un evento o periodo se repite en cierto tiempo, se mide en segundos y en Hertz respectivamente.

#### 2.3.1.3 *Longitud de onda*

Es el espacio que se encuentra entre los picos suele medirse en metros.

### **2.3.2 Espectro electromagnético**

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Las ondas electromagnéticas se agrupan bajo distintas denominaciones según su rango de frecuencias, aunque no existe un límite muy preciso para cada grupo. Además, una misma fuente de ondas electromagnéticas puede generar al mismo tiempo ondas de varios tipos. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas

sobre éste, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación (Clanar internacional, 2010)

Es el porcentaje de ondas electromagnéticas que sirven como modo de envío y recepción de datos, se dice que la medida que se toman estas ondas electromagnéticas es según el rango o distancia de abarcamiento que tengan.



Ilustración 3 Espectro electromagnético

Fuente: (Itzel, 2012)

Frecuencias	Designación	Servicios Típicos
3 – 30 KHz	VLF (Muy baja frecuencia)	Navegación, sonar
30 – 300 KHz	LF (Baja frecuencia)	Radio Guía, ayudas a la navegación
0.3 – 3 MHz	MF (Media frecuencia)	Radiodifusión AM, Servicios Marítimos
3 – 30 MHz	HF (Alta frecuencia)	Telefonía, telégrafo, banda ciudadana, comunicaciones mar – tierra y mar - aire
30 – 300 MHz	VHF (Muy alta frecuencia)	Televisión, Radiodifusión FM, control tráfico aéreo, ayudas a la navegación
0.3 – 3 GHz	UHF (Ultra alta frecuencia)	Televisión, hornos domésticos, comunicaciones satélite, radares de vigilancia
3 – 30 GHz	SHF (Súper alta frecuencia)	Radares embarcados, de policía, de aeropuertos, comunicaciones vía satélite, radioenlaces, televisión por cable
30 – 300 GHz	EHF (Extremadamente alta frecuencia)	Radar, localización de misiles

**Tabla 1 Espectro electromagnético**

Fuente: (LATin)

### 2.3.3 Radiofrecuencia (RF)

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena. (Clanar internacional, 2010)

Se puede decir en pocas palabras que la radiofrecuencia le da nombre al espacio del espectro electromagnético que es utilizado para comunicaciones. La radiofrecuencia se puede dividir en los tipos de frecuencia según la longitud de onda. Dependiendo de la frecuencia se registra el rango que va a tener la misma. Podemos concluir que entre más baja sea la frecuencia el rango de alcance de la misma será más grande, mientras que entre más alta sea su frecuencia será más veloz la transmisión de datos. De la misma manera mientras más grande se su longitud de onda entonces será más resistente a obstáculos por en cambio mientras más alta la frecuencia las ondas serán absorbidas más fácilmente por los obstáculos.

Nombre	Abreviatura	Frecuencias	Longitud de onda
		Inferior a 3 Hz	> 100.000 km
Extra baja frecuencia	ELF	3-30 Hz	100.000 km - 10.000 km
Súper baja frecuencia	SLF	30-300 Hz	10.000 km - 1000 km
Ultra baja frecuencia	ULF	300-3000 Hz	1000 km - 100 km
Muy baja frecuencia	VLF	3-30 kHz	100 km - 10 km
Baja frecuencia	LF	30-300 kHz	10 km - 1 km
Media frecuencia	MF	300-3000 kHz	1 km - 100 m
Alta frecuencia	HF	3-30 MHz	100 m - 10 m
Muy alta frecuencia	VHF	30-300 MHz	10 m - 1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	300-3000 MHz	1 m - 100 mm
Súper alta frecuencia	SHF	3-30 GHz	100 mm - 10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	30-300 GHz	10 mm - 1 mm
		Por encima de 300 GHz	< 1 mm

**Tabla 2** Tabla de Frecuencias y longitud de onda.

Fuente:(Clanar internacional, 2010)

Las abreviaturas de la tabla anterior hacen referencia a los nombres de las frecuencias en inglés.

### 2.3.4 Ancho de banda

Se refiere al espacio que va a utilizar en una frecuencia un ejemplo de esto sería que algún dispositivo utilice el rango de 5.0 GHz a 5.3 GHz su ancho de banda o el espacio de la frecuencia que utiliza el mismo sería 30 MHz. Se podría decir que el ancho de banda es como una llave de agua entre el caudal sea mayor más agua caerá mientras sea menor será lo contrario, por lo tanto a más grande el ancho de banda mayor la cantidad de datos, esto también tiene un pero, ya que el ancho de banda se refiere a los canales que pueda tener la frecuencia entre más grande sea el ancho de banda puede ocasionar solapes de canales por tanto interferencia y pérdida de datos.

### 2.3.5 Canales

Se refiere al medio por el cual viaja la información de receptor a emisor bidireccionalmente, los canales se consiguen dividiendo al espectro en canales individuales con un ancho de banda. Por ser la frecuencia de 2.4 GHz la más común vamos a utilizarla como ejemplo, por estándares los espectros solo pueden ser divididos de cierta manera y tener cierta cantidad de canales de la misma forma en algunas regiones del mundo por políticas de uso algunas frecuencias puede tener más o menos canales abiertos al público, En el siguiente ejemplo podremos ver el espectro de la frecuencia de 2.4 GHz dividida en sus 14 canales usando el estándar 802.11b el cual divide los canales en un ancho de banda 22 MHz y están separado por 5 MHz por tanto siempre van a existir solapes de canal.

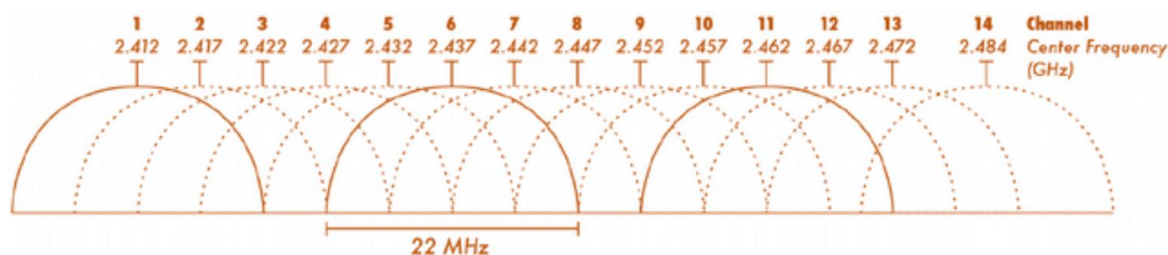


Ilustración 4 Canales y frecuencias estándar 802.11b.

Fuente:(Bütrich, 2013)

### 2.3.6 Reglas a recordar sobre las ondas, frecuencia y canal

- En 2.4Ghz, la longitud de onda es más grande se concluye que tiene mayor rango de acción o alcance.
- En 2.4Ghz, la longitud de onda es más grande, por tanto una de las características naturales de la misma será que tiene más resistencia a obstáculos los mismos que absorberán menor porcentaje de la onda por tanto tendrá más rango de expansión.
- Entre más alta la frecuencia a usar, la longitud de onda es más corta, los obstáculos absorberán más fácilmente la onda lo que repercutirá en un menor rango de acción, pero a un rango cercano transferirá los datos a mayor velocidad.

## 2.4 Tipos de redes inalámbricas

Según las características que vayamos a utilizar el rango y la superficie a cubrir las redes inalámbricas se pueden dividir en estos tipos.

- WPAN (Wireless personal area network) por sus siglas, en español se refiere a una red de área personal.
- WLAN (Wireless local area network) por sus siglas, en español se refiere a una red inalámbrica de área local.
- WMAN (Wireless metropolitan area network) por sus siglas en español, se refiere a una red de área metropolitana.
- WWAN(Wireless wide area network) por sus siglas en español, se refiere a una red de área extendida.

En este trabajo nos centraremos en la WLAN ya que sobre este tipo de red por su infraestructura radica el mismo.

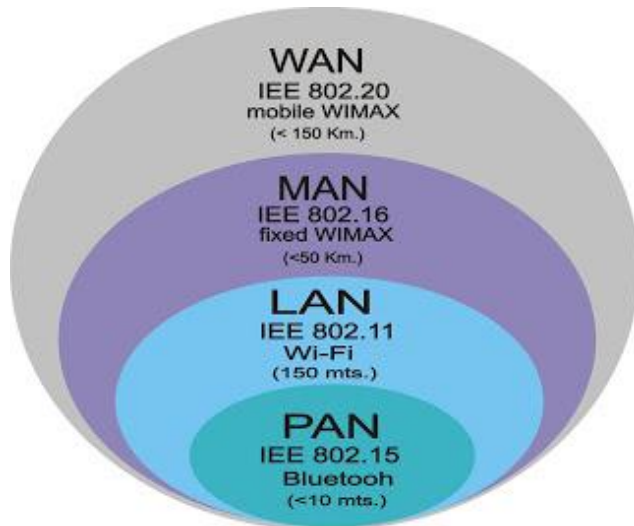


Ilustración 5 Tipos y Medidas de red inalámbrica.

Fuente:(Atom, 2015)

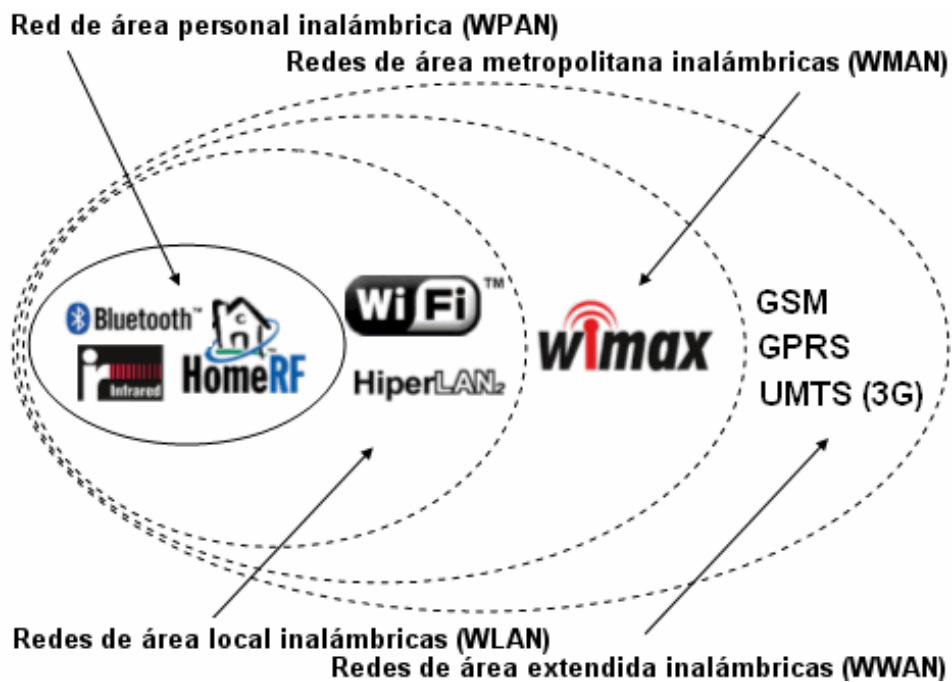


Ilustración 6 Tipos de Redes inalámbricas.

Fuente:(Atom, 2015)

## 2.4.1 WLAN

WLAN por sus siglas en inglés ( Wireless Local Area Network) es decir red de área local inalámbrica , también llamada wireless LAN (WLAN) se refiere a una red local de un

área específica que tiene como medio de transmisión el aire por medio de ondas electromagnéticas. Es un sistema escalable y muy flexible el cual puede ser una extensión de una red cableada o una alternativa a la misma la cual permite que cualquier dispositivo que sea compatible con la tecnología y se encuentre en el área del espectro electromagnético de la red conectarse bajo varios parámetros.

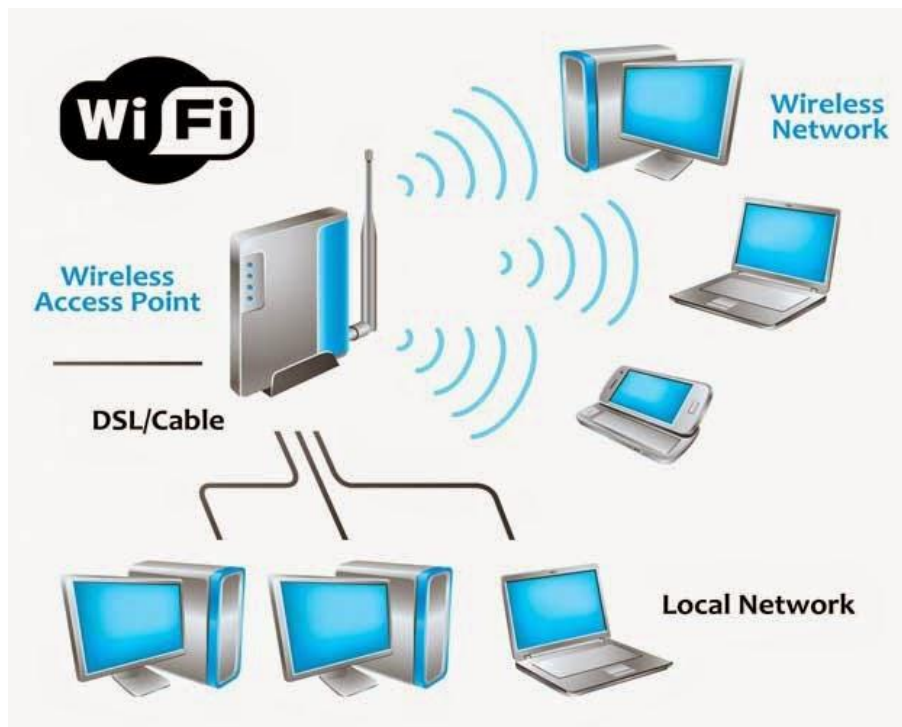


Ilustración 7 WLAN

Fuente:(Computerhint, 2015)

## 2.4.2 Estándares redes Inalámbricas

Los estándares inalámbricos son considerados, como medida de calidad, seguridad y confiabilidad, de la misma forma el que un producto utilice cierto estándar específico o algunos, eso quiere decir que es interoperable entre productos que implica que todos los creadores, diseñadores y productores de dispositivos tendrán que acogerse al estándar elegido para que el público no esté obligado a comprar a un solo vendedor o productor de los mismos, esto conlleva a que los diseñadores de dispositivos de red hagan interoperables a sus dispositivos universalmente y tengan que fijarse exclusivamente en las características de potencia, seguridad, velocidad de transferencia, etc. De sus

dispositivos para hacerlos más llamativos al potencial usuario final y por supuesto se acojan a las necesidades específicas del mismo.

En la frecuencia de 2.4Ghz tiene mayor longitud de onda tienen facilidad de atravesar obstáculos, pero tienen bajas velocidades por el contrario con 5Ghz es menor longitud de onda, tienen mayor velocidad, menor alcance y no atraviesan Obstáculo a grandes distancias. (Clanar internacional, 2010)

#### 2.4.2.1 *IEEE 802.11*

Es el estándar que se finalizó de desarrollar en 1997, por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), se destacó por tener velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbits /s que se transmiten por señales infrarrojas y de radiofrecuencia, Funciona sobre la banda de 2.4 GHz, sus debilidades fueron la interoperación de equipos de diferentes marcas por ser un estándar pionero también la transmisión de muy baja calidad bajo condiciones ambientales diversas, con la aparición de variantes como mejoras en velocidad , cobertura y transferencia de datos este estándar se dejó de utilizar muy rápidamente dando paso a los siguientes estándares.

#### 2.4.2.2 *IEEE 802.11a*

Fue el por así decirlo el consecuente del primer estándar mejorando algunas cosas aunque se diferencia en la frecuencia en la que trabaja que es la de 5GHz con una velocidad de transmisión de datos de 54 Mbits /s con enlaces e intercambios de velocidades reales de casi 20 Mbits /s, las distancias de velocidad y cobertura de la misma también se vieron afectadas ya que debido a la utilización de frecuencia de 5GHz dado que sus ondas son más fácilmente absorbidas teníamos alcances de 30 metros con (54 Mbits/s) de transmisión y a 300 mt su transferencia era casi nula en ambientes internos sin ningún obstáculo mientras que en exteriores era mucho peor.

#### 2.4.2.3 *IEEE 802.11b*

Estándar de conexión que utiliza la frecuencia de 2.4GHz por tanto es incompatible con el estándar 802.11a lógicamente por el cambio de frecuencia a la que trabaja, se dice que aunque el 802.11a vio la luz antes este es el sucesor lógico del original 802.11 en cuanto al rango que cubre este es el primero de los estándares que comenzara a depender de las antenas, amplificadores, repetidores también que encontremos en el

camino es el primer estándar escalable que dependerá de cuantos usuarios conectados se encuentren en la red. El estándar 802.11b puede transmitir hasta 11 Mbits/s y reducirá automáticamente la tasa de transmisión cuando existan interferencias o cambios de canal también congestión en la misma hasta llegar al 1Mbit/s.

#### 2.4.2.4 *IEEE 802.11c*

En la actualidad es utilizado a nivel empresarial ya que su función primordial es la conexión con dos tipos de redes distintas un ejemplo de esto es interconectar dos edificios distantes para realizar una única conexión entre los dos, es utilizado con fibra óptica bajo la consigna que es usado para largas distancias, no tiene importancia para el público en general ya que modifica en la capa 2 del enlace de datos del modelo OSI.

#### 2.4.2.5 *IEEE 802.11e*

En junio de 2003 y publicado en el 2005 introducía nuevos mecanismos a la capa MAC introducía la nueva función de coordinación que mejoraba con dos funcionalidades la distribución de acceso a los canales y el control de acceso al canal.

#### 2.4.2.6 *IEEE 802.11g*

En junio de 2003 sale a la luz pública el estándar bajo la frecuencia 2.4GHz tenía velocidades de 54 Mbits/s teóricamente y prácticamente 30 Mbits/s, su interoperabilidad con el estándar IEEE 802.11b lo hizo muy aceptado y su utilización se hizo masiva al punto de que su uso en esa forma se convierta en la actualidad en un problema ya que existen demasiados puntos urbanos creando interferencia entre si y no dejando que su onda se expanda sin obstáculos. Puede cubrir en interiores de 50 a 100 mtrs sin interferencias también fue la pionera en permitir realizar comunicaciones de más de 15 Km en la teoría con antenas externas de potencias apropiadas para lo mismo.

#### 2.4.2.7 *IEEE 802.11n*

La velocidad que se estima tiene este estándar es de 6000 Mbits/s según la infraestructura con la que se cuente. Mejora en mucho el rendimiento en frecuencia de 5Ghz y también en 2.4Ghz si las frecuencias están libres y se cuenta con dispositivos con interoperabilidad. Aparte de tener mejoras en todos los procesos de sus antecesores cuenta con la nueva tecnología MIMO por sus siglas en inglés (Multiple Input, Multiple Output) quiere decir múltiples entradas – múltiples salidas lo que daría a entender múltiples emisores y múltiples receptores para aumentar la velocidad de transferencia de datos y el alcance del mismo.

### **3. CAPÍTULO III: RED INALÁMBRICA**

La red inalámbrica o WLAN tiene una infraestructura especial, ya que al ser el espacio de trabajo el aire y las ondas electromagnéticas la vía de transporte de datos los dispositivos aparte de cumplir la función que se les otorga también contemplan como toda función inalámbrica la gestión de las ondas y la administración de canales desplegados de la misma, dejando a segundo plano las funciones ya arraigadas de los dispositivos cableados un ejemplo de esto sería un enrutador (Router) alámbrico que solo se encarga de encaminar o de dar la ruta para la conexión entre redes o maquinas, mientras que el inalámbrico aparte de realizar las funciones del alámbrico tiene que también gestionar el uso de los canales bajo la frecuencia, el envío de datos entre dispositivos vía ondas electromagnéticas, el ingreso bajo seguridades de los usuarios entre otros.

#### **3.1 Dispositivos en la arquitectura**

Cada dispositivo en la arquitectura de red inalámbrica realiza una función específica en algunos casos y dependiendo de las características de los dispositivos de red pueden realizar varias funciones o adoptar comportamientos distintos un ejemplo de esto sería algún dispositivo que podamos encontrar en el mercado que se venda como un enrutador inalámbrico pero también pueda funcionar como AP, Repetidor, Bridge etc.

##### **3.1.1 Enrutador (Router)**

Se determina así porque este dispositivo tiene el objetivo de proveer el camino por el que va los paquetes, se encuentra en el nivel de red del modelo OSI, su función primordial es enlazar maquinas IP que en tal caso sería unir subredes para el envío bidireccional de información. Es decir se encarga de crear un nexo de partida desde un punto emisor y encaminarlo a un punto receptor por el medio el cual las características que el enrutador provea ya sea por ondas o cableado. Dado a que el enrutador divide en pequeños paquetes la información a ser enviada debe encontrar el camino menos congestionado para el envío, ya que al ser un dispositivo al que ingresa la mayoría de conexiones incluyendo la internet, es el encargado de gestionar el trafico debe por tanto posee una tabla de direccionamiento en ip para su fin que se provee con la conexión de

cada equipo. Dependiendo del equipo y el fabricante puede también tener la posibilidad de hacer auditoria a la red dando permisos a usuarios, poniendo restricciones de horario de igual forma con dominios de la web también puede controlar el flujo de tráfico de la red y canalizar el ancho de banda entre otras funciones.



**Ilustración 8 Cisco RV042G Dual Gigabit WAN VPN Router**

Fuente:(CISCO, 2015)

#### 3.1.1.1 *Enrutador Inalámbrico (Router Wifi)*

El enrutador inalámbrico realiza por completo las mismas funciones de enrutador normal en la mayoría de casos puede sustituirlo por completo aunque en esto sucede menos en el ambiente empresarial es decir en los data center debido a lo que implica y las características del uno contra el otro, de la misma manera lo que la diferencia es que lleva a cargo también las características de un punto de acceso inalámbrico ya que las conexiones del mismo con otros dispositivos de red se realizan mediante ondas de radio, puede funcionar en una red cableada también en una red inalámbrica y como su principal función lo explica y para lo que es hecho para funcionar en redes mixtas.



**Ilustración 9 Router inalámbrico Smart Wi-Fi de doble banda AC1900 Linksys WRT1900AC**

Fuente:(CISCO, 2015)

### **3.1.2 Punto de acceso inalámbrico (Access Point, AP)**

Un punto de acceso inalámbrico se refiere a un dispositivo que controla mediante ondas el traslado de información y recursos, Tiene su propia dirección IP lo que lo convierte en un dispositivo no solo real si no también virtual en el caso de la arquitectura de red, no como en el caso de un repetidor o amplificador, de esa manera también asigna y gestiona las direcciones IP de los demás dispositivos conectados a él. Su principal función es compartir la red mediante ondas para que otros equipos que se encuentren dentro de su rango puedan comunicarse entre sí creando subredes, Dependiendo del fabricante y el tipo de dispositivo que vamos a utilizar tendremos las características del mismo, como fueran potencia de salida, numero de antenas, salidas de las mismas, potencia en las antenas por defecto en el equipo, restricciones de software tales como seguridades, firewall y también según el estándar que se escoja se determinara el uso del mismo. Por característica nativa este puede conectarse mediante un medio físico (Cable) para de ahí compartir recursos con la subred cableada a la que se conecte, de la misma manera realizarlo con los dispositivos de acceso inalámbrico.



**Ilustración 10 Cisco Aironet Series 1600/2600/3600 Access Point**

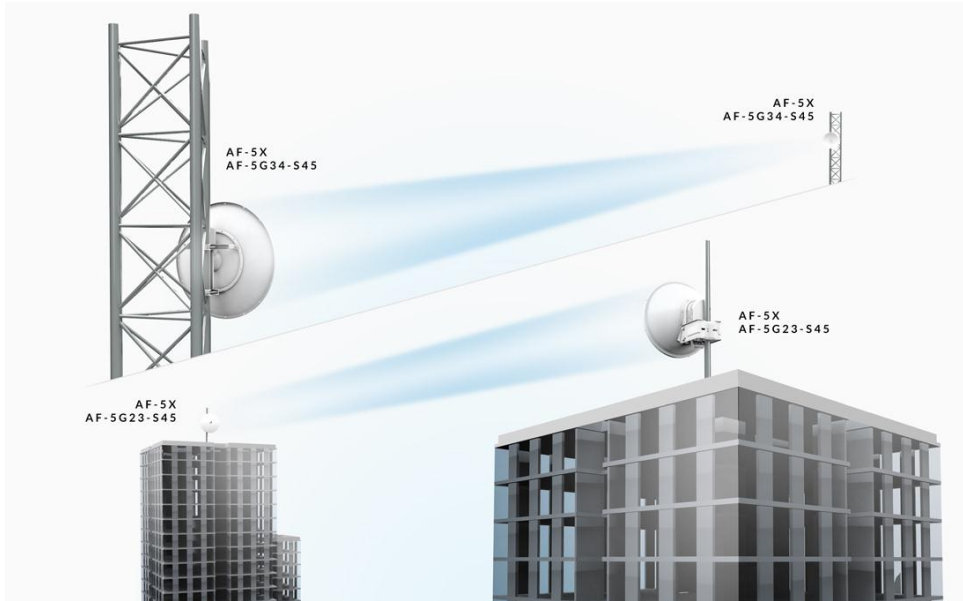
Fuente:(CISCO, 2015)

### **3.1.3 Antenas**

Las antenas son el elemento más importante en la distribución de las ondas electromagnéticas a través del aire ya que son el medio por el cual se transmiten y da la orientación y espectro electromagnético correspondiente según la potencia y la frecuencia a la cual el dispositivo emisor se encuentre fabricado. Estos dispositivos son en gran porcentaje los que se ocupan de la calidad de transmisión que se emite desde el dispositivo emisor y de la recepción del dispositivo emisor.

Tenemos antenas direccionales que son las cuales emiten su señal de forma que vaya en una sola dirección, sectoriales que tienen un rango de ganancia de más o menos 120° grados de apertura y de la longitud depende de la potencia del equipo, también tenemos las más usadas que son las omnidireccionales las cuales abarcan todo a su alrededor en un cierto rango según la potencia del equipo y de la antena o antenas.

En resumen podemos decir que una antena es un dispositivo que puede convertir señal eléctrica en ondas electromagnéticas. (Clanar internacional, 2010)



**Ilustración 11 Air fiber X Antenna**

Fuente:(UBIQUITI, 2015)

### **3.1.4 Receptores (Cliente Wifi)**

Se refiere a dispositivos que tiene la característica de captar una señal inalámbrica que se le configure y enviarla mediante cable a cualquier dispositivo que le siga en el escalafón, aunque hay dispositivos dedicados a única y exclusivamente a esta función también hay dispositivos que pueden desempeñar esta y otras más, Su objetivo primordial es cambiar la forma en cómo se transmite la información de inalámbrica a alámbrica, se debe tener en cuenta que el receptor del mismo debe trabajar con el mismo estándar que el emisor, así se puede decir que si el emisor envía la señal por la frecuencias de 2.4 GHz el Cliente tiene que trabajar bajo la misma frecuencia para que sean compatibles y el dispositivo pueda hacer su trabajo.

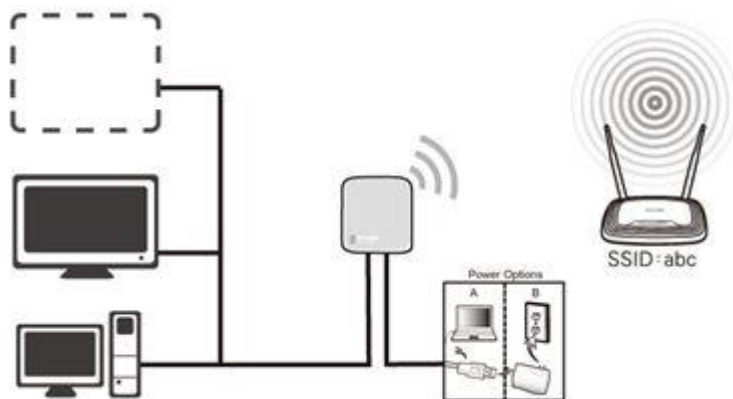


Ilustración 12 Client Mode

Fuente:(TP-LINK, 2015)

### 3.1.5 Repetidores o Amplificadores de señal

Un repetidor o amplificador de señal se refiere a un dispositivo netamente inalámbrico, ya que al tener una red no cableada se hace muy fácil que existan pérdidas de señal por obstáculos o por congestión en los canales de los mismos, sin dejar de un lado que el límite del rango del espectro del dispositivo emisor está ligado a las características del mismo, en muchos casos no es lo suficientemente potente como para cubrir toda el área que se necesita, por tanto la función primordial de un repetidor es tomar una red wifi existente con su nombre, con sus características de enlace y expandirla al lugar donde se lo está ubicando, se tiene que tener en cuenta que para que un repetidor funcione tiene que encontrarse dentro del rango útil del dispositivo emisor, mientras que las señales tanto del dispositivo emisor como el del repetidor estén en un rango de interoperación, entonces el repetidor cumplirá su función correctamente. Aunque pueda ser un poco obvio los estándares entre dispositivos deben ser similares o por lo menos compatibles entre frecuencias, ya que puede existir el caso donde uno de los dispositivos puede tener una tasa de transferencia más alta que el otro, aunque esto automáticamente pondría la tasa de transferencia en el punto menos veloz, aunque funcione la red perfectamente esto no será la mejor optimización de la red.

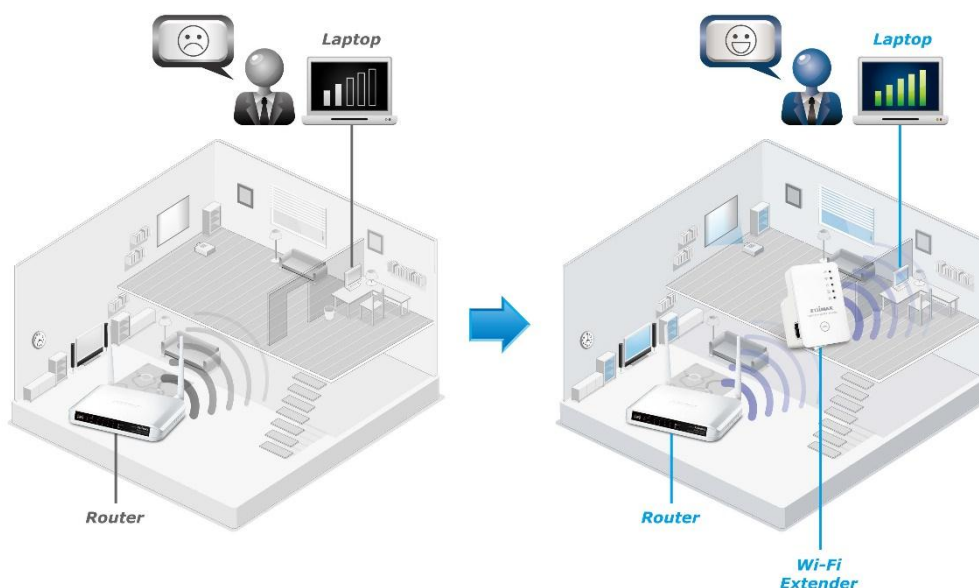


Ilustración 13 Amplificador , Repetidor de señal

Fuente:(Edimax , 2015)

### 3.2 Factores que afectan la calidad de transmisión de información

Cualquier red sea alámbrica o inalámbrica contempla factores que afectan tanto la calidad como el servicio que se presta, el hecho de ser una red inalámbrica no le exime de los mismos en el caso es peor, ya que dada su característica de transferir la información por ondas y su medio de transmisión sea el aire, la hace por demás propensa a una cantidad muy grande de causas para la perdida de datos o información sin dejar a un lado velocidad y calidad de transmisión , sufre de igual forma por similares problemas que las cableadas.

### 3.3 Retardo

El retardo es común en todas las redes ya que al existir varias conexiones entre nodo y nodo siempre va a existir un retardo por cuestiones de transmisión. El retardo siempre va a existir solo por el hecho de que la información tiene que recorrer cierto espacio en cierto tiempo entre nodos. No existe solución para el mismo, aunque no existe porque preocuparse ya que el retardo de tiempo es casi imperceptible en redes locales no así en conexiones como las satelitales o de microondas donde se notan más los retardos.

### **3.4 Jitter**

El jitter hace referencia al tiempo que se toma en llegar el paquete al receptor en contra del tiempo que se creía que tomaría en llegar esto quiere decir que es un retardo largo esto se debe a la pérdida de paquetes ,en el caso de las redes inalámbricas se puede decir que el dispositivo puede estar en un rango donde la transmisión de datos se volvió lenta por la lejanía del mismo o por obstáculos intermedios, también puede existir demasiada congestión en el canal en el que se encuentra transfiriendo.

### **3.5 Pérdida de paquetes**

La pérdida de paquetes entra en la característica de que cualquier factor de pérdida de calidad puede perder paquetes, sabemos que los dispositivos dividen la información en pequeños paquetes de datos para la transferencia optima, esto quiere decir que por cualquier problema en la red ya sea por congestión de canal ,ancho de banda ,tráfico en la red ,un retardo etc. , se perderán paquetes aunque los dispositivos cuentan con un buffer para evitar esto donde más se nota las misma es en las transmisiones en tiempo real con voz y audio.

### **3.6 Ancho de banda incorrecto en los canales de transmisión.**

El ancho de banda juega un papel muy importante en la transmisión de datos ya que si tenemos un ancho de banda incorrecto los canales se van solapando por tanto si jugamos con los tamaños de banda podríamos encontrarnos con problemas de congestión ya que utilizamos más canales para él envío de la información, sobre todo esto suele suceder en áreas urbanas con las frecuencias y canales totalmente congestionados, de la misma manera si es que escogemos el ancho de banda correcta aunque bajemos un poco la tasa de transferencia de los datos la red inalámbrica será más estable y perderá menos paquetes.

### **3.7 Congestión de canal de transmisión**

La congestión en los canales de transmisión se debe al uso masivo de dispositivos inalámbricos que utilizan la misma frecuencia, por lo menos en áreas urbanas se encontraran con gran congestión en las redes y con obstáculos tanto virtuales como físicos, una de las soluciones es cambiarnos a una frecuencia menos usada por la mayoría de las personas sin dejar a un lado esa frecuencia tan congestionada para no perder interoperabilidad tal y como se explica en este trabajo de disertación.

### **3.8 Itinerancia en la señal por interferencia.**

Todo dispositivo inalámbrico está creado y diseñado bajo unos estándares, los cuales hacen al equipo interoperable con otros, esta interoperabilidad hace que las mismas ondas de los dispositivos se conviertan en interferencia entre sí, sin tomar en cuenta que también hay dispositivos externos que también hacen interferencia por trabajar en la misma frecuencia como lo son las microondas, celulares, teléfonos inalámbricos etc. todos estos ponen obstáculos virtuales a la red dejando a la misma con un rango desmejorado y transferencia de datos baja causando la itinerancia en la red .

## **4. CAPÍTULO IV: MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍA 2.4 GHZ A DUAL BAND (2.4 GHZ Y 5 GHZ).**

En la migración de tecnología de unibanda a banda dual debemos tener en cuenta muchos aspectos, tenemos que comprender tanto el entorno en que se va a trabajar, como la tecnología que se va a utilizar, de la misma manera comprender que todos los dispositivos que utilizaremos en la misma deben ser compatibles entre sí, de forma que encajen en la norma de la IEEE que fuésemos a utilizar según la tecnología de la misma.

### **4.1 Introducción al estándar 802.11 ac.**

Fue recientemente aceptado en el año 2014 y comienza a ser implementada en dispositivos unibanda de 5GHZ o también de banda dual, la misma es llamada Wifi 5G o Wifi Gigabit este último adoptado por la velocidad a la que puede llegar la transferencia de datos bajo este estándar. Por ser una mejora de la anteriormente menciona IEEE 802.11n tendremos como resultado mejoras en estabilidad en canales como también en velocidad de transferencia de datos. Puede llegar a tasas de transferencia hasta 1.3 Gigabytes/Segundo, utilizando en el dispositivo 3 antenas para su cometido, por tanto podemos entender que el ancho del canal se ve propenso a cambios de 40 Mhz a 160 Mhz, convirtiéndola más factible a solapamientos de canal pero por motivos de poca congestión en los mismos no importara.

### **4.2 Banda 2.4 GHz.**

La banda 2.4 GHz ha sido la más utilizada para conexiones inalámbricas desde que comenzaron a existir los estándares de la IEEE para los dispositivos inalámbricos, sin tomar en cuenta el primer estándar que tenía a la banda de 5GHz como primordial, pero por su bajo rendimiento tanto en transferencia de datos y escalamiento de la red fue cambia por la de 2.4 GHz, como banda predilecta para enlaces inalámbricos de pequeño o moderado rango.

Tal y como vimos en la explicación de ancho de banda podremos explicar que la banda se encuentra en la frecuencia de 2.4 GHz, la misma es utilizada en el espectro entre 2.41GHz y 2.48GHz, se divide en canales dependiendo del estándar que utilice y por ende el número de solapamientos del canal se verá afectado dependiendo del

número y ancho del canal, que en la banda de 2.4GHz, se puede dividir de entre 20MHz o 40MHz según el estándar y por ende las características de cada dispositivo (según la compatibilidad del dispositivo con cada estándar).

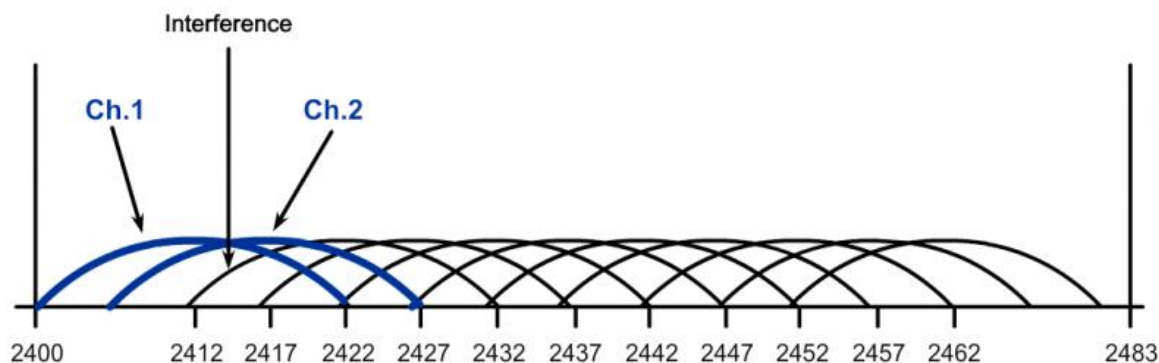


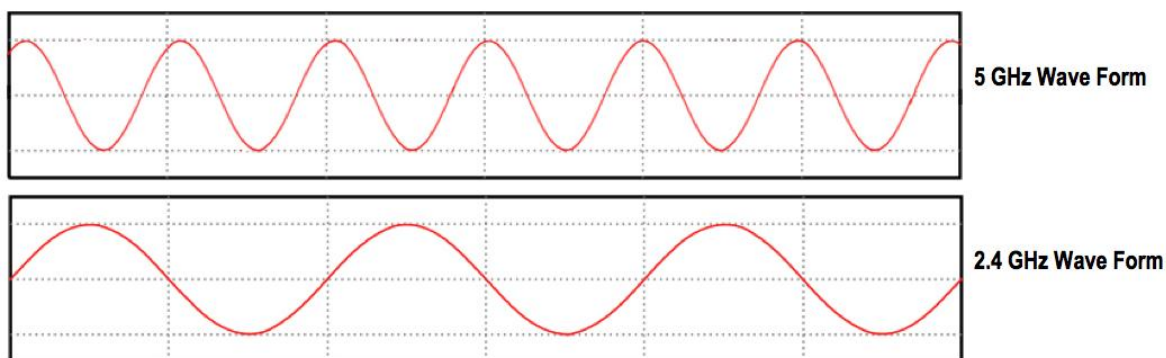
Ilustración 14 Banda 2.4GHz

Fuente:(Chris, 2014)

### 4.3 Banda 5 GHz.

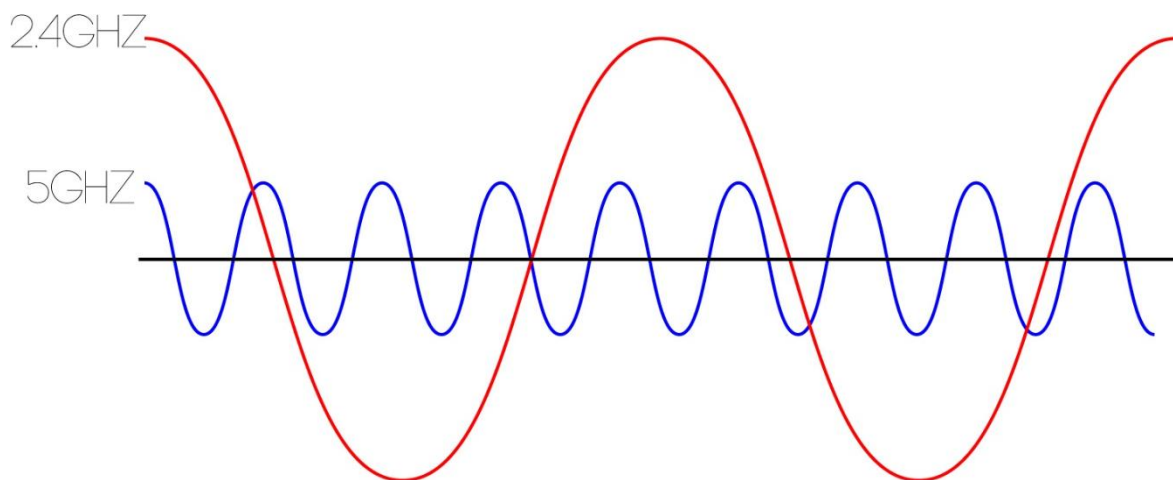
La banda de 5GHz trabaja bajo la frecuencia entre 5.1 GHz y 5.8 GHz, dada la naturaleza de la onda del espectro electromagnético que menciona que la banda bajo la frecuencia de 5GHz tiene la amplitud de onda más pequeña, por tanto sus ondas van a ser más cortas, se entiende que aunque se tenga la misma amplitud de canal en la banda de 2.4 GHz se tendrá más canales para usar, un ejemplo de esto es que si se utiliza la misma amplitud de 22 MHz en las dos frecuencias se tendrá como resultado que la banda de 2.4 GHz poseerá 14 canales y varios solapamientos, mientras que en la banda de 5GHz se tendrá 24 canales libres, por tanto aunque la banda de 5GHz fue utilizada en un principio por dispositivos inalámbricos fue desechada por su poco alcance perdiéndose así por el no correcto uso de antenas y potencias de salidas de equipos, que la pudieron haber convertido en una tecnología muy fiable , al cambio decidieron utilizar la banda de 2.4 GHz por su rango de uso más extenso sin tener que utilizar equipos más potentes. Las cosas en el presente comenzaron a cambiar ya que vimos que aunque la tecnología que utilizaban la frecuencia de 2.4 GHz se volvió muy fiable y además el rango

de extensión de los equipos era muy bueno, se encontraron con que las ondas bajo la frecuencia de 2.4 GHz eran muy grandes, entonces tomando en cuenta problemas únicamente físicos para la evolución de la misma se podría decir que, por la naturaleza de las ondas bajo la frecuencia de 2.4 GHz solo se podría escoger la amplitud de entre 20 MHz y 40MHz mientras que en la de 5 GHz por su misma naturaleza se podría decir que se podría escoger entre 20 MHz, 40 MHz, 80MHz y 160 MHz ( en el caso de las últimas tecnologías) dando a entender que se podrá tener más velocidad de transferencia de datos ya que a más amplitud de onda mayor es la transferencia de datos.



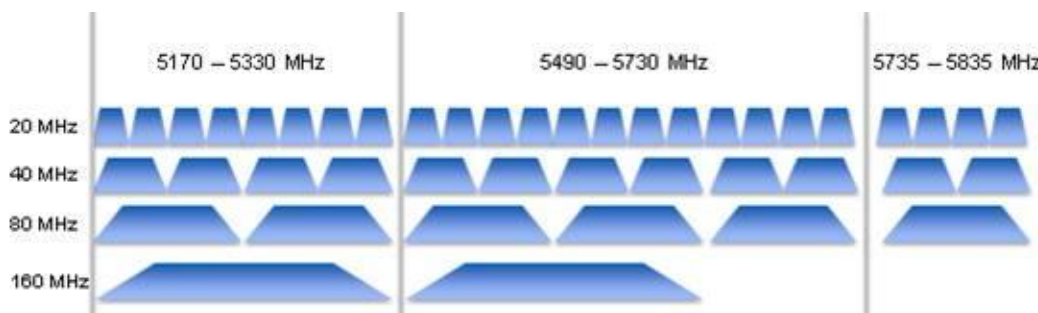
**Ilustración 15 Onda 5 GHz Vs 2.4 GHz**

Fuente:(UBNT, 2013)



**Ilustración 16 Comparativa superpuesta frecuencias**

Fuente:(Shuli Hallak, 2016)



**Ilustración 17 Anchos de banda y canales en la banda 5GHz**

Fuente:(UBIQUITI, 2015)

#### **4.4 Dualidad de banda en equipos de red**

La dualidad de banda en equipos de red inalámbricos se implementó desde el inicio del estándar IEEE 802.11n, que hacía referencia a equipos con compatibilidad de varios estándares anteriores, sumándole a estos dispositivos, que entre sus características tendrían la capacidad de gestionar redes bajo dos frecuencias distintas, como son las bandas de 2.4 GHz y la de 5GHz, estos equipos se crearon con la finalidad de primero alivianar el tráfico de interferencias por el uso de la banda de 2.4 GHz, ya que como

frecuencia principal de las redes inalámbricas en todo el mundo el tráfico tanto de emisores como de receptores es un gran problema tomando en cuenta que los canales se saturan y causan interferencias provocando pérdida o caída de datos; Lo segundo fue la posibilidad de incrementar velocidad a la transferencia de datos, dado a que la naturaleza de la frecuencia de 2.4 GHz ya no tenía mejora en velocidad, se decidió explotar la reciente redescubierta banda de 5GHz que debido a su características puede ser utilizada con mayores prestaciones de velocidad. Así tenemos equipos híbridos que funcionan con dos frecuencias, siempre pensando en ponerle el trabajo que más velocidad registre por tráfico de datos a la banda que tenga la mejor transferencia de datos en el caso la de 5GHz. El único punto que siempre se va a tomar en cuenta como principal, y como toda tecnológica nueva es que se debe migrar los dispositivos que se usaran empezando por los emisores, ya que tener un dispositivo receptor que no sea Dual – Band no impide en nada que trabaje normalmente con el estándar anterior, pero se podrá sacar el mejor provecho a la migración.



Ilustración 18 Uso banda 5GHz

Fuente:(ASUS, 2016)

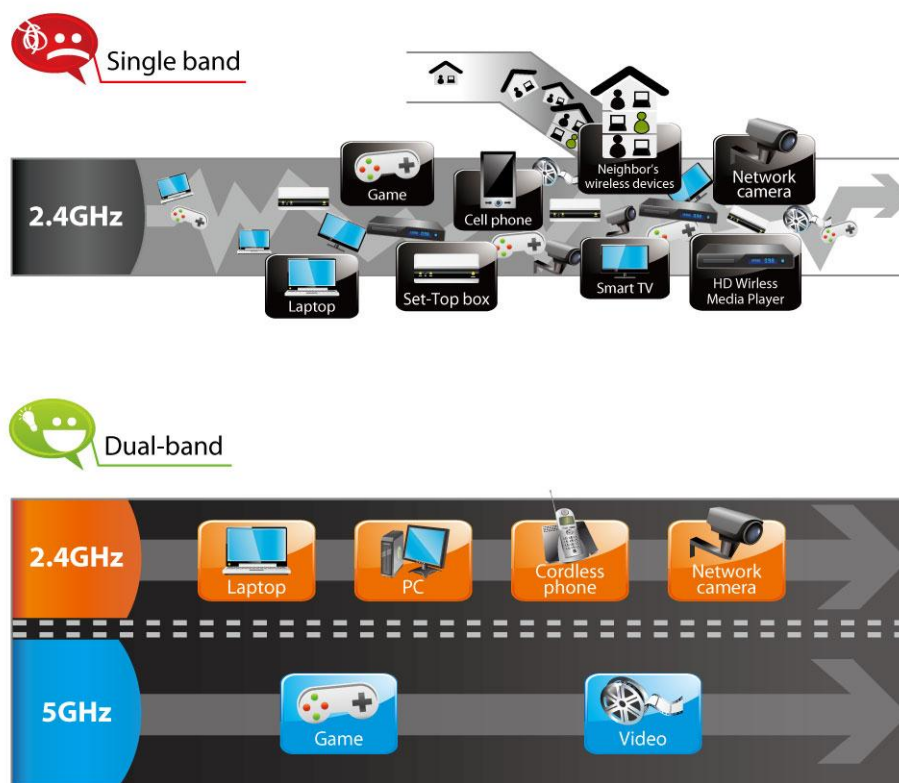


Ilustración 19 Tráfico

Fuente:(EDIMAX, 2016)

## 4.5 Cambios en la arquitectura de la red.

Aunque el cambio más importante en el caso de esta migración de tecnología es la adquisición de los dispositivos con los nuevos estándares IEEE para manejo de datos bajo doble banda. Se debe tener en cuenta que aunque las ondas que trabajan bajo la frecuencia de 2.4GHz pueden expandirse más y son menos propensas a ser absorbidas por obstáculos como paredes, las que trabajan bajo 5GHz son lo contrario por tanto y tomando en cuenta esto se deberá preparar el número de dispositivos emisores que fuesen necesarios, como acces-point o repetidores, según fuera el caso para cubrir de mejor manera el ambiente de trabajo, siempre tomando en cuenta la prioridad de uso para cada banda , es decir deberíamos utilizar los dispositivos doble-banda donde el uso de la red inalámbrica fuese más pesado como un ejemplo en una sala de audiovisuales donde el streaming de video es prioridad.

## 4.6 Dispositivos Dual Band.

En el mercado se podrá encontrar varios dispositivos Dual- Band aunque en el momento es una prioridad en dispositivos de alta gama tanto en emisores como en receptores, lo más probable es que como toda la tecnología en sus inicios sea algo ajeno para una parte del mercado y poco a poco se masifique para uso general, se espera que como el día de hoy la mayoría de dispositivos inalámbricos utilizan una única banda (2.4 GHz) en el futuro todos los dispositivos manejen dualidad de bandas para manejar el tránsito de datos de mejor forma y alivianar el tráfico en la banda de 2.4 GHz.

## 4.7 Comparación de bandas 2.4 GHz y 5 GHz.

La siguiente ilustración muestra los parámetros de comparación que se tiene que tener en cuenta para realizar la migración de equipos se puede ver que la banda de 2.4 GHz está dispuesta en las barras de color azul mientras que la línea naranja representa la banda de 5 GHz.

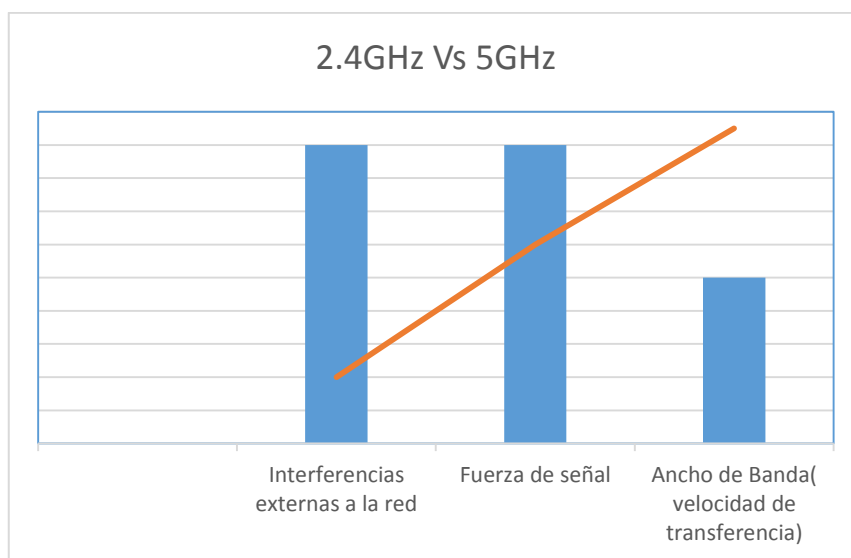


Ilustración 20 Comparativo 2.4GHz vs 5GHz

Autor:(Guevara, Comparativo Unireferencia 2.4GHz vs 5GHz, 2016)

Esta ilustración muestra la cobertura de las bandas con dispositivos en los mismos ambientes demostrando que la banda de 2.4 GHz tiene más alcance debido a la naturaleza de sus ondas.



**Ilustración 21 Fuerza de señal 2.4GHz vs 5GHz**

Fuente:(MetaGeek, 2015)

En las siguientes gráficas se demuestra en un ambiente real en una posición geográfica en la ciudad de Quito – Ecuador en el cuarto mes del año 2016, la real interferencia de las dos bandas, con sus respectivos canales se muestra la forma como está congestionado el espectro de la banda de 2.4 GHz y de 5 GHz, utilizando un software de auditoría de redes llamado InSSIDer el cual nos muestra datos en tiempo real de las bandas según la compatibilidad del dispositivo en su hardware, en la ubicación que nos encontremos, por cuestiones de demostración pondremos la ubicación donde se encontraron las redes desde Google Maps.

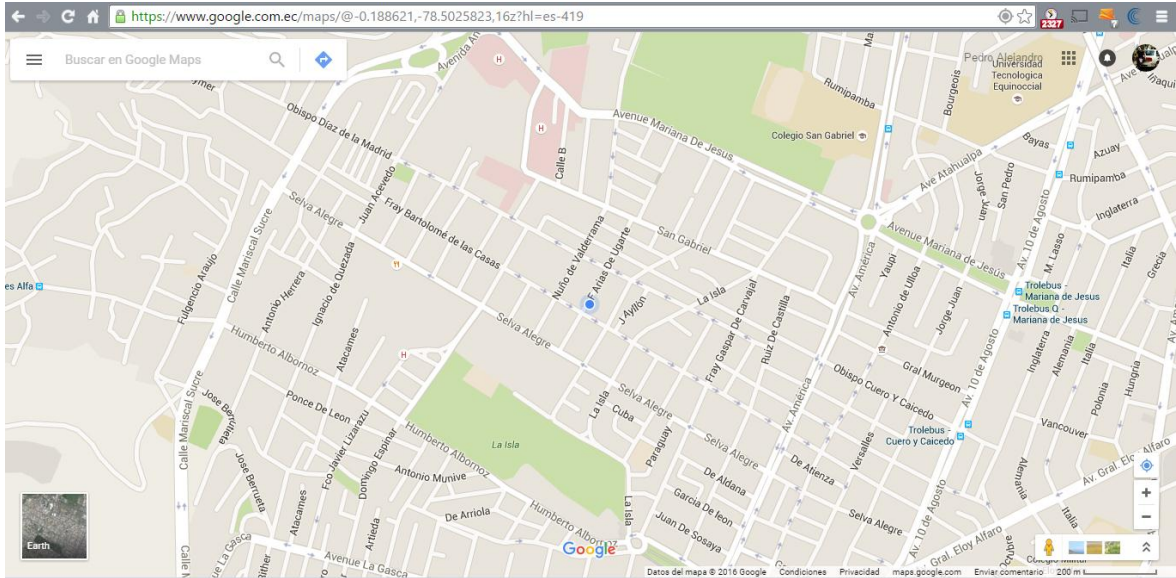


Ilustración 22 Ubicación Google Maps

Fuente:(Google, 2016)

En la ilustración podemos ver como esta de congestionado el espectro de la banda de 2.4 Ghz en un barrio normal en la Ciudad de Quito mas precisamente en la ubicación de la ilustración 22.

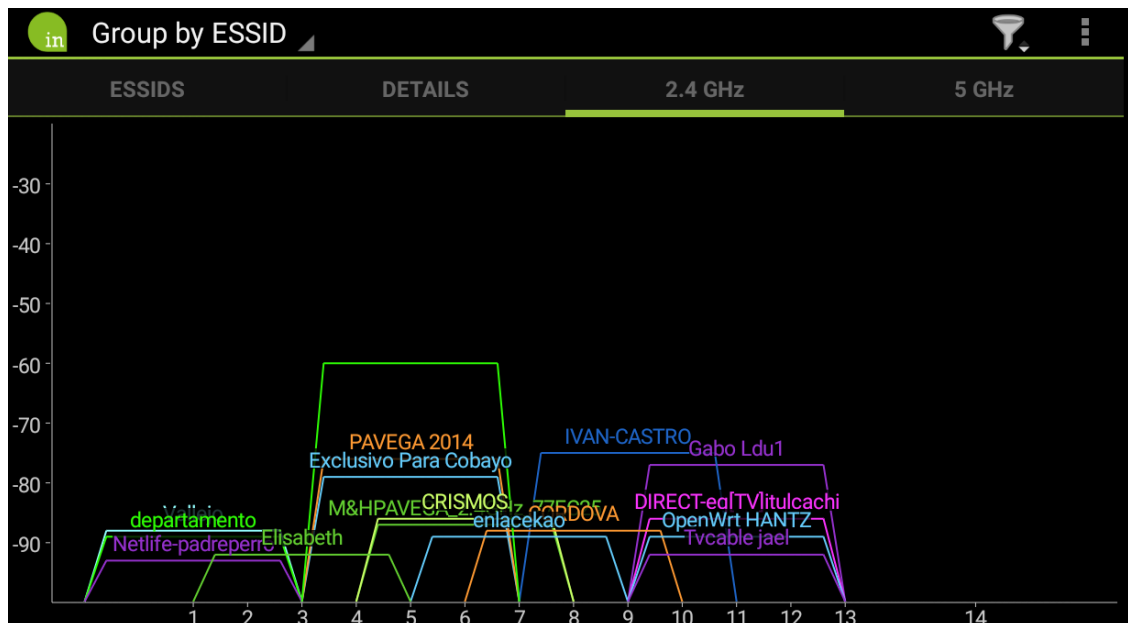


Ilustración 23 Redes bajo 2.4 GHz

Autor:(Guevara, Redes Ubicacio, 2016)

Se puede diferenciar el espectro electromagnético en la misma hora y fecha en el mismo lugar en el que se hizo la medición de la ilustración 23 dando a entender que el tráfico en la banda de 5 GHz es mucho menor por tanto existen menos posibilidades de interferencias.

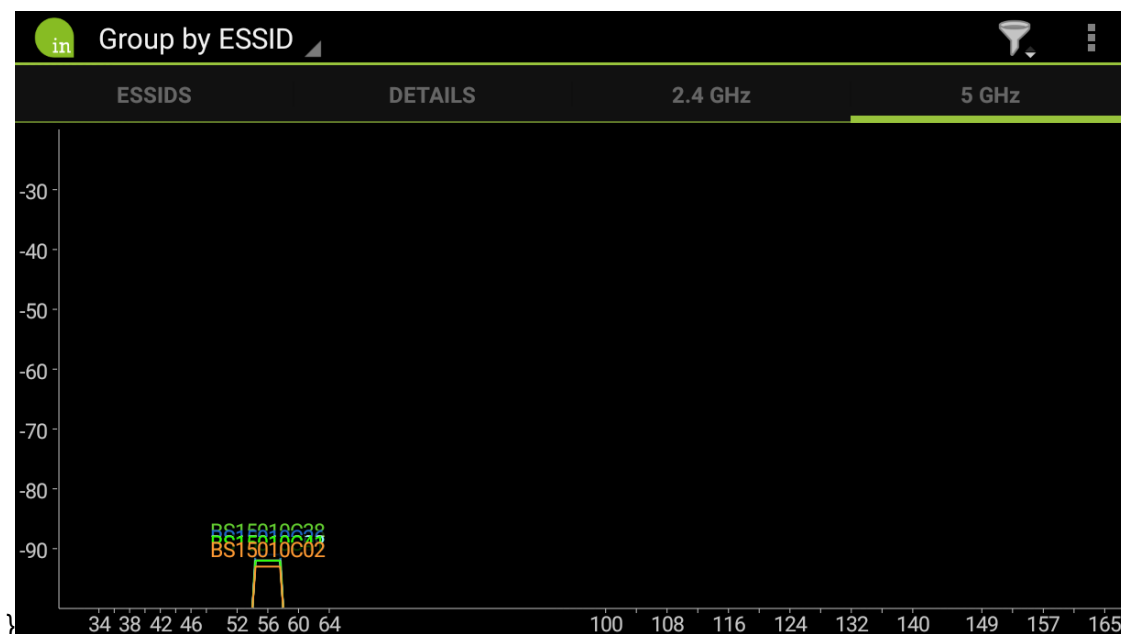


Ilustración 24 Redes bajo 5GHz

Autor:(Guevara, Redes Ubicacio, 2016)

## 4.8 Velocidades de transmisión de datos.

Estándar	Banda	Año	Velocidad máxima teórica
IEEE 802.11a	5GHz	1999	54 Mbps
IEEE 802.11b	2.4GHz	1999	11 Mbps
IEEE 802.11g	2.4GHz	2003	54 Mbps
IEEE 802.11n	2.4GHz y 5GHz	2009	600 Mbps
IEEE 802.11ac	2.4GHz y 5GHz	2014	1.3 Gbps

Tabla 3 Velocidad de Transferencia Datos

Autor:(Guevara, BANDA DUAL, 2016)

## 4.9 Ventajas comparativas frente a la anterior tecnología.

- Al utilizar dos bandas simultáneamente gracias a los nuevos estándares, la banda saturada de 2.4 GHz en zonas urbanas podrá ser un poco más descongestionada utilizando la banda de 5 GHz.
- Al poder ampliar el ancho de banda en la frecuencia de 5GHz se pueden alcanzar velocidades de transmisión de datos en el caso del último estándar, 802.11 ac, hasta mayores que las transmitidas por cable.
- Tendremos la posibilidad de utilizar la misma red en varias bandas descongestionando canales de las mismas.
- Con la tecnología de banda dual se tendrá lo mejor de los dos mundos, el gran alcance de la banda de 2.4GHz y la velocidad con poco congestionamiento de la banda de 5GHz.

## 4.10 Uso de cada una de las bandas para su uso óptimo.

La realidad es que podemos utilizar cualquiera de las dos bandas como se necesiten, pero se podrá darle óptimos usos a cada banda para sacarle el mejor provecho a las mismas, ya que un ejemplo de esto es que no es lo mismo transferir un video en alta definición a 300 Mb/s (el cual tendrá interrupciones) que a 1.3Gb/s (el cual correrá fluidamente).

### 4.10.1 Banda de 2.4GHz

La banda de 2.4Ghz se caracteriza por tener un rango de extensión muy resistente hacia los obstáculos, pero también por su velocidad limitada para las aplicaciones de hoy en día, de la misma manera el alto tráfico en sus canales de transmisión la hace más susceptible a interferencias, por tanto estos son ejemplos del uso óptimo que se le puede dar a esta banda dentro de una red que tenga dispositivos dual-band.

- Mensajería.
- Exploración en Internet desde un punto alejado al punto de acceso próximo.
- Transferencia interna de texto.
- Transmisión de datos a dispositivos que utilicen únicamente esta banda como lo son las impresoras inalámbricas.
- La descarga de archivos desde la web.
- Transferencia de imágenes de video en baja definición.

### **4.10.2 Banda de 5GHz**

La banda de 5Ghz aunque caracterizada por su poca resistencia a obstáculos, y su gran velocidad de transferencia se puede decir que es la destinada para el trabajo pesado, estos son unas de sus aplicaciones para su óptimo uso:

- Transmisión de video en alta definición (streaming de video).
- Interacción con juegos multijugador en línea o en la propia red.
- Transmisión de imágenes de videocámaras en alta definición.
- Transferencia interna en la red de archivos pesados de cualquier índole.
- Interacción con cualquier tipo de dispositivos para video chat en línea o en la red interna.
- Uso de telecomunicación para teléfonos IP inalámbricos con posibilidad de video llamada.

### **4.11 Limitaciones de la banda de 5Ghz.**

Estas son las pocas limitaciones que tiene esta banda:

- Pocos dispositivos de banda dual tanto emisores como receptores (se espera que a corto plazo esto cambie con su producción y comercialización masiva).
- Por su naturaleza y la facilidad de las ondas de la frecuencia de 5GHz a ser absorbidas por obstáculos, tales como paredes, se tendrá un bajo rango de extensión de la red, aunque todo depende del equipo y sus antenas, de todas formas siempre se podrá contemplar la posibilidad de utilizar repetidoras de banda dual si fuera el caso.

## **5. CAPÍTULO V: GUÍA METODOLÓGICA**

### **5.1 Introducción sobre la guía metodológica.**

La siguiente es una referencia de la forma correcta del cambio de tecnología en el ambiente que se encuentre, tomando en cuenta todas las normativas y estándares de la IEEE para tener una correcta transferencia de datos, bajo los nuevos dispositivos de banda dual, se tendrá en mente siempre que el real objetivo de implementar nuevas tecnologías en nuestro entorno será para mejorar lo que ya se tenía y si es posible superarlo.

### **5.2 Topografía de la red.**

Antes que decidir si se debe cambiar de lugar los acces-point dual band del lugar donde se encontraban los acces-point anteriores, se debe revisar cual es el inicio de la red y que compone la misma. Se puede decir que se debe mapear toda la red desde los puntos raíz de la red, así se debe determinar si en el caso de tener puntos de red alámbricos donde puede existir una falla o una incorrecta conexión donde el dispositivo no pueda ser utilizado en su máxima capacidad desde ese punto, se deberá primero obtener medidas de velocidad de transferencia de datos por medio de cableado en el nodo principal o fuente de Ethernet y, o internet que dependiendo de la forma y el lugar de trabajo debe estar en el Data Center en el caso que se tuviese, o en el Router donde se ubica el nodo raíz de la red. En el caso de tener varios Switch en cascada o en un ejemplo dado, en un edificio con varios pisos el cual tiene su nodo raíz en el Data center en el primer piso y en cada piso tiene un punto de red que viene desde el primero, se deberá medir la transferencia de datos del punto de red desde donde se emite y el punto emisor mediante dos máquinas y así con todos los puntos de red donde se fuese a conectar los dispositivos Dual Band para tener en cuenta que si existen perdida de velocidad en transferencia de datos no fuese por el cableado que se encuentra alimentando los dispositivos de red.

También en la topografía de red se podrá encontrar que la presencia de cableado es mínima haciendo de la migración más sencilla porque de ser el caso solo contaríamos con un único router o acces-point emisor que estaría sujeto a un único punto de red donde se debería de la misma forma comprobar la velocidad y la tasa de transferencia de datos entre esos dos puntos para así cambiar el router raíz por un dispositivo Dual-Band y de la misma forma por la naturaleza del ejemplo sustituir o poner si es que no existieran

repetidores inalámbricos donde la señal fuese muy pobre, en el caso de sustituir o poner un repetidor de wifi por cuestión de escalabilidad de red se deberá tomar en cuenta dos cosas:

- Al incluir un repetidor dual band en la red se debe tomar en cuenta que se deberá colocarlo a una distancia donde logremos tener en la banda de 5GHz que es la más susceptible a obstáculos medidas que estén entre -30dbi y -75dbi de pérdida de señal para que tanto la banda de 2.4 GHz y la de 5 GHz funcionen sin tener pérdidas por distancia porque por encima del valor de -75dbi se comenzara a tener pérdidas de datos y de velocidad de transferencia.
- Para configurar la banda de 2.4 GHz se debe tener en cuenta que si se encuentra en un sitio con demasiadas redes bajo la misma frecuencia se deberá escoger el canal menos congestionado o en el caso dado automatizar la búsqueda de canales para que no se encuentren problemas de los mismos.

### **5.3 Corrección de la topografía de la red.**

Por la naturaleza de las ondas y la función que se va a dar en cada banda, entonces, decidiremos si es que nuestra red deberá tener cambios; cambios en cuanto a la ubicación o implementación de nuevos acces-point o dado el caso de repetidores ya que si tenemos una sala de video conferencia que necesite que no tenga problemas de transferencia de datos, y por el uso que se le va a dar encajan perfectamente los atributos que queremos que maneje la banda de 5Ghz (como intercambio de video de alta definición, intercambio de paquetes de información muy grandes, etc.). Por lo tanto, cerca de todos los dispositivos inalámbricos que consten con un receptor de 5 Ghz deberemos tener un dispositivo Dual-Band para dejar esas tareas a aquella banda mientras que la de 2.4 Ghz puede ocuparse de las tareas comunes como mensajería, envío de paquetes pequeños, navegación en sitio de texto, etc.

Deberemos recordar también que todos los dispositivos emisores de la banda dual deben estar en la banda de 5Ghz entre -30dbi y -75dbi de fuerza de señal por cuestiones de pérdida de datos, tomando en cuenta que el dispositivo emisor es también de banda dual y así se tendrá que preocupar por la banda de 2.4 Ghz ya que por lógica si es que la banda de 5Ghz se encuentra en una correcta medición de su espectro entonces la banda de 2.4Ghz lo estará ya, una vez más se recordara que la banda de 5Ghz es más susceptible a ser absorbida por los obstáculos.

## **5.4 Revisión y corrección de puntos alámbricos (sin interferencia o error).**

En este punto se debe tener en cuenta que se tendrá una idea clara de la topología de red a la que se va a sustituir o la nueva que vamos a crear, en la mayoría de casos el nodo raíz inicia alámbrica por tanto son muy importantes, 4 cosas ya que de una forma u otra los acces-point o Routers Dual band tendrá su inicio por cable por tanto se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para evitarnos problemas por sucesiones lógicas, tendremos que revisar los puntos de red alámbricos a los cuales van a ir anclados nuestros dispositivos inalámbricos, debemos considerar la tasa de transferencia mediante software entre dos computadores. De la misma manera, se chequeará que no se encuentre bajo condiciones de corto o de interferencia por ruidos ajenos a la misma como la luz o el teléfono, esto lo realizaremos físicamente con los aparatos de medición como tester de cable o punto de red y si fuese posible cámara de calor para controlar si es que fuese interna la forma de paso del cableado.
- Se considerara también el tipo de cableado y cuantos hilos del cable están correctamente conectados, esto se verificara por un tester físico el cual tendremos en el inicio y en el final del punto de red para saber si todos los hilos del cable de red están completos y funcionando, esto con el objetivo de tener la menor pérdida de datos.
- Siempre recordar si hubiésemos encontrado alguna caída de datos o de velocidad por error de cableado volver a testear bajo software entre dos maquinas la tasa de transferencia de datos.
- Siempre recordar que el objetivo de esto es saber si el cableado es capaz de mantener la tasa de señal e integridad de enlace de 10/100/1G, sea bajo cualquier categoría de cable según lo permita en materiales tanto cobre como la fibra.

## **5.5 Conexión de equipos de forma ideal (Angulo, tipo de cable).**

Para lo siguiente debemos tener en cuenta que por los pasos anteriores ya debemos saber específicamente en qué lugar del entorno colocaremos nuestros dispositivos Dual band para obtener el mejor provecho de esta tecnología, para una mejor ubicación y mejor utilización se tomara en cuenta lo siguiente:

- En la mayoría de dispositivos de banda dual en el mercado se ve que pueden tener sus antenas de una forma que abarquen un punto, una dirección o todo a su alrededor, entonces se puede decir que se tiene antenas direccionales que son las cuales emiten su señal de forma que vaya en una sola dirección, sectoriales que tienen un rango de ganancia de más o menos 120° grados de apertura y de la longitud depende de la potencia del equipo, también se tiene las más usadas que son las omnidireccionales las cuales abarcan todo a su alrededor en un cierto rango según la potencia del equipo y de la antena o antenas. Teniendo ya muy claro esto debemos conocer muy bien las especificaciones de la antena o antenas con las que venga el dispositivo para así lograr ubicar correctamente el dispositivo al cual según sea el caso daremos dirección a la antena o antenas.
- Se debe tener en cuenta que algunos dispositivos de gama alta de banda – Dual como algunos de banda única tienen la posibilidad de conectarse mediante un PoE (Power over Ethernet) que no quiere decir nada más que se tendrá la posibilidad de enviar tanto los datos como el flujo eléctrico mediante el cable UTP que ira conectado al nodo, o también se pueden conectar de forma común, es decir, UTP para los datos y su adaptador directo al equipo, pero si deseamos tomar la primera opción que en la mayoría de casos es más lógica, tanto por espacio como por estética, se debe tener mucho cuidado al ponchar el cable que va a ir al dispositivo ya que se tiene que ser cautos y revisar con el tester que no existan cables cruzados ni faltantes ya que si fallase uno podría pasar que los datos no lleguen correctamente o que el equipo no encienda.

## **5.6 Revisión de velocidad de cada punto de conexión**

Después de tener conectados todos los equipos se debe probar mediante software y una máquina emisora y otra receptora, la velocidad de transferencia de datos bajo las dos bandas. Se debe tener en cuenta que el hardware de las máquinas en cuanto a dispositivo inalámbrico debe tener características de velocidad y de transferencia de datos similares a los dispositivos emisores de señal, ya que si se tuviera un acces-point que corra bajo una velocidad de 750N es decir 300 mbs en banda de 2.4 Ghz y 450 mbs en 5 Ghz debería tener tasas de transferencia parecidas o mejores, pero no podremos hacer una comparativa si en el mismo ejemplo tenemos un dispositivo que reciba a 54mbs que sería como limitar la velocidad de entrada.

## **6. CAPÍTULO VI: RESULTADOS CAMBIO DE TECNOLOGÍA**

### **6.1 Valoración cualitativa y de calidad de la migración de tecnología.**

Para realizar la siguiente valoración se debe tener en cuenta que el sistema está medido en cuanto a alcance y calidad de la señal. Para tener un primer porcentaje de medición se deberá constatar que no existan puntos negros en la cobertura de la red de señal inalámbrica.

Se deberá tener un número de medición para satisfacción del usuario final ya que únicamente él será el que califique bajo el uso exhaustivo que le dé a la red.

Entre los parámetros de calidad que se debe medir para comprobar la completa usabilidad del sistema y satisfacción del usuario final son:

- Velocidad de transferencia de datos real versus Teórica.
- Comprobación de señal en el entorno sin pérdida de la misma por intermitencia o interferencias.
- Correcto uso de los canales de envío de información sin entrar en conflicto con otros acces-point propios o externos.

## **CONCLUSIONES**

Producto del presente análisis las conclusiones son:

- Antes de empezar la migración de dispositivos Unibanda a Dual-Band se debe conocer exactamente lo que se va a implementar y cuáles son sus usos específicos.
- Se debe estar preparado para cambiar todos los equipos emisores de índole inalámbrica con equipos de similares características sobre todo velocidad, ya que no sería práctico poner emisores más rápidos si sus receptores, por su configuración, van a volver a limitar la velocidad.
- Se debe comprender el funcionamiento y el alcance de la naturaleza de las ondas para las dos frecuencias.

- Tener en cuenta que las ondas de la banda bajo la frecuencia de 5Ghz son mucho más susceptibles a ser absorbidas por los obstáculos que las de la otra banda.
- Se debe entender que la banda de 5Ghz va a ser la banda de trabajo pesado por la velocidad a la que trabaja, por tanto si es que nuestros dispositivos con los que realizamos el trabajo pesado, (como dispositivos de video conferencia inalámbrica) no trabajan bajo esta banda se debe migrarlos a la nueva tecnología o cambiarlos, para sacar el mejor provecho a nuestra red.
- Comprobar que tanto la banda de 5Ghz como la de 2.4Ghz tengan cubierto todo el entorno para así evitarnos fallas por falta de señal.
- Comprobar siempre que según la topología de red no se tenga puntos caídos.
- Siempre tener en cuenta que al volver escalar la red con repetidores estos deben estar enganchados lo más cerca posible al nodo raíz o primer nodo.
- Comprobar la fiabilidad del dispositivo que va a ser nodo raíz como forma de garantizar el escalamiento y funcionamiento de dispositivos anclados a él.
- La guía funciona correctamente revisada y es muy práctica.

## RECOMENDACIONES

Producto del presente análisis las recomendaciones son:

- Conocer los requerimientos técnicos y el entorno en el cual vamos a implementar la migración.
- Estudiar el tipo de dispositivos Dual-Band que más conviene para el ambiente al que se va a migrar.
- Realizar las comprobaciones que fuesen necesarias para garantizar el uso de la máxima capacidad de los dispositivos.
- Siempre tener en cuenta el configurar de la mejor manera los dispositivos para posteriormente tener interferencia propia o externa.
- Explicar al usuario final el uso de cada banda para sacar el mejor provecho a los dispositivos.
- Después de la implementación comprobar cada punto inalámbrico y la transferencia de datos al nodo raíz.
- Se recomienda usar la guía para la migración de los dispositivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASUS. (2016). *ASUS*. Obtenido de <https://www.asus.com/us/Networking/RTN56U/>
- Atom. (2015). *Clase de informatica*. Obtenido de <http://informaikta.blogspot.com/p/redes.html>
- Bütrich, S. (2013). *Redes inalámbricas en los países en desarrollo*. Copenhagen.
- Cabezas Granado, L. M. (2010). *Redes Inalambricas*. Madrid: ANAYA MULTIMEDIA.
- Chris. (29 de 10 de 2014). *Ls-a*. Obtenido de [https://ls-a.org/doku.php?id=school:2a\\_chapter\\_7\\_notes](https://ls-a.org/doku.php?id=school:2a_chapter_7_notes)
- CISCO. (2015). *Cisco.com*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/apdeploy/7-5/Cisco\\_Aironet75.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/apdeploy/7-5/Cisco_Aironet75.html)
- CISCO. (2015). *CISCO.COM*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/technology.html>
- CISCO. (2015). *CISCO.COM*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/rv042g-dual-gigabit-wan-vpn-router/index.html#>
- Clanar internacional. (2010). *Internet y redes inalámbricas*. Arequipa.
- Computerhint. (2015). *Computerhint Software, guides and tips*. Obtenido de <http://www.computerhint.com/software-guide/what-is-a-wlan-wireless-lan-or-wifi/>
- Dordoigine, J. (2015). *Redes Informaticas* (5TA Edición ed.). ENI.
- Edimax . (2015). *edimax.es*. Obtenido de [http://www.edimax.es/edimax/merchandise/merchandise\\_detail/data/edimax/es/wifi\\_range\\_extenders\\_n300/ew-7438rpn\\_v2/](http://www.edimax.es/edimax/merchandise/merchandise_detail/data/edimax/es/wifi_range_extenders_n300/ew-7438rpn_v2/)
- EDIMAX. (2016). *edimax.com*. Obtenido de [http://www.edimax.es/edimax/merchandise/merchandise\\_detail/data/edimax/es/wifi\\_range\\_extenders\\_n600\\_dual-band/ew-7238rpd/](http://www.edimax.es/edimax/merchandise/merchandise_detail/data/edimax/es/wifi_range_extenders_n600_dual-band/ew-7238rpd/)

- Google. (2016). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@-0.188621,-78.5025823,16z?hl=es-419>
- Guevara, P. A. (2015). *Redes ubicacion*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Guevara, P. A. (2016). *BANDA DUAL*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Guevara, P. A. (3 de 2016). *Comparativo Unireferencia 2.4GHz vs 5GHz*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Guevara, P. A. (2016). *Redes Ubicacio*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Huawei. (2015). *Huawei.com*. Obtenido de <http://carrier.huawei.com/en/products/radio-access/antenna/combiner/index.htm>
- IEEE. (4 de 2014). *IEEE P802.11*. Recuperado el 25 de 3 de 2016, de [http://www.ieee802.org/11/Reports/tgac\\_update.htm](http://www.ieee802.org/11/Reports/tgac_update.htm)
- Itzel. (2012). *Emaze*. Obtenido de Emaze: <https://www.emaze.com/@ALLCZQLC/Espectro-electromagn%C3%A9tico>
- LATIn. (s.f.). *LATIn*. Obtenido de <http://escritura.proyectolatin.org/aplicaciones-y-teoria-de-ingenieria-de-microondas/las-microondas/>
- Lynksys. (2015). *Linksys.com*. Obtenido de <http://www.linksys.com/images/productmt/838142/372.jpg>
- MetaGeek. (2015). *MetaGeek.com*. Obtenido de <http://www.metageek.com/training/resources/designing-5ghz-wi-fi/>
- Ortega, C. (28 de Agosto de 2015). *Redes de computadoras*. Obtenido de <http://clasederedesunivalle.blogspot.com/2015/08/modelo-osi.html>
- Rojas Villegas, R., Rivera Paredes, R., & Quishpe, W. (2012). *Internet y Redes Inalambricas*. Arequipa: Clanar.
- Shuli Hallak. (2016). *Invisible Networks*. Obtenido de <http://invisiblenetworks.co/category/internet/>

TP-LINK. (2015). *Tplink.com*. Obtenido de <http://www.tp-link.com/ar/products/?categoryid=1680>

TP-LINK. (2015). *Tp-Link.us*. Obtenido de <http://www.tp-link.us/faq-395.html>

UBIQUITI. (2015). *ubnt.com*. Obtenido de <https://www.ubnt.com/airfiber/airfiberx-antenna/>

UBNT. (2013). *Comunity Ubnt*. Obtenido de <http://community.ubnt.com/t5/airMAX-General-Discussion/Ancho-de-canal-a-80Mhz/td-p/166202>