



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**“Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite  
para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental  
Banco Pichincha”**

AUTOR:

Parra Sarango, Rubén Danilo

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Palacios Meléndez, Edwin Fernando

Guayaquil, Ecuador

13 de marzo del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
**Parra Sarango, Rubén Danilo** como requerimiento para la obtención del  
título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

---

Palacios Meléndez, Edwin Fernando

DIRECTOR DE CARRERA

---

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 13 del mes de marzo del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Parra Sarango, Rubén Danilo**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación **“Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 13 del mes de marzo del año 2017

EL AUTOR

---

PARRA SARANGO, RUBÉN DANILO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Parra Sarango, Rubén Danilo**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 13 del mes de marzo del año 2017

EL AUTOR

---

PARRA SARANGO, RUBÉN DANILO

# REPORTE DE URKUND

**URKUND**

<b>Documento</b>	<a href="#">Tesis Rubén Parra.docx</a> (D25985028)
<b>Presentado</b>	2017-02-24 00:40 (-05:00)
<b>Presentado por</b>	rubendps1992@gmail.com
<b>Recibido</b>	edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com
<b>Mensaje</b>	TT <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 1% de esta aprox. 27 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

Lista de fuentes		Bloques	
+	Categoría	Enlace/nombre de archivo	▣
+	>	<a href="#">cinthia tesis.docx</a>	<input type="checkbox"/>
+		<a href="http://www.minetad.gob.es/telecom...">http://www.minetad.gob.es/telecom...</a>	<input checked="" type="checkbox"/>
+		<a href="http://www.minetad.gob.es/telecom...">http://www.minetad.gob.es/telecom...</a>	<input checked="" type="checkbox"/>
+		<a href="http://cesarcabrera.info/1disenno.pdf">http://cesarcabrera.info/1disenno.pdf</a>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes alternativas			

Reiniciar Exportar Compartir 0 Advertencias

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: “Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha”

AUTOR: Parra Sarango, Rubén Danilo

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR: Palacios Meléndez, Edwin Fernando

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria es para mis padres y hermanos, quienes con su empuje lograron darme lo más preciado que el ser humano puede tener y eso es cultura, estudio y sobre todo sabiduría para llevar a cabo todo lo relacionado con mi título, agradecer a esos ángeles que desde el cielo me cuidan y a mis amigos que siempre estuvieron para darme la mano de manera incondicional, a mi novia que día a día me regala ese empuje necesario y vital para seguir y no desmayar nunca.

EL AUTOR

PARRA SARANGO, RUBÉN DANILO

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por ser mi soporte y sustento diario, una gratitud infinita a ellos que nunca dejaron de creer en mi a pesar de los bajos que la vida te brinda, agradezco a Dios por este regalo que me brinda y por darme vida para lograrlo, a mis hermanos que de una u otra manera me dieron ese aliento y consejo necesario para seguir creciendo profesionalmente, a mi novia por ser esa persona que me regala lo más bonito que el ser humano puede tener y dar “LA CONFIANZA”.

También quedo agradecido con mi tutor el ING Fernando Palacios quien con su ardua labor y conocimiento supo guiarme y dedicarme su tiempo para cumplir con lo establecido previo a mi título universitario.

EL AUTOR

PARRA SARANGO, RUBÉN DANILO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO**

TUTOR

f. \_\_\_\_\_

**HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO**

DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ZAMORA CEDEÑO, NÉSTOR ARMANDO**

COORDINADOR DEL AREA DE TELECOMUNICACIONES



## Índice General

Índice de Figuras .....	XI
Índice de Tablas.....	XIII
Resumen .....	XIV
Abstract.....	XV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes. ....	3
1.3. Justificación del Problema.....	7
1.4. Definición del Problema.....	8
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos Específicos. ....	8
1.6. Hipótesis.....	9
1.7. Metodología de Investigación.....	10
CAPÍTULO 2: REDES INALAMBRICAS .....	11
2.1. ¿Qué es el espectro? .....	11
2.1.1. ¿Qué es el espectro RF?.....	11
2.1.2. Reglas sobre el uso del espectro de RF.....	13
2.1.3. Transmisión por radio como medio de red .....	14
2.2. Multiplexaje inalámbrico y técnica de acceso múltiple .....	15
2.2.1. Acceso múltiple por división de tiempo.....	16
2.2.2. Acceso múltiple por división de frecuencia .....	16
2.2.3. Multiplexación por división de frecuencia ortogonal.....	17
2.2.4. Acceso múltiple por división de código .....	18
2.3. Propagación y Recepción de Señales RF ( <i>Radio Frequency o Radiofrecuencia</i> ) .....	19

2.4.	Comunicaciones inalámbricas.....	20
2.4.1.	Clasificación de estándares.....	23
2.4.2.	Soluciones de propietarios .....	26
2.4.3.	¿Cómo están formadas las comunicaciones inalámbricas? ..	28
2.4.4	WLAN .....	31
2.5.	Femtoceldas.....	38
2.5.1	Datos técnicos de la femtocelda.....	48
CAPITULO 3 ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO.....		51
3.1	Introducción.....	51
3.2	Tecnologías LampSite.....	53
3.2.1	UMTS LampSite .....	54
3.2.3	LTE FDD LampSite.....	55
3.2.4	GSM + UMTS LampSite .....	57
3.2.5	UMTS + LTE FDD LampSite .....	58
3.2.6	LTE FDD + LTE TDD LampSite.....	60
3.2.7	Red Celular + Solución Wi-Fi Multimodo LampSite .....	61
3.3	Situación actual de la red .....	63
3.4	Propuesta que masifica los servicios de internet (Estadio Inteligente) .....	64
3.5	Diseño de red LampSite .....	67
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		73
4.1.	Conclusiones.....	73
4.2.	Recomendaciones.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		74

## Índice de Figuras

### Capítulo 1:

Figura 1. 1: Fibra Óptica .....	4
Figura 1. 2: Marcador electrónico .....	5
Figura 1. 3: Cámaras CCTV.....	5
Figura 1. 4: AP en los alrededores de la cancha, en diferentes localidades ..	6
Figura 1. 5: AP en Preferencia Este “Luciano Macías Argenzio” .....	6
Figura 1. 6: Antena Sectorial en Tribuna Oeste “Vicente Lecaro Coronel” ....	7

### Capítulo 2:

Figura 2. 1: Espectro electromagnético .....	11
Figura 2. 2: Derivación del espectro RF.....	12
Figura 2. 3: Transmisión por radio como medio de red.....	15
Figura 2. 4: Gráfico TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) .....	16
Figura 2. 5:: Gráfico FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) ..	17
Figura 2. 6: Gráfico OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal) .....	18
Figura 2. 7: Gráfico CDMA (Acceso múltiple por división de código).....	19
Figura 2. 8: Gráficos de señales transmitidas .....	20
Figura 2. 9: Tipos de tecnologías de las comunicaciones inalámbricas.....	21
Figura 2. 10: Modos de operación de las comunicaciones inalámbricas .....	28
Figura 2. 11: Gráfico modo ad-hoc .....	30
Figura 2. 12: Gráfico modo ad-hoc .....	31
Figura 2. 13: Arquitectura básica de una red WLAN.....	33
Figura 2. 14: Distribución de capas.....	35
Figura 2. 15: Esquema de una red femtocelda .....	40
Figura 2. 16: Tecnología MIMO .....	42

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Conexión en red de la solución UMTS LampSite .....	55
Figura 3. 2: Conexión en red de la solución LTE FDD LampSite.....	56
Figura 3. 3: Conexión en red de la solución GSM + UMTS LampSite .....	57

Figura 3. 4: Conexión en red de la solución LampSite UMTS + LTE FDD dual-mode (tarjeta dual).....	59
Figura 3. 5: Conexión en red de la solución LampSite UMTS + LTE FDD dual-mode (tarjeta dual).....	59
Figura 3. 6: Conexión en red de la solución LTE FDD + LTE TDD LampSite .....	61
Figura 3. 7: Red de la red celular + Solución Wifi LampSite .....	62
Figura 3. 8: Tipos de cobertura en celdas.....	65
Figura 3. 9: Cálculo para cobertura por AP.....	66
Figura 3. 10: Diseño de una red LampSite para despliegue de internet .....	68
Figura 3. 11: Totalidad de red distribuida en las plateas y cabinas.....	69
Figura 3. 12: Distribución de coberturas por celdas interiores .....	70
Figura 3. 13: Distribución de cobertura por video, VoIP, datos por partido..	70
Figura 3. 14: Modo de uso de los APs .....	71
Figura 3. 15: Análisis de los requisitos de servicio.....	72

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2.1: División del espectro por radio frecuencias.....	13
Tabla 2.2: Países reguladores .....	14
Tabla 2.3: Clasificación de los estándares inalámbricos.....	23

### Capítulo 3

Tabla 3. 1: Clasificación por banda de frecuencia .....	54
Tabla 3. 2: Cuantificación de AP a utilizarse.....	66

## Resumen

El presente trabajo de investigación se tratará sobre: “Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha”. Objetivo: Desarrollar un estudio y diseño por medio de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para brindar un servicio de internet y seguridad total. Justificación: La idea nace por los cambios de tecnología inalámbrica que existen a nivel mundial, debido a que se pretende dar un mejor servicio a los aficionados como en los diferentes países desarrollados a nivel tecnológico. Diseño: La metodología desarrollada para este estudio y diseño cuantitativo es de tipo no experimental de forma transeccional o transversal descriptivo por medio de la observación directa del lugar en estudio. Hipótesis: Mediante este estudio lograré brindar una accesibilidad a la red de una manera más directa, diseñando tipos de red a una magnitud que permita brindar una cobertura que acrecentará de manera óptima consiguiendo así una calidad de servicio al usuario con una capacidad y seguridad máxima de uso espectral.

**Palabras claves: REDES INALÁMBRICAS – FIBRA OPTICA – LAMPSITE – COBERTURA DE RED – ESPECTRO RADIOELÉCTRICO – BANDA ANCHA**

## **Abstract**

The present research will be about: "Study and design of a wireless WLAN network using LampSite for internet deployment in the interiors of the Estadio Monumental Banco Pichincha". Objective: To develop a study and design through a wireless WLAN network using LampSite to provide an internet service and total security. Justification: The idea is born of the changes in wireless technology that exist worldwide, because it is intended to give a better service to the fans as in the different developed countries technological level. Design: The methodology developed for this study and quantitative design is non-experimental in a transectional or descriptive transverse way by direct observation of the study site. Hypothesis: Through this study I will be able to provide a more direct access to the network, designing types of network to a magnitude that allows to provide optimum coverage, thus achieving a quality of service to the user with a maximum capacity and security of spectral use.

**Key Words: WIRELESS NETWORKS – OPTICAL FIBER – LAMPSITE – NETWORK COVERAGE – RADIO SPECTRUM – WIDE BAND.**

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción.**

Las comunicaciones inalámbricas son una de las principales tecnologías más importantes y prometedoras, claro está que una que otra ocasión también son discutidas, las comunicaciones inalámbricas permiten realizar las interoperaciones entre una computadora a otra, también son importantes para las conexiones entre sí en diferentes lugares o sitios donde la comunicación es baja y se maximiza por medio de la vía inalámbrica. Las redes inalámbricas tienden a facilitar las operaciones en los sitios de difícil acceso, así como también facilitar la comunicación entre distintos pisos y ofrecer una buena red en las oficinas de trabajo y demás lugares de donde si sitúen los usuarios.

El modelo de las comunicaciones inalámbricas tienen como forma comunicativa un emisor y un receptor, seguido a que gozan con el mayor regalo de la comunicación que es el espectro radio eléctrico, que es limitado por razones presupuestarias, utilizado de forma eficiente para lograr una conectividad de manera correcta y sin fallo alguno, una de las ventajas más importantes de este tipo de tecnología es la capacidad de movilidad que posee y que permite entre operadoras y demás tecnologías a usarse, las facilidades que poseen las comunicaciones inalámbricas son diversas en el caso de la telefónica móvil ya que la interoperabilidad de las distintas operadoras móviles van acrecentándose de manera eficaz para que así el usuario pueda obtener una excelente cobertura de red en los diferentes usos que el mismo desee.



A lo largo de este estudio y diseño se mostrará las diferentes tecnologías existentes (*LampSite*) que nos permitirá brindar un mejor servicio a nivel macro como son los estadios inteligentes, proyectos desarrollados en diferentes países del mundo, constituyendo grandes ventajas para la sociedad tecnológica y amante del fútbol, mostrando así los antecedentes que impulsaron a llevar a cabo este estudio de red del Estadio Monumental Banco Pichincha.

## **1.2. Antecedentes.**

El Estadio Monumental Banco Pichincha, denominado como el “Coloso de América” tuvo sus inicios en el año 1985 con la colocación de la primera piedra a cargo del presidente del club de aquella época, la obra que fue cofinanciada junto con el gobierno del Ing. León Febres-Cordero, con una capacidad inicial para 50.000 espectadores, inaugurada finalmente en el año 1988.

Con el paso de los años (1992-1994) se vio la necesidad de realizar una reestructuración de dicha infraestructura en donde se definió una ampliación para recibir un total de 80.000 personas; su tecnología abarcaba dos cuartos de Rack con un anillado de fibra óptica (véase figura 1.1) cuyas conexiones no abastecían lo necesario para tener un óptimo estado de red.

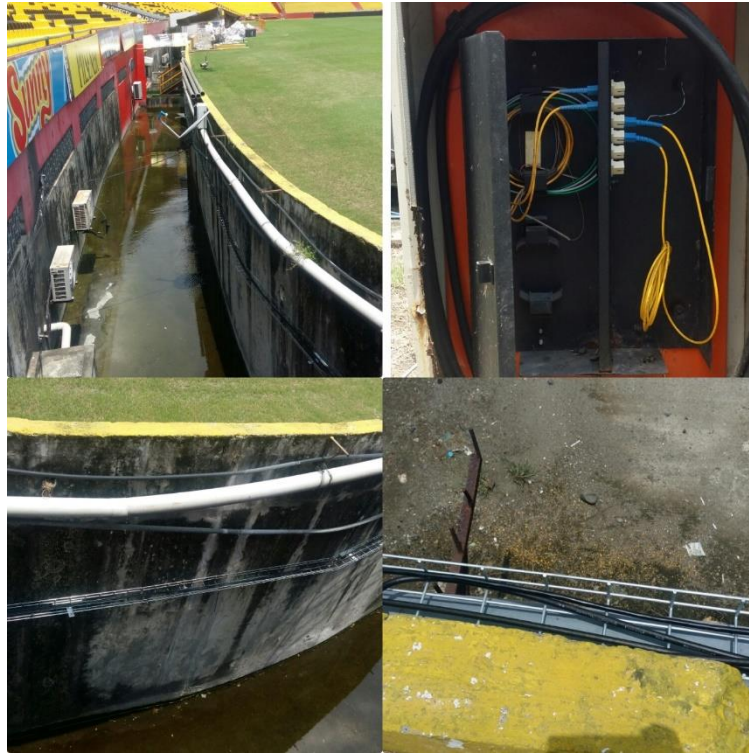


Figura 1. 1: Fibra Óptica  
Elaborado por: El autor

Actualmente en el año 2017 podemos observar en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha modificaciones tecnológicas realizadas por empresas privadas que son patrocinadoras del Club en las diferentes localidades; incluido el marcador electrónico ubicado en el área de General Norte “Enrique Cantos” (véase figura 1.2), en el ámbito de seguridad cámaras CCTV (*Circuito Cerrado de Televisión*) localizadas en los alrededores del techado, antenas sectoriales obteniendo así una mejoría en la red móvil (véase figura 1.3), AP (*Access Point*) (véase figura 1.4) con un número total aproximadamente de 45 en el área de Tribuna Oeste “Vicente Lecaro Coronel” y 46 en la Preferencia Este “Luciano Macías Argenzio” (véase figura 1.5).



Figura 1. 2: Marcador electrónico  
Elaborado por: El autor

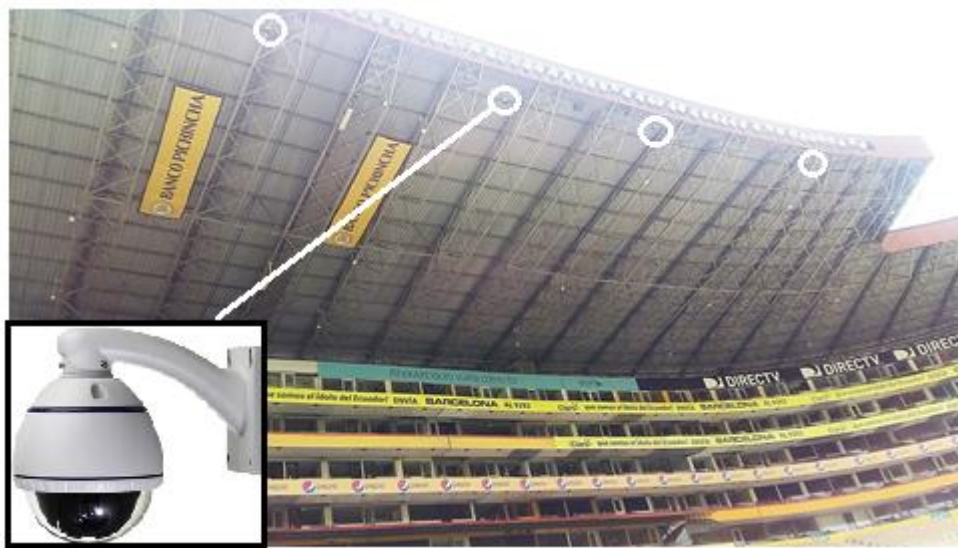


Figura 1. 3: Cámaras CCTV  
Elaborado por: El autor



Figura 1. 4: AP en los alrededores de la cancha, en diferentes localidades  
Elaborado por: El autor

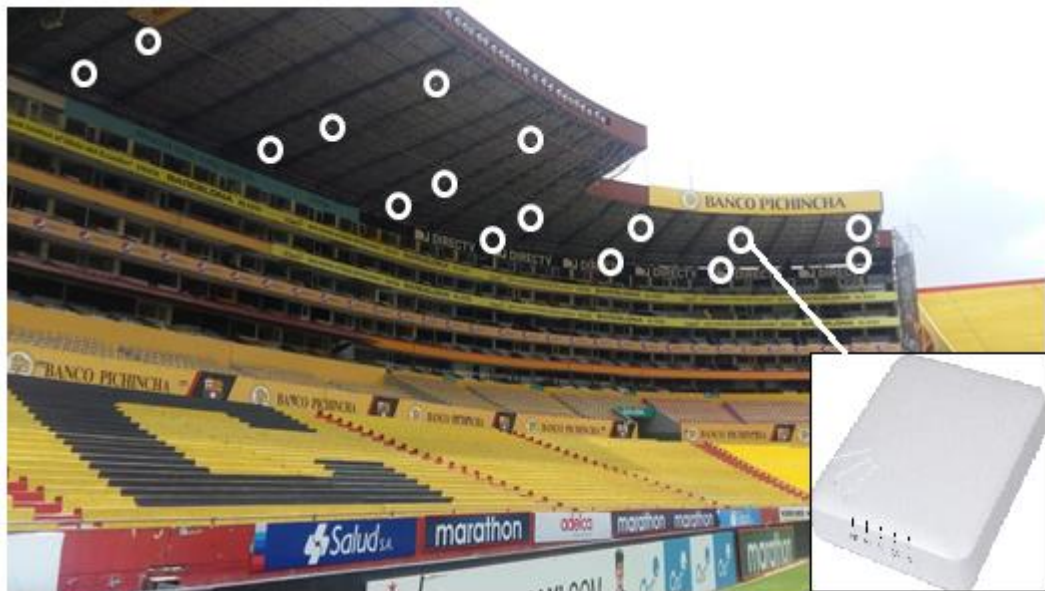


Figura 1. 5: AP en Preferencia Este “Luciano Macías Argenzio”  
Elaborado por: El autor

También podemos observar aproximadamente 20 antenas sectoriales (véase figura 1.6) ubicados en el techado alrededor del Estadio Monumental Banco Pichincha, a lo largo de este estudio detallaremos los diferentes



diseños para cumplir con los objetivos planteados y así poder brindar un mejor servicio a los espectadores del fútbol, así como también formar parte de los estadios inteligentes a nivel mundial, avanzando cada vez más hacia la tecnología del futuro.

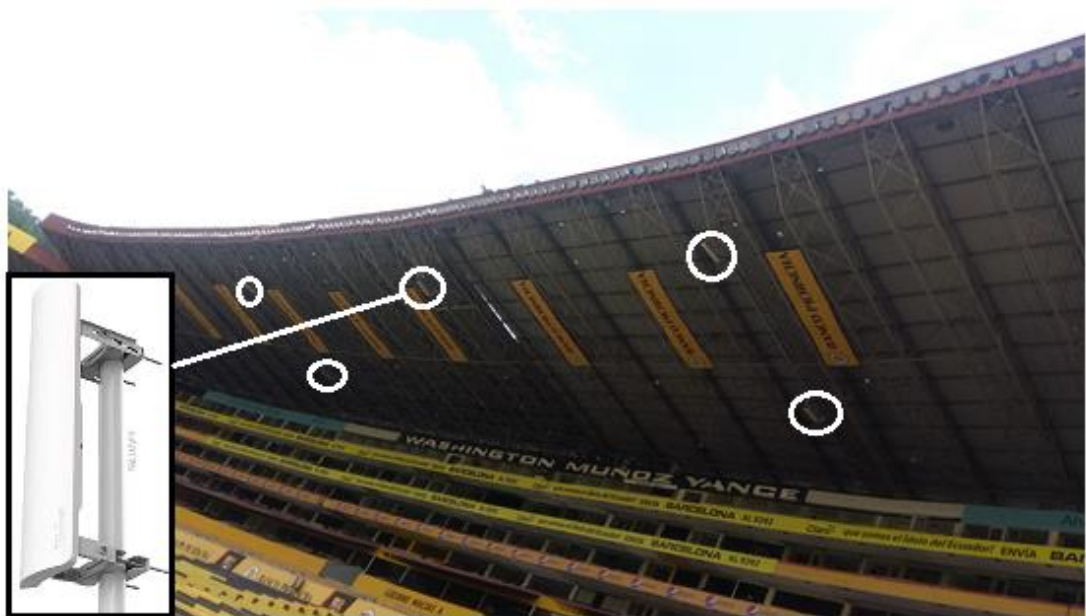


Figura 1. 6: Antena Sectorial en Tribuna Oeste "Vicente Lecaro Coronel"  
Elaborado por: El autor

### 1.3. Justificación del Problema.

La idea nace por los cambios de tecnología inalámbrica que existen a nivel mundial, debido a que se pretende dar un mejor servicio a los aficionados como en los diferentes países desarrollados a nivel tecnológico; tomando en cuenta los beneficios que obtendrá cada socio que esté al día al momento de entrar al estadio y así lograremos que aumente el número de personas afiliadas al club.

#### **1.4. Definición del Problema.**

Según los datos obtenidos y detallados en el antecedente nos damos cuenta que la cobertura que abarca la red inalámbrica que posee el estadio no es suficiente para la cantidad de personas que asisten cada domingo a los partidos locales del club, ya que he experimentado una falta de cobertura o pérdida de señal de tráfico tanto de voz y datos.

Ocasionando con esto un problema para el aficionado en el momento de ver la necesidad de utilizar las diferentes redes sociales existentes en la actualidad, por ello este proyecto posee un enfoque netamente a nivel de cobertura y seguridad para los socios y la empresa privada, complementando la infraestructura tecnológica ya existente en el club dándole una mejoría interna y elevando su capacidad de cobertura

#### **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

##### **1.5.1. Objetivo General.**

Desarrollar un estudio y diseño por medio de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para brindar un servicio de internet y seguridad total, desplegada en las áreas internas del Estadio Monumental Banco Pichincha.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Realizar un análisis sobre las diferentes redes inalámbricas que nos permitan brindar una óptima comunicación al usuario por medio de LampSite.
- Valorar los distintos niveles de tráfico interno en las distintas localidades que se encuentran en el Estadio Monumental Banco Pichincha.
- Diseñar los posibles lugares estratégicos para la ubicación de las diferentes redes inalámbricas (LampSite) permitiendo brindar una mejor cobertura y servicio a los diferentes usuarios que asisten.
- Identificar las ventajas y beneficios que obtendría la entidad privada (Estadio Monumental Banco Pichincha) y el usuario con la implementación a futuro de este proyecto.

### **1.6. Hipótesis.**

Mediante este estudio lograré brindar una accesibilidad a la red de una manera más directa, diseñando tipos de red a una magnitud que permita brindar una cobertura que acrecentará de manera óptima consiguiendo así una calidad de servicio al usuario con una capacidad y seguridad máxima de uso espectral.

### **1.7. Metodología de Investigación.**

La metodología desarrollada para este estudio y diseño cuantitativo es de tipo no experimental de forma transeccional o transversal descriptivo por medio de la observación directa del lugar en estudio.



## CAPÍTULO 2: REDES INALAMBRICAS

### 2.1. ¿Qué es el espectro?

El espectro se define como un rango de frecuencias para las ondas electromagnéticas (véase figura 2.1). En el contexto del presente trabajo de titulación, nos referimos al espectro electromagnético que tiene propiedades haciéndolo propicio para su uso como medio de comunicación.

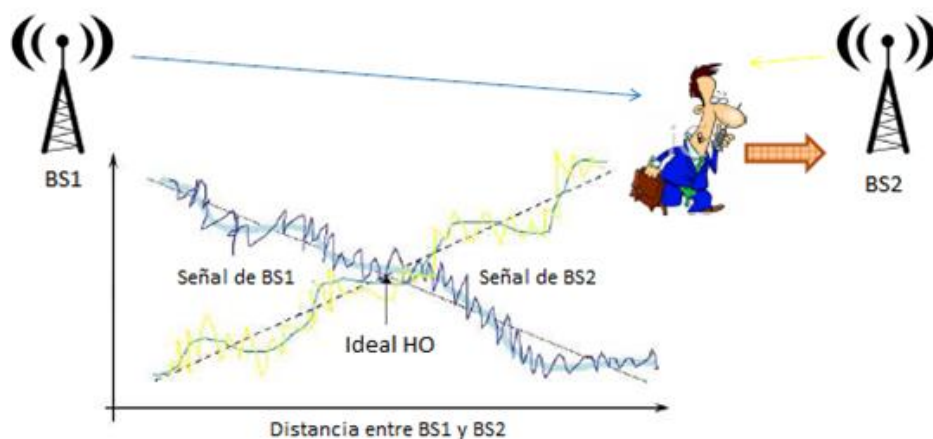


Figura 2. 1: Espectro electromagnético

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

#### 2.1.1. ¿Qué es el espectro RF?

La radio frecuencia o también denominada RF, es la comunicación en el centro de las redes inalámbricas que operan en los mismos principios básicos como señales de radio y televisión todos los días. Las frecuencias que son establecidas por el espectro electromagnético están entre las frecuencias de

3 kHz y 300 GHz, y se utilizan diferentes bandas en el espectro para ofrecer diferentes servicios.

La figura 2.2 muestra un ejemplo de compartir un canal de acceso aleatorio (*Random Access CHannel, RACH*), por lo general, esto ocurre cuando no hay suficiente espectro para que los usuarios o dispositivos móviles estén siempre conectados. Cuando los dispositivos suelen estar desconectados, y necesitan conectarse solicitan recursos en un canal compartido, conocido generalmente como RACH.

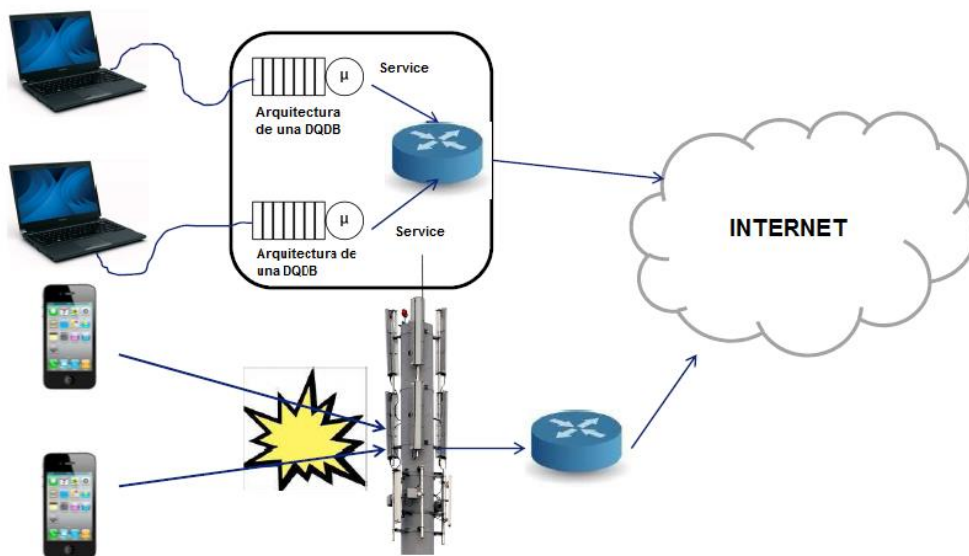


Figura 2. 2: Derivación del espectro RF.

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

Recordemos que de acuerdo al tipo de transmisión (véase tabla 2.1) desde VLF (*Very Low Frequency*) hasta EHF (*Extremely High Frequency*), la longitud de onda y la frecuencia de la radiación electromagnética están

relacionadas de acuerdo a: longitud de onda ( $\lambda$ ) = velocidad de la luz (c) / frecuencia (f).

Tabla 2.1: División del espectro por radio frecuencias

<b>Tipo de transmisión</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Longitud de onda</b>
Frecuencia muy baja(VLF)	9-30KHz	33-10 km
Bajo frecuencia (LF)	30-300 kHz	10-1 km
Frecuencia media (MF)	300-3000 kHz	1000-100 m
Alta frecuencia (HF)	3-30 MHz	100-10 m
Frecuencia muy alta (VHF)	30-300 MHz	10-1 m
Ultra alta frecuencia (UHF)	300-3000 MHz	1000-100 mm
Súper alta frecuencia (SHF)	3-30 GHz	100-10 mm
La frecuencia extremadamente alta (EHF)	30-300 GHz	10-1 mm

Fuente: (Rackley. Steve, 2007)

Elaborado por: El autor

### 2.1.2. Reglas sobre el uso del espectro de RF

El uso del espectro en RF, sus términos y usos de bandas de frecuencias pueden utilizarse para diferentes servicios tanto con licencia como sin licencia, siendo los niveles de potencia de transmisión permitidos para diferentes formatos de señales, son controlados por autoridades que se encargan de países o regiones.

Aunque existan tendencias de la regulación del espectro entre varios países y ciudades establecidas, denominadas por la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

(véase tabla 2.2), existen diferencias de gran porcentaje entre las asignaciones del espectro y otras condiciones tales como los niveles de potencia que son admisibles por medio de los transmisores y el Diseño de hardware e interoperabilidad.

Tabla 2.2: Países reguladores

País / Región	Siglas del Organismo regulador	Organismo regulador
USA	FCC	Comisión Federal de Comunicaciones
Canadá	IC	Industria Canadá
Europa	ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
Japón	ARIB	Asociación de Industrias y Negocios de la Radio

Fuente: (Rackley. Steve, 2007)

### 2.1.3. Transmisión por radio como medio de red

En comparación con los tipos de cable de red par trenzados, la red física de RF es dedicada a resolver muchos problemas, como por ejemplo la seguridad mediante vía de radio frecuencia, es una preocupación importante ya que las transmisiones RF son mucho más abiertas a la interceptación que las confinadas a un cable (véase figura 2.3). La fiabilidad de los enlaces de datos, los errores de transmisión de bits resultantes de la interferencia y otros problemas de propagación de la señal son probablemente el segundo reto más importante en las redes inalámbricas.

Una tecnología que dio un salto cuántico en abordar este problema (*transmisión de espectro ensanchado*), es el control del acceso al medio de transmisión de datos por múltiples dispositivos cliente o estaciones es también un desafío diferente para un medio inalámbrico, en el que, a diferencia de una red cableada, no es posible transmitir y recibir al mismo tiempo.

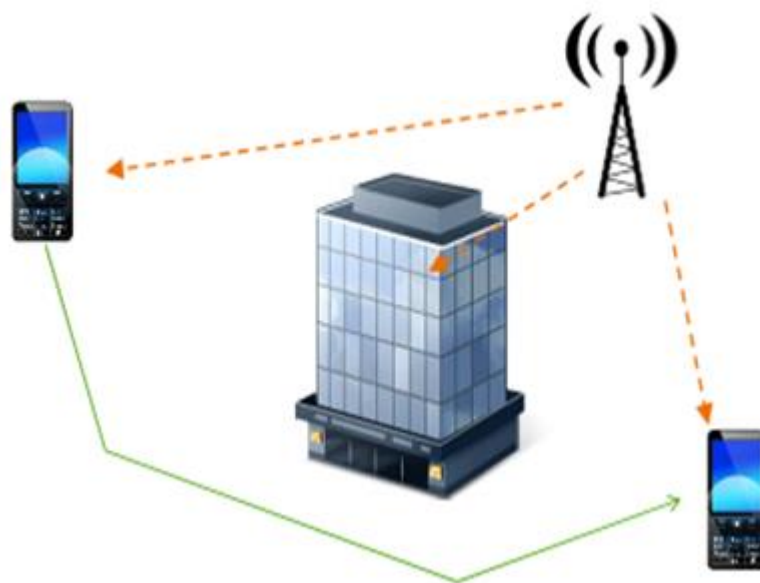


Figura 2. 3: Transmisión por radio como medio de red

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

## 2.2. Multiplexaje inalámbrico y técnica de acceso múltiple

Las técnicas de Multiplexación apuntan a aumentar la eficiencia de la transmisión mediante la transmisión de múltiples señales o flujos de datos en un único medio. La capacidad aumentada resultante puede utilizarse para proporcionar una velocidad de datos más alta a un solo usuario, o para permitir a múltiples usuarios acceder al medio de forma simultánea sin interferencias.

El acceso de los usuarios al ancho de banda se puede separar mediante un número de medios: en tiempo (*Time Division Multiple Access, TDMA*), en

frecuencia (*Frequency Division Multiple Access, FDMA* o *OFDMA*), en el espacio (*Space Division Multiple Access, SDMA*) o asignando a los usuarios códigos únicos (*Code Division Multiple Access, CDMA*).

### 2.2.1. Acceso múltiple por división de tiempo

El acceso múltiple por división de tiempo (*Time Division Multiple Access, TDMA*) permite a múltiples usuarios acceder a un solo canal sin interferencia al asignar intervalos de tiempo específicos a cada usuario (véase figura 2.4). Una forma simple de TDMA es dúplex de división en el tiempo (*Time-Division Duplexing, TDD*), donde se usan períodos de transmisión alternativos para enlace ascendente y descendente en Un sistema de comunicación dúplex. TDD se utiliza en sistemas telefónicos inalámbricos para acomodar la comunicación bidireccional en una sola banda de frecuencia.

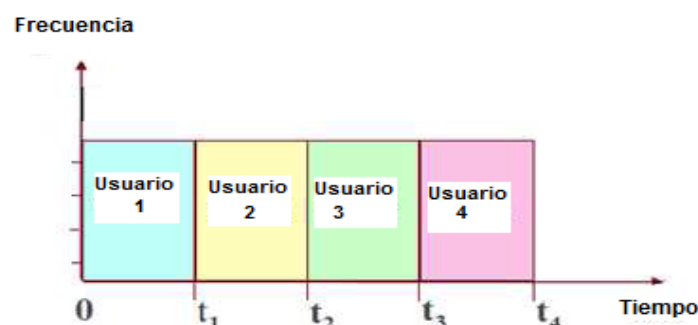


Figura 2. 4: Gráfico TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo)

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

### 2.2.2. Acceso múltiple por división de frecuencia

En contraste con el TDMA, el acceso múltiple por división de frecuencia (*Frequency Division Multiple Access, FDMA*) proporciona a cada usuario un canal continuo que está restringido a una fracción del ancho de banda

disponible total. La duplexación por división de frecuencia (*Frequency Division Duplex, FDD*) es una forma simple de FDMA en la que el ancho de banda disponible se divide en dos canales para proporcionar una comunicación dúplex continua, tal como se muestra en la figura 2.5.

Los sistemas de telefonía celular como GSM o *Global System for Mobile communications* (2G) y UMTS o *Universal Mobile Telecommunications System* (3G) usan FDD para proporcionar canales separados de enlace ascendente y descendente, mientras que los sistemas de teléfonos celulares 1G utilizan FDMA para asignar ancho de banda a múltiples llamadas.

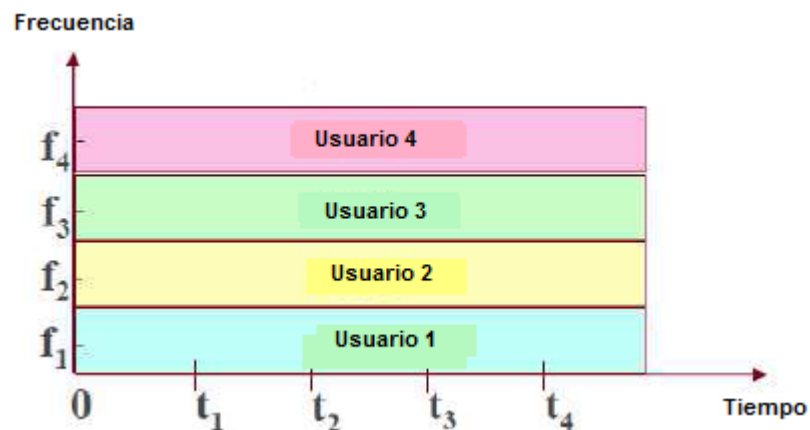


Figura 2. 5:: Gráfico FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia)

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

### 2.2.3. Multiplexación por división de frecuencia ortogonal

La multiplexión por división de frecuencia ortogonal (*Orthogonal Frequency Division Multiplex, OFDM*) es una variante de Multiplexación por división de frecuencia (*Frequency Division Multiplexing, FDM*), en la que se transmiten varias frecuencias de subportadoras discretas dentro de una banda

con frecuencias elegidas para asegurar una interferencia mínima entre subportadoras adyacentes (véase figura 2.6). Esto se consigue controlando la anchura espectral de las subportadoras individuales (también llamadas tonos) de modo que las frecuencias de las subportadoras coincidan con mínimos en los espectros de subportadoras adyacentes.

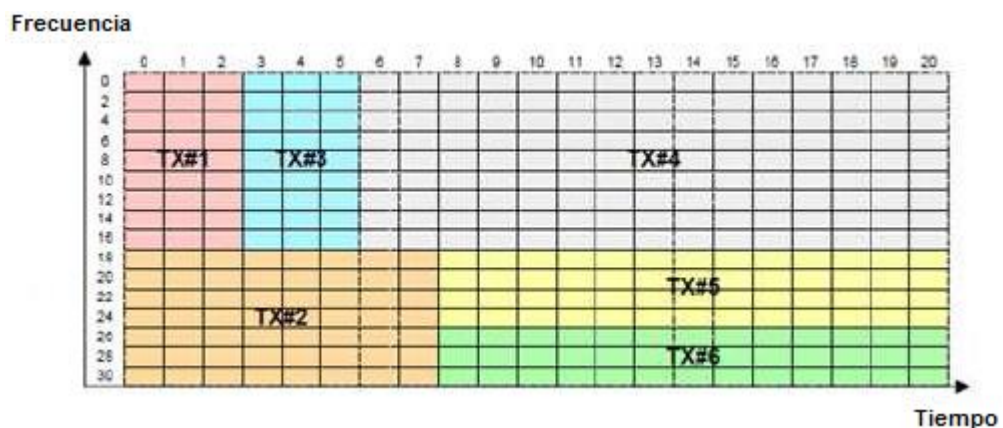


Figura 2. 6: Gráfico OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal)

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

#### 2.2.4. Acceso múltiple por división de código

CDMA (*Code Division Multiple Access*) está estrechamente relacionado con DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*), donde se utiliza un código de pseudo-ruido para difundir una señal de datos sobre un ancho de banda ancho con el fin de aumentar su inmunidad a la interferencia. Como se señaló anteriormente, si dos o más transmisores utilizan códigos de pseudo-ruido (PN) ortogonales diferentes en el espectro ensanchado DS, pueden operar en la misma banda de frecuencias y en la misma área física sin interferir (véase figura 2.7).



La propiedad de ortogonalidad es la base de CDMA y se utiliza en la telefonía móvil 3G para garantizar que muchos usuarios, cada uno asignado un código de acceso ortogonal único, puede transmitir y recibir sin interferencia dentro de una sola célula de red.

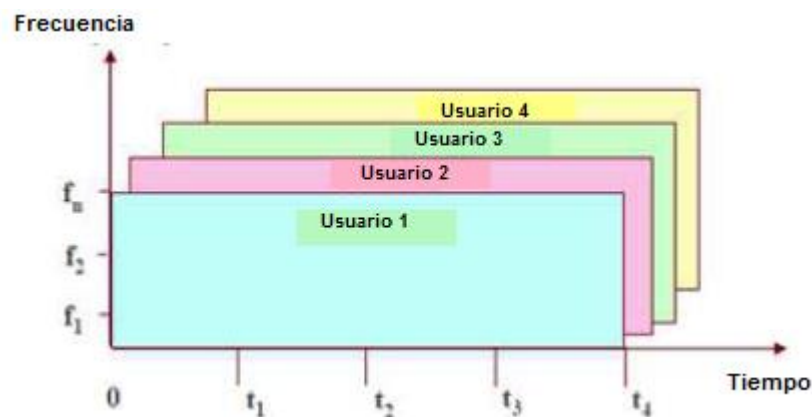


Figura 2. 7: Gráfico CDMA (Acceso múltiple por división de código)

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

### 2.3. Propagación y Recepción de Señales RF (*Radio Frequency o Radiofrecuencia*)

La primera parte de este capítulo describió las diversas técnicas que se utilizan para codificar y modular una corriente de datos de entrada en una portadora de radiofrecuencia, los diversos factores que inciden en la transmisión, propagación y recepción de ondas de radio, lo que permitirá hacer una estimación de los requisitos de potencia para una determinada aplicación de red inalámbrica.

- **Propagación y pérdidas de señales de RF (Radio Frequency o Radiofrecuencia)**

Entre las antenas de transmisión y recepción, la señal de RF está sujeta a una serie de factores que afectan a la intensidad de la señal. Estos se consideran en las siguientes secciones, como se muestra en la figura 2.8.

- **Pérdida de espacio libre**

Una vez que la señal está irradiando hacia fuera de la antena, la potencia de la señal cae con la distancia debido a la extensión de las ondas de radio. Esto se conoce como pérdida de espacio libre, y en general es el factor más significativo que afecta la intensidad de la señal recibida (véase figura 2.8).

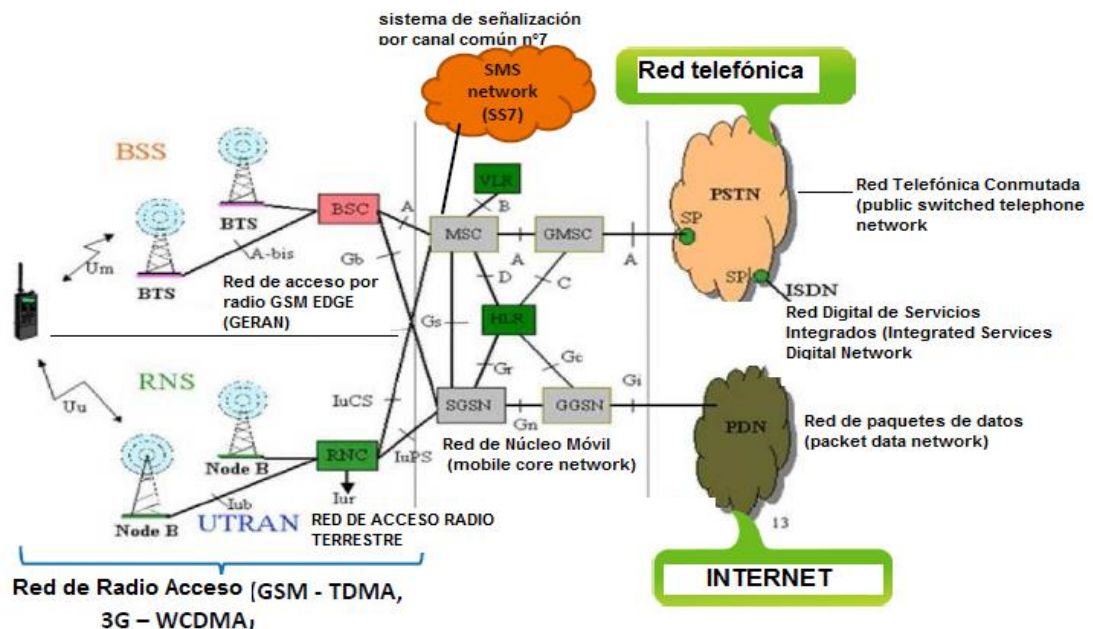


Figura 2. 8: Gráficos de señales transmitidas

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

## 2.4. Comunicaciones inalámbricas

Se conoce como comunicaciones inalámbricas a los sistemas de radio frecuencia entre puntos y multipuntos que no poseen una comunicación continua mediante un cable transmisor ni receptor, los sistemas de comunicaciones inalámbricas son precedidos por medio de pulsos electromagnéticos o pulsos de ondas moduladas en el espacio, siendo que los sentidos físicos solo se encuentran en la parte de transmisión y recepción (véase figura 2.9).



Figura 2. 9: Tipos de tecnologías de las comunicaciones inalámbricas  
Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas están formados por antenas, radio bases, dispositivos móviles, computadoras portátiles etc. ; las configuraciones inalámbricas que se realizan mediante conexiones vía microondas que facilitan la conexión en lugares donde los aparatos electrónicos como computadoras no llegan a estar ubicados en partes fijas,

sino más bien están en movimiento, claro está que las redes por medio de cable genera una ganancia de conectividad por el trato de comunicación que tiene, llevando a cabo una exacta transmisión sin permitir que los datos sean dañados en el camino, las velocidades de las tecnologías que son transportadas tanto inalámbrica como por medio de cable son variables, siendo la comunicación de 1 gigabyte para la transferencia por medio de cobre y de 118 para las redes inalámbricas.

Se puede analizar que utilizando ambas tecnologías se permite la implementación de la parte alámbrica con sus equipos respectivos, siendo la parte principal de la comunicación y al mismo tiempo se instala equipos de manera inalámbrica para su uso externo y así el usuario pueda utilizar en dispositivos móviles una conexión de largo o corto alcance.

Existen redes que solo se encargan de portar una comunicación de un solo paquete de datos y dejan a un lado la comunicación por voz, a este sistema se lo conoce como conmutación por radio; este tipo de comunicación no tiene pérdida de señal y ayuda de manera excelente al envío de datos, la comunicación por vía inalámbrica está basada en una portabilidad de frecuencia y ondas de radio frecuencia bajas en una ancho de banda de manera específica donde se manejan de forma libre o privada sea cual sea la forma de comunicación.

El tipo de aplicabilidad de esta comunicación es de darle un mayor uso a este tipo de red y dejar a un lado el tipo de comunicación por cable que se

utiliza a menudo, sino que también tengan un uso en otro tipo de actividades como la robótica, domótica, variabilidad de transmisión de datos en antenas de tv y en servicio de telefónica fija y, móvil.

#### 2.4.1. Clasificación de estándares.

Los estándares, que están ejercidos por la IEEE (*The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) 802.11x que son dados para las actividades de wireless LAN (*Local Area Network*), WI-FI (*Wireless Fidelity*) como se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3: Clasificación de los estándares inalámbricos

Estándar WLAN	802.11b	802.11a	802.11g	802.11h	HiperLAN2	Bluetooth
Organismo	IEEE(USA)	IEEE	IEEE	IEEE	ETSI(euro)	Bluetooth SIG
Finalización	1999	2002	Jun,2003	2003	2003	2002
Denominación	Wi-Fi	Wi-Fi5				
Banda frecuencias	2.4GHz (ISM)	5 GHz	2.4GHz (ISM)	5 GHz	5 GHz	2.4 GHz
Velocidad máx.	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	0.721Mbit/s
Throughput medio	5,5 Mbps	36 Mbps			45 Mbps	
Interfaz aire	SSDS/FH	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM	DSSS/FHSS
Disponibilidad	>1000	algunos	algunos	algunos	(2004)	Muchos
Otros aspectos				TPC, DFA		
Nº de canales	3c no solapados	12 no solapados	3 no solapados	19 no solapados		

Fuente: (Alonso M. et al., 2002)

- **Estándar IEEE 802.11**

Es la tecnología más difundida para LAN inalámbrica 2 modos diferentes Infraestructura (*Access Point, AP*) Independiente Basado en CSMA-CA

(*Detección de Colisiones de Acceso Múltiple Evitación de Colisiones o en inglés Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*).

- **Estándar IEEE 802.11a**

Estándar de conexión inalámbrica se encarga de suministrar velocidades de TX de 54Mbps está basado en una banda de frecuencia de 5GHz, posee tecnología OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*), este tipo de tecnología estándar posee una velocidad cinco veces más rápida.

- **Estándar IEEE 802.11b**

Este estándar es el más popular y el que más se utiliza en la actualidad este estándar posee una velocidad de transmisión de 11 Megabits por segundo, por otra parte en las telecomunicaciones existen las comunicaciones cuyas siglas en inglés (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA*) que significan acceso múltiple por detección de portadora y prevención de colisiones, siendo un protocolo de niveles bajos y esto ayuda a que estaciones múltiples se comuniquen por un mismo medio.

- **Estándar IEEE 802.11e**

Este tipo de estándar se encuentra aún en desarrollo, está destinado este estándar a mejorar la calidad del servicio que ofrece la tecnología WI-FI su importancia radica para la transmisión tanto de voz como de video.

- **Estándar IEEE 802.11g**

Este estándar está formado por conexiones inalámbricas y se encarga de suministrar velocidades de más de 54 Mbps, maneja una frecuencia de 2.4 GHz su tecnología es basada en OFDM, la ventaja que provee este estándar es que es compatible con el estándar 802.11b, todos los equipos con este tipo de estándar 802.11g podrán ofrecer conectividad WLAN (*Wireless local Area Network*).

- **Estándar IEEE 802.11i**

Este estándar es de seguridad para las redes que son de tecnología WI-FI, en este estándar definimos los protocolos que se encargan de encriptar la tecnología WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2).

- **Estándar IEEE 802.11n**

El estándar 802.11n está predispuesto a la obtención de mayor ganancia en la transmisión para la tecnología WI-FI, las velocidades serán superiores a los 100Mbps.

- **Estándar IEEE802.16**

Estándar de conexión de forma inalámbrica más conocido como WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), de compatibilidad con la tecnología WI-FI, se originó con la capacidad de tener una cobertura de hasta 50Km, este tipo de estándar permite un alcance de TX de 70Mbits en las bandas de frecuencia que están entre 10 GHz y 66GHZ.

- **Estándar IEEE 802.16d**

Estándar de comunicación inalámbrico, cuyas velocidades son suministradas en un porcentaje de 300Kb y 2Mbps usado en una banda de 2GHz a 11GHz.

- **WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*)**

Este tipo de estándar utiliza una técnica de modulación que está incorporada por el 802.11a y el 802.11g, son utilizados para la transmisión de una gran cantidad de datos de forma digital a través de ondas radioeléctricas, hay gran cantidad de transmisión, pero con la tecnología OFDM se optimiza la señal bajando el tipo de ruido cuando se hacen las transmisiones de señal.

- **Bluetooth**

Son datos a un cierto rango para que ejerzan una comunicación precisa y ordenada llevando a cabo transmisión de cualquier tipo de datos que se desee ofrecer.

- **Hiperlan**

Este tipo de tecnología se trata de un estándar global que es utilizado para anchos de banda de manera local (*Local Area Network, LAN*) y son operados en un rango de datos a transmitir de 54 Mbps en la frecuencia de banda de 5GHz.

#### **2.4.2. Soluciones de propietarios**



Trata sobre el incremento de la parte financiera en el sector de las tecnologías que ha sido generado en diferentes entidades para contar con herramientas que ejecuten gestiones en aspectos riesgosos y notoriamente llevan de la mano las mejoras en la parte tecnología y del área de capacidad.

- **Protocolos**

Como protocolos en sectores importantes a las telecomunicaciones, tenemos la presencia del protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*), siendo un estándar global abierto únicamente para aplicaciones que usen comunicaciones de tipo inalámbricas; un mejor ejemplo puede ser los servicios de datos móviles que son dados por la empresa a la que pertenezca el usuario.

- **Mobile IP**

Se trata de un mejor servicio a través de los nodos móviles dentro de la red, estos nodos permiten cambiar los puntos de acceso a la red sin tener que hacer un cambio de direcciones IP, esto hace que la red que sea transportada y sus distintas conexiones sean de un nivel alto manejable mientras el usuario se mueve, la transmisión del nodo se realiza sin que la propagación sea enrutada a través de hosts.

- **Mobile TCP (*Transmission Control Protocol*)**

Son notificaciones solamente basadas en códigos de sistema proxy de transmisión de protocolos de control que son usados de extremo a extremo o sea son utilizadas en redes inalámbricas para su óptimo rendimiento.

### 2.4.3. ¿Cómo están formadas las comunicaciones inalámbricas?

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas están formados por antenas, radio bases, dispositivos móviles, computadoras portátiles etc., las configuraciones inalámbricas que se realizan mediante conexiones vía microondas están facilitando la conexión en lugares, donde los aparatos electrónicos como computadoras no llegan a estar ubicados en partes fijas sino más bien están en movimiento (véase figura 2.10).

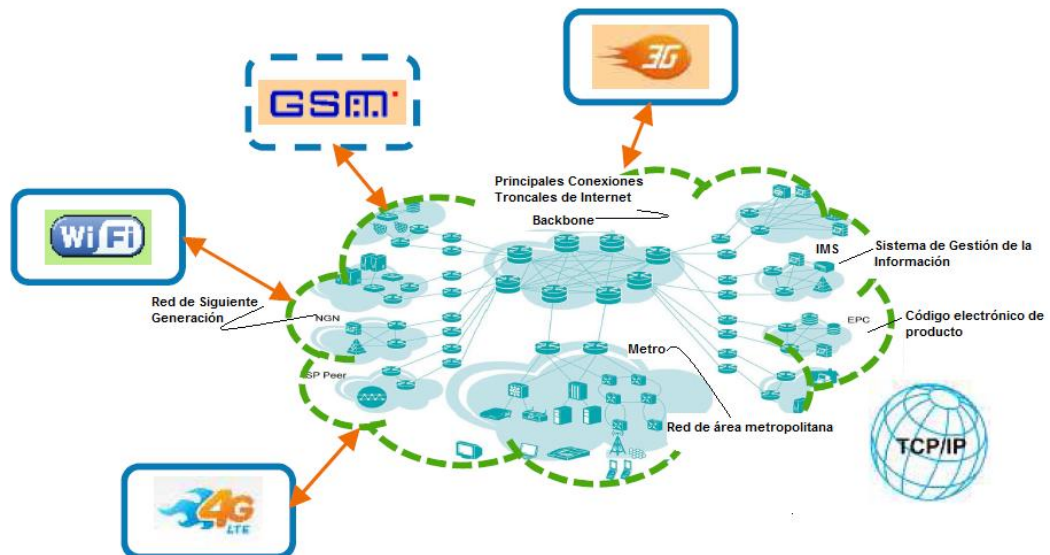


Figura 2. 10: Modos de operación de las comunicaciones inalámbricas

Fuente: (Piqueras.J, 2014)

Elaborado por: El autor

Claro está que las redes por medio de cable generan una ganancia de conectividad por el trato de comunicación que tiene llevando a cabo una

exacta transmisión sin permitir que los datos sean dañados en el camino, las velocidades de las tecnologías son transportadas tanto inalámbrica como por medio de cable, siendo la comunicación de 1 gigabyte para la transferencia por medio de cobre y de 118 Mbps para las redes inalámbricas.

Se puede analizar que utilizando ambas tecnologías se permite la implementación de la parte alámbrica con sus equipos respectivos, siendo la parte principal de la comunicación, y al mismo tiempo se instala equipos de manera inalámbrica para su uso externo y así el usuario pueda utilizar en dispositivos móviles, una conexión de largo o corto alcance.

Existen redes que solo se encargan de portar comunicación de solo paquete de datos y dejan a un lado la comunicación por voz, a este sistema se lo conoce como conmutación por radio, este tipo de comunicación no tiene pérdida de señal y ayuda de manera excelente al envío de datos; la comunicación por vía inalámbrica está basada en una portabilidad de frecuencia y ondas de radio frecuencia bajas en una ancho de banda de manera específica donde se manejan de forma libre o privada sea cual sea la forma de comunicación .

El tipo de aplicabilidad de esta comunicación es de darle un mayor uso a este tipo de red y dejar a un lado el tipo de comunicación por cable que se utiliza a menudo, sino que también tengan un uso en otro tipo de actividades como la robótica, domótica, variabilidad de transmisión de datos en antenas de tv y en servicio de telefónica fija y móvil.

- **Ad- hoc**

Este tipo de funciones que son coordinadas en una forma aleatoria siendo asumidas por las estaciones presentes, el tipo de tráfico a comunicarse es de forma directa entre los equipos asignados, obteniendo una ganancia máxima del canal de comunicaciones que se está encargando de transmitir, este modo se encuentra empleado frecuentemente que resulta ser muy útil cuando el tráfico existente es repartido entre los equipos que se encuentran presentes (véase figura 2.11).



Figura 2. 11: Gráfico modo ad-hoc  
Fuente: (Rackley. Steve, 2007)

Son estaciones que no son comunicadas entre las mismas de una forma directa y el otro es de infraestructura en donde las estaciones comienzan a acceder en la red de forma única o en varios puntos para su respectivo acceso.

El estándar define dos modos de operación para un BSS (*Business Support Systems*), son celdas de forma inalámbrica que no poseen conexión

alguna o algún tipo de distribución y es por eso que no posee intercomunicación con otras redes.

Modo ad-hoc y modo de infraestructura. Una red ad-hoc se forma cuando un grupo de dos o más estaciones 802.11 se comunican directamente entre sí sin punto de acceso o conexión a una red cableada (véase figura 2.12).

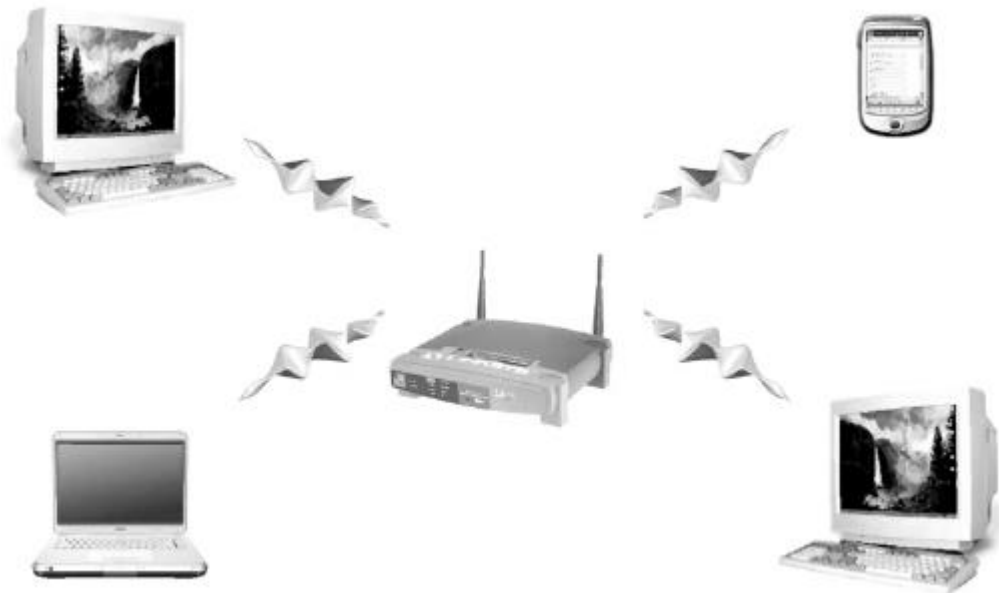


Figura 2. 12: Gráfico modo ad-hoc  
Fuente: (Rackley. Steve, 2007)

#### **2.4.4 WLAN**

Estas redes de manera inalámbricas conocida como red de área local por llevar las siglas en inglés (*Wireless Local Area Network*), suelen tener una cobertura desde los 10 hasta los 100 metros, también se las conoce por su forma de transmisión de datos ya que menudamente suele permitir el uso de bandas de frecuencia sin una licencia respectiva.

Son usadas también para comunicar de una forma rápida y precisa con una alta capacidad de los datos a transmitir, este tipo de tecnología tiene una cuantificación de 100 metros y su índice de datos transmitidos llegan hasta los 11 Mbps, las tecnologías que poseen este tipo de conectividad son normalmente las que poseen plataformas de robustez más altas dando una abastes de potencia como en el caso de los pc portátiles.

- **Arquitectura de la WLAN**

Utiliza una función que se encarga de converger la capa física, es capaz de adaptar las partes más importantes del sistema que es dependiente del medio (*Dispersión por Modo de Polarización, PMD*), son implementaciones realizadas por el protocolo PLCP (*Physical Layer Convergence Procedure*) que es definido por su forma de realizar mapeos (véase figura 2.13).

- (PMD) Son sistemas cuyas funciones definen características del medio a transmitir a través de medios sin necesidad de cables.
- La conexión entre las capas se realizarán mediante la comunicación de las MACs de estaciones varias, donde siempre la MAC y su respectiva capa llamara a realizar las propias primitivas del servicio que requiera adquirir.

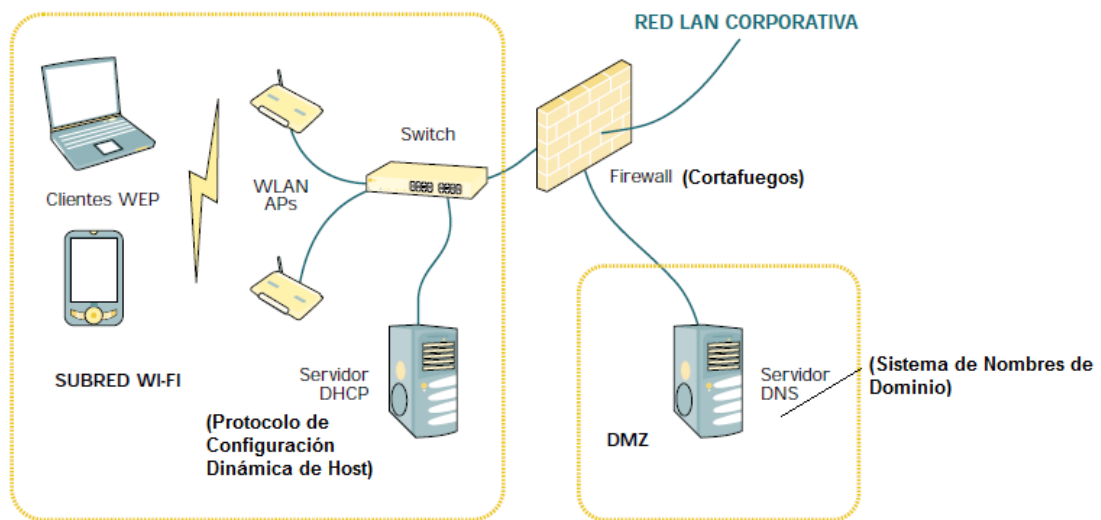


Figura 2. 13: Arquitectura básica de una red WLAN

Fuente: (Pellejero., Andreu., & Lesta., 2006)

Elaborado por: El autor

- **Nivel de acceso al medio (MAC)**

Estos tipos de accesos fueron diseñados de forma ordenada según el acceso del modelo OSI, su ubicación está en el nivel físico y se encuentra estacionado en la parte inferior del nivel de enlace. La MAC es definida como subnivel por lo tanto el acceso es compartido de las tarjetas de red hacia al medio físico, en pocas palabras otorga la definición exacta en que se accede al medio físico empleando la red para intercambiar datos.

La capa MAC no solo administra también controla la sincronización de algoritmos proyectando el sistema de distribución y es en esta donde se definen los conjuntos de servicios de forma precisa para la parte de infraestructura.

- **Diseño de una red WLAN**

El diseño de una red WLAN está compuesto por tres tipos de capas, a continuación, se dará a conocer los tipos de capas que la componen (véase figura 2.14).

- **La capa de acceso:** estos elementos dan acceso a las redes de las estaciones, introducen tráfico de la red, controlan el acceso, autentifican, autorizan o contabilizan el filtrado del tráfico y permite el redireccionamiento. toda red de forma inalámbrica debe de estar contemplada en esta capa.
- **La capa de distribución:** permite la intercomunicación en partes de la red, organiza y se encarga de redistribuir el tráfico, controla y redirecciona el tráfico, también se encarga del acceso a los servicios de las partes de infraestructura, la manipulación de los paquetes y se encarga de la conectividad basada en políticas de privacidad.
- **El núcleo:** se encarga de la conmutación a altas velocidades, no permite la manipulación de ningún tráfico.



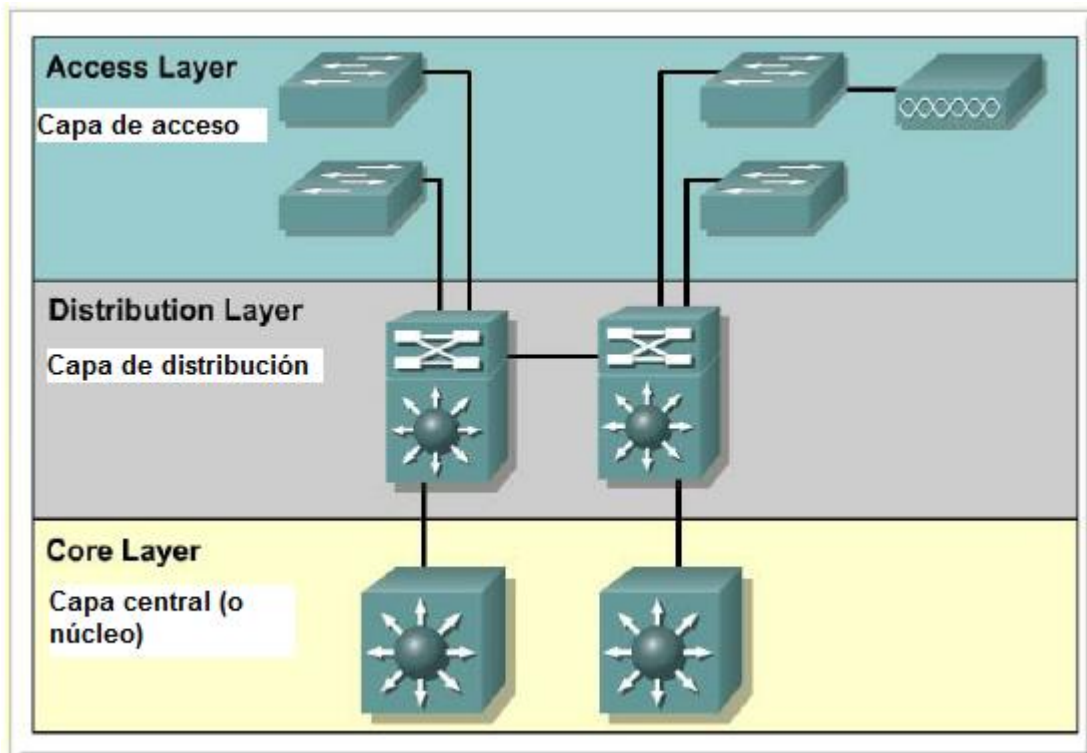


Figura 2. 14: Distribución de capas

Fuente: (Cabrera E, 2007)

Elaborado por: El autor

- **Rol en la infraestructura de WLAN**

Para ejercer el rol en las redes WLAN se necesitan dos tipos de ambientes que son.

- WLAN in-building
- WLAN Building-to-building

Los requerimientos posibles que dan a conocer este tipo de red son d mucho beneficio ya que permite una mejoría tanto en cobertura, velocidad, roaming transparente, redundancia y autenticación o autorización. Como

consideraciones externas que podemos tener están las siguientes propuestas sobre la infraestructura.

**Repetidores:** Que son encargados de aumentar el tipo de alcance en el mismo canal ofrecido, ofrece también una reducción propicia sobre el rendimiento de las redes.

**Redundancia:** Propone sobre varios tipos de ACCESS POINT (AP), en los mismos canales.

**Escalabilidad:** Los Access point (AP) estos tipos de HUB solo son distintos AP en distintas frecuencias, se las puede lograr establecer como se hace con los distintos switches.

- **Tipos de disposiciones de los AP**

Los distintos tipos de AP proporcionan velocidades mínimas que son requeridas para una mejoría en los niveles de movilidad por la densidad de usuarios que requieran de este servicio. Los tipos de coberturas que ejercen son las frecuencias diferentes para cada uno de los AP (*Access Point*), se permite ubicar los AP según la necesidad de los tipos de coberturas y velocidades de parte mínima, por otra parte, se encargan de determinar los tipos de necesidades por parte de la densidad de usuario es decir mientras más usuarios existan se utiliza menos ancho de banda por cada frecuencia asignada.

Cada uno de los pasos a seguir se encargarán de determinar la o las mejores posiciones de los distintos AP, también tratar de establecer las frecuencias que se esté empleando para las frecuencias que estén en algún tipo de operación.

- **Tipos de seguridad en las redes WLAN**

Existen tipos de pasos a conocer sobre cómo se debe asegurar una red WLAN y conocer cuáles son los tipos de ataques que lo conforman, estos ataques se encuentran divididos en dos grupos. Existen los ataques de forma pasiva y los ataques activos

- Los ataques activos implican formas de modificación en los tipos de flujos de datos dedicados a las creaciones que son establecidos por falsos flujos de datos a transmitir, pueden tener una pretensión de crear un colapso sobre servidores de red.
- Los ataques activos implican la modificación sobre el flujo de datos o implican a la creación de los falsos datos en su transmisión, pueden tener dos cosas distintas, pueden pretender que son alguien que no son o la otra que es colapsar en los servicios que se esté prestando por la red.

## **2.5. Femtoceldas**

Los orígenes de esta tecnología llamada FEMTOCELDA, a lo largo de que se vaya elaborando el capítulo iremos analizando y captando las diversas fichas y artículos relacionados a estándares de comunicación que se ejerce.

Como se ha venido especificando en los temas con anterioridad, la tecnología de las femtoceldas no están desarrolladas de una manera concreta y absoluta, es por eso que a lo largo de este estudio iremos buscando resúmenes de formas directas del origen y hacia dónde se dirige este tipo de tecnología en la actualidad denominadas femtocelda, así como los problemas que se verán debido a su implementación, este tipo de tecnología es mayoritariamente compleja y trataremos de darle una mayor optimización a la misma.

Sus orígenes yacen en las referencias de los artículos puestos en las referencias por la IEEE en la cual explica artículos relacionados con breves definiciones de los sistemas de femtoceldas, dando a conocer los motivos que han sido determinados para que este tipo de tecnología aparezca y sea una de las soluciones a problemas de coberturas en los escenarios de exteriores y aumentar el tráfico de datos binarios a los usuarios.

La utilización de este medio abre un sin números de preguntas e interrogantes sobre la aparición de este nuevo tipo de tecnología y de sus interferencias que aparecen, también sobre los firewalls de seguridad y

códigos de encriptación que se necesita para ofrecer diversos servicios a los usuarios dándole como finalidad absoluta a las femtoceldas una mayor comodidad de recursos básicos para su desarrollo a las tecnologías de 4ta generación que se están estableciendo de a poco.

Entre las dificultades que pueden surgir al ponerse en marcha dicha tecnología pueden ser la colocación de antenas femtoceldas por parte de los clientes o usuarios, siendo también la mayor parte la dificultad de ejercer una buena gestión de frecuencia haciendo que esta tecnología se vaya formando de manera difícil por los obstáculos que se vendrían dando de a poco.

Viendo que las causas y problemas adquiridos son revelados se dictaminan respuestas claras y se empieza a clasificar el o los tipos de interferencias entre las distintas tecnologías de red también llamada redes de alto nivel y la femtocelda mismo, para coordinar estos detalles se establecen medidas de series y técnicas de evasión para el efecto nocivo de problemas de interferencia que puedan existir cuyos problemas pueden ser la distinción de radio bases o portadoras de señal o los problemas que se pueden dar también en los puntos de ganancia de potencia de la femtoceldas adaptada.

En realizar una mejoría en solución de problemas a nivel de cobertura y propagación es decir hay un aumento de red en las zonas donde se realizan las operaciones. Estas femtoceldas permiten que al momento de ser usadas incrementan el tráfico de datos y permite una mejoría sustancial en las

coberturas de 3G, obviamente toda solución tiene su gasto y las instalaciones de este tipo de tecnología son de manera costosa y eso lleva una gran desventaja es decir no es tecnología antigua y siendo nueva en el mercado sería una costosa lucha por su crecimiento.

Constituyendo así una mejoría en calidad de sistemas de comunicación y propagación de señal este tipo de implementación conllevaría a un hardware nuevo, otra de las grandes desventajas y creo que seguramente sería una de las más graves es el caso de las interferencias esto impone que las antenas de las operadoras instaladas en domicilios y demás lugares sean una concatenación con la instalación de las macroceldas y cada abonado que necesite de las mismas, todo esto sucede en caso de hogares y lugares donde la incrementación de sectores rurales hagan pasada alguna, siendo los caso de perdidas los más interesados por las operadoras que deseen invertir con este tipo de tecnología (véase figura 2.15).

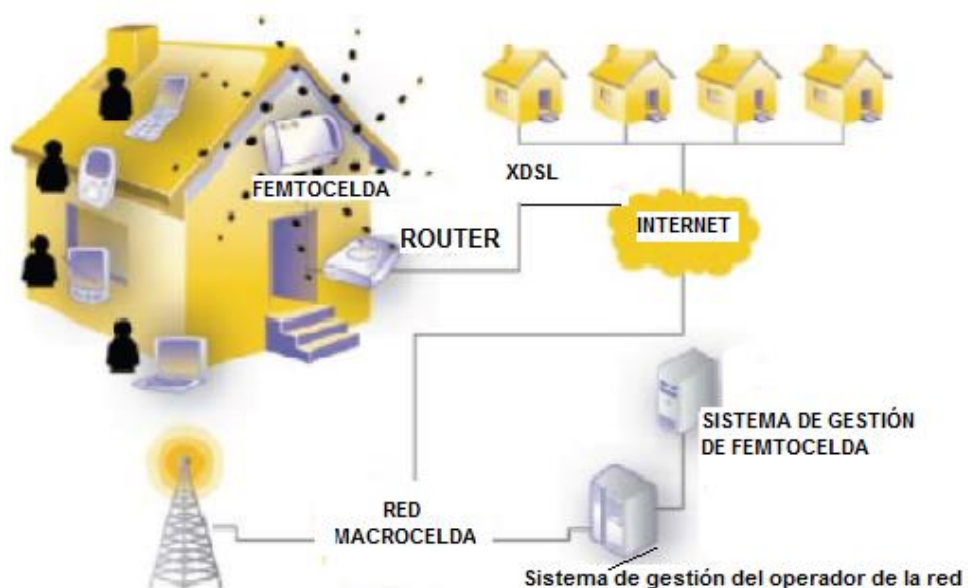


Figura 2. 15: Esquema de una red femtocelda

Fuente: (Morales Céspedes, 2010)

Elaborado por: El autor

Hay ocasiones donde los usuarios que utilizan una macrocelda están utilizando una misma frecuencia y es el mismo terminal de la femtocelda, entonces las interferencias comienzan a ser parte de los enlaces que se estén dando en ese momento; sus cambios suelen ser de forma creciente en ambas partes, es decir tanto en las macrocelda como en las femtoceldas y esto provoca una reducción de servicios que la operadora haya ofrecido, a esto se lo denomina zona de baja potencia o muerta.

Para todo esto y evitar pérdidas por parte de las operadoras han solucionado mayoritariamente una parte utilizando tecnología, esta tecnología se denomina MIMO (*Multiplex in- Multiplex out*) es decir que con mimo existen múltiples entradas y salidas a la vez, a simple vista da a entender que una sola tecnología puede ayudar sacando todo estos problemas, pero no es así, la tecnología mimo es un tema muy complejo que además de ayudar a la información a ser difundida.

Hay que saber la forma de como esa información será entregada, las velocidades que alcanza a transmitir con la tecnología mimo son de tasas que están desde los 300 hasta los 600Mbps, este tipo de tecnología también es usada en las tecnologías de última generación como lo es en la red de LTE, WIMAX esto permite ganar un mayor alcance en parte de las mejoras que las

mismas poseen, es indispensable que no haya algún obstáculo en el trayecto de las emisiones de datos a transmitir (véase figura 2.16).

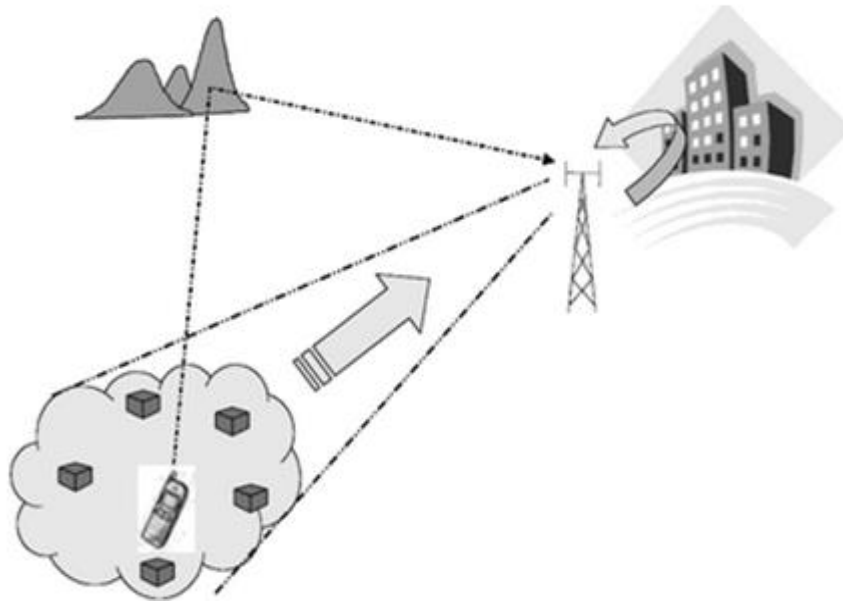


Figura 2. 16: Tecnología MIMO  
Fuente: (Tsoulos, 2006)

Debe existir una línea de vista para que los enlaces puedan suscitarse de forma correcta sin que exista daño alguno en la recepción, pero mimo es una tecnología que permite a pesar de no haber una buena línea directa de vista a una transmisión de ganancia absoluta pero esto también es gracias a la buena radiación de señal y potencia de ganancia que posee la misma para que al momento de transmitir no existan problemas en el camino, en palabras más concretas no importa que existan edificios, vehículos o usuarios a la vez los mismo contribuyen de cierto modo a la comunicación de señal.

Decimos entonces que la femtocelda posee tecnología mimo, ya que posee un envío de datos mayoritariamente en un mismo canal, son



velocidades que este canal lo posee en pocas palabras mimo utiliza dos antenas para su envío de datos esto es utilizado tanto en transmisión como en recepción.

Además de ser una tecnología dedicada para el uso en hogares por parte de las operadoras también se están implementando las femtoceldas en los estadios inteligentes, son proyecciones a gran escala debido a la gran influencia de gente que va domingo a domingo a ver un partido de futbol, por la aglomeración de personas el trafico tiende a subir y la calidad del servicio baja por la demanda de usuarios queriendo usar la red.

Debido a esto la mayoría de los nuevos estadios están tratando de dar una mejoría a su localidad por parte de operadoras y de empresas privadas para que así exista una mejoría en sus alrededores, ya se sabe que las femtoceldas son trabajadas de forma directa por otras tecnologías como HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), WIMAX, 3G, LTE, y que son de gran ayuda para su uso.

El objetivo principal de la tecnología femtocelda es representar de forma positiva tanto para los servicios que brindan las operadoras como a los mismos usuarios, algunos estudios dicen que aproximadamente el 50% de llamadas (voz) y más del 70% de los datos utilizados son realizados de forma interna, desde los puntos de vistas de los operadores.

- **Capacidad de cobertura**

Aunque se establece la baja potencia de transmisión en un punto de acceso de la tecnología femtocelda está la relación señal ruido SINR (*Signal to Interference Plus Noise Ratio*), estas serán de alto alcance en efecto elevación debido a las cortas distancias que existen entre el transmisor y receptor, los beneficios de forma inmediata son de realizar llamadas utilizando servicios de alta velocidades en coberturas máximas.

Otra de las ventajas sería la baja distancia entre los enlaces, y un posible aumento en las duraciones de baterías o terminales una vez creados los grupos cerrados dando como magnitud los puntos de accesos.

- **Capacidad de red**

Estableciendo los escenarios de forma interna como hogares, oficinas de trabajo entre otros escenarios más, tenemos que el aumento de la capacidad es inmediato debido al uso de este tipo de tecnología llamada femtocelda.

Por otra parte la red móvil permite otros tipos de beneficios, como se establece la ganancia de espectro en un aumento notorio debido a que el usuario está accediendo a un ancho de banda mayor, la otra ventaja es que la red que está generando el curso de datos dentro de los escenarios de hogares u oficinas de trabajo serán absorbidos por la red IP que se le haya asignado dando la reducción de la red móvil, todo esto ayuda a una mejoría

en las velocidades que son ofrecidas a los usuarios que se encuentren en estados de una macrocelda.

- **Reducciones en los costos**

El despliegue de la tecnología femtocelda daría fin con las instalaciones de grandes equipos en este sentido (antenas), por toda la ciudad o ciudades, los costos son variables dependiendo el tipo de tecnología al usar, se dice que las macroceldas yacen en un mantenimiento dentro de los \$ 60.000 de forma anual, en cambio el costo de las femtoceldas no es superior a los \$ 200 por año.

Podemos decir que el usuario tendría la misma magnitud de tráfico en la red de datos por un valor menor al normal solicitado por las operadoras, por otra parte, los distintos tipos de usuarios tendrían de una forma ventajosa un descuento en sus planillas de servicio de telefonía, el simple hecho de poder contar con redes móviles caseras permitirá que las tarifas sean de forma accesible tanto en los servicios de voz como los de datos.

- **Femtoceldas y su libre instalación**

La utilidad del sistema femtocelda y sus accesos son de libre albedrío al momento de su forma de instalación por cualquier lugar de donde se desee su implementar, por otra parte, a la hora de proceder a una instalación de macroceldas no solo se debe de enfocar en la parte estructural como lo es la

antena para que ejerza el servicio que desee transmitir tanto en voz como en datos en una zona determinada.

Se debe de tener en cuenta el estudio que se realiza en las zonas de distintas clases de los lugares de donde se requiera la instalación de la macrocelda, de esta manera podemos estar seguros del tipo de usuarios que serán abarcados por este tipo de tecnologías, se trata de trabajar con la cantidad de tráfico que será señalado.

Por otra parte los tipos de antenas macros son ubicados en los lugares vistos previos al estudio y antes de su colocación y también poder cumplir con las ordenes legales que se van desarrollando previamente a su instalación, todo este proceso es costoso para las operadoras o cualquier tipo de entidad privada o pública, entonces la creación de antenas femtoceldas no trata de eliminar de forma completa la colocación de antenas de gran tamaño pero lo que si ofrece es la reducción de instalar mayores antenas en el país.

- **Crecimiento en negocios**

Por lo tanto en el lado económico la tecnología femtocelda se encarga de abrir varias fuentes de ingresos en el sector de la tecnología de las telecomunicaciones, los fabricantes de los distintos diseños de hardware realizan diferentes dispositivos y así pueden lograr obtener una mejoría al momento de acceder a las distintas formas de las femtoceldas en sus

exteriores, manteniendo la calidad y sus parámetros respectivos, además de encargarse de poder transmitir en zonas de difícil acceso y de mala cobertura.

Las empresas que son dedicadas a los distintos tipos de creaciones de programas (*Software*) se encargan de las nuevas creaciones en diferentes aplicativos para las tecnologías nuevas, por otra parte, los sistemas de femtoceldas ayudan a la obtención de ganancias a las distintas clases de operadoras y empresas de hardware.

- **Medio ambiente**

El distinto uso de la tecnología femtocelda y sus aplicaciones ayudan a la reducción de los diferentes tipos de antenas de gran magnitud, obteniendo una derivación de los diversos tipos de tráfico donde antes tenían un breve paso usando estaciones macro, ahora por medio de las estaciones base pequeñas con un costo mínimo en la energía eléctrica y por otra parte las emisiones de los gases que son nocivos.

- **Femtocelda y su seguridad**

Los distintos tipos de funciones de los puntos de accesos de las femtoceldas son iguales o de forma similar al de los tipos de routers WI-FI, de tal manera que se ve envuelto a los mismos problemas que son típicos en las redes inalámbricas.

En sentido de privacidad, tipos de autenticidades y accesos de restricciones son los principales pensares de los usuarios, el mismo tipo de tecnología del WI-FI donde el dueño de la cobertura trata de que nadie obtenga su contraseña para que pueda acceder a su red, se han definido configuraciones varias donde seremos capaces de definir el o los tipos de grupos de donde se hará la conexión a los canales donde serán utilizados, pero para llegar a esto se necesitan cubrir con ciertos rangos de estudios previos.

### **2.5.1 Datos técnicos de la femtocelda**

Las ventajas principales de la tecnología femtocelda es debido a la calidad del aumento que se ve reflejado en el servicio que son brindados por las operadoras tanto públicas como privadas, la tasa de bits que es proporcional mediante los enlaces de manera inalámbrica se la obtiene por la ley de Shannon donde dice que se tiene en cuenta primero el ancho de banda ( $W$ ) por donde se transmite la señal, y luego la relación señal ruido ( $SINR$ ) que es transmitido por el enlace.

En primera instancia solo depende de su cantidad de espectro que se le asigne al canal, pero la relación  $SINR$  es derivada a un sin número de características que tenga el enlace, es decir se obtiene la potencia que es emitida por el TX (*Transmisor*), se saca la cantidad de la potencia que interfiere mediante los niveles de ruidos y las clases de pérdidas por medio de la propagación y el claro desvanecimiento de la señal que sea transmitida.

- **Aspectos radioeléctricos de una femtocelda**

Hoy en día hay sistemas que tiene un parecido a las funciones de las femtoceldas, uno de los ejemplos más relevantes está en la tecnología WI-FI que obviamente se encuentran instaladas de forma masiva en cientos de hogares debido a que sus operaciones se realizan en áreas de corto alcance y ofrecen un servicio que se denomina ADSL.

De tal manera que estas redes no tienen que llevar una convivencia con las redes de tecnología macro o de gran tamaño como las macroceldas, es por eso que de forma unilateral se encuentran realizando estándares para que de tal manera en las distintas empresas donde se encuentran realizando productos y cuya fabricación sea de tecnología de manera ejemplar para el servicio al usuario en todas las zonas donde las femtoceldas sean requeridas.

Las femtoceldas al momento conviven con cientos de dispositivos de tecnología como lo son WI-FI, las celdas de gran escala más conocidas como macro celdas y otros tipos de femtoceldas a su vez, es por eso que se realizan estudios debido al manejo de interferencias y poder así restablecer su función correcta. Las regularidades de una femtocelda es que pueden reducir en pequeñas estaciones bases y si transmitir en el radio de espectro que es adquirido por la operadora y es por eso que las leyes regulatorias de cada país llegan a intervenir en caso de no tener al día sus cargos por lo tanto se debe cumplir tanto con las leyes y las respectivas regulaciones en cada país.





## **CAPITULO 3 ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO**

### **3.1 Introducción**

La mayoría de las estaciones base de radio realizan el despliegue de señal al aire libre, por lo que se ve reflejado en el rendimiento de la propagación en partes interiores de forma menos accesible que el rendimiento que se hace cuando la propagación esta al aire libre, esto se debe a las grandes fallas de atenuaciones existentes, como pudimos darnos cuenta durante el proceso de observación directa en las instalaciones del Estadio Monumental Banco Pichincha.

Las partes desarrolladas de la banda ancha móvil llevan grandes cantidades de servicios de datos, por lo tanto preferiblemente estas son implementadas en áreas internas. Todo esto permite que el tipo de cobertura interna que antiguamente era inservible o insatisfactoria se convierta en una mejoría del rendimiento.

En los escenarios más amplios, donde requieren una mayor cobertura, como tenemos los aeropuertos, estadios y demás localidades que son utilizadas para estaciones bases libres, constituyen diversas dificultades ya que hay señales que atraviesan daños de atenuación por motivos de los servidores durante los procesamientos de comunicación o transmisión de datos; existen también ambientes con difícil acceso, entonces decimos que las estaciones bases que están al aire libre no nos pueden brindar una

cobertura de red en la parte interna ni pueden realizar el cumplimiento de requisitos para esa capacidad que se necesite.

Para darles soluciones a estos problemas, la compañía de tecnología innovadora Huawei ha incorporado al mercado un sistema de tecnología llamado LampSite estas tecnologías han sido probadas previamente en la parte técnica de las estaciones bases que se encuentran en el campo. Esta solución llamada LampSite incorpora RRU (*Blade Remote Radio Unit*) HUB y pico pRRU (*Pico Remote Radio Unit*), además también incorpora la unidad de banda base BBU y la unidad de conversión digital DCU (*Distributed Control Unit*) que solo se utiliza en los escenarios de tecnología GSM, utilizando cableado de fibra óptica y cables de Ethernet para obtener conexiones de puertos CPRI (*Common public radio interface*).

Este tipo de solución tiene como objetivo brindar una mayor capacidad con una configuración de forma flexible, en la ingeniería se maneja con una construcción sencilla y módulos reducidos, brindando así una mejor cobertura en los interiores y optimizando la capacidad de red.

Durante este capítulo daremos a conocer las mejoras que se pretende brindar a este estudio, donde se describen las secciones que otorga LampSite como tecnología innovadora en la parte interna del Estadio Monumental Banco Pichancha, incluyendo sus escenarios y aplicaciones; también se hablará de las especificaciones técnicas que la tecnología tiene, puertos

CPRI, operaciones y mantenimientos, tipos de redes inalámbricas, respectivas planificaciones y optimizaciones de red.

### 3.2 Tecnologías LampSite

Para cumplir con los requisitos de comunicaciones móviles en escenarios interiores basados en características de cobertura interior, LampSite consta de los siguientes módulos: unidad de procesamiento de banda base de una estación base, módulo de agregación (sobre puerto CPRI), módulo RF remoto, unidad de extensión de puerto CPRI (*Common public radio interface*) opcional, señal digital Unidad de combinación (para redes GSM) y el sistema de gestión de red para la Módulos.

LampSite se aplica a los siguientes modos de red: sólo UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), LTE (*Long Term Evolution*) FDD (*Frequency Division Duplex*), GSM (*Global System for Mobile communications*) + UMTS, UMTS + LTE FDD, LTE FDD + LTE TDD, modo dual de una tarjeta (UMTS / LTE Refarming), y la red celular + Wi-Fi como se muestra en la tabla 3.1. Huawei BBU (*Baseband Unit*) 3900 / BBU3910 puede alojar múltiples unidades de procesamiento de banda base o múltiples modos de red, cada unidad de procesamiento de banda base tiene varios puertos CPRI, facilitando la configuración flexible en diferentes escenarios.

Tabla 3. 1: Clasificación por banda de frecuencia

Artículos	Especificación	Banda de frecuencias (MHz)	RX banda de frecuencia (MHz)	Banda de frecuencias TX (MHz)	
Banda de frecuencia	Modo de red	2100	1920 a 1980	2110 a 2170	
	UMTS / LTE	AWS	1710 a 1755	2110 a 2155	
	GSM / LTE FDD	PCS	1850 a 1910	1930 a 1990	
	LTE FDD	1800 (banda estrecha)	1710 a 1765	1805 a 1860 RX / Uplink: 1710-1765 TX / Enlace descendente: 1805-1860	
	LTE TDD	2600	2500 a 2570	2620 a 2690	
	Wifi		2500	2545 a 2575	2545 a 2575
			2400	2400 a 2483.5	
		5000	5150 a 5350, 5470 a 5725, 5725 a 5850		

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

### 3.2.1 UMTS LampSite

La solución UMTS LampSite consiste en el NodeB BBU, RHUB (módulo de agregación) pRRU (módulo RF remoto equipado con tarjetas auxiliares UMTS RF) y la red Sistema de gestión (el U2000). Si la longitud del cable entre una pRRU y un RHUB ha terminado 100 m, se puede utilizar un extensor para extender la longitud total del cable a 200 m entre ellos, como se muestra en la figura 3.1.

El BBU (*Baseband Unit*) NodeB puede albergar varias juntas BBP y cada placa BBP soporta tres o seis Puertos CPRI (dependiendo del tipo de BBP) que pueden conectarse a tres o seis grupos de RHUBs. Cada grupo de RHUB consta de cuatro RHUBs en cascada y cada RHUB puede conectarse máximo

de ocho pRRU. Las fibras ópticas se utilizan para la conexión entre un BBU y un RHUB y entre RHUBs. Los cables Ethernet CAT5e o CAT6 se utilizan para la conexión Entre una pRRU y el RHUB y para la alimentación de la pRRU a través de la alimentación Ethernet (PoE) (*Power over Ethernet*). Además, el RHUB y las pRRUs son gestionadas por el U2000.

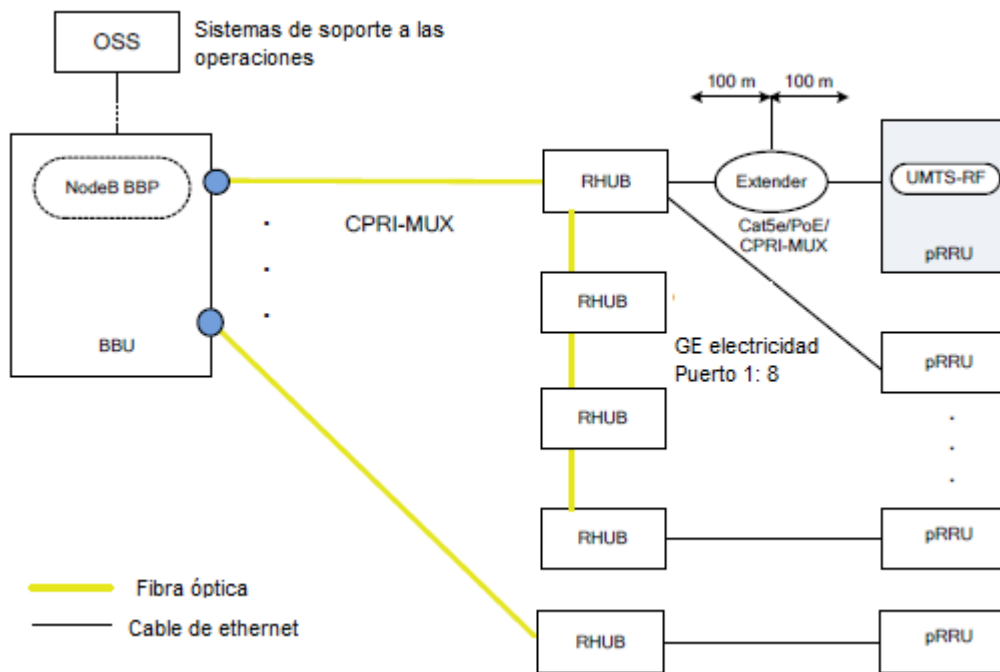


Figura 3. 1: Conexión en red de la solución UMTS LampSite

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

### 3.2.3 LTE FDD LampSite

La solución LTE FDD LampSite se compone de eNodeB BBU, RHUB (módulo de agregación) pRRU (módulo de RF remoto equipado con placas auxiliares LTE FDD RF), y la red Sistema de gestión (el U2000). Si la longitud del cable entre una pRRU y un RHUB ha terminado. 100 m, se puede utilizar un extensor para extender la longitud total del cable a 200 m entre ellos (véase figura 3.2).

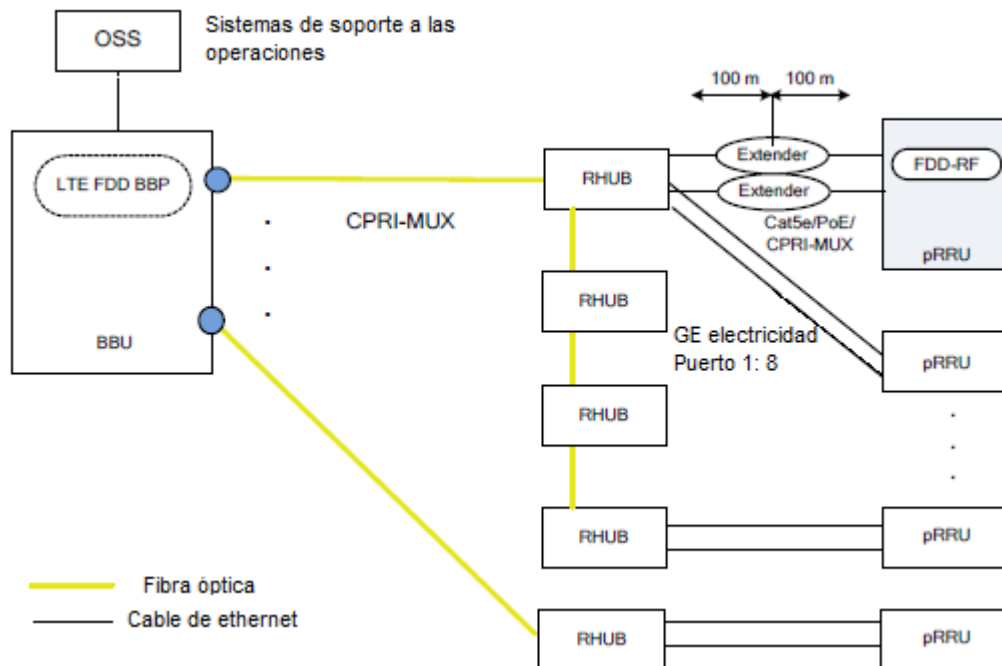


Figura 3. 2: Conexión en red de la solución LTE FDD LampSite

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

El eNodeB BBU (*Baseband Unit*) admite seis puertos CPRI (*Common public radio interface*), que pueden conectarse a seis grupos RHUB. Cada grupo RHUB consta de cuatro RHUBs en cascada y cada RHUB puede conectarse a un máximo de ocho pRRU, las fibras ópticas se utilizan para la conexión entre un BBU y un RHUB y entre RHUBs.

Los cables Ethernet CAT5 o CAT6e se utilizan para la conexión entre una pRRU y el RHUB y para el suministro de energía a la pRRU a través de PoE. Además, el RHUB y las pRRUs son gestionadas por el U2000. En comparación con las señales UMTS en fase y en cuadratura (IQ) (*Inphase and Quadrature*), las señales digitales LTE IQ ocupan mayor ancho de banda. Esto requiere que cada pRRU esté equipado con dos cables Ethernet CAT5e.

Instale uno o dos cables Ethernet para cada pRRU basándose en la situación real de la red.

### 3.2.4 GSM + UMTS LampSite

Consiste en el NodeB BBU, DCU, RHUB (agregación Módulo), pRRU (módulo remoto RF), y el sistema de gestión de red (el U2000). Si La longitud del cable entre una pRRU y una RHUB es superior a 100 m, se puede utilizar un extensor para Extienda la longitud total del cable a 200 m entre ellos, como se muestra en la (véase figura 3.3).

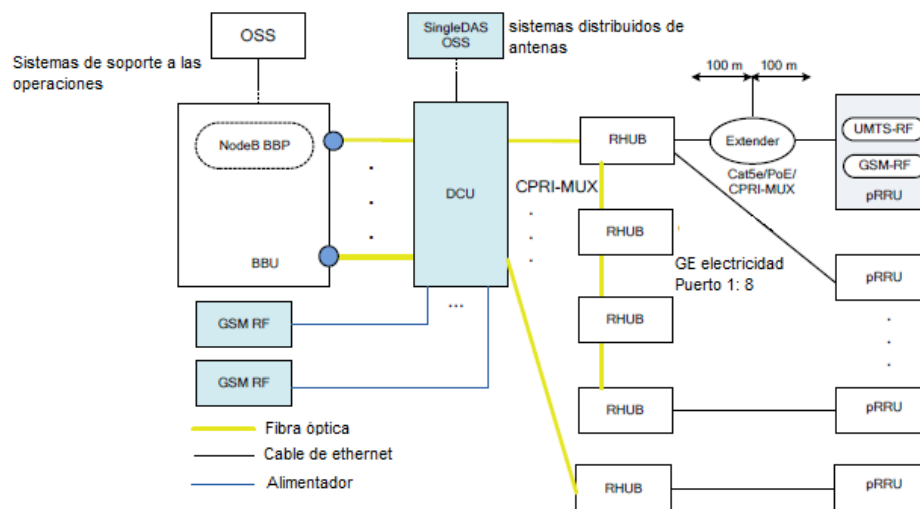


Figura 3. 3: Conexión en red de la solución GSM + UMTS LampSite

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

El NodeB BBU admite seis puertos CPRI (*Common public radio interface*), que son enviados desde el módulo GSM (*Global System for Mobile communications*) RF (*Radio Frequency*) a la DCU (*Distributed Control Unit*), se convierten en señales digitales y Se combinan con las señales digitales UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) del puerto CPRI de la

BBU. De este modo, Las señales digitales GSM y UMTS se combinan en señales CPRI-MUX, que se envían al RHUB. Cada grupo de RHUB consiste en cuatro RHUBs en cascada y cada RHUB puede conectarse a un máximo de ocho pRRUs (*Pico Remote Radio Unit*).

Las fibras ópticas se utilizan para la conexión entre un BBU y un DCU (*Distributed Control Unit*), DCU y RHUB, y entre RHUBs. El alimentador se utiliza para la conexión entre un GSM módulo de RF y la DCU, los cables Ethernet CAT5e se utilizan para la conexión entre PRRU y el RHUB y para la alimentación de la pRRU a través de PoE. El RHUB y las pRRUs son gestionadas por el U2000 para el NodeB y la DCU es gestionada por el SingleDAS U2000.

### **3.2.5 UMTS + LTE FDD LampSite**

UMTS + LTE FDD LampSite consiste en el BBU, RHUB (módulo de agregación) pRRU (módulo RF remoto) y el sistema de gestión de red (U2000). El BBU Debe alojar la unidad de procesamiento de banda base para UMTS y la unidad de procesamiento de banda base para LTE al mismo tiempo y la pRRU debe configurarse con UMTS y LTE FDD RF. Si la longitud del cable entre una pRRU y un RHUB es superior a 100 m extensor, se puede utilizar para extender la longitud total del cable a 200 m entre ellos (véase figura 3.4).



El Refarming (*refacción*) UMTS/LTE también se puede usar para soportar la solución de modo dual, como se muestra en la siguiente figura 3.5.

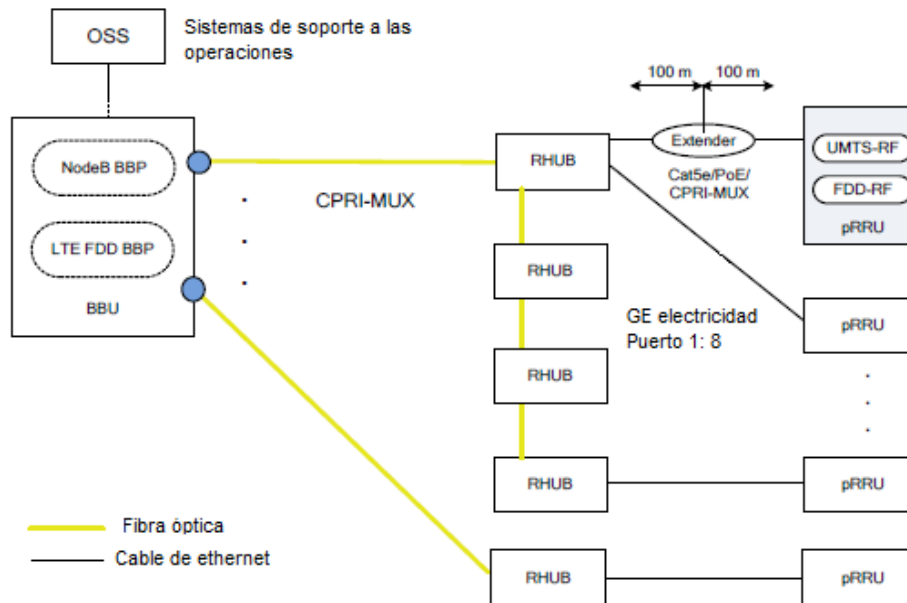


Figura 3. 4: Conexión en red de la solución LampSite UMTS + LTE FDD dual-mode (tarjeta dual)

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

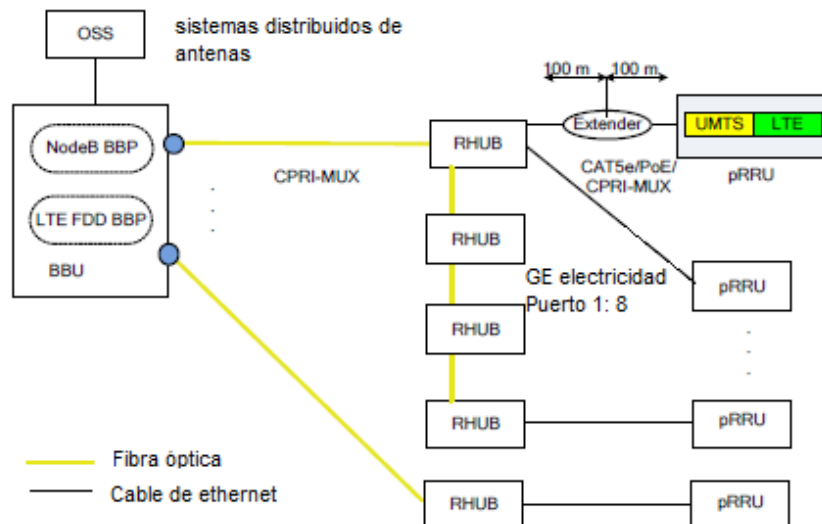


Figura 3. 5: Conexión en red de la solución LampSite UMTS + LTE FDD dual-mode (tarjeta dual)

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

La BBU admite seis puertos CPRI que pueden conectarse a seis grupos de RHUB, cada RHUB Grupo consiste de cuatro RHUBs en cascada y cada RHUB puede conectarse a un máximo de ocho PRRUs. Las señales FDD IQ se combinan en señales CPRI-MUX en la BBU, y luego se reenvían al RHUB.

Las fibras ópticas se utilizan para la conexión entre un BBU y un RHUB y entre RHUBs. El RHUB se conecta a pRRUs sobre CAT5e o CAT6 Ethernet y suministra energía a las pRRUs a través de PoE. Además, el RHUB y el pRRUs son gestionadas por el U2000.

### **3.2.6 LTE FDD + LTE TDD LampSite**

Un cable Ethernet es suficiente para conectar un LTE FDD + LTE TDD pRRU y un RHUB si se utiliza la compresión CPRI mejorada. La LTE FDD + LTE TDD LampSite Solución consiste en eNodeB BBU, RHUB (módulo de agregación), pRRU (RF remoto Módulo), y el sistema de gestión de red (el U2000). El BBU debe albergar el Unidad de procesamiento de banda base para LTE FDD y la unidad de procesamiento de banda base para LTE TDD al mismo tiempo, y el pRRU debe ser configurado con ambos LTE TDD y LTE FDD RF, si la longitud del cable entre una pRRU y un RHUB es superior a 100 m, se puede utilizado para extender la longitud total del cable a 200 m entre ellos (véase figura 3.6).

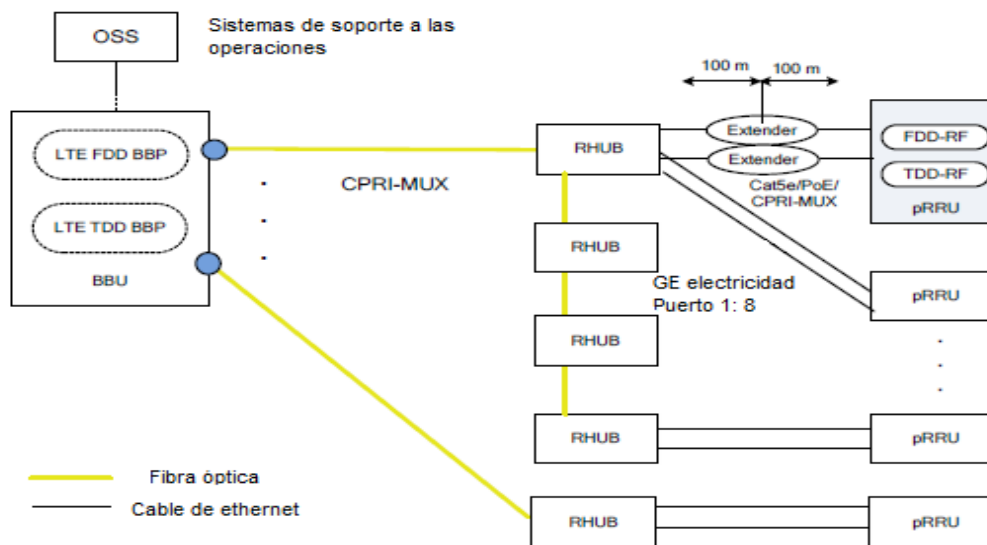


Figura 3. 6: Conexión en red de la solución LTE FDD + LTE TDD LampSite  
Fuente: (Huawei, 2015)

El eNodeB BBU admite seis puertos CPRI que pueden conectarse a seis grupos de RHUB. Cada grupo RHUB consta de cuatro RHUBs en cascada y cada RHUB puede conectarse a un máximo de ocho pRRU, las señales LTE FDD y LTE TDD (*Time Division Duplex*) IQ se combinan en señales CPRI-MUX en el BBU y luego se reenvían al RHUB.

Las fibras ópticas se utilizan para la conexión entre una BBU y un RHUB y entre RHUBs, el RHUB se conecta a los pRRUs CAT5e o CAT6 Ethernet y suministra energía a los pRRUs a través de PoE, el RHUB y pRRUs son gestionados por el U2000 para el eNodeB.

### 3.2.7 Red Celular + Solución Wi-Fi Multimodo LampSite

La solución de red celular + Wi-Fi LampSite se compone de BBU, RHUB (módulo de agregación), pRRU (módulo RF remoto) y el sistema de gestión

de red (U2000). El pRRU debe configurarse con tarjetas auxiliares RF tanto para la red celular como para la WLAN (véase figura 3.7).

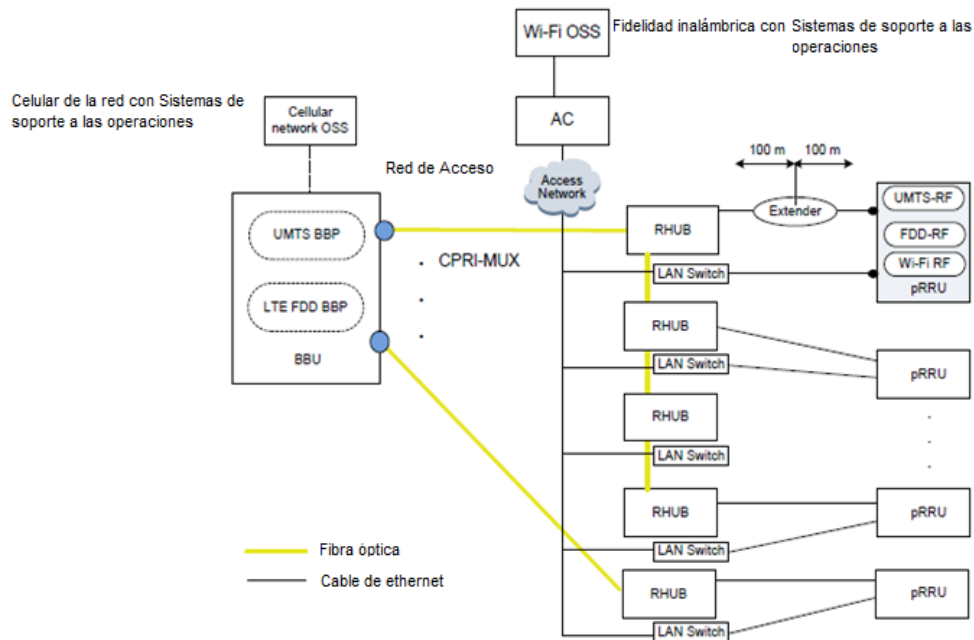


Figura 3. 7: Red de la red celular + Solución Wifi LampSite  
Fuente: (Huawei, 2015)  
Elaborado por: El autor

El pRRU3901 en AtomCell10.1 se hereda de AtomCell9.0. Los datos Wi-Fi y los datos de la red celular se transmiten a través de diferentes cables Ethernet, ya que AtomCell10.1 no admite la transmisión conjunta de la red celular y los datos Wi-Fi. Se debe utilizar un cable Ethernet independiente para conectar la pRRU y el conmutador LAN (LSW) para transmitir los datos del plano de usuario y del plano de control para los servicios Wi-Fi.

El LSW puede ser reutilizado en la red en vivo o en un nuevo desplegado compartiendo una sala de equipos con el RHUB, los datos Wi-Fi se transmiten a la red de acceso a través del LSW. A continuación, los datos Wi-Fi se envían

a la WLAN (*wireless local area network*) AC a través de dispositivos de enrutamiento y conmutación de capa superior; el AP (*Access point*) es administrado por el OSS de WLAN porque la red de telefonía móvil OSS no puede administrar dispositivos Wifi.

### **3.3 Situación actual de la red**

Los análisis del escenario por medio de aplicaciones LampSite en las redes de comunicaciones móviles en los interiores del estadio, darán una mejora continua en la cobertura y en la expansión del área de capacidad de propagación que se necesita cubrir por la demanda. Es en el escenario del Estadio Monumental Banco Pichincha y sus interiores donde se brinda señal por parte de las estaciones de base macro, estas tienden a experimentar pérdidas de penetración de cobertura lo que se obtiene como resultado una cobertura mala e insatisfactoria para el usuario.

Dado el caso que los servicios de red (datos móviles) van aumentando de manera considerable, mediante el desarrollo de la MBB (*Mobile broadband*) donde se indica estadísticamente que el 70% de los servicios de telefonía móvil, en este caso los datos que se realizan en interiores, lo que permite que la adecuación de cobertura y sus datos de expansión brinden la capacidad necesaria de manera urgente en los interiores del estadio.

Por lo tanto se debe tener en cuenta las siguientes características por medio de la comunicación móvil:

1. Situación geográfica con sus respectivas áreas y obstáculos
  - En este caso debemos de tener en cuenta el comportamiento que tiene el usuario, incluyendo un cálculo de la población asistida en el escenario deportivo, características de la movilidad de red y tráfico.
  - Datos del sitio, lugar exacto de tecnología a implementarse, fuentes reguladoras y otros dispositivos.
  
2. En el caso de la cobertura, donde se indica el tipo de señal de cobertura transmitida existente las estaciones base macro adyacentes:
  - Parques del Estadio Monumental Banco Pichincha donde la cobertura es amplia y de sistema externo, en este lugar las personas se dirigen en varias direcciones para su previo ingreso al estadio y rara vez se mueven utilizando los servicios de datos.
  - Los sistemas con tecnología LampSite por lo general están situadas en la parte del techado y los diferentes dispositivos como los backhaul, que utilizan las LampSite, estarían internamente en el estadio.

### **3.4 Propuesta que masifica los servicios de internet (Estadio Inteligente)**

Como propuesta general de red, decimos que la configuración antes mencionada va de la mano con el tipo de tecnología y estándar a utilizarse, para así poder tener una óptima cobertura en transmisión y recepción de datos, por lo tanto las celdas (hexágonos) son la mejor opción ya que tienen un porcentaje de potencia transmitida dentro de su mismo entorno, brindando una comodidad al usuario y espectador.

El dimensionamiento de red necesitada es de una aproximación de 8000 Mbps con una cantidad relativa de 120mbps para lo que se necesita en las transmisiones de datos, video, voz y otros aspectos que el usuario realiza al momento de obtener una comunicación con la red (véase figura 3.8).

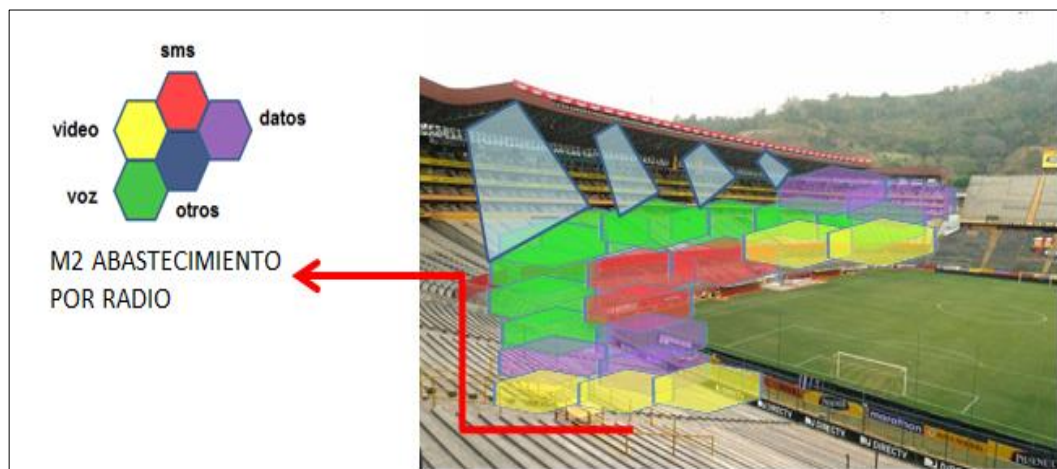


Figura 3. 8: Tipos de cobertura en celdas  
Elaborado por: El autor

Debido a la masificación de aficionados que ingresan los fines de semana al Estadio, se emplea la propuesta de ofrecer una sectorización de tecnología inalámbrica usando LampSite en su interior, para que su cobertura de red brinde una masificación de señal desde el borde del campo hasta las

diferentes localidades, la cantidad de AP requeridos aproximadamente es de 100, debido a que se toma en cuenta la sumatoria general de espectadores por partido para un escenario con 50.000 personas tantos socios como público en general (véase figura 3.9):

- Se verifica la cantidad de usuarios que se encuentran en el Estadio Monumental Banco Pichincha.
- Se analiza el porcentaje de usuarios que utiliza la red WI-FI.
- Total de personas que utilizan la red WI-FI por partido
- Cantidad de personas por Access Point
- La cantidad total de Access Point ubicando el porcentaje total de personas que utilizan la red WI-FI (véase tabla 3.2).

<p><b>Cantidad de usuarios x porcentaje de usuarios = total de usuarios conectados a la red</b> <math>25.000 \times 20\% = 5.000</math></p> <p><b>Total de usuarios conectados a la red x usuarios conectados por AP = total de AP a utilizar según cobertura</b> <math>1 \text{ AP} = 50</math> <math>5.000 \times 50 = 100</math></p>
---

Figura 3. 9: Cálculo para cobertura por AP  
Elaborado por: El autor

Tabla 3. 2: Cuantificación de AP a utilizarse



<b>Cantidad de usuarios por partido normal</b>	25.000
<b>Porcentaje de usuarios que utiliza la red</b>	20%
<b>Total de usuarios conectados a la red</b>	5000
<b>Cantidad de usuarios conectadas por AP</b>	50
<b>Cantidad total de AP X el porcentaje total de usuarios que utilizan la red</b>	100

Elaborado por: El autor

### 3.5 Diseño de red LampSite

El diseño de red es lo principal por motivos de calidad de servicio, por lo general el número de APs está determinado por dos factores: el área de cobertura y la capacidad de la red. Un escenario de alta densidad es de capacidad limitada, pero muchos APs deben ser desplegados en un escenario de alta densidad. Por lo tanto, la cantidad de APs depende principalmente de la capacidad de la red. La distancia entre los puntos de acceso también debe controlarse para reducir la interferencia, para garantizar una buena cobertura (véase figura 3.10).

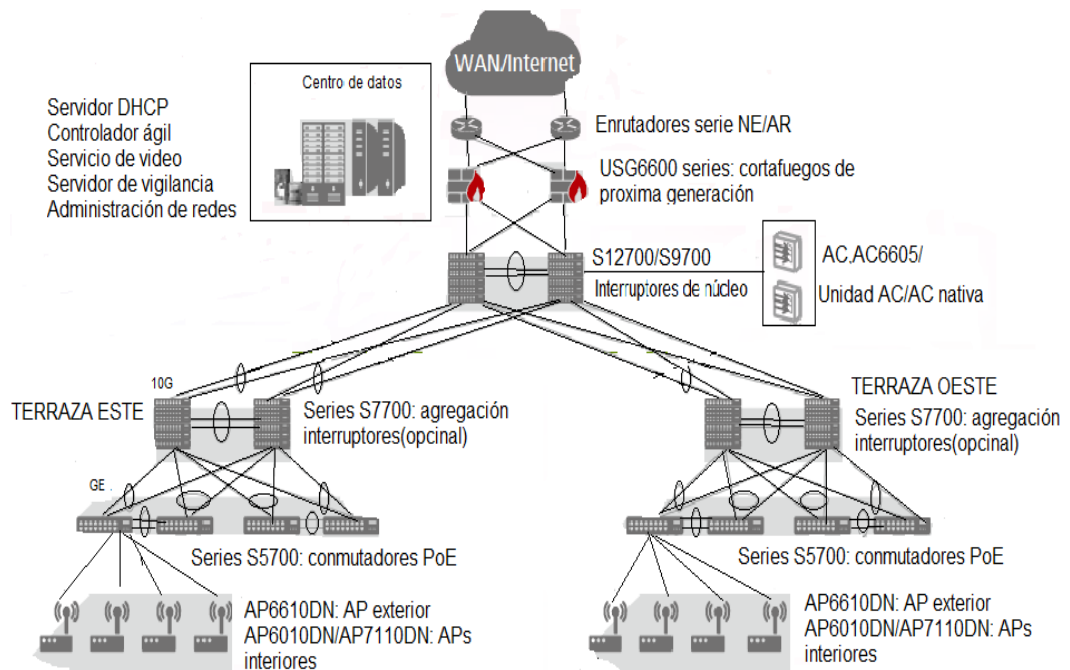


Figura 3. 10: Diseño de una red LampSite para despliegue de internet

Fuente: (Huawei, 2015)

Elaborado por: El autor

La calidad de red es dependiendo al uso que se de en las celdas y el tipo de numeración que se le brinde a cada una, los servicios de las operadoras llegan a un solo punto que son las antenas sectorizadas dentro del escenario deportivo, llevando así una gran aportación al mismo donde la señal transmitida necesita ser distribuida de manera inmediata (véase figura 3.11), es ahí donde entra la convergencia de los estándares, como por ejemplo el estándar 802.11n; este estándar posee una magnitud de enviar su manejo de red en una frecuencia de 5GHz manteniendo una licencia libre y trabajando en forma continua con la banda de 2.4 GHz brindando la tecnología WI-FI de una manera agradable al espectador.

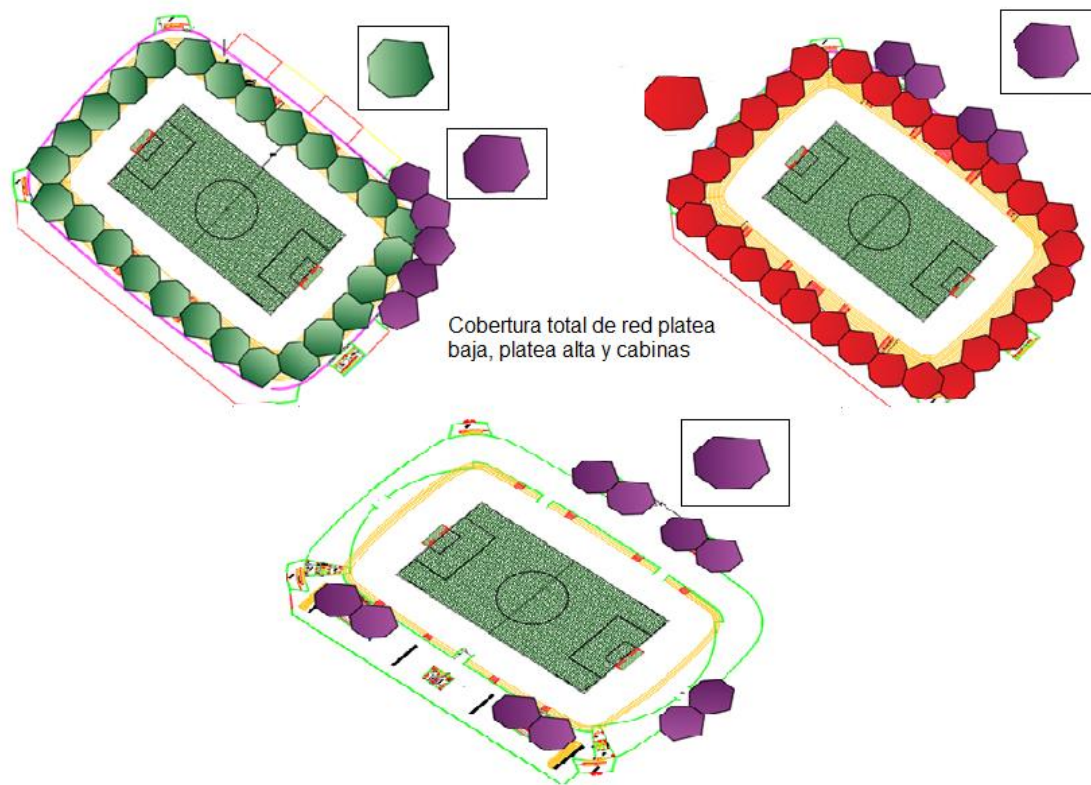


Figura 3. 11: Totalidad de red distribuida en las plateas y cabinas  
Elaborado por: El autor

### 3.3.4 Distribución de cobertura en el estadio

El despliegue de AP debe coincidir con la estructura única de cada estadio. Las ubicaciones de AP dependen de la disponibilidad de ubicaciones aceptables y la falta de interferencia de señal, cada ubicación debe ser aprobada por el cliente (véanse figuras 3.12, 3.13). Están disponibles tres modos de despliegue: sobrecarga, lado y piso como se muestra en la figura 3.14.



Figura 3. 12: Distribución de coberturas por celdas interiores  
Elaborado por: El autor

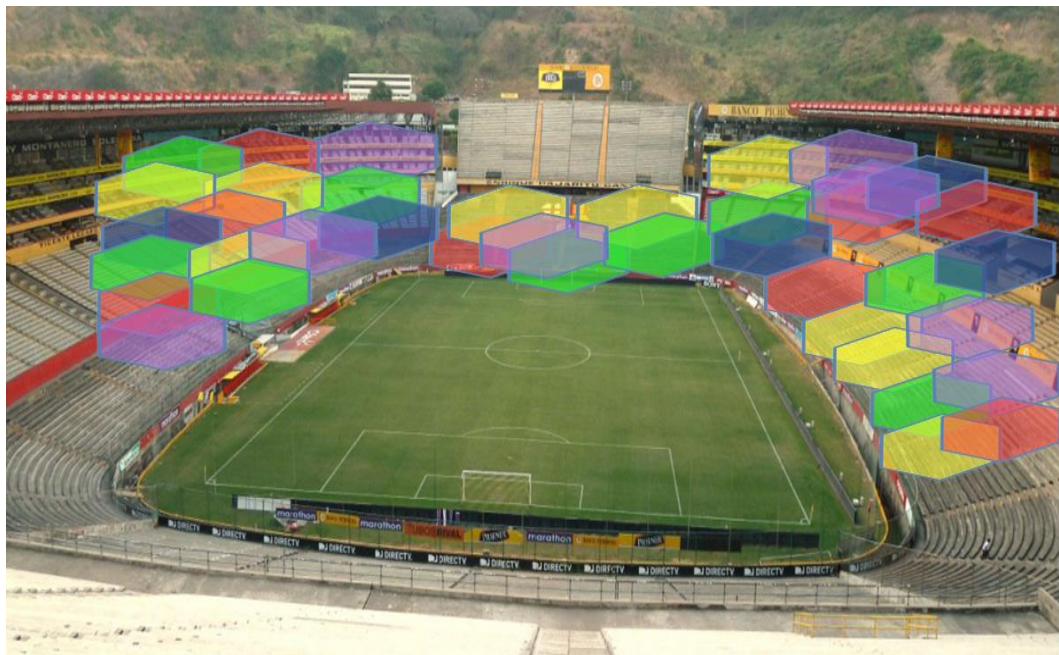


Figura 3. 13: Distribución de cobertura por video, VoIP, datos por partido.  
Elaborado por: El autor





Figura 3. 14: Modo de uso de los APs  
Elaborado por: El autor

#### **Modo lateral:**

- **Ventajas:** Los APs son fáciles de instalar y pueden montarse en línea. Los APs de co-canal están muy lejos el uno del otro, proporcionando una buena capacidad anti-interferencia.
- **Desventajas:** La última fila de asientos es a menudo cerca del techo y al alcance de los puntos de acceso, que deben protegerse de los ventiladores.

#### **Modo de sobrecarga:**

- **Ventajas:** APs son fáciles de instalar en Puentes Los puntos de acceso y los terminales se montan en línea de visión mutua manteniendo la pérdida de penetración dentro del rango permitido.

- **Desventajas:** Es difícil instalar APs en techos altos sin puentes o estructuras similares.

**Modo de suelo:**

- **Ventajas:** Las señales AP se atenúan debido a los obstáculos. El área de cobertura de AP puede ser controlada. Por lo tanto, se pueden implementar muchos AP para conectar más usuarios.
- **Desventajas:** Los obstáculos entre una terraza y las terminales son complejos; Por lo tanto, la atenuación de señal es difícil de estimar.

La cobertura de red también depende por el uso de teléfonos celulares, Smartphone, androide y otras clases de tecnología que sean de gama alta o gama baja, los usuarios que no poseen datos se podrán conectar inalámbricamente a la red, sin embargo habrán usuarios que no deseen la conectividad de red y seguirán utilizando sus datos móviles eso va a depender del tipo de cobertura que se requiera obtener.



Figura 3. 15: Análisis de los requisitos de servicio  
Elaborado por: El autor

## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1. Conclusiones.**

- Mediante este estudio y diseño lograremos ampliar la cobertura ya existente en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha, cumpliendo así los objetivos planteados y corroborando la hipótesis propuesta.
- Decimos también que esta tecnología podrá ser implementada en los diferentes estadios, aeropuertos, hoteles y áreas libres a nivel nacional, para implementar una nueva visión tecnológica y ofrecer a cada una de las personas un mejor servicio, dando como resultado una inversión y ganancia a gran escala.

### **4.2. Recomendaciones.**

- Para lograr un fácil acceso de cada usuario a esta red WI-FI, se plantea el uso de códigos enviados a través de correos electrónicos a cada socio en los partidos locales del club, con esto le permitirá ingresar directamente a la página oficial en donde ingresará sus 4 (cuatro) últimos dígitos de su carnet de socio, logrando así un servicio de exclusividad.
- Esta clave de acceso podrá ser ingresado de tal forma que solo un dispositivo móvil será capaz de recibir este servicio, como se observa en el diseño cada localidad del estadio cuenta con una cobertura total para abastecer a la cantidad de espectadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso M., J., Franco B., C., Mellado G., F., Pérez S., M., Plaza F., J., & Ramos G., V. (2002). *La situación de las Tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes ("Wi-Fi")* (1era ed., Vol. 1). Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Recuperado a partir de [http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informacin/coitInforme\\_wifi\\_2004.pdf](http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informacin/coitInforme_wifi_2004.pdf)
- Benítez, E. de los M., & Sebastián, E. (2015). *Contribución de técnicas para transmisión de datos de sistemas de comunicación inalámbrica a través de HAP para brindar cobertura de internet en zonas rurales*. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/4521>
- Cabrera E, C. (2007). Diseño de las redes LAN. Recuperado el 2 de febrero de 2017, a partir de <http://cesarcabrera.info/1disenno.pdf>
- El Yaagoubi, M. (2012, octubre). *Acceso a Internet vía WiFi-WiMax*. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado a partir de <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/15906>
- Flickenger, R., Drewett, L., Howard, I., Johnston, K., & Krag, T. (2013). *Redes inalámbricas en los Países en desarrollo* (4ta ed., Vol. 4ta edición). Recuperado a partir de <http://wndw.net/pdf/wndw3-es/wndw3-es-ebook.pdf>



- Guamán G., P., & Peñafiel C., A. (2014). *Análisis de la implementación de femtoceldas para mejorar la capacidad de un operador móvil*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8430/1/UPS-CT004938.pdf>
- Huawei, T. C. (2015). LampSite [LampSite Solution]. Recuperado el 10 de febrero de 2017, a partir de <http://carrier.huawei.com/en/products/wireless-network/small-cell/lampsite>
- López., J. (2007, mayo). *Redes Inalámbricas Wireless LAN*. Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo, México. Recuperado a partir de <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Redes%20inalambricas%20wireless%20LAN.pdf>
- Morales Céspedes, M. (2010, octubre). *Gestión de interferencias en sistemas Femtocelda*. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado a partir de <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/10846>
- Oestges, C., & Clerckx, B. (2007). *MIMO Wireless Communications: From Real-World Propagation to Space-Time Code*. Recuperado a partir de [https://books.google.com.ec/books?id=M3Yr9u3vrZ8C&printsec=frontcover&dq=mimo+wireless&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=mimo%20wireless&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=M3Yr9u3vrZ8C&printsec=frontcover&dq=mimo+wireless&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=mimo%20wireless&f=false)
- Oñate Martínez, L. (2014, marzo). *Estudio e investigación de la Femto celdas para aumentar la cobertura y capacidad de las redes móviles*.

Recuperado a partir de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1818>

Pellejero., I., Andreu., F., & Lesta., A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN*. Barcelona-España: Marcombo S.A., 2006. Recuperado a partir de

<https://books.google.com.ec/books?id=k3JuVG2D9IMC&pg=PA16&dq=arquitectura+de+una+wlan&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiPu-CA9ffRAhWE1CYKHT5XAKoQ6AEIITAA#v=onepage&q&f=false>

Pérez, E. H. (1998). *Introducción a las telecomunicaciones modernas*. Editorial Limusa.

Piqueras.J, R. (2014). Microsoft PowerPoint -

wguest\_lecture\_wireless\_mobile. Recuperado el 18 de enero de 2017, a partir de

[http://www.ee.columbia.edu/~roger/guest\\_lecture\\_wireless\\_mobile.pdf](http://www.ee.columbia.edu/~roger/guest_lecture_wireless_mobile.pdf)

Rackley. Steve. (2007). *Wireless Networking Technology*. Recuperado a partir de

<http://home.ustc.edu.cn/~wfsun/lab/course/wireless/Steve%20Rackley%20-%20Wireless%20Networking%20Technology.pdf>

Ruiz Avilés, J. M. (2015). *Algoritmos de reparto de tráfico en femtoceldas corporativas LTE*. Universidad de Málaga. Recuperado a partir de <http://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/10445>

Tsoulos, G. (2006). *MIMO System Technology for Wireless Communications*. Recuperado a partir de

<https://books.google.com.ec/books?id=tobMBQAAQBAJ&printsec=fro>

ntcover&dq=technology+mimo+wireless&hl=es-

419&sa=X&redir\_esc=y#v=onepage&q=technology%20mimo%20wirel

ess&f=false

Valle I., L. (2005). *Coexistencia de Redes WLAN & WPAN*. Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla. Recuperado a partir de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/valle\\_i\\_lf/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/valle_i_lf/)



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Parra Sarango, Rubén Danilo** con C.C: # 0924231293 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de Marzo de 2017

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Parra Sarango, Rubén Danilo

C.C: 0924231293

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha		
<b>AUTOR(ES)</b>	PARRA SARANGO, RUBÉN DANILO		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. EDWIN F. PALACIOS MELÉNDEZ		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	13 de Marzo de 2017	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	92
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Comunicaciones Inalámbricas, Sistemas de Comunicaciones		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	REDES INALÁMBRICAS – FIBRA OPTICA – LAMP SITE – COBERTURA DE RED – ESPECTRO RADIOELÉCTRICO – BANDA ANCHA		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>El presente trabajo de investigación se tratará sobre: “Estudio y diseño de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para despliegue de internet en los interiores del Estadio Monumental Banco Pichincha”. Objetivo: Desarrollar un estudio y diseño por medio de una red inalámbrica WLAN utilizando LampSite para brindar un servicio de internet y seguridad total. Justificación: La idea nace por los cambios de tecnología inalámbrica que existen a nivel mundial, debido a que se pretende dar un mejor servicio a los aficionados como en los diferentes países desarrollados a nivel tecnológico. Diseño: La metodología desarrollada para este estudio y diseño cuantitativo es de tipo no experimental de forma transeccional o transversal descriptivo por medio de la observación directa del lugar en estudio. Hipótesis: Mediante este estudio lograré brindar una accesibilidad a la red de una manera más directa, diseñando tipos de red a una magnitud que permita brindar una cobertura que acrecentará de manera óptima consiguiendo así una calidad de servicio al usuario con una capacidad y seguridad máxima de uso espectral.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-6525955	E-mail: <a href="mailto:rubendps1992@gmail.com">rubendps1992@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-68366762		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			