



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

**TEMA:**

**Propuesta de diseño para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito.**

**AUTOR:**

**Correa García, Juan José**

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

**TUTOR:**

**Ing. Romero Paz, Manuel de Jesús, MSc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**10 de marzo del 2021**



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

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Correa García, Juan José** como requerimiento para la obtención del título de **ingeniero en telecomunicaciones**.

TUTOR

Ing. Romero Paz, Manuel de Jesús, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 10 días del mes de marzo del año 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Correa García, Juan José**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación **“Propuesta de diseño para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito”**, 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 10 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

**CORREA GARCÍA, JUAN JOSÉ**



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

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Correa García, Juan José**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Propuesta de diseño para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

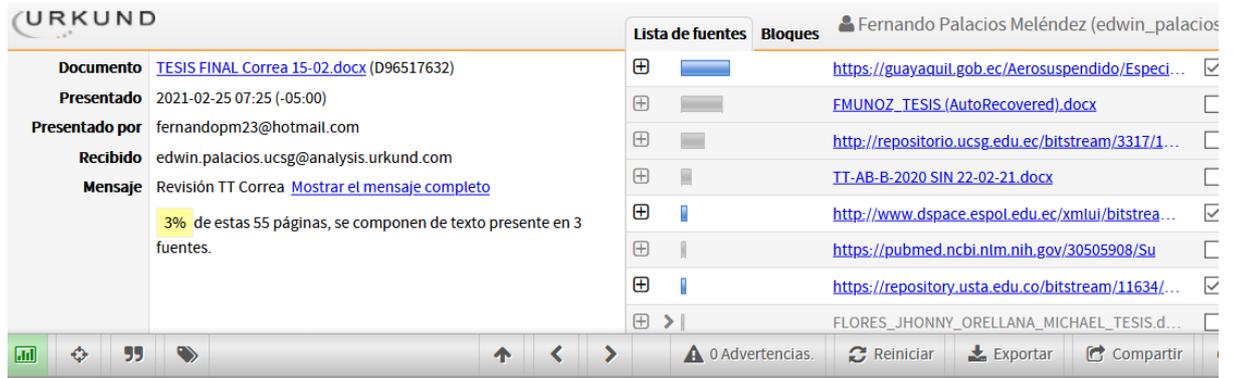
Guayaquil, a los 10 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

CORREA GARCÍA, JUAN JOSÉ

## REPORTE DE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería en TELECOMUNICACIONES, con 3% de coincidencias perteneciente al estudiante, JUAN JOSÉ CORREA GARCÍA.



The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are listed: 'Documento' is 'TESIS FINAL Correa 15-02.docx (D96517632)', 'Presentado' is '2021-02-25 07:25 (-05:00)', 'Presentado por' is 'fernandopm23@hotmail.com', 'Recibido' is 'edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com', and 'Mensaje' is 'Revisión TT Correa' with a link to 'Mostrar el mensaje completo'. A yellow highlight in the message states: '3% de estas 55 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.' On the right, a 'Lista de fuentes' (List of sources) is displayed with columns for 'Bloques' and checkboxes. The sources listed include: 'https://guayaquil.gob.ec/Aerosuspendido/Especi...', 'FMUNOZ\_TESIS (AutoRecovered).docx', 'http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1...', 'TT-AB-B-2020 SIN 22-02-21.docx', 'http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstrea...', 'https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30505908/Su', 'https://repository.usta.edu.co/bitstream/11634/...', and 'FLORES\_JHONNY\_ORELLANA\_MICHAEL\_TESIS.d...'. At the bottom, there are navigation icons and buttons for '0 Advertencias.', 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'.

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

TEMA:

Propuesta de diseño

para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito.

AUTOR: Correa García, Juan José

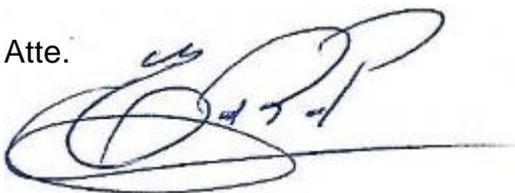
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR: Ing. Romero Paz, Manuel de Jesús, MSc.

Guayaquil, Ecuador

25 de Febrero del 2021

Atte.

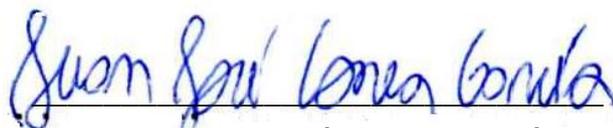


M. Sc. MANUEL DE JESÚS ROMERO PAZ

TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

## DEDICATORIA

Dedicado a Dios del cual soy creyente y confío mucho. A mis padres quienes me dieron vida, educación, consejos y apoyo incondicional. A mis compañeros de estudio, a mis maestros, mi novia y mis amistades sinceras, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer este proyecto tesis. Para todos ellos hago esta dedicatoria desde el fondo de mi corazón.

A handwritten signature in blue ink, reading "Juan José Correa García". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath the text.

CORREA GARCÍA, JUAN JOSÉ

## AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios que siempre me ha iluminado, bendecido y fortalecido en los caminos y decisiones que he tomado en mi vida. Agradezco a mis padres que han sido el apoyo y respaldo incondicional, humano y económico en todo momento, así mismo mis hermanos, mi familia, mi novia y mis amistades cercanas incondicionales.

Agradezco al Ing. Manuel Romero, mi tutor, que me ha apoyado consiste e incondicionalmente en este trabajo presentado para mi titulación, como también a todos mis profesores a lo largo de mi etapa académica que me han corregido e impulsado a convertirme en un excelente profesional.

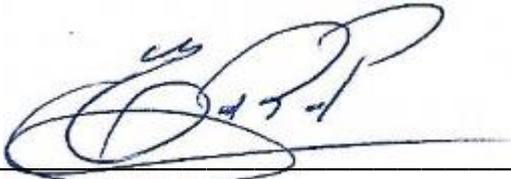
A handwritten signature in blue ink that reads "Juan José Correa García". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

CORREA GARCÍA, JUAN JOSÉ



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

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. 

**M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS**  
DECANO

f. 

**M. Sc. HÉRAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO**  
DIRECTOR DE CARRER

f. 

**M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO**  
OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT .....	XIX
Índice de Figuras .....	XII
Índice de Tablas.....	XVI
Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación .....	2
1.1.  Introducción.....	2
1.2.  Antecedentes. ....	2
1.3.  Definición del Problema.....	3
1.4.  Justificación del Problema.....	3
1.5.  Objetivos del Problema de Investigación.....	3
1.5.1.  Objetivo General.....	<b>3</b>
1.5.2.  Objetivos Específicos .....	<b>4</b>
1.6.  Hipótesis.....	4
1.7.  Metodología de Investigación.....	4
Capítulo 2: Fundamentación Teórica .....	5
2.1.  Proyecto General de Aerovía de Guayaquil .....	5
2.1.1.  Características de la Instalación.....	8
2.1.2.  Características De Las Estaciones.....	9
2.1.3.  Bases conceptuales de estaciones cableadas .....	10
2.1.4.  conceptualizado del modelo Arquitectónico y Acceso del proyecto ...	13
2.1.5.  Estación Parque Centenario Avenida Quito .....	13
2.1.6.  Estación Julio Coronel.....	17
2.1.6.1.  Características intermodales de la estación Julián Coronel en el lugar de su localización .....	18
2.1.7.  Estación Técnica .....	20
2.1.8.  Estación Durán.....	22
2.1.9.1.  Características intermodales de la estación Durán en la zona ubicada .....	22
2.1.9.  Estación Malecón 2000 .....	25
2.1.9.1.  Características intermodales de la zona donde estará ubicada la estación Malecón 2000 .....	26

2.2.	Descripción general de las comunicaciones Inalámbricas en la ciudad.	29
2.2.1.	Tipos de Conexión a Internet	29
2.2.2.	Redes WIFI (Wireless Fidelity)	36
2.2.2.1.	Modelo de Referencia	36
2.2.2.2.	Capa física	37
2.2.3.	Equipos Principales	37
2.2.3.1.	Puntos de Acceso	37
2.2.4.	Controlador de LAN inalámbrica (WLC)	39
2.2.5.	Estadísticas de la Ciudad Digital	41
2.2.6.	Entidades Gubernamentales del proyecto Ciudad Digital	43
2.2.7.	Diseño del Proyecto	44
2.2.8.	Conectividad en medio de capas	45
2.2.9.	Segmentación de Red	46
2.2.10.	Calculo de ancho de Banda	49
2.3.	Evoluciones de las Comunicaciones Inalámbricas en el sistema de transporte de autobuses	51
2.3.1.	Tecnología detrás del WiFi en autobuses	51
2.3.2.	Conexión de los clientes al WiFi en los autobuses	52
2.3.3.	WiFi para transportes de moderna Tecnología	52
2.3.4.	Tipos de routers inalámbricos para wifi a transportes de autobuses	53
Capítulo 3: Elementos y Diseño del Proyecto		61
3.1.	Router ‘‘TP-Link TL-MR6400’’	61
3.1.1.	Características del Router	62
•	Bloque de terminales de conector de alimentación para móvil / Despliegue Vehicular	64
3.1.2.	Configuración del Router	64
3.1.3.	Instalación del Router	70
3.1.3.1.	Capacidad y Velocidad de transporte en las cabinas	70
3.1.3.2.	Tiempo de recorrido	70
3.1.3.3.	Ubicación de cabinas en la estación	71
3.1.3.4.	Características y requisitos de las cabinas	72

3.1.3.5. Ubicación del Router en la cabina .....	74
3.1.3.6. Mantenimiento de la cabina y del Router implementado.....	76
3.2. Parámetros del Funcionamiento del Diseño de Red Propuesta en el Proyecto .....	78
3.2.1. Sistema de medición de red a través de la aplicación móvil “Network Cell Info Lite” .....	<b>78</b>
3.2.1.1. Función Parámetros MAPA de la APP Network Cell Info Lite .....	79
3.2.1.2. Función Parámetros de Medición de la APP Network Cell Info Lite .....	80
3.2.2. Componentes y Parámetros Generales que componen las redes móviles. ....	<b>82</b>
3.2.2.1. Red de operación GSM; Tecnología 2G.....	83
3.2.2.2. Red de operación UMTS-HSPA+; Tecnología 3G.....	85
3.2.2.3. Red de operación LTE, Tecnología 4G .....	87
3.2.3. Parámetros específicos de Network Cell Info Lite en tecnologías 3G Y 4G .....	<b>89</b>
3.2.3.1. Parámetros Específicos en Tercera Generación (3G).....	90
3.2.3.2. Parámetros Específicos en Cuarta Generación (4G) .....	91
Conclusiones. ....	99
Recomendaciones. ....	100
Bibliografía .....	101
Bibliografía .....	101

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

FIGURA 2.1: TRAZO TOTAL DEL ALINEAMIENTO DEL PROYECTO DE AEROVÍA. TRAMO: PARQUE CENTENARIO – JULIÁN CORONEL – ESTACIÓN TÉCNICA – MALECÓN 2000 – DURÁN .....	6
FIGURA 2.2: SIMULACIÓN DE CABINAS DEL PROYECTO AEROVÍA.....	7
FIGURA 2.3: GRÁFICO DE INICIO DE LA DENOMINADA ‘ESTACIÓN TERMINAL’ .....	11
FIGURA 2.4: GRÁFICO DE INICIO DE UNA ESTACIÓN INTERMEDIARIA	12
FIGURA 2.5: MARCO DE LA CIUDAD PARA LA ESTACIÓN “PARQUE CENTENARIO” .....	14
FIGURA 2.6: FUNCIONAMIENTO E IMPLANTACIÓN DE LA ESTACIÓN “PARQUE CENTENARIO” .....	16
FIGURA 2.7: ENTORNO URBANO PARA LA ESTACIÓN “JULIÁN CORONEL” .....	17
FIGURA 2.8: IMPLANTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN “JULIÁN CORONEL” .....	20
FIGURA 2.9: ÁREA DE IMPLANTACIÓN DE LA ESTACIÓN TÉCNICA.....	21
FIGURA 2.10: ENTORNO URBANO PARA LA ESTACIÓN “DURÁN” .....	22
FIGURA 2.11: IMPLANTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN “DURÁN” .....	24
FIGURA 2.12: ENTORNO URBANO PARA LA ESTACIÓN “MALECÓN 2000” .....	25
FIGURA 2.13: IMPLANTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN “MALECÓN 2000” .....	28
FIGURA 2.14: RED TELEFÓNICA BÁSICA RTB .....	30
FIGURA 2.15: VISIÓN GLOBAL DE LA RDSI .....	30
FIGURA 2.16: MODELO DE ARQUITECTURA ADLS MULTIUSUARIO ....	31
FIGURA 2.17: IMAGEN 3D DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA .....	32
FIGURA 2.18: ESTRUCTURA DEL SATÉLITE .....	32
FIGURA 2.19: TIPOS DE RED INALÁMBRICA .....	33
ILUSTRACIÓN 2.20: ARQUITECTURA DE LMDS .....	34

FIGURA 2.21: ESTRUCTURA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	35
FIGURA 2.22: MODELO DE REFERENCIA.....	36
FIGURA 2.23: FAMILIA IEEE .....	37
FIGURA 2.24: PUNTOS DE ACCESO INALÁMBRICO LOCAL .....	38
FIGURA 2.25: PUNTO DE ACCESO EN POSTE.....	39
FIGURA 2.26: ROAMING REFERENCIADO DE LA CAPA 2.....	40
FIGURA 2.27: ROAMING REFERENCIADO DE LA CAPA 3.....	40
FIGURA 2.28: FORMATO DE MEDICIÓN DEL USO DE SERVICIO DE INTERNET POR LOS CIUDADANOS .....	42
FIGURA 2.29: GRADO PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN LOS CUALES POSEEN SMART MÓVILES (TELÉFONOS INTELIGENTES) – SECCIONADOS POR PROVINCIAS DEL PAÍS .....	42
FIGURA 2.30: PUNTOS WI-FI POR PARTE DEL MUNICIPIO 1 .....	43
FIGURA 2.31: PUNTOS WI-FI POR PARTE DEL MUNICIPIO 1 .....	44
FIGURA 2.32: ESQUEMA BÁSICO DE LA RED WI-FI .....	45
FIGURA 2.33: CONEXIÓN ENTRE NIVELES 1 Y 2.....	46
FIGURA 2.34: SECCIONAMIENTO DE LA RED INALÁMBRICA.....	47
FIGURA 2.35: WIFI EN AUTOBUSES.....	51
FIGURA 2.36: MODELO (PL MAX-BR1-LTE-E-T / PEPLINK): PEPWAVE MAX BR1 LTE PUNTO DE ACCESO CON SALIDA 4G/LTE. HASTA 100MBPS.....	53
FIGURA 2.37:TOMA POSTERIOR, MODELO (TP-LINK TL-MR6400) - ROUTER 4G LTE, WI-FI CON VELOCIDAD ALTA HASTA 300 MBPS	54
FIGURA 2.38: MODELO (PL MAX-BR1-MK2-LTE-E-T / PEPLINK): PEPWAVE MAX BR1 MK2 LTE ET PUNTO DE ACCESO CON SALIDA 4G/LTE. HASTA 200MBPS .....	54
FIGURA 2.39: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE ENRUTADORES E-LINS.....	55
FIGURA 2.40: CONMUTACIÓN POR ERROR Y ENLACE DE ANCHO DE BANDA (EQUILIBRIO DE CARGA) PARAR M2M / LOTE .....	56
FIGURA 2.41: ROUTER NÚMERO DE SERIE H750, CARACTERÍSTICAS	57
FIGURA 2.42: ROUTER NÚMERO DE SERIE H700, CARACTERÍSTICAS	57
FIGURA 2.43: ROUTER CON MÓDEM DOBLE Y TARJETA SIM DOBLE.	58

FIGURA 2.44: ROUTER WIFI DE BANDA DOBLE CONCURRENTE.....	58
FIGURA 2.45: GNSS / GPS INCORPORADO CON ANTENA DE ALTA GANANCIA.....	59

### Capítulo 3

FIGURA 3.1: ROUTER “TP-LINK TL-MR6400” EN MARCO FRONTAL ...	61
FIGURA 3.2: OREJAS Y RIELES DE MONTAJE PARA ROUTERS.....	62
FIGURA 3.3: INSERCIÓN DE TARJETA SIM EN RANURA ESPECIFICADA .....	65
FIGURA 3.4: DIRECCIÓN WEB HTTP://TPLINKMODEM.NET, LOCALIZADA EN MENÚ POSTERIOR DEL ROUTER .....	66
FIGURA 3.5: NOMBRE DE LA RED Y CONTRASEÑA PREDETERMINADA DE TP-LINK 4G .....	66
FIGURA 3.6: PUERTOS LAN Y CABLE ETHERNET CAT6 LAN UTP.....	67
FIGURA 3.7: ROUTER TL-MR6400 CONECTADO A COMPUTADOR CENTRAL A TRAVÉS DEL CABLE ETHERNET .....	67
FIGURA 3.8: MENÚ PRINCIPAL DE HTTP://TOPLINKMODEM.NET CAMPO “STATUS” .....	67
FIGURA 3.9: SELECCIÓN DE MODO DE TRABAJO DE OPERACIÓN DE RED: 3G/4G ROUTER.....	68
FIGURA 3.10: NOMBRAMIENTO DE LA RED EN EL SUB-CAMPO “WIRELESS SETTINGS” .....	68
FIGURA 3.11: DENOMINACIÓN DE LA CONTRASEÑA DE LA RED .....	69
FIGURA 3.12: CONEXIÓN A LA RED CONFIGURADA.....	69
FIGURA 3.13: ESPECIFICACIONES DE MÁXIMA CAPACIDAD Y PESO DENTRO DE LA CABINA .....	70
FIGURA 3.14: DURACIÓN DEL TRANSCURSO DEL CAMINO DE LAS VÍAS .....	71
FIGURA 3.15: VISTA EN SECCIÓN DE LA ESTACIÓN Y SUS CABINAS .	71
FIGURA 3.16: SISTEMA DE VENTILACIÓN SITUADA EN CABINA DE LA AEROVÍA DE GUAYAQUIL .....	73
FIGURA 3.17: CERTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CABINA DE AEROVÍA DE GUAYAQUIL.....	74
FIGURA 3.18: MODELO DE UBICACIÓN DEL ROUTER EN CABINA.....	75

FIGURA 3.19: EJEMPLO DE ROUTER INSTALADO EN TECHO .....	75
FIGURA 3.20: APLICACIÓN MÓVIL “NETWORK CELL INFO LITE” .....	78
FIGURA 3.21: FUNCIÓN MAPA EN DISPOSITIVO 3G (HSPA+) CLARO..	79
FIGURA 3.22: FUNCIÓN MAPA EN DISPOSITIVO 4G (LTE) CLARO .....	80
FIGURA 3.23: PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN “MEDIR” EN RED HSPA+ (3G) EN APP .....	81
FIGURA 3.24: PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN “MEDIR” EN RED LTE (4G) EN APP.....	81
FIGURA 3.25: ARQUITECTURA DE LA RED OPERANDO CON LAS 3 GENERACIONES (GSM, UMTS, LTE).....	82
FIGURA 3.26: ARQUITECTURA DE UNA RED GSM (2G).....	83
FIGURA 3.27: ARQUITECTURA DE UNA RED UMTS (3G).....	86
FIGURA 3.28: ARQUITECTURA DE UNA RED LTE (4G) .....	88
FIGURA 3.29: PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE RED 3G .....	90
FIGURA 3.30: PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE RED 4G .....	91
FIGURA 3.31: VARIACIÓN DE RSRP (DBM), RSRQ (DB) Y RSSNR (DB) A LO LARGO DE LA RUTA DE CONDUCCIÓN - D1 (RUTA 1).....	93

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

TABLA 2.1: CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	8
TABLA 2.2: CARACTERÍSTICAS INTERMODALES ESTACIÓN PARQUE CENTENARIO .....	14
TABLA 2.3: CARACTERÍSTICAS INTERMODALES EN ESTACIÓN JULIAN CORONEL.....	18
TABLA 2.4: ESPECIFICACIONES INTERMODALES DE LA ESTACIÓN “DURÁN” .....	22
TABLA 2.5: CARACTERÍSTICAS INTERMODALES ESTACIÓN MALECÓN 2000.....	26
TABLA 2.6: DIRECCIONAMIENTO IP.....	48
TABLA 2.7: APLICACIONES DE INTERNET CON SU RESPECTIVA TASA DE TRANSFERENCIA.....	49

### Capítulo 3

TABLA 3.1: MEDICIÓN RSQR .....	92
TABLA 3.2: BANDAS DE FRECUENCIA GSM TECNOLOGÍA (2G).....	95
TABLA 3.3: BANDAS DE FRECUENCIAS Y ANCHOS DE BANDA DE CANAL UMTS-FDD.....	97
TABLA 3.4. BANDAS DE FRECUENCIA Y ANCHOS DE BANDA DE CANAL LTE (4G).....	98

## Índice de Ecuaciones

ECUACIÓN 1: CÁLCULO DE ANCHO DE BANDA .....	50
ECUACIÓN 2: ANCHO DE BANDA PARA UNA SUBRED DE 240 USUARIOS .....	50
ECUACIÓN 3: ANCHO DE BANDA MÁXIMO QUE UTILIZARÍA LA RED INALÁMBRICA CADA 12 MESES .....	50
ECUACIÓN 4: FORMULA DE COEFICIENTE DE PONDERACIÓN EN LA AEROVÍA DE GUAYAQUIL .....	74
ECUACIÓN 5: FORMULA DETERMINACIÓN DEL ELEMENTO PCI CON SU NID RESPECTIVO.....	94

## RESUMEN

Los sistemas de Red de internet Inalámbrico se han esparcido alrededor del mundo debido a los avances tecnológicos tanto en zonas industriales, locales, servicios de transportes, escuelas, etc. La ciudad de Guayaquil tiene implementados diversos puntos de acceso inalámbricos gratuitos para que el ciudadano tenga acceso a internet. WI-FI junto a sus redes están elaboradas para operar en el nivel de la frecuencia en las bandas de cada generación de tecnología. En cuanto al transporte público como buses, taxis, Aerovía, entre otros, los cuales transitan dentro de la ciudad de Guayaquil, utilizan los sistemas de wifi inalámbrico que brinda el municipio y las distintas operadoras en la ciudad. El proyecto establecido, consiste en la propuesta de diseño de una red móvil inalámbrica que brinde internet WIFI dentro de las cabinas de pasajeros del medio de transporte durante el trayecto entre las estaciones Parque Centenario y Julián Coronel a través de la Avenida Quito. Donde se llevará a cabo el estudio de los parámetros y elementos con los que esta red propuesta opera. También se incluyen todas las estadísticas de las generaciones de tecnología (2G, 3G Y 4G). Los parámetros detallados de las ubicaciones de ambas estaciones, el tipo y configuración del router sugerido y una simulación elaborada por el autor en el que se puede observar y apreciar la conexión entre el punto de acceso situado dentro de la cabina de pasajeros y las diferentes radiobases o también denominados nodos a los que se va conectando durante el trayecto establecido.

**Palabras claves:** INALÁMBRICO - PUNTOS DE ACCESO – ROUTERS – RED MÓVIL – WIFI – TRAYECTO – ESTACIONES - GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA – RADIO BASES – NODOS.

## ABSTRACT

In the course of time, Wireless Internet Network systems have spread around the world due to technological advances both in industrial areas, premises, in transport services, schools, etc. The city of Guayaquil has implemented various free wireless access points in various areas for citizens to have access to the internet. WI-FI together with its networks are designed to operate at the frequency level in the bands of each generation of technology. Regarding public transport services such as buses, taxis, Aerovía, among others, which transit within the city of Guayaquil, they use the wireless Wi-Fi systems provided by the municipality and the different operators that operate in the city. The established project, which consists of the design proposal of a wireless mobile network that provides WIFI internet within the passenger cabins of the means of transport during the journey between the Parque Centenario and Julián Coronel stations through Quito Avenue. Where everyone will carry out the study of the parameters and elements with which this proposed network will operate. Also included are all the statistics of the technology generations (2G, 3G AND 4G). The detailed parameters of the locations of both stations, the type and configuration of the suggested router, and a simulation prepared by the author in which the connection between the access point located inside the passenger cabin and the different base stations can be observed and appreciated. or also called nodes to which it connects during the established path.

**KEY WORDS:** WIRELESS - ACCESS POINTS - ROUTERS - MOBILE NETWORK - WIFI - ROUTE - STATIONS - TECHNOLOGY GENERATION - RADIO BASES - NODES.

## **Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación**

En este capítulo se presenta una descripción general del trabajo de investigación a desarrollarse, estableciéndose su alcance, la definición del problema de investigación, su objetivo general y los específicos y la hipótesis a demostrar en este trabajo.

### **1.1. Introducción.**

El Municipio de Guayaquil está implementando un nuevo servicio para la ciudad, el cual brindará un gran beneficio para la sociedad, principalmente en el grupo que utiliza el medio de transporte público para trasladarse a medianas y largas distancias dentro de la ciudad de Guayaquil y hacia el cantón Durán, a través de la nueva Aerovía de Guayaquil. Este es un sistema de transportación pública Aero suspendida que conectará las ciudades de Guayaquil y Durán, en la provincia del Guayas, Ecuador. El proyecto tuvo sus inicios en el año 2014, después fue presentado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil en 2015 y su construcción inició en 2019. El proyecto de la Aerovía tiene previsto que entre en funcionamiento en el 2020 (Verni, 2020).

Este proyecto magno de transporte público denominado Aerovía de Guayaquil, contiene varios sub-proyectos que forman parte del mismo. Entre estos sub-proyectos se encuentra este proyecto, el cual pretende presentar una propuesta de diseño para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito. El cual incluye una simulación, demostrando como sería la interconexión entre los puntos de acceso de los postes, que brinda servicio de internet la empresa Telconet, con los routers que se implementarán en las cabinas teleféricos del servicio de transporte de la aerovía.

### **1.2. Antecedentes.**

Telconet SA, empresa de telecomunicaciones, junto con la Alcaldía de Guayaquil, han trabajado en conjunto para la instalación de puntos de servicio de internet WiFi gratuitos nuevos, en los sectores cercanos de 750 instituciones educativas particulares populares, fiscos misionales y fiscales en los sectores de Pascuales, Suburbio, Bastión, Guasmo, La Floresta, Mapasingue, vía a Daule,

Bastión Popular, Esteros, Huancavilca, Socio Vivienda, etc. (Comunidad, Diario Qué!, 2020).

Los nuevos puntos de internet no reemplazan a los servicios de internet de las escuelas, colegios y/o universidades (entidades educativas), sin embargo, el municipio de la ciudad de Guayaquil quiere ayudar y apoyar a los ciudadanos, que no cuentan ni tienen internet en sus hogares. Desde el mes de junio hasta noviembre del año 2020, se ha instalado, por la compañía Telconet S. A., en las cercanías de 377 instituciones educativas, puntos de acceso gratuito de internet Wifi. Con estos puntos de acceso de servicio de internet gratuito municipal, la cobertura que inicialmente era con un contrato de la empresa Telconet S.A. por 6.130 puntos de acceso, se aumentó 1.870 puntos más, y después debido a la pandemia del COVID-19, la empresa donó 1.000 puntos de acceso para las necesidades debido a falta de recursos de los ciudadanos. Con esto previamente mencionado, la cifra de puntos WiFi ascendió a 9.000 en total que están distribuidos por toda la ciudad en la actualidad (Comunidad, Diario Qué!, 2020).

### **1.3. Definición del Problema.**

La necesidad de brindar un buen servicio de internet a los usuarios de la aerovía del municipio de Guayaquil en el tramo de la av. Quito entre 9 de octubre y el cementerio.

### **1.4. Justificación del Problema.**

Esta propuesta de proyecto va a brindar un servicio gratuito y de buena calidad de internet a los clientes de la aerovía con el objetivo de atraer a los usuarios con un mejor servicio a bordo de este medio de transporte y así justificar el valor del pasaje.

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

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

Presentar el diseño de una red inalámbrica para brindar el servicio de internet a los usuarios de la aerovía del Municipio de Guayaquil en el tramo de la Av. Quito entre 9 de octubre y el cementerio.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Describir el estado del arte de los sistemas inalámbricos para transportes públicos. (buses, aviones, trenes, etc)
- Diseñar una red inalámbrica para brindar el servicio de internet a la aerovía en el tramo de la av. Quito desde la avenida 9 de octubre hasta el Cementerio General de Guayaquil.
- Análisis de los resultados obtenidos de la simulación del recorrido del sistema propuesto.

### **1.6. Hipótesis.**

La implementación del diseño propuesto permitiría brindar el servicio de internet a los usuarios de la aerovía en el tramo de la Av. Quito desde la avenida 9 de octubre hasta el Cementerio General de Guayaquil

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

- Descriptiva: Se describe y explica puntualmente cada punto importante con detalle del proyecto presentado.
- Cuantitativa: En el trabajo se presentan datos y estadísticas relevantes del proyecto presentado.
- Cualitativa: Se da a conocer la calidad de internet inalámbrico que brinda el servicio del proyecto implementado en las cabinas de la aerovía de Guayaquil a los pasajeros que son beneficiados con el mismo a través de parámetros establecidos.
- No Experimental: No son alteradas las variables presentadas que son medidas en el diseño de la red del proyecto presentado.
- Analítica-Sintética: Se implementa el análisis detallado de cada uno de los factores que inciden en este proyecto el cual consiste en brindar internet inalámbrico en las cabinas del servicio de transporte de la Aerovía de Guayaquil para posteriormente poder brindar resultados factibles y conclusiones.

## **Capítulo 2: Fundamentación Teórica**

En este capítulo se realiza el desarrollo del estado del arte de las redes inalámbricas para empresas públicas y en general la fundamentación teórica de este trabajo de investigación.

### **2.1. Proyecto General de Aerovía de Guayaquil**

En la actualidad, en la ciudad guayaquileña, el medio de transporte junto a su red se compone por el servicio de “Metrovía” y sus trayectos alimentadores que abarcan todo el Occidente y la zona Sur de la ciudad. Por la zona Norte, la troncal que se dirige a Bastión Popular es la única que existe y otras 2 troncales aparte que están dentro de la planificación del municipio. Pero, revisando los recientes progresos y desarrollos de la zona urbana norte de la ciudad y el aumento de la demanda de clientes de transporte entre la ciudad guayaquileña y los pueblos, cantones y recintos vecinos de Durán y Samborondón, se ofrecen como una necesidad diferentes servicios de colectivos medios de transporte, complementarios y alternativos a los servicios que brinda el sistema de transporte de la Metrovía (Municipio de Guayaquil, 2016).

Debido a lo mencionado anteriormente, se tomó la decisión llevar adelante la elaboración, construcción y concepción de un transporte aéreo suspendido, dicho proyecto se lo denomina en el presente con el nombre de Aerovía de Guayaquil, entre las ciudades de Durán y el centro de la Guayaquil. El municipio de Durán contiene importantes densidades de la población y una relación directa social y laboral con la ciudad de Guayaquil (Municipio de Guayaquil, 2016).

Según los estudios del (Municipio de Guayaquil, 2016) y sus empresas colaboradoras, se estableció que el recorrido tiene una extensión de 4100 metros con un tiempo de trayecto de alrededor de quince minutos y contiene cuatro estaciones de clientes pasajeros: Estación Durán hasta estación Malecón 2000, después se dirige a la estación denominada Julián Coronel, y finalmente la estación Parque Centenario en el centro de la ciudad. También contiene una estación técnica entre la

estación Malecón 2000 y la estación Julián Coronel, en el lugar que se ubica el denominado “Cerro del Carmen”. Dicha estación opera y permite un cambio de rumbo en el alineamiento.

El alineamiento del transporte comienza en la ciudad de Durán, en la prolongación del Malecón situado al sur de dicha ciudad, como se puede apreciar en la fotografía de satélite (Figura 2.1). En la ciudad de Durán, se planificó una estación de clientes pasajeros con un parqueadero integrado para vehículos con una capacidad de 250 plazas. En el mismo sentido, se planificó alimentar a la estación con servicios de autobuses dedicados, dónde su operación, mantenimiento e inversión estaría cargo del Aliado Estratégico del municipio.



Figura 2.1: Trazo Total del alineamiento del Proyecto de Aerovía. Tramo: Parque Centenario – Julián Coronel – Estación Técnica – Malecón 2000 – Durán  
Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)

Siguiendo el mismo recorrido, se traspasa el río Guayas hasta alcanzar la estación de clientes pasajeros denominada “Malecón 2000”. Dicha estación se localiza del lado este de Guayaquil y frente al río Guayas, con cercanía del famoso “Centro Cultural Libertador Simón Bolívar”, el cual es un lugar de bastante atracción para la sociedad. La estación número 3 de clientes pasajeros, que se la denomina Julián Coronel, está ubicada en el punto donde se cruzan la avenida Quito con la avenida Julián Coronel. Y finalmente, la estación terminal denominada “Parque Centenario” la cual ya se ha mencionado anteriormente, se localiza en el norte del

punto de encuentro entre la avenida Quito y la avenida nueve de octubre. Dicha estación se conoce como una “estación en pórtico” la cual se localiza por encima de la Avenida Quito en el centro de Guayaquil.

Para estas estaciones recién mencionadas, como también para las torres intermedias que se encuentran entre las estaciones que se pueden apreciar en la imagen satelital, la empresa contratista tuvo que tener en consideración la complejidad del acceso al área de construcción y tomando en cuenta el contexto, prevenir las nuevas complicaciones que pueden surgir mientras duró el periodo de montaje y puesta en marcha del transporte. Para tener una definición y localización más exacta, se elaboró un trazado preliminar en perfil y planta de la línea adjuntada en el Estudio de Factibilidad. El trazado elaborado es referencial, por lo que es actualizado y con una revisión constante y por las empresas contratistas (Municipio de Guayaquil, 2016).

El proyecto Aerovía tiene un costo total aproximado de \$ 134 millones, dinero que será aportado por la empresa concesionaria. Los estudios tuvieron una duración de seis meses, durante los cuales se realizó un análisis de la ciudad y sus necesidades de transporte. Según el representante de la empresa francesa Cistra, la cual estuvo a cargo del análisis, se determinó la mejor tecnología y la mejor ruta para este proyecto.



Figura 2.2: Simulación de cabinas del Proyecto Aerovía  
Recopilado de: (Ecuavisa, 2020)

## 2.1.1. Características de la Instalación

Características principales del Proyecto de Aerovía:

**Tabla 2.1:** Características de la Instalación

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Tipo de instalación</b>	Tele-cabina monocable desembragable
<b>Estación Durán</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estación retorno / tensión para la sección Duran – Malecón 2000.</li> <li>- Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto, que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional.</li> </ul>
<b>Estación Malecón 2000</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estación motriz para el tramo y Malecón 2000 – Julián Coronel – Parque Centenario.</li> <li style="padding-left: 20px;">- Doble estación motriz:</li> <li>- Estación motriz para la sección Duran – Malecón 2000.</li> </ul> <p>Las dos secciones deberán ser sincronizadas y para garantizar una óptima flexibilidad de operación, debe permitir un funcionamiento en modo acoplado entre Duran hasta el Parque Centenario o en modo desacoplado entre las secciones Duran – Malecón 2000 y Malecón 2000 – Julián Coronel – Parque Centenario.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto, que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional.</li> </ul>
<b>Estación Julián Coronel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estación intermedia de Paso simple con ángulo. La forma de desviación del cable dependerá de la tecnología propuesta por la empresa constructora o fabricante.</li> <li>- Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto, que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional.</li> </ul>
<b>Estación Parque Centenario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estación de Retorno / tensión de la sección Malecón 2000 – Julián Coronel – Parque Centenario.</li> <li>- Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta</li> </ul>

	adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto, que estos cambios no lleven a ninguna compra de terreno adicional.
<b>GRUPOS MOTORES</b>	
<b>Configuración</b>	De acuerdo con diseño del fabricante siempre que garantice la disponibilidad exigida y no sobrepase los niveles de ruido exigidos.
<b>SISTEMA DE TENSION</b>	
<b>Sistema de tensión</b>	Hidráulico
<b>Tensión nominal estimada</b>	De acuerdo con diseño del fabricante
<b>GEOMETRÍA DE LA LÍNEA</b>	Referirse al trazado en planta y en perfil en el anexo
<b>DESEMPEÑO</b>	
<b>Capacidad de Transporte</b>	2 600 usuarios por hora y por sentido
<b>Capacidad por Vehículo</b>	10 usuarios sentados
<b>Sentido de marcha</b>	a ser definido por el constructor
<b>Velocidad</b>	Máximo de 5m/s
<b>Velocidad de evacuación</b>	1 m/s
<b>Cantidad de Vehículos</b>	Según cálculo del constructor + 3 de reserva.
<b>CABLE PORTADOR/TRACTOR</b>	
<b>Diámetro nominal</b>	Parámetro a ser definido por el constructor
<b>Calidad del acero</b>	Galvanizado
<b>Naturaleza del interior</b>	Compacto
<b>Otro</b>	Debe ser mínimo con torones compactados. Diámetro de cable igual para tramo 1 como tramo 2 para efectos de compatibilidad de las partes y vehículos.
<b>GARAJE DE CABINAS</b>	
<b>Ubicación</b>	Según elección del constructor.
<b>Modo de funcionamiento</b>	Forma Automática

Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.2. Características De Las Estaciones

Las estaciones fueron construidas con el claro objetivo de respetar y cumplir los requisitos de performance y de calidad y, en el mismo sentido, las exigencias y obligaciones generales y funcionales del proyecto las cuales se establecieron en la investigación de viabilidad. El sistema cableado da paso a juntar los barrios y arrabales y acercar a las personas que los habitan. Sin embargo, aparte de la instalación del moderno sistema de transporte, contiene y constituye una muy relevante transformación de la ciudad y de lo que la rodea (su entorno), debido a grandes obras que pueden y deben brindar una mejor referencia promotora de Guayaquil en el caso que se realicen de buena y correcta manera eliminando repercusiones negativas sobre el mal entorno de la ciudad y por otro lado, se pueda

enfocar en el desarrollo de sus impactos y repercusiones buenas y positivas. En este sentido, las estaciones de la aerovía de Guayaquil tienen una gran importancia en cuanto a su imagen.

El proyecto de las Estaciones de la aerovía de Guayaquil se focalizó de manera muy particular en los puntos mencionados a continuación:

- ❖ Modelo de arquitectura progresista
- ❖ Su Funcionamiento
- ❖ Anexión con el ambiente ciudadano
- ❖ Fiable Acceso
- ❖ Modalidad interna

### **2.1.3. Bases conceptuales de estaciones cableadas**

En este punto, se especifican de forma general los fundamentos y principios generales del mecanismo de funcionamiento del proyecto de Aerovía en sus estaciones.

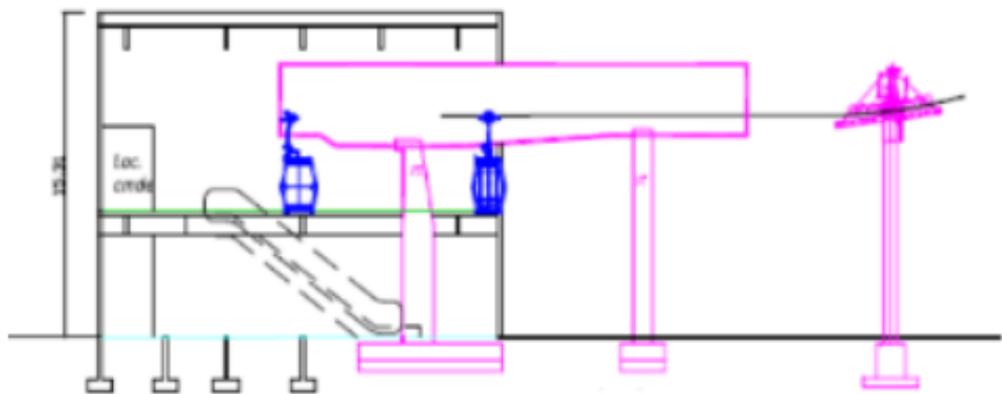
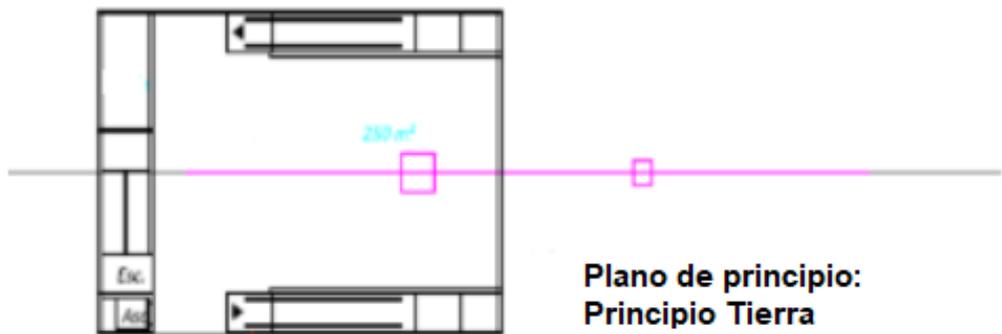
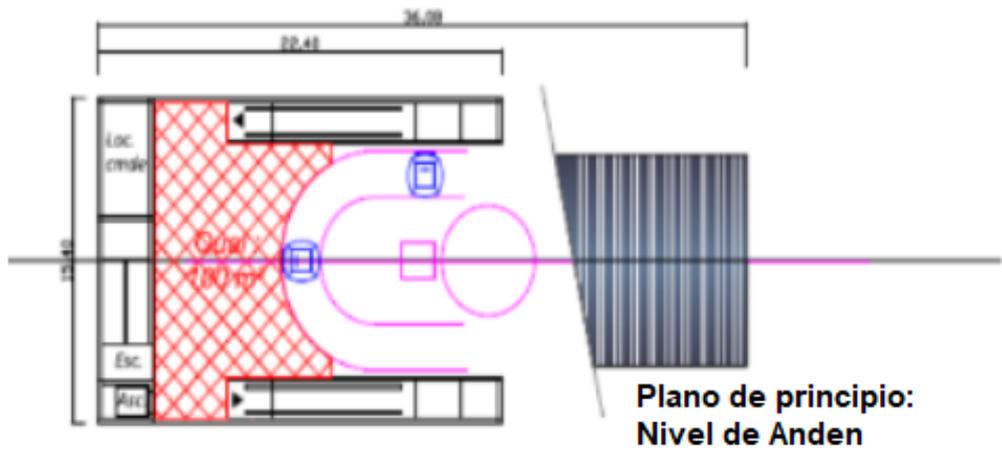
Se dividen en dos tipos de estaciones para clientes pasajeros:

- ❖ Estaciones denominadas E. Terminales (que se localizan en los límites)
- ❖ Estaciones denominadas E. Intermedias

Estas 2 clases de estaciones tienen distintas funcionalidades, por lo que cuando las estaciones intermedias sirven para clientes pasajeros que se movilizan en ruta, por el otro lado, las estaciones terminales acumulan clientes pasajeros y resultan intermodales.

#### **Estaciones terminales**

Lo que involucra a las estaciones de los extremos, los clientes usuarios en su totalidad desembarcan del transporte y una vez que las cabinas estén vacías, estas rodean a la estación para después regresar en dirección opuesta. Como fundamento principal de funcionamiento inicialmente está compuesto de dos fases: la que se conoce como desembarque de pasajeros y la de embarcamiento de los mismos. Para optimizar y mejorar el sistema de entradas/salidas y la facilidad y comodidad de los pasajeros, ambas fases son ejecutadas y gestionadas en dos puntos diferentes de la estación con 2 andenes distintos (Municipio de Guayaquil, 2016).



- Legenda:**  
 Área mecánica de la estación  
 Superficies funcionales  
 Superficies de pasajeros

Figura 2.3: Gráfico de inicio de la denominada “estación terminal”  
 Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)



#### **2.1.4. conceptualizado del modelo Arquitectónico y Acceso del proyecto**

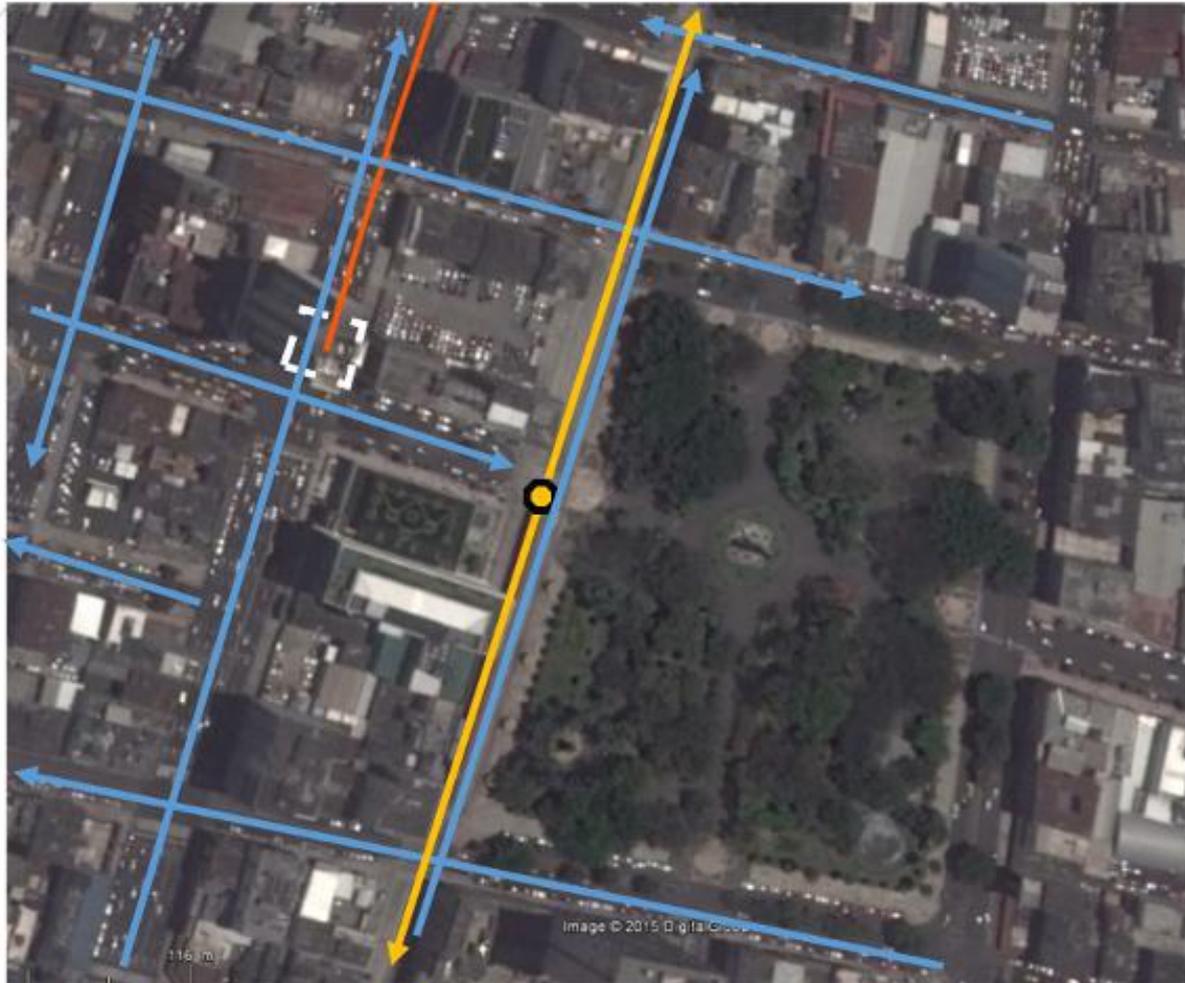
Aerovía de Guayaquil como proyecto municipal incluye 4 estaciones de clientes y 1 estación técnica, que han sido diseñadas para contar con la cobertura en servicios de transporte más eficiente posible del trazado. Cada estación se localiza en un lugar en particular para satisfacer y completar la demanda de clientes pasajeros y admitirles la selección del método de transporte a usar. La empresa contratista se encargó de manera armoniosamente correcta con el entorno del tramo en la que se transita y arquitecturalmente vanguardista (Municipio de Guayaquil, 2016).

En este contexto, sus principales sub proyectos son:

- Adecuación de las redes viarias impactadas
- Adecuación de los proyectos adicionales justificados
- La empresa contratista se encarga del diseño y la realización de todas las obras que fueron necesarias para asegurar la accesibilidad, la integración y la intermodalidad de las distintas formas de transporte que se identifican dentro de este proyecto denominado Aerovía de Guayaquil.
- La empresa contratista es la encargada de garantizar el acceso para los clientes pasajeros de discapacidad o movilidad reducida en el servicio de transporte de la Aerovía de Guayaquil.

#### **2.1.5. Estación Parque Centenario Avenida Quito**

La estación denominada "Parque centenario" o conocida popularmente como "la estación de la avenida Quito" se localiza en el cruce de la avenida Quito y la avenida nueve de octubre, próxima a la parada del servicio de transporte Metro vía nombrada "Estación Parque Centenario" en el centro de la ciudad. Este tramo de Guayaquil, sin contar la av. Quito, es caracterizada por contar con calles no muy anchas y que en algunos sectores están al par de edificaciones y torres de patrimonio cultural. Un ejemplo de estos edificios patrimoniales son instituciones administrativas y legislativas, como el denominado "Corte Provincial del Guayas" están cercanas a la estación del Parque Centenario (Municipio de Guayaquil, 2016).



**Figura 2.5:** Marco de la ciudad para la estación “Parque Centenario”  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.5.1. Tabla Características intermodales Estación “Parque Centenario”

**Tabla 2.2:** Características intermodales Estación Parque Centenario

<u>Sitios identificados</u>	En el cruce de la avenida 9 de octubre con la avenida Quito
<b>Altura propuesta para la estación</b>	2 pisos / pórtico encima de la carretera
<u>Inserción urbana</u>	Estación en pórtico sobre la avenida Quito (o Pedro Moncayo) <u>Acceso desde la calle</u>
<b>Transportes públicos en rangos próximos</b>	<b><u>Metrovías:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Troncal 2 (25 de Julio – Rio Daule) – parada Plaza del Centenario (av. 1 de Mayo)</li> <li>• Línea nueva (Mucho Lote – Centenario) – (av. Pedro Montayo)</li> </ul>

	<p><b>Buses:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Av. 1 de Mayo -&gt; Est - 60m : R41, R54, R94 parte 1 y parte 2, R119 (rotación -&gt; Norte en av. Quito), R143</li> <li>• Av. Jose de Anteparra -&gt; Sur - 150m : R12 Ocp, R22, R45, R47, R52, R88, R108, R116, R119, Ctp.2 pascuales</li> </ul>
<p><b>Necesidades de intermodalidad identificadas</b></p>	<p>Acceso vehículos técnicos y de emergencia</p> <p><b>Buses:</b> paradas y paso de peatones</p> <p><b>Metrovía:</b> paso de peatones</p> <p><b>Taxis:</b> llegada de pasajeros y espera de vehículos</p>

Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)

### Objetivos urbanos

- Conservar la buena imagen pública del sistema de transporte Aerovía de Guayaquil que opera en el centro urbano por cable.
- Empotramiento de la torre de la estación en pórtico sobre la Av. Quito

### Objetivos de transporte

- Conectar la zona de peatones a los pasajeros del servicio de la Metrovía con la estación parque centenario de la aerovía de Guayaquil.
- Diligenciar el flujo de la zona peatonal y de vehículos que transitan en dicha área urbana

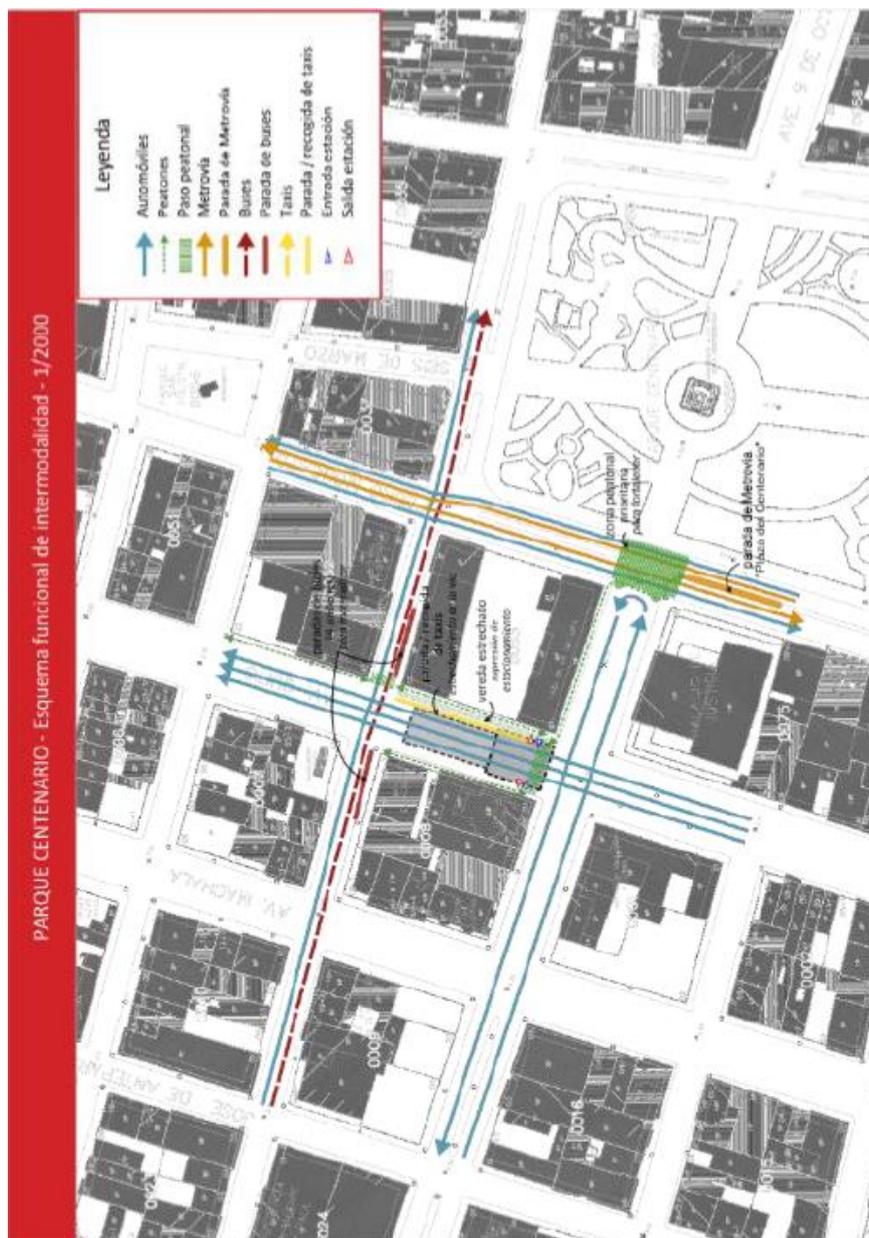
**Equipamientos e infraestructura para proveer por el contratista para cumplir con los objetivos**

### Planificación de integración:

- La zona de llegada de usuarios y espera de transportes y una zona de parqueadero de servicios de taxistas.

- Vías para pasajeros que brinden garantía en la segura y buena circulación de los pasajeros desde la zona del parqueadero que se ubica en el Malecón 2000 y la zona del piso número 1.
- Eficiente accesibilidad a transportes “técnicos” y transportes para emergencias
- La zona de paso peatonal partiendo desde el sistema de transporte Metrovía.

Se puede apreciar en la imagen presentada cómo se planteó la estación “Parque Centenario” conceptualmente.



**Figura 2.6:** Funcionamiento e Implantación de la estación “Parque Centenario”  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.6. Estación Julio Coronel

La estación nombrada “Julián Coronel” está localizada en el cruce entre la calle Julián Coronel (cementerio general de Guayaquil) y la calle avenida Quito ubicada en el centro. Esta estación se denomina intermedia y se localiza al inicio de la avenida mencionada, en el área que se encontraba deshabitada, sin prototipo urbano ya establecido. Esta localización del proyecto de transporte Aerovía de Guayaquil brinda oportunidades de regeneración ciudadana de tercer uso. La estación está insertada en pódico, arriba del intercambiador. Se localizan bastantes buses que transitan por esta zona. El desafío en esta situación fue que se lleve a cabo y se permita el intercambio modal y transbordo de los clientes usuarios para que pasen de un modo al otro medio de transporte. (Municipio de Guayaquil, 2016)



**Figura 2.7:** Entorno urbano para la estación “Julián Coronel”

**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.6.1. Características intermodales de la estación Julián Coronel en el lugar de su localización

**Tabla 2.3:** Características intermodales en estación Julian Coronel

<u>Sitios identificados</u>	En la interconexión entre la avenida Quito con la avenida del Doctor Julián Coronel Oyarvide, al sur o en el centro del enlace de intercambio entre las dos vías.
Altura propuesta para la estación	2 o 3 pisos / pórtico si necesario
<u>Inserción urbana</u>	Franqueamiento de la vía al sur del enlace. Llegada de transportes en un entorno restringido.
Transportes públicos en rangos próximos	<p><b>Metrovía:</b> Troncal 2 (25 de Julio – Río Daule) – Ninguna parada</p> <p><b>Buses:</b></p> <p><b>Av. Dr Julian Coronel Oyarvide</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Este -&gt; Oeste : R6, R7, R32-1, R38, R47, R52, R54, R84, R88, R112, R135, R141</li> <li>• Oeste -&gt; Este : R44-Terminal Parte 1, R6, R7, R22, R28, R32-1, R84, R89</li> </ul> <p><b>Av. Quito / av. Jose de Antepara</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur -&gt; Norte : R17, R17-2, R18-1, R18-2, R18-5, R18-A Padre Solano, R18-Centro, R21, R22, R34-2, R42, R44-Terminal Parte 1, R55, R62, R81-1, R81-2, R81-3, R81-Abel Gilbert, R83, R89, R116, R119, R131-1, Ctp 2 Pascuales</li> <li>• Norte -&gt; Sur : R17, R17-2, R18-1, R18-2, R81-3, R18-5, R18-A Padre Solano, R18-Centro, R22, R33, R34-2, R42, R52, R55, R62, R81-1, R81-2, R81-Abel Gilbert, R88, R89, R116, R119, R131-1, R143</li> </ul>
<u>Necesidades de intermodalidad identificadas</u>	<p>Acceso VL y transportes técnicos y de emergencia</p> <p><b>Buses:</b> paradas y paso de peatones</p> <p><b>Metrovías:</b> paso de peatones</p> <p><b>Taxis:</b> llegada de pasajeros y espera de vehículos</p>

**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

## **Objetivos urbanos**

- Nexo de la zona urbana entre las 2 zonas del nudo de vías de transporte y revivificación del entorno ciudadano
- Resguardar y priorizar la figura pública del sistema de Aerovía de Guayaquil, el cual es un transporte que opera por cable en el centro de la ciudad.
- El cruce en la intersección de la calle Julián Coronel y la Avenida Quito incluyendo los respectivos puentes.

## **Objetivos de transporte**

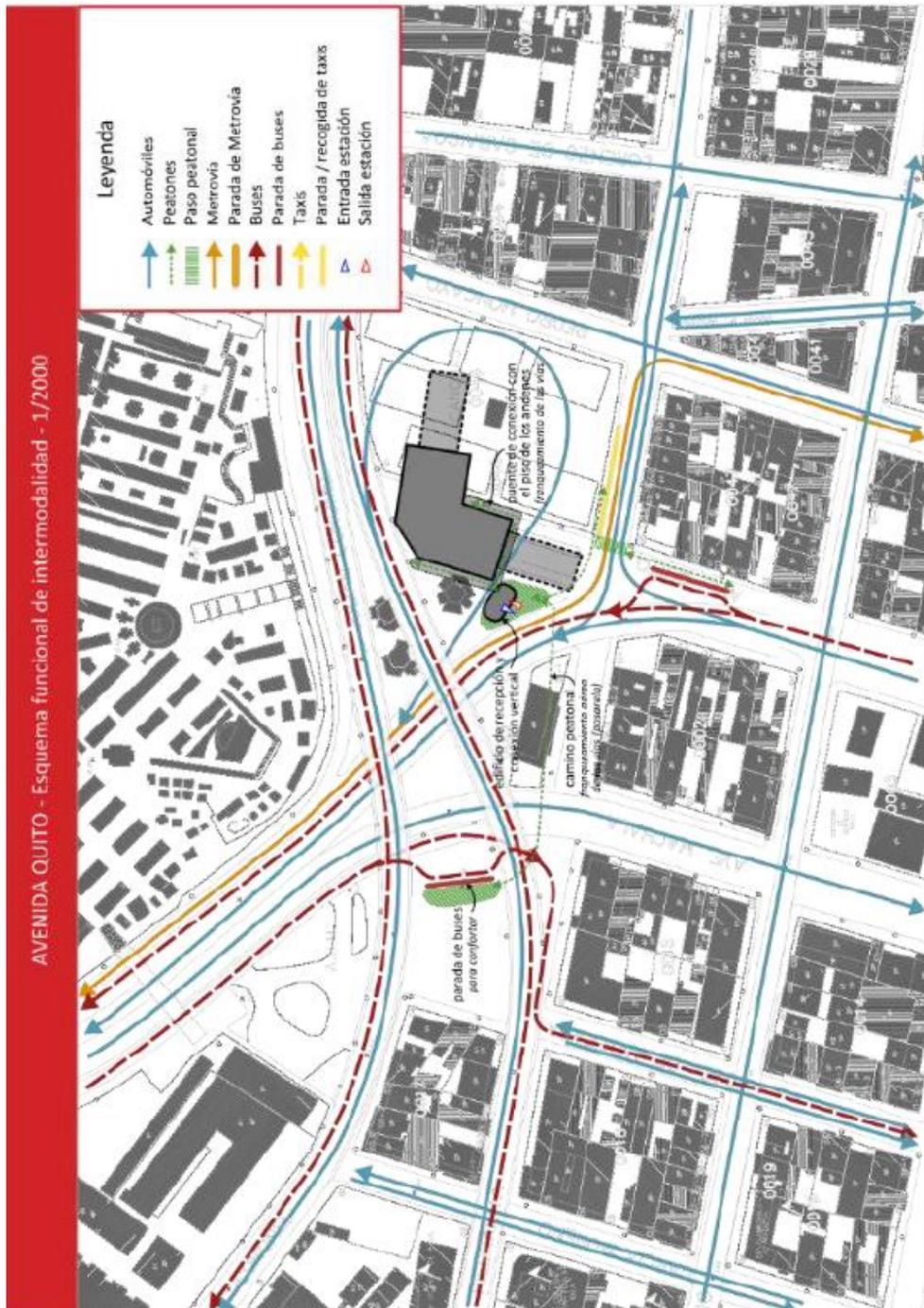
- Transito segura de las personas de forma peatonal sobre las avenidas y calles
- El fácil acceso a la estación Julián Coronel partiendo de la red vial aledaña tanto para buses como para taxistas.

## **Infraestructura, Materiales y equipos que la empresa contratista tiene la obligación de proveer para que se cumplan los objetivos del proyecto:**

Particularmente en la estación Julián Coronel se previó la integración de:

- Una zona de arribo de transportados y zona de aguarde de transportes y una zona de parqueadero para los servicios taxistas.
- Un acceso a vehículos técnicos y vehículos de emergencia
- Unas paradas de autobuses
- Un camino peatonal a desnivel para los ciudadanos que busquen transitar y recorrer el trayecto entre la Av. Quito y la Av. Machala.
- Unas vías de pasajeros que garanticen la circulación segura de los usuarios desde la calle, desde las paradas de taxi y de autobús hasta la propia estación
- Un edificio de recepción y conexión vertical

Se puede apreciar en la imagen presentada cómo se planteó la estación “Julián Coronel” conceptualmente.



**Figura 2.8:** Implantación y funcionamiento de la estación “Julián Coronel”  
**Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)**

### 2.1.7. Estación Técnica

El tramo entre 2 estaciones necesita quedar en línea recta debido a que los cambios de sentido deben efectuarse únicamente en las estaciones de transporte. El trazado o tramo de una línea de transporte por cable se ve condicionada a la necesidad de poder hallar líneas rectas que no tengan objetos que obstaculicen entre

2 estaciones. En la debida circunstancia de que se deba introducir o incluir un cambio de dirección o sentido en la línea sin que se tenga que obligatoriamente por necesidad de colocar una estación de usuarios que vayan a usar el servicio de transporte, se planteó la idea de la edificación de lo que se conoce como “estación técnica”, lo que significa, una estación con sistemas de enganche y desenganche del cable, con la diferencia que no contarán con los equipamientos de desembarque/embarque de los clientes usuarios. En medio las estaciones conocidas como Julián Coronel y Malecón 2000, se planificó por necesidad la inclusión de una estación del tipo mencionado anteriormente para que se pueda dar el cambio de sentido direccional. En este sentido, la estación técnica estaría ubicada entre las laderas del cerro del Carmen y la calle Julián Coronel. Partiendo de esa zona, el sistema se direcciona en pendiente recta hasta la estación “Julián Coronel”. (Municipio de Guayaquil, 2016)

En la estación técnica, la empresa contratista es la encargada de brindar el acceso a transportes de emergencia y transportes técnicos.



**Figura 2.9:** Área de implantación de la estación técnica  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.8. Estación Durán

Esta estación, nombrada con el cantón donde esta se encuentra: “Durán”, se localiza en la zona sur del municipio del cantón. La estación se localiza específicamente en la prolongación del Malecón sur del cantón. Este sitio urbano se caracteriza por barrios residenciales, especialmente al este de la zona de implantación de esta estación. Se detalla un lugar con vegetación natural y donde de manera potencial aparecen obras de desarrollo en la ciudad para utilización en residencias. Varias obras continuamente están siendo realizadas, y se tienen pronosticadas obras modernas vivenciales. La zona cuenta con dos ingresos, el primero por el malecón Abel Gilbert y el segundo la avenida Abel Gilbert. Por esta ubicación pasa un sistema de línea de buses que brinda servicios a los moradores de la zona. (Municipio de Guayaquil, 2016)



**Figura 2.10:** Entorno urbano para la estación “Durán”  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

#### 2.1.9.1. Características intermodales de la estación Durán en la zona ubicada

**Tabla 2.4:** Especificaciones intermodales de la Estación “Durán”

<b>Sitios identificados</b>	En el Malecón Abel Gilbert, al sur de la punta suroeste del municipio
<b>Altura para la estación</b>	Al nivel del terreno
<b>Inserción urbana</b>	Prolongación del paseo del malecón en una plaza frente a la estación

	Preservación máxima de la vegetación y del medio acuático cercanos
<b>Transportes públicos en rangos próximos</b>	<b>Buses Malecón Abel Gilbert:</b> R81 Abel Gilbert
<b>Necesidades de intermodalidad</b>	Acceso VL ( y vehículos técnicos y de emergencia)
<b>Identificadas</b>	<b>Buses:</b> paradas y paso de peatones <b>Taxis:</b> llegada de pasajeros y espera de vehículos

Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)

### Objetivos de zona urbana

- Preservar la figura pública del sistema de transporte en el cantón.
- Implantación de la estación: el ambiente propio que debe ser mantenido y las obras de construcción planeados en la zona norte de esta estación, entre ambas.
- Conexión urbana con los circuitos de peatones del malecón Abel Gilbert.

### Objetivos del medio de transporte

- El buen acceso a la estación partiendo de la red para servicio de buses y taxis
- Administrar la protección del paso de los transportes en referencia a la zona peatonal donde las personas llegan y embarcan y desembarcan en las paradas de los buses.

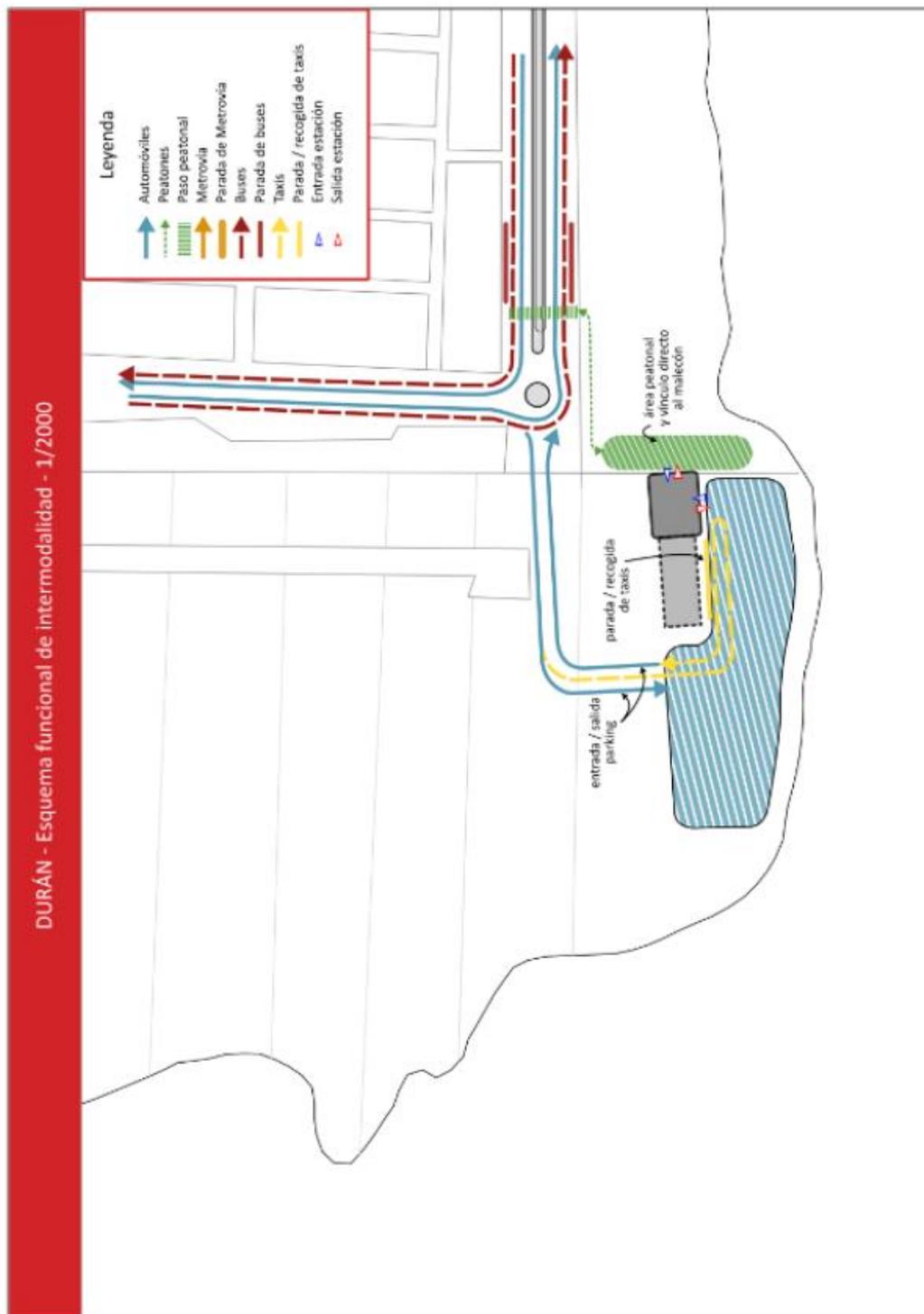
### Infraestructura y Equipamientos los cuales la empresa a cargo debe conseguir para efectuar con las metas trazadas

En cuanto a la estación ubicada en el canton Durán se estudió la integración de:

- Un estacionamiento para método de "Park & Ride" de una capacidad mínima de 250 parqueos, y aparte una zona para cincuenta bicis y motocicletas
- Paradas de autobús para el sistema de líneas alimentadoras las cuales serían 3 con autobuses de longitud de doce metros operando en dirección a la estación del cantón.
- Una zona de arribo de transportados y zona de aguarde de transportes y una zona de parqueadero de taxistas privados y públicos.
- Caminos de personas transportadas que brinden una garantía de transición protegida de las personas desde la calle, las paradas de buses y taxis hasta la misma estación.

- Un fácil acceso a vehículos de emergencia y vehículos técnicos

Se puede apreciar en la imagen presentada cómo se planteó la estación “Durán” conceptualmente.



**Figura 2.11:** Implantación y funcionamiento de la estación “Durán”

**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.9. Estación Malecón 2000

La estación denominada y conocida como “Malecón 2000” fue planeada como una estación motriz y se localiza al este de la ciudad de Guayaquil y frente al denominado río Guayas, en las cercanías del centro cultural, donde se conoce popularmente como un área de atracción. Esta localización debió ser coordinada con las obras y proyectos que tuvo en marcha el Municipio como por ejemplo la perla del pacífico y la zona de patio de comida y el cine. El famoso Malecón dos mil es la zona turística y atractiva con más visitantes de la ciudad de Guayaquil. Se extiende en una obra de 2500 metros que conecta jardines, museos, miradores y muelles y atrae más de 1´600.000 visitantes locales e internacionales mensualmente. (Municipio de Guayaquil, 2016)

La estación “malecón 2000”, que se ubicó preliminarmente, su estudio de inserción fue complicado en las cercanías del Malecón dos mil, situada sobre pilares. En resolución en este caso se encontró con el impedimento de la entrada del parqueadero del Malecón, que tenía que tener una solución en pórtico. En el caso que se diera, era necesario el estudio de forma detenido y preciso la localización definitiva en forma que brinde las facilidades que se pueden dar de forma pronta y de las planificadas a futuro. (Municipio de Guayaquil, 2016)



**Figura 2.12:** Entorno urbano para la estación “Malecón 2000”  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 2.1.9.1. Características intermodales de la zona donde estará ubicada la estación Malecón 2000

Tabla 2.5: Características intermodales estación Malecón 2000

<b>Lugares con registraci3n</b>	Implementaci3n en 3rea de terraza del malec3n 2000, cercano al nivel del lmax y del parqueadero.
<b>Altura propuesta para la estaci3n</b>	tres pisos/p3rtico encima de la carretera si resulta necesario
<b>Inserci3n urbana</b>	Integraci3n en el proyecto del malec3n 2000. administraci3n de los flujos de transportes en camino al parqueadero. Conexi3n de forma directa con el tramo del malec3n 2000 en su zona turística
<b>Transportes p3blicos en rangos pr3ximos</b>	<b>Metrovía:</b> Troncal 1 (Guasmo– Rio Daule) – parada las Peñas (calle del malec3n Sim3n Bolívar)
<b>Necesidades de intermodalidad identificadas</b>	<b>Metrovía:</b> paso de peatones procediendo de la parada de Metrovía “Las Peñas” Acceso VL y vehículos t3cnicos y de emergencia <b>Peatones:</b> acceso desde el parking existente en el Malec3n y desde el paseo del Malec3n en el primer piso <b>Taxis:</b> llegada de pasajeros y espera de vehículos

Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2016)

#### Objetivos de zona urbana

- Preservar la figura p3blica del sistema de transporte en la ciudad
- Implementaci3n de la estaci3n en el 3rea limitada a disposici3n en la zona designada
- Conexi3n urbana con el tramo de la zona turística de caminata del Malec3n 2000.

## **Objetivos de la Transportación**

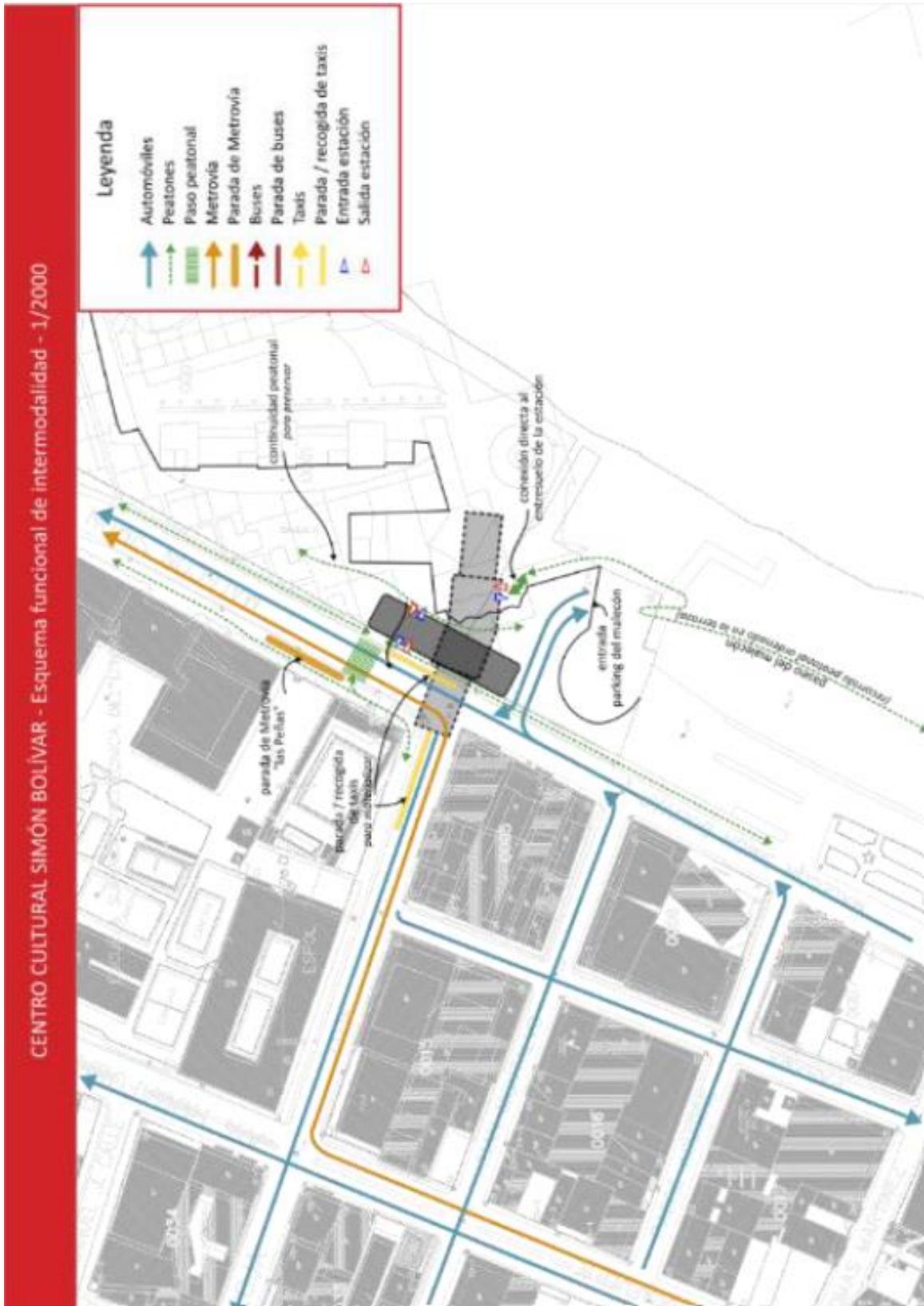
- El nexo de ciudadanos en área peatonal para los pasajeros de la estación denominada “las Peñas” del medio de transporte de buses Metrovía.
- Gestionar y administrar los flujos de peatones en la zona urbana que existe el cual es limitado debido a los obstáculos y construcciones.
- La gestión del paso de transportes que ingresan al parqueadero del Malecón 2000

## **La obtención por la empresa a cargo de Herramientas y equipos de infraestructura para llevar a cabo las metas trazadas del proyecto.**

Se estudió en el Malecón 2000 la integración de forma particular de:

- Una zona de arribo de usuarios y aguarde de transportes y una zona de parqueadero del servicio de taxistas.
- Unas vías de usuarios que proporcionen la circulación segura de los pasajeros desde la vía, desde el Malecón, desde el estacionamiento ya situado sobre el Malecón, desde las paradas de buses y taxis hasta la estación malecón 2000
- Un paso elevado para los usuarios que vienen desde la parada “Las Peñas” del transporte de bus Metrovía
- Un acceso a transportes de emergencia y transportes técnicos

La imagen ilustrada en la siguiente página se muestra el planteamiento de la estación Malecón 2000 de forma conceptual. Es de mucha importancia recalcar que se estableció que en la determinada situación que sea necesaria y posible, se conceptualizó la opción de uso del área de la antigua piscina de la Escuela Politécnica. Especial y específicamente en las situaciones que se generarían si se presentaban obstáculos y conflictos con los proyectos ya establecidos en las cercanías de la misma zona donde se encuentran diferentes proyectos ya realizados por el municipio como por ejemplo la Rueda Gigante más conocida como la perla, El área de juegos mecánicos como la mantarraya, el cine denominado I-Max, el Centro Comercial del Malecón, etc. (Municipio de Guayaquil, 2016)



**Figura 2.13:** Implantación y funcionamiento de la estación “Malecón 2000”

**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

## **2.2. Descripción general de las comunicaciones Inalámbricas en la ciudad.**

La opción de ofrecer a los ciudadanos un servicio sin costo como en este caso el acceso a internet, promueve la implementación y aplicación de políticas públicas, según (Diario El Comercio, 2014) “con el aumento del uso de equipos tecnológicos como tabletas, teléfonos inteligentes y computadoras portátiles, la necesidad de zonas Wifi crece. En ciudades ecuatorianas como Riobamba, Cuenca, Guayaquil, Ibarra y Loja, los Municipios han aumentado este servicio en espacios públicos”

Desde el año 2013, en la ciudad ecuatoriana Ibarra existen 18 parques con el servicio de internet inalámbrico. Durante los diecinueve meses de operación se disminuyó de 50 a 18 mg de ancho de banda, esto se produjo ya que el ancho de Banda está erróneamente distribuido. Las personas que utilizan el servicio protestan debido a que este mismo ha comenzado a tener problemas debido a su lentitud en la conexión y únicamente pueden conectarse en zonas específicas. De la misma manera en la ciudad de Riobamba, Guayaquil, Loja, y Cuenca es de conocimiento que el servicio brindado tiene problemas y protestas debido que al saturarse de personas conectadas al mismo comienzan a tener problemas con la velocidad y el tiempo de navegación, este grave conflicto prioritario es muy continuo diariamente en diferentes sectores de las mencionadas ciudades (Diario El Comercio, 2014).

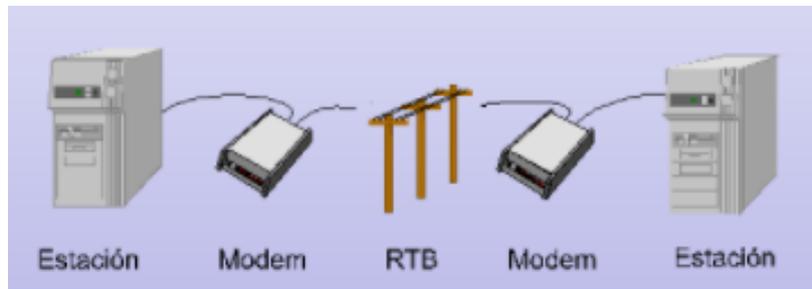
La sobre cantidad de personas conectadas a la red, lo cual crea saturación en la red de internet inalámbrico gratuita del municipio producen diferentes conflictos como por ejemplo de los más comunes es la demorada navegación en varias zonas en la ciudad de Quevedo tanto en sus parques como también en sus plazas (Diario La Hora, 2016).

### **2.2.1. Tipos de Conexión a Internet**

#### **RTB: (Red Telefónica Básica)**

Transmitía señales análogas por lo que se necesitaba urgentemente un Modem. Este sistema RTB fue usado durante muchos años ya que, principalmente, no tenía la necesidad de una infraestructura exclusiva para funcionar.

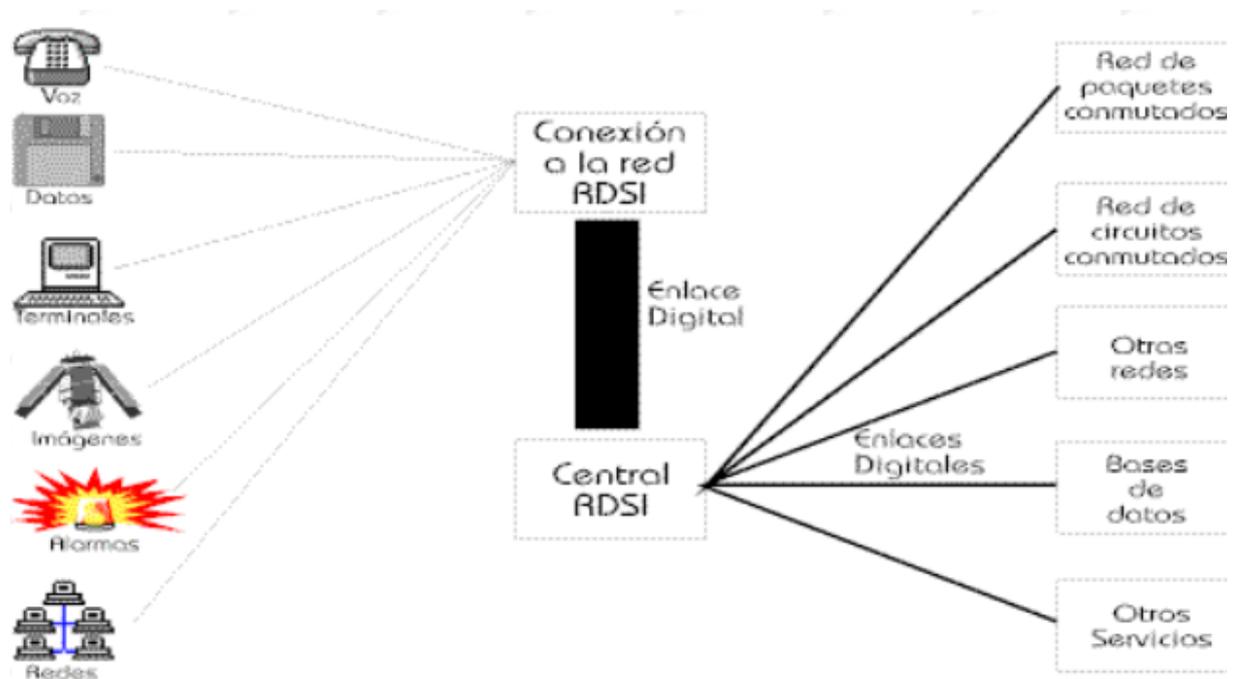
Desafortunadamente su ancho de banda era limitado ya que rondaba los 56 kbps, con canal Half-Duplex, se pudo denotar sus fallas de insuficiencia cuando servicios como por ejemplo el streaming que funciona con el sistema de descarga continua se hicieron muy comunes (Morán, 2016).



**Figura 2.14:** Red telefónica básica RTB  
**Fuente:** (Mejía, 2015)

### **RDSI: (Red Digital de Servicios Integrados)**

Mejóro los inconvenientes que tenía el RTB, contiene 5 canales que transmiten un total de 193 kbps, no se pudo extender de forma completa ya que lo reemplazaron otras diferentes conexiones con mayores beneficios (Morán, 2016).



**Figura 2.15:** Visión Global de la RDSI  
**Fuente:** (Palet, 1994)

## ADSL: (Línea de Abonado Digital Asimétrica)

Conecta las virtudes del sistema RDSI y RTB. Fue escogido como el mejor para dar servicio a empresas y hogares, pudiendo alcanzar anchos de banda de 24 Mbps/ 1.2 Mbps de bajada. Podía utilizar el cableado del sistema de red RTB para la transmisión de Datos y Voz.



Figura 2.16: Modelo de arquitectura ADLS multiusuario

Fuente: (Ticnologia Wiki, 2020)

## Cable de Fibra Óptica:

Usa el recurso de señales de haces de luz en lugar de señales eléctricas, lo cual permite y facilita codificar mayor información suprimiendo y eliminando los conflictos de ruido. Su Ancho de banda está entre 2 a 50 Mbps en dependencia del número de personas o dispositivos conectados a un nodo (Morán, 2016).

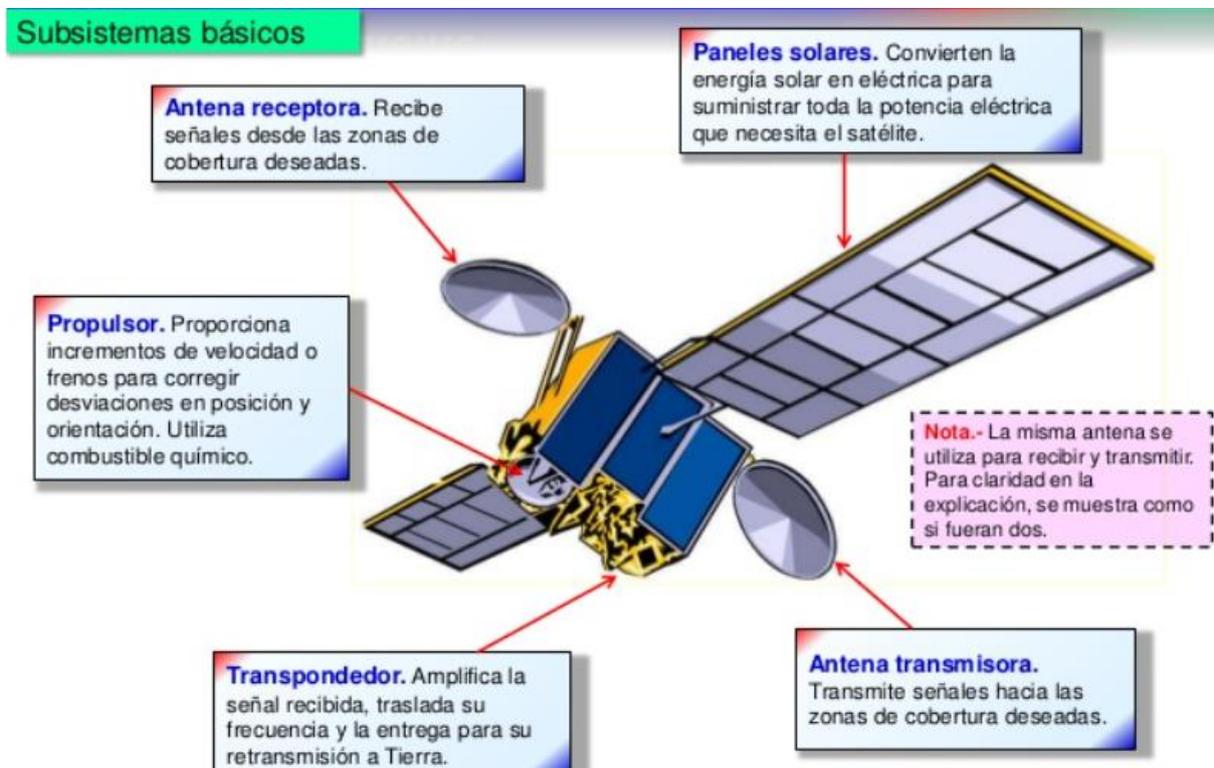


**Figura 2.17:** Imagen 3D de cable de fibra óptica

**Fuente:** (Eland Cables, 2020)

### Satélite:

La transferencia de información entre sus puntos por medio de una antena parabólica de función digital, un acceso telefónico a la red, una tarjeta de recepción para una PC, un software característico y un registro a un suministrador o agente del satélite. La velocidad de descarga tiene la posibilidad de ser de 400 kbps. (Morán, 2016).



**Figura 2.18:** Estructura del satélite

**Fuente:** (Parejo, 2016)

## Redes inalámbricas:

Es frecuente su implementación en redes LAN utilizando el nombre de WLAN. Es indispensable un dispositivo o equipo WIFI. En la situación en la cual se implementa con ondas de radio, su alcance varía entre los 100 y 300m. mientras no se encuentren obstáculos físicos en el trayecto. La WiMax, utiliza ondas de radio de 2.5 a 5.8 Ghz, llega a alcanzar los 50 mil metros, supera velocidades de transmisión de 70 Mbps y tiene la posibilidad de conectar a 100 personas o dispositivos de manera simultánea (Morán, 2016).

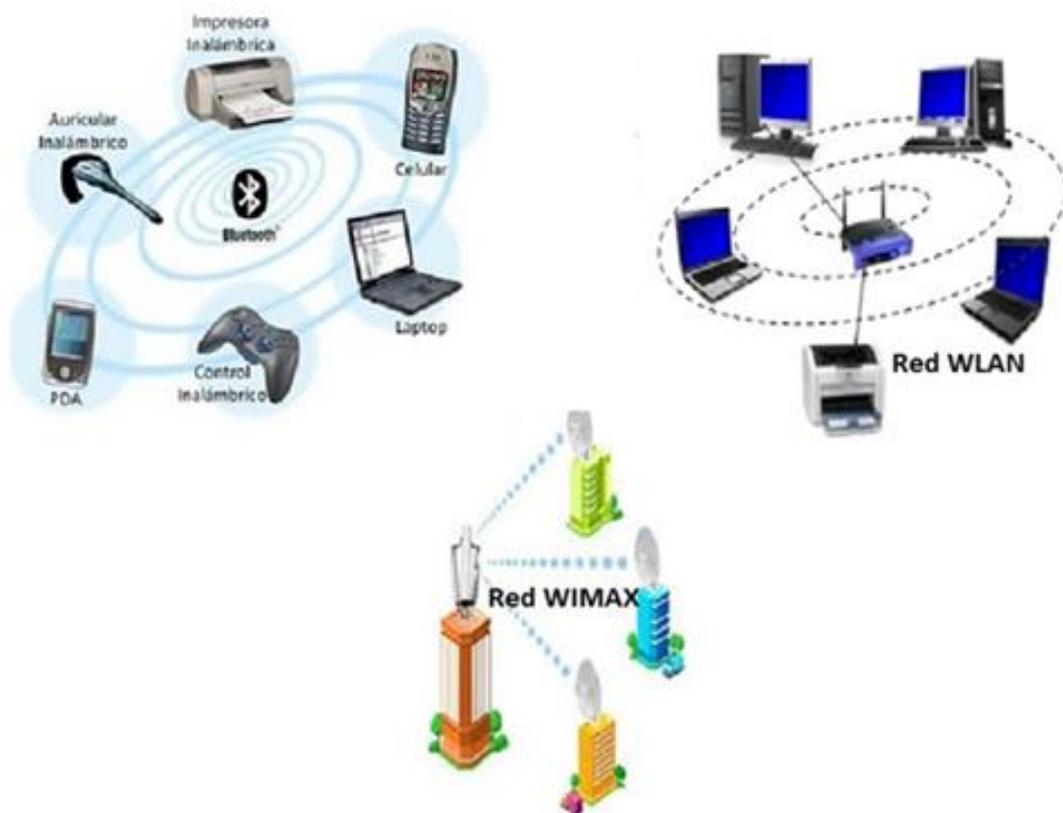
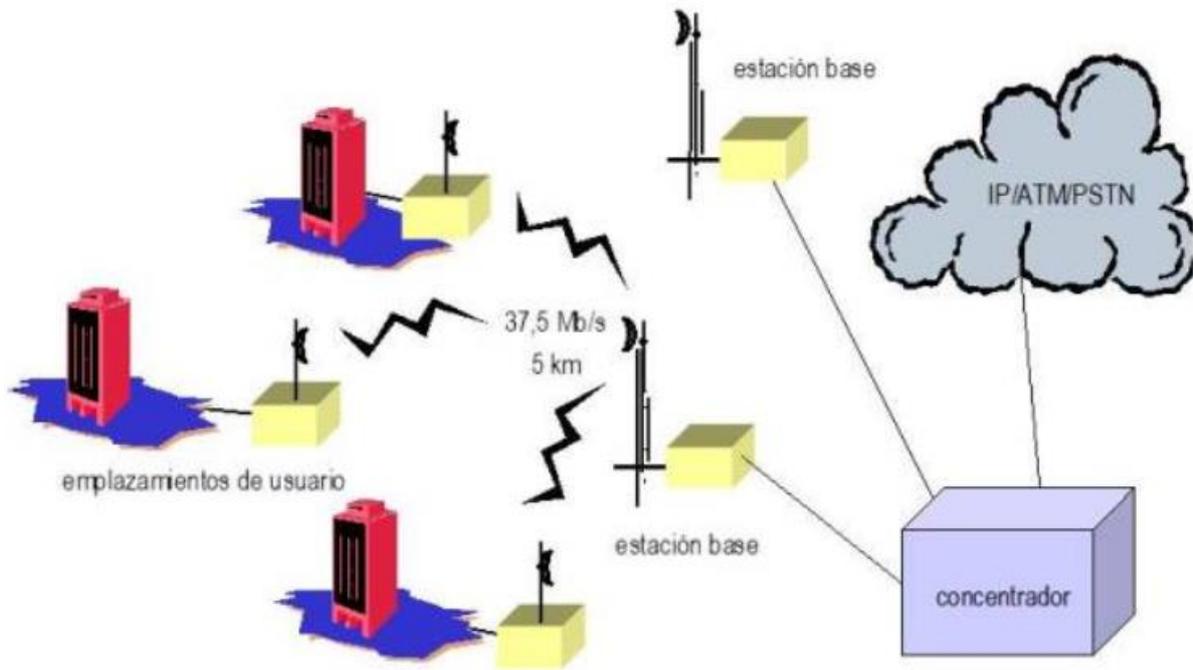


Figura 2.19: Tipos de Red Inalámbrica

Fuente: (Santana, 2015)

## LMDS: (Local Multipoint Distribution Service)

Es un sistema de Conexión inalámbrico que opera con ondas de Radio de alta frecuencia, las cuales generalmente están entre los 28 a 40 Ghz. (Morán, 2016).



**Ilustración 2.20:** Arquitectura de LMDS

**Fuente:** (Millán, 2006)

### **PLC: (Power Line Communications)**

Es una tecnología que da apertura a la comunicación de video, datos y voz por medio de las redes eléctricas. Una de las razones positivas de usar las líneas eléctricas como medio de transmisión de datos es que cada infraestructura, sea edificación o vivienda ya se encuentran equipados con suministros eléctricos y a su vez conectados a la red eléctrica. Los sistemas de comunicación de línea eléctrica (PLC) usan el cableado eléctrico ya establecido de corriente alterna, como medio de red para dar proporción a los puntos de acceso (AP) a la red de alta velocidad proveniente de cualquier sitio donde esté una toma de corriente (Suárez, 2015)

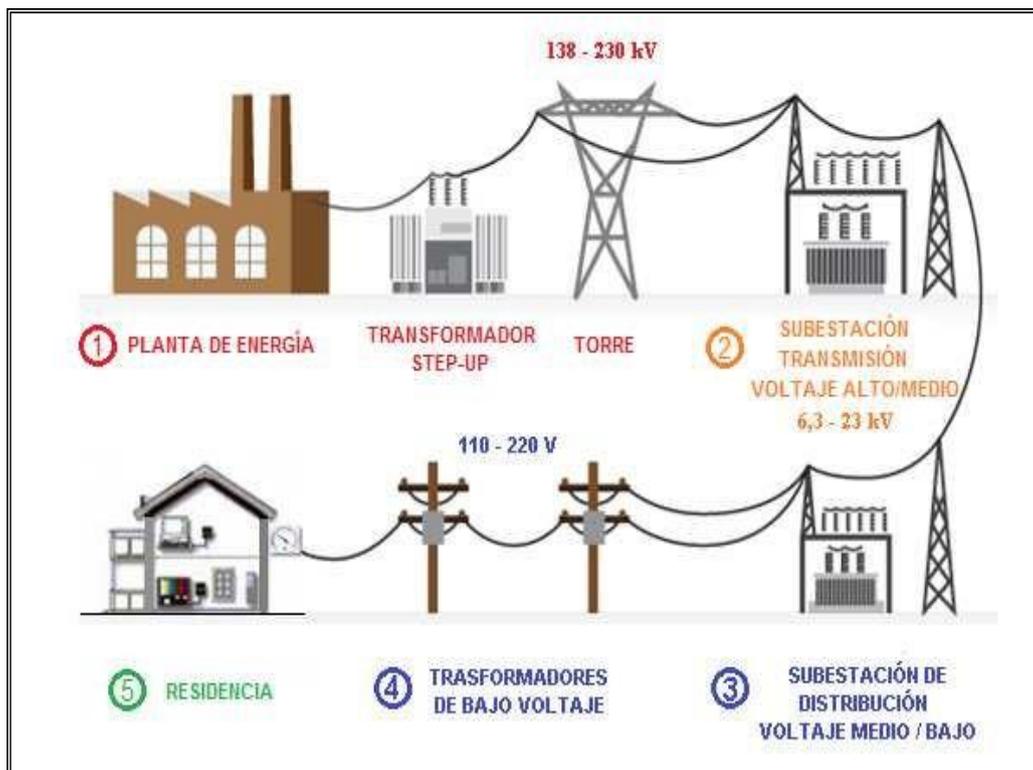
- ❖ Telefonía integrada con datos
- ❖ Televisión participativa
- ❖ Internet a alta velocidad
- ❖ Domótica
- ❖ Integración de servicios de Internet
- ❖ Juegos en red
- ❖ VPN

❖ Radio

En tiempos contemporáneos, esta tecnología ofrece varios servicios a los usuarios/clientes finales de las empresas/industrias del sector eléctrico dando así la apertura a implementar innovadoras aplicaciones que hacen referencia a esta tecnología PLC. Dependiendo el organismo que estudie la tecnología PLC y del país donde se encuentre, se demuestra de manera distinta (Suárez, 2015):



La tecnología PLC usa los niveles de baja y media tensión para el envío de datos por redes eléctricas.



**Figura 2.21:** Estructura de la red de distribución de energía eléctrica

Fuente: (Suárez, 2015)

## Telefonía móvil:

GSM (9,6 kbps), GPRS - Evolución del GSM (2G), UMTS 3G (2Mbps), HSDPA velocidad de transferencia de 21 Mbps. (Morán, 2016)

### 2.2.2. Redes WIFI (Wireless Fidelity)

Las redes WI-FI (Fidelidad Inalámbrica), habilitan la conexión por medio de cualquier equipo o dispositivo que tenga esta tecnología, en tiempo actual, no es de mucha importancia la marca del dispositivo siempre que funcione y opere dentro del estándar IEEE802.11, esta tecnología se ha globalizado fuertemente ya que es utilizada para brindar conexión a ayuntamientos, universidades, escuelas, empresas y parques (Paucar & Yépez, 2016).

#### 2.2.2.1. Modelo de Referencia

El estándar 802.11 contiene el mismo modelo arquitectónico de toda la familia 802.X y tiene como referencia al modelo de protocolos "OSI" que tiene enfatizado y como prioridad la separación del sistema en 2 partes fundamentales principales: la capa (DLL) la cual es de enlace de datos Mac y la capa física con sus siglas (PHY), su diseño se podrá apreciar y distinguir en la siguiente imagen (Paucar & Yépez, 2016).

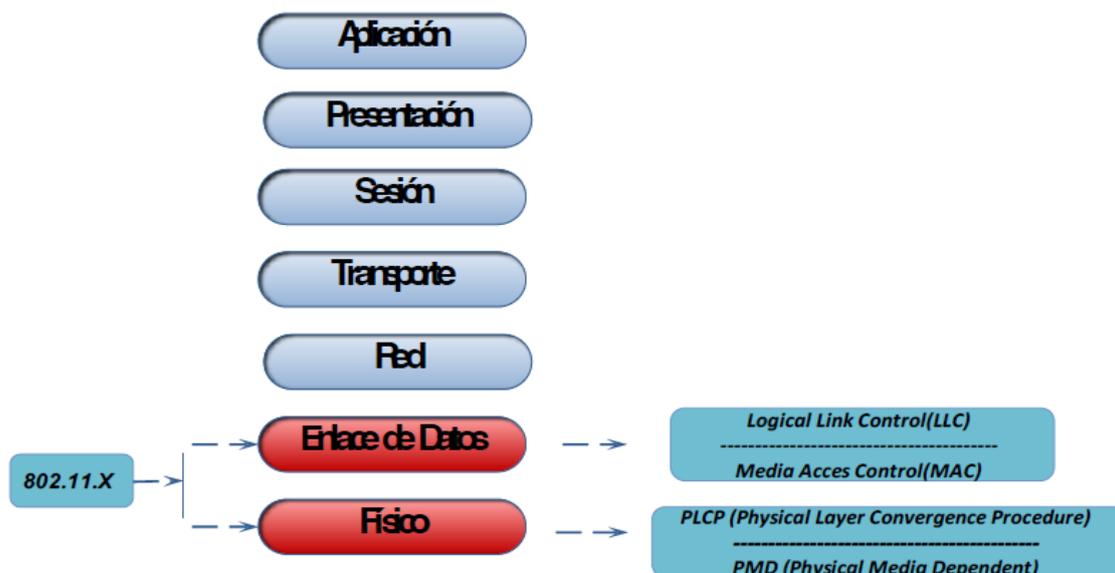


Figura 2.22: Modelo de Referencia  
Fuente: (Paucar & Yépez, 2016)

### 2.2.2.2. Capa física

Es la capa que se encuentra en la parte más baja del modelo de protocolos OSI, es la responsable de recibir y transmitir la información del medio que se está usando, en este caso en el aire, como se puede apreciar en la imagen tiene 2 subcapas las cuales son la PMD en la cual se realiza la Modulación y codificación y PLCP (Physical Layer Convergence Protocol) donde se realiza la detección de portadora Clear Channel Assessment (CCA) y generar la trama PLCP. En la siguiente imagen se puede observar las distintas técnicas de transmisión utilizadas por la familia IEEE. (Paucar & Yépez, 2016).

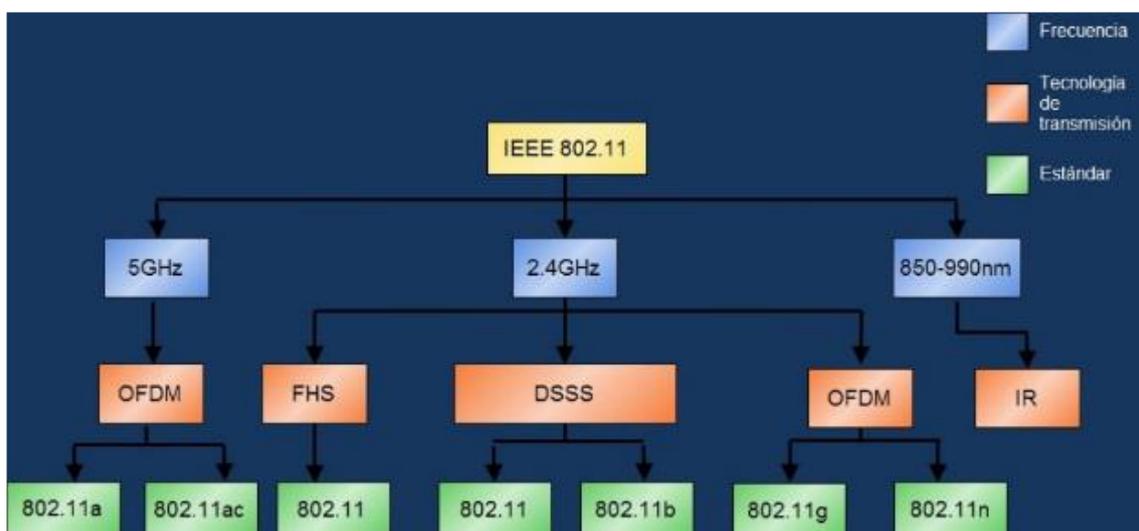


Figura 2.23: Familia IEEE  
Fuente: (Paucar & Yépez, 2016)

### 2.2.3. Equipos Principales

A continuación se detallan los principales equipos que componen un sistema inalámbrico.

#### 2.2.3.1. Puntos de Acceso

Los denominados puntos de acceso son dispositivos que permiten que exista la comunicación entre dispositivos inalámbricos, algunos ofrecen varias y diferentes opciones de configuración que dependen de su fabricante. Una gran parte de estos pueden soportar antenas exteriores, varias antenas interiores de ayuda y otros de estos se desplegarán en la parte exterior y por el otro lado, otros están diseñados

para ser desplegados en el interior de una infraestructura establecida (Paucar & Yépez, 2016).

Los puntos de acceso denominados con las siglas AP (access point) para la creación de una red LAN (Red de área local) inalámbrica pueden operar de dos formas:

- **Los Autónomos:** configuración individual e independiente de cada punto de acceso (AP).
- **Los Controlados:** utiliza el Protocolo Ligero para Puntos de Acceso con sus siglas en inglés "LWAPP" (Lightweight Access Point Protocol) proporcionando la gestión al controlador de LAN inalámbrica con sus siglas "WLC" (Wireless LAN Controller)

El aspecto que es considerado de los más importantes al momento de seleccionar un proveedor para una solución de tipo de red inalámbrica, que en este caso sería la red WI-FI, es el "beamforming" lo que demuestra la técnica para el procesamiento de la señal usado para tener en control la recepción de señales de radio y la direccionalidad de la transmisión, cada marca contiene su propia tecnología (Paucar & Yépez, 2016).



**Figura 2.24:** Puntos De Acceso Inalámbrico Local  
Fuente: (Dr. Anatom, 2020)



**Figura 2.25:** Punto de Acceso en Poste

**Fuente:** (Escarsa SAC, 2018)

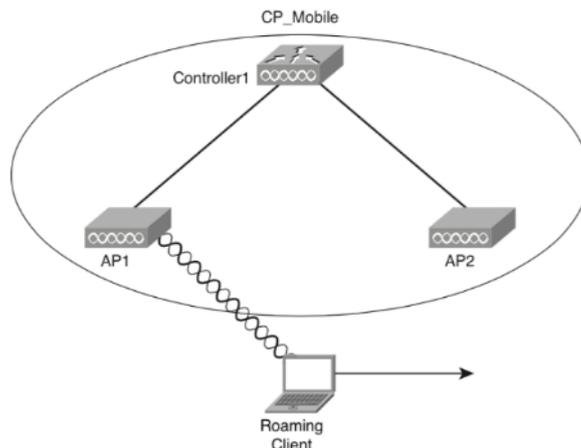
#### **2.2.4. Controlador de LAN inalámbrica (WLC)**

El controlador de LAN inalámbrica, (WLC Wireless LAN Controller), es un dispositivo que da la posibilidad y la permisión de gestionar encima de los puntos de acceso que están operando en la red establecida, de tal forma que proveen la escalabilidad, fiabilidad y visibilidad que se necesita para las redes inalámbricas de elevada seguridad, a una escala empresarial (Paucar & Yépez, 2016).

**Tipos de Roaming:** Los controladores de LAN inalámbricos en dependencia de la empresa fabricante deben aguantar un “Roaming” de las capas 2 y 3.

#### **Roaming en la Capa 2:**

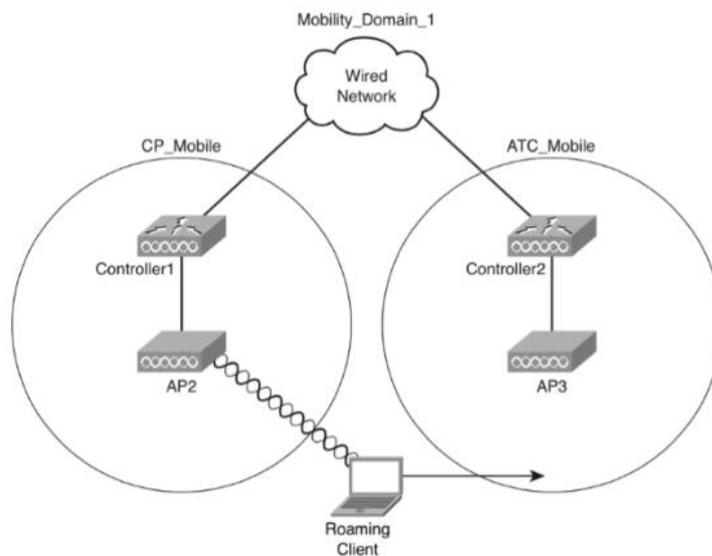
Ocurre donde la persona o dispositivo que está usando la red está caminando en dirección a un diferente punto de acceso, pero este mismo permanece en la misma VLAN (virtual LAN) con la misma dirección IP, en ese mismo sentido pueden existir varios controladores pero que tengan la premisa que en su totalidad esté en la misma subred como se podrá apreciar en la siguiente ilustración (Paucar & Yépez, 2016).



**Figura 2.26:** Roaming referenciado de la Capa 2  
**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)

### Roaming de la Capa 3:

Cuando la persona o dispositivo que está usando la red está caminando en dirección a un diferente punto de acceso, pero este se asocia y conecta en dirección a una diferente subred utilizando el mismo SSID, lo que se quiere obtener como objetivo es que para la persona o dispositivo este proceso sea transparente y legítimo, en esta clase o tipo de roaming se pueden tener varios y distintos tipos de controladores en distintas subredes.



**Figura 2.27:** Roaming referenciado de la Capa 3  
**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)

### **2.2.5. Estadísticas de la Ciudad Digital**

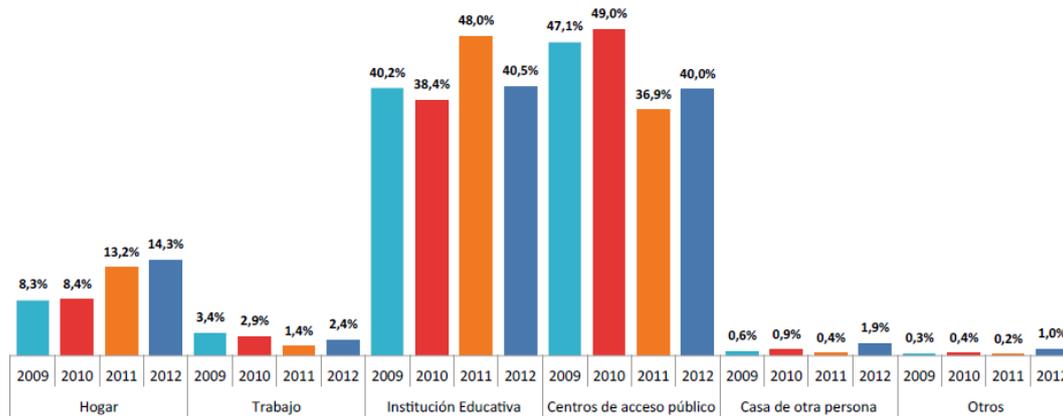
El proyecto denominado “Ciudad Digital” tiene como propósito brindar el acceso a internet a los ciudadanos de Guayaquil en su gran mayoría, sin embargo, entran algunos cuestionamientos e interrogantes al momento de brindar dicho servicio, como, por ejemplo: como es de cultura general, el ciudadano promedio tiene la necesidad del uso del servicio o saber en que zonas se encuentran los puntos más importantes para el servicio de internet gratuito. En el mismo sentido, si los ciudadanos van a tener las herramientas para poder usar este servicio, conocer cuáles serán las entidades o empresas que pueden poner en marcha el proyecto. Los indicadores prioritarios para poder conceder el servicio de internet se basan en las estadísticas que son dadas y proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en su reporte anual sobre las TIC’s (Paucar & Yépez, 2016).

Los principales indicadores más importantes son:

- Lugares de uso por Statu Social
- Cifras de personas que utilizan Smartphone
- Lugares de uso de internet por área
- Acceso a internet por provincia
- Razones de uso de internet

Se van a verificar y corroborar dos indicadores que son usados como status social. En la siguiente imagen se puede verificar que los ciudadanos denominados con pobreza tienen su acceso a la red de internet utilizando el medio de instituciones educativas con un porcentaje de 40.5% y centros de acceso públicos con un 40%, lo que permite corroborar que el Proyecto Ciudad Digital tiene como una prioridad principal el abastecimiento en su mayoría a la gran cantidad de instituciones educativas que se encuentran en la ciudad para que los ciudadanos con muy pocos recursos tengan una mayor posibilidad de poder obtener este servicio que hoy en día es considerado necesario (Paucar & Yépez, 2016).

Lugar de uso de Internet por pobres



**Figura 2.28:** Formato de medición del uso de servicio de internet por los ciudadanos Medido y dividido estadísticamente mediante los grados sociales  
**Fuente: (Paucar & Yépez, 2016)**

Otro de los indicadores de suma importancia en el mismo ámbito son las cifras y número de ciudadanos que cuentan con un teléfono inteligente (smarthphone), con el enfoque principal en la provincia del Guayas en la cual se está basando toda esta investigación, con el sustento de los datos que se registraron hasta el año 2012, se puede exponer que en la ciudad de Guayaquil la gran mayoría de ciudadanos tiene un teléfono inteligente (Smartphone) y tendrá la posibilidad de conectarse a una red de internet WI-FI sin ningún tipo de conflicto mayor, por lo que este dispositivo será el mayormente utilizado, aún más para tener acceso a la red de internet WI-FI como el proyecto Ciudad Digital se ha planteado (Paucar & Yépez, 2016).

	2011	2012
Guayas	14,3%	20,8%
Pichincha	7,4%	12,6%
<b>NACIONAL</b>	<b>8,4%</b>	<b>12,2%</b>
Azuay	10,7%	11,7%
Santo Domingo	6,2%	11,6%
Tungurahua	6,8%	10,9%
Imbabura	5,6%	9,8%
El Oro	11,2%	9,4%
Amazonía	4,0%	7,7%
Loja	3,2%	7,4%
Los Rios	4,4%	7,3%
Cañar	5,9%	6,6%
Manabí	5,2%	6,0%
Esmeraldas	2,4%	6,0%
Carchi	2,3%	5,0%
Cotopaxi	1,9%	4,9%
Santa Elena	5,2%	4,9%
Bolívar	3,8%	4,0%
Chimborazo	4,5%	3,8%

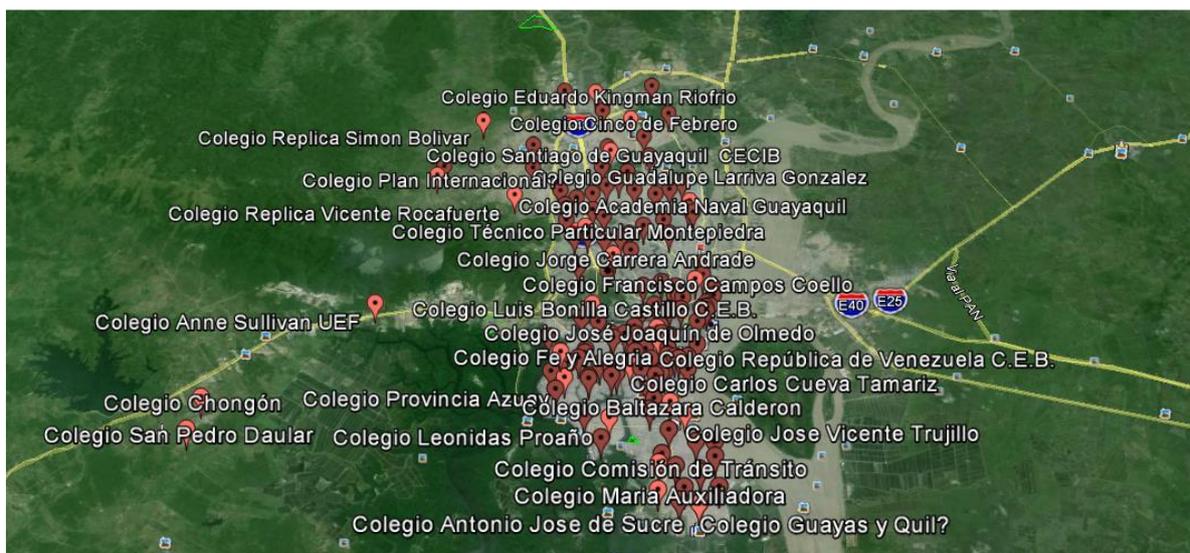
**Figura 2.29:** Grado porcentual de la población los cuales poseen Smart móviles (Teléfonos inteligentes) – seccionados por provincias del país  
**Fuente: (Paucar & Yépez, 2016)**

## 2.2.6. Entidades Gubernamentales del proyecto Ciudad Digital

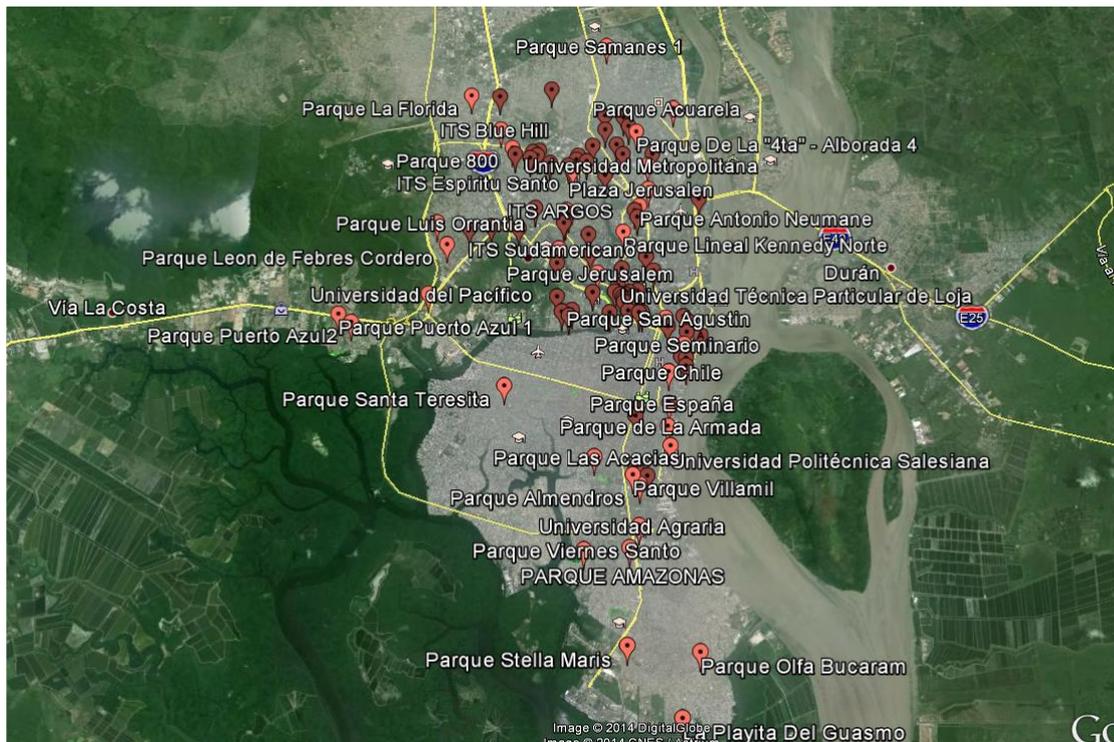
El Proyecto denominado ‘‘Ciudad Digital’’ fue una idea surgida originalmente por el Municipio de Guayaquil en el que dicho proyecto se planteó abarcar puntos estratégicos en la ciudad de Guayaquil intentando cubrir toda la ciudad y lo que se ha demostrado en las cifras justificadas en la tabla anterior que este proyecto tendría éxito satisfaciendo y mejorando el estilo de vida de la gran cantidad de los ciudadanos de la ciudad de Guayaquil (Paucar & Yépez, 2016).

Teniendo como estadísticas de parte del departamento de informática del municipio, Guayaquil cuenta con 27,600 cuadras (o manzanas), la forma ideal sería contar en cada intercesión de 4 cuadras con un punto de acceso, por lo que se necesitaría aproximadamente 6,000 puntos de acceso para dar cobertura en un proyecto estipulado a un plazo de 60 meses, la restricción que estuvo establecida por el municipio de Guayaquil, en otras palabras el tiempo de conexión por usuario, que anteriormente era de media hora ahora aumentaría a 90 minutos diarios (Paucar & Yépez, 2016).

En las siguientes figuras se puede apreciar ciertas zonas donde se plantearon puntos estratégicos donde se encontrarán los puntos de acceso propuestos por el municipio de Guayaquil tomadas por Google Earth (Paucar & Yépez, 2016).



**Figura 2.30:** Puntos WI-FI por parte del municipio 1  
**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)



**Figura 2.31:** Puntos WI-Fi por parte del municipio 1  
**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)

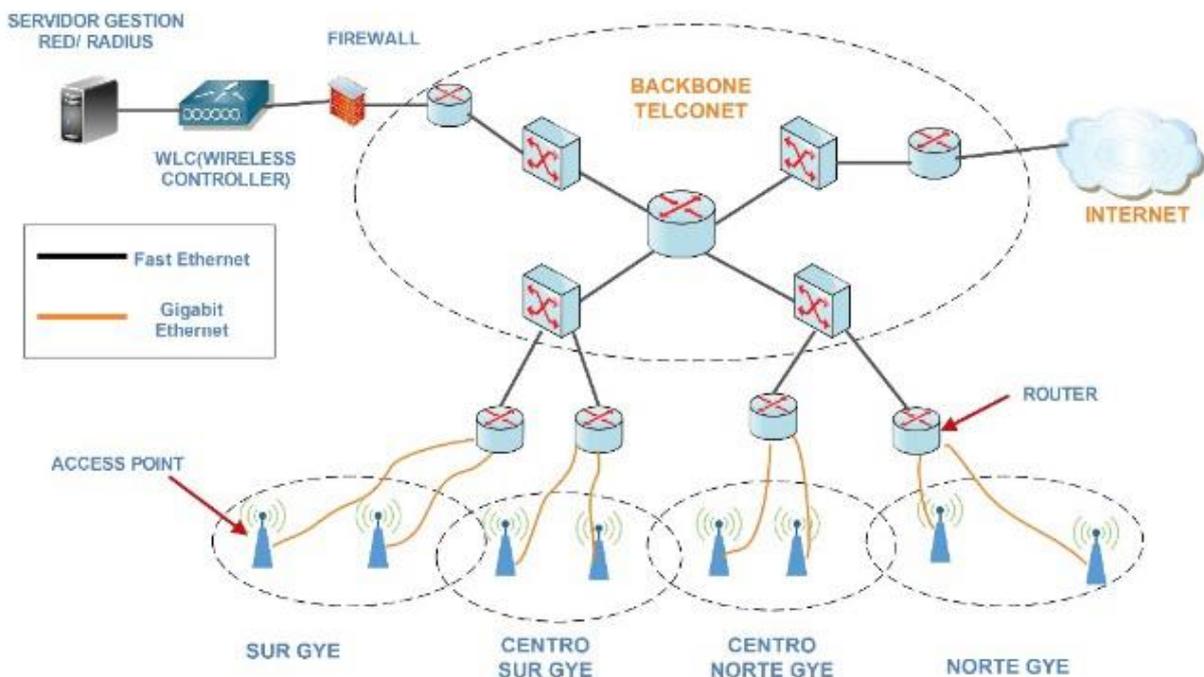
### 2.2.7. Diseño del Proyecto

La elaboración de un esquema de una red de internet WI-Fi de esta magnitud requiere un proveedor que cuente con nodos interurbanos de acceso a la red de internet que abarque toda la ciudad para inter-conectar los puntos de acceso y de esta manera brindar el servicio de internet inalámbrico al cliente general que es el viandante regular del cantón. Las empresas proveedoras que poseen la capacidad para poder realizar esto, son: Telconet, TV-Cable, Claro. La empresa elegida para ser la proveedora el Proyecto fue Telconet debido a estas razones:

- Sencilleces en cuanto a las próximas pruebas en el área real.
- Nodos dentro de Guayaquil contando con fibra de última milla por toda la ciudad.
- Solicitante formal para el proyecto del Municipio de la Ciudad Digital.

En cuanto a topología física del diseño del proyecto se lo realizará en base a los requisitos y exigencias del Municipio y el backbone de la empresa proveedora de WIFI la cual se nombra Telconet. El gráfico de la red procede en la estructura o topología “Conjunto de Servicios Extendido” (ESS) en donde la red global cuenta de 2 niveles mencionados a continuación:

**Nivel1 (distribución):** Aquí se elabora la conexión de los distintos nodos dispersados en la ciudad de Guayaquil simultáneamente con 1 o diferentes Routers que se encuentran en conexión utilizando un enlace "Gigabit" de Ethernet, también conocida como GigaE, la cual es una ampliación del estándar Ethernet que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo, correspondientes a unos 1000 Mbs de rendimiento contra unos 100 de Fast Ethernet (También llamado 100BASE-TX a los diferentes puntos de acceso **(Paucar & Yépez, 2016)**).



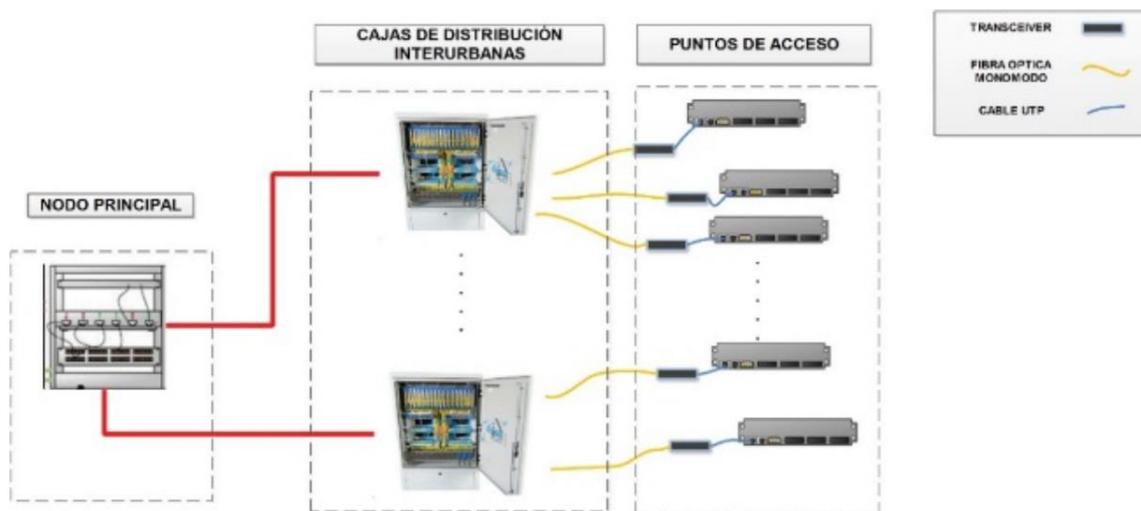
**Figura 2.32:** Esquema básico de la Red WI-FI  
**Fuente: (Paucar & Yépez, 2016)**

- **Nivel 2 (Acceso):** Es el responsable de brindar cobertura a los ciudadanos. Los puntos de acceso para la arquitectura de red deben cumplir el denominado "estándar 802.11 a/b/g/n" que se encuentra en la banda 2.4 GHz y 5 GHz que resulta conciliable con los dispositivos contemporáneos con capacidad de conexión Wifi. En la imagen anterior se pueden observar ambos niveles previamente explicados.

### 2.2.8. Conectividad en medio de capas

La conectividad entre la capa de acceso y la capa de distribución, resulta de suma importancia, como se puede apreciar en la siguiente imagen, está representado un esquema general de cómo se encuentra distribuido un ISP que opera con su nodo fundamental enlazado mediante una conexión troncal hacia a las distintas

cajas denominadas de distribución, a partir de ese punto se tiene la última milla la cual está compuesta de fibra monomodo que llega a los puntos de acceso. A su vez, antes de la conexión, se tiene un transceptor (transceiver), el cual contiene un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentran en la misma caja como ya fue mencionado previamente. La empresa Telconet posee la fibra óptica de última milla de diferentes industrias y/o empresas que trabajan con las telecomunicaciones y la que a través de estudios fue escogida como la más factible como proveedor para el proyecto (Paucar & Yépez, 2016).



**Figura 2.33:** Conexión entre niveles 1 y 2  
**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)

La empresa de telecomunicaciones Telconet cuenta con varios nodos interurbanos conectados a las diferentes cajas de distribución y estas a su vez a los "access points". Telconet como empresa, por circunstancias de seguridad privada, no pudo entregar un gráfico esquemático de las "distribution boxes", sin embargo, es posible verificar y comprobar la facultad de cobertura, con empresas sucursales o socios como por ejemplo Netlife, la cual distribuye la tecnología categorizada FTTH en la ciudad de Guayaquil y usa las cajas de distribución de la empresa Telconet (Paucar & Yépez, 2016).

### 2.2.9. Segmentación de Red

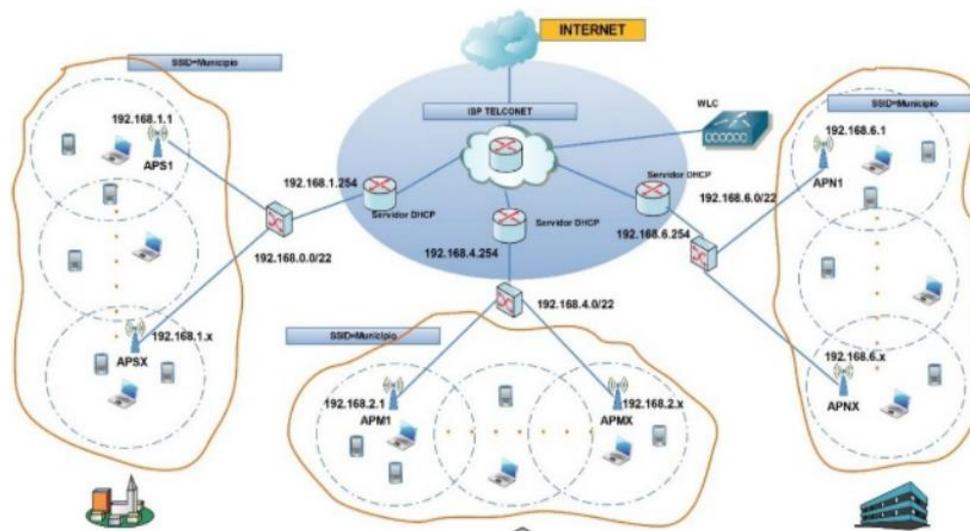
La segmentación para esta gran magnitud de red tiene como requerimiento un gran diseño para tener la posibilidad de ofrecer roaming, correctivos, escalamiento y seguridad, debido a esto los siguientes objetivos deben ser cumplidos (Paucar & Yépez, 2016):

- Evitar exceso de inundación de red (Flooding).
- Aislamiento de ataques por la zona.
- Evitar congestión de lo que se conoce como difusión amplia o ancha (broadcast)
- Evitar agotamiento de IP públicas.
- Detección rápida de ataques
- Itinerancia (Roaming) en la misma área (Solo autentica, no cambia de IP)

Se contempla en un diseño de roaming de capa 2 distribuido en distintas áreas en donde el tráfico en su totalidad transcurre por la red de cables (backbone) del suministrador, que hac factible el uso del punto de acceso (AP) en modo controlado.

### Especificaciones del diseño:

- “WLC” elementos de la gestión de los puntos de acceso.
- Repartición de la subred por áreas.
- Empleo del mismo código SSID por cada área.
- Usuarios: consignación de direcciones IP protegidas por DHCP
- A partir de la zona establecida revisa si el tramo tiene que ser clase a, b, c (plan piloto) emplear a una subred de 240 usuarios (de manera aproximada)
- Modem (AP) en todos los nodos señala un rango DHCP para los clientes.
- Switch: anexan aproximadamente 10 (AP) fijados a un Router mediante la sección de red previamente usada, 120 subredes usadas por el tramo de 12 meses.



**Figura 2.34:** Seccionamiento de la Red Inalámbrica  
**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)

En la imagen anterior se puede observar tres zonas importantes en donde se llevan a cabo los requerimientos de la estructura, se tiene como modelo que por cada área se seleccione un aproximado de 240 personas conectadas como plan de prueba y como modelo se prevé que todos los nodos que tienen un Modem con switchador que soporte los 10 AP, tomando en consideración que propiamente del municipio de la ciudad son 6000 puntos de acceso dentro de los siguientes 5 años que están en proyecto de instalarse, con esto habrían 600 subredes manejadas por cada router. De suma importancia se recalca que cada año se instalarán 1200 AP (Access point), por lo que finalmente se obtendrá 120 subredes durante el tramo de 12 meses (Paucar & Yépez, 2016).

**Tabla 2.6:** Direccionamiento IP

No. Sub-red	Nombre de RED	Dirección de red	AP por zona		Rango DHCP para los usuarios
			Nombre	Dirección IP	
1	Subred	192.168.1.0/24	APS1	192.168.1.1	192.168.1.1 – 192.168.1.254 se excluyen las direcciones: (192.168.1.1-192.168.1.x) y Gateway: 192.168.1.254
	Sur		.	.	
			APSx	192.168.0.x	
	.	.	.	.	.
600	Subred	192.168.6.0/24	APN1	192.168.6.1	192.168.6.1 – 192.168.6.254 se excluyen las direcciones: (192.168.6.1-192.168.6.x) y Gateway: 192.168.6.254
	Norte		.	.	
			APNx	192.168.6.x	

**Fuente:** (Paucar & Yépez, 2016)

En la tabla anterior, se muestra cómo se va a realizar el orientamiento de una porción de áreas en las que en ellas el proyecto llevándose a cabo puede tener agregación, poseyendo el nombre de la red y la ubicación de la red por área, el nombre del Punto de Acceso y la dirección, no se debe pasar por alto que en el

Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP), el cual es un protocolo de red de tipo cliente-usuario/servidor mediante el cual un servidor DHCP asigna dinámicamente una dirección IP y otros parámetros de configuración de red a cada dispositivo en la red para que así obtengan comunicación con otras redes IP. Es operado por el modem y en denominada selección de la categoría de dirección IP se debe excluir a las direcciones utilizadas por los dispositivos de todas las subredes. Con este diseño de la red el Punto de Acceso solo queda 1 elemento de acceso al cliente-usuario de destino para el tráfico en su totalidad sea limpio y solo tramita los dispositivos en función del administrador de la red (WLC) y cualquier tipo de configuración que se necesite en los Puntos de Acceso, bajo este esquema se deben lograr los objetivos que se plantearon anteriormente (Paucar & Yépez, 2016).

## 2.2.10. Cálculo de ancho de Banda

Diferentes aplicaciones en la web poseen un rango de rapidez previamente establecida si no se selecciona un ancho de banda de acuerdo a lo que realmente requieren las aplicaciones a ser usadas se presenta latencia. En la siguiente tabla se puede observar ciertas aplicaciones con su respectiva tasa de velocidad. (Paucar & Yépez, 2016)

**Tabla 2.7:** Aplicaciones de internet con su respectiva tasa de transferencia

Aplicaciones	Requisito / Usuario	Notas
Mensajes de texto/ IM	< 1 kbps	Como el tráfico es infrecuente y asíncrono, IM tolera latencia alta.
Correo Electrónico	1 a 100 kbps	Igual que con IM, el email es asíncrono e intermitente, así que va a tolerar latencia. Archivos anexos grandes, virus, y spam incrementan significativamente el uso de ancho de banda.
Navegación Web	50 -- 100+ kbps	Los navegadores web solo usan la red cuando los datos son solicitados. La comunicación es asíncrona, así que una buena cantidad de retardo puede tolerarse.
Audio en tiempo real (streaming)	96 -- 160 kbps	Cada usuario de audio en tiempo real va a usar una cantidad considerable y constante de ancho de banda por todo el tiempo en que esté escuchando. Puede tolerar latencia transitoria utilizando grandes cantidades de memoria del cliente.
Voz sobre IP (VoIP)	24 -- 100+ kbps	Igual que con el audio en tiempo real, la VoIP compromete un ancho de banda constante por cada usuario durante el tiempo de la llamada. Pero con la VoIP, el ancho de banda se usa aproximadamente de manera igual en ambas direcciones.
Video en tiempo real (streaming)	64 -- 200+ kbps	Igual que con el audio en tiempo real, alguna latencia intermitente se puede evitar usando memoria del cliente. El video en tiempo real necesita un caudal elevado y baja latencia para funcionar adecuadamente.
Aplicaciones de compartir archivos (peer-to-peer)	0- infinito Mbps	Mientras que las aplicaciones peer-to-peer toleran cierta latencia, tienden a usar todo el caudal disponible para transmitir datos al mayor número de clientes posible, en el menor tiempo posible.

Fuente: (Paucar & Yépez, 2016)

Al revisar la tabla y teniendo como caso más negativo que todos los usuarios se conecten al mismo tiempo a la red, se utiliza la siguiente fórmula basada en el libro de las Redes Inalámbricas en los Países Desarrollados y en vía de desarrollo:

$$\frac{Usuarios_{max} \times Aplicación \left( \frac{\text{kilobite}}{s} \right) \times \frac{1 \text{Megabite}}{1024 \text{kilobite}}}{\text{ancho de banda (Mbps)}} =$$

**Ecuación 1:** Cálculo de Ancho de Banda

En cuanto a la preparación del ancho de banda de la red en cuanto a esta situación es el Proyecto de internet inalámbrico, es recomendable que se realice por el número de clientes de cada área que corresponda a alguna subred y a esta subred otorgarle el ancho de banda que requiere, la app. fundamental para esta función sin costo para el cliente usuario es la navegación web que en la actualidad oscila entre 1Mbps - 2Mbps para lo cual se toma un valor referencial de 150 kbps (Paucar & Yépez, 2016).

Para 1 subred:

$$240 \times 150 (\text{Kbps}) \times \frac{1 \text{Megabite}}{1024 \text{kilobite}} \approx 35 \text{ Mbps}$$

**Ecuación 2:** Ancho de banda para una Subred de 240 usuarios

Teniendo en consideración que podrían ser aproximadamente 600 subredes totales en los siguientes 5 años, lo que también se entiende como 120 subredes designadas en cada año y cada subred como plan de prueba o piloto contengan 240 usuarios conectados usando el ancho de banda requerido (Paucar & Yépez, 2016).

Para el plan anual de subredes la ecuación es:

$$35 \text{ Mbps} \times 120_{\text{subredes}} \approx 4.2 \text{ Gbps}$$

**Ecuación 3:** Ancho de Banda máximo que utilizaría la red inalámbrica cada 12 meses

Se tiene planificado que el proyecto tendrá un gasto y uso general de 21Gbps como plan de prueba piloto al concluir los 5 años, teniendo en cuenta que las 600 subredes las utilicen los 144.000 usuarios, ya que esta cantidad sería la máxima capacidad en este diseño (Paucar & Yépez, 2016).

## 2.3. Evoluciones de las Comunicaciones Inalámbricas en el sistema de transporte de autobuses

En el presente, los autobuses y ómnibuses ofrecen una lista de servicios a bordo que proporcionan muchas comodidades y el internet inalámbrico (WiFi) representa una gran necesidad para las empresas de medios de transporte. Desde la venta online de tickets, los asientos cómodos y también puertos USB y enchufes para la carga de energía de dispositivos electrónicos a bordo son de necesidad básica, pero el ofrecer el servicio de internet inalámbrico (WiFi) gratis en los autobuses resulta indispensable en el momento de que un pasajero tome la decisión de escoger entre una empresa de medio de transporte u otra (Wifisafe Spain S.L., 2013).

Ser parte del grupo o flota de autobuses con internet inalámbrico (WiFi) gratuito ya es una realidad indiscutible para las empresas de medios de transporte, y de la misma forma, una gran razón para convencer a los clientes de optar el autobus en vez del avión o un tren para recorrer grandes distancias. El objetivo se enfoca en ofrecer a los clientes la oportunidad de tomar provecho todo el tiempo del viaje o recorrido de la mejor forma, manteniéndose conectado en cada momento y permitiéndoles tener en su viaje, una buena inversión de gran tiempo productivo (Wifisafe Spain S.L., 2013).



**Figura 2.35:** Wifi en Autobuses  
Fuente: (Wifisafe Spain S.L., 2013)

### 2.3.1. Tecnología detrás del WiFi en autobuses

Según WifiSafe, la tecnología, equipos y soluciones WiFi que utilizan los buses, autobuses y ómnibuses ofrece comunicaciones con mayor precisión a la que se

puede obtener con los datos móviles normales. La señal alcanza a los transmisores móviles y esta a su vez es enviada a los routers y a los puntos de acceso WiFi, los cuales son los responsables de redireccionar la señal. Los vehículos de transporte, que en este caso son los buses, reciben señales de los transmisores móviles que se encuentran con mayor cercanía por cada km y estos a su vez la redireccionan hacia todos los dispositivos que se encuentran conectados al router del autobús (Wifisafe Spain S.L., 2013).

### **2.3.2. Conexión de los clientes al WiFi en los autobuses**

La forma en la que los clientes puedan conectarse al servicio de internet inalámbrico (WiFi) de forma gratuita, solamente tienen que seleccionar la red wifi correcta disponible y completar los campos del registro en el portal de la página web de la empresa dueña del medio de transporte del autobús. Usualmente, el portal de la página web de la empresa aparece de forma automática, en el momento que ya se ejecuta la conexión, los clientes únicamente les tocará seguir los pasos que indique la página web, aceptar la política, los términos, las reglas y condiciones y en breves instantes estarán conectados a internet (Wifisafe Spain S.L., 2013).

### **2.3.3. WiFi para transportes de moderna Tecnología**

Todo tipo de transporte público incluyendo buses, autobuses, taxis e incluso los ómnibuses de mayor tamaño, usan la tecnología de internet inalámbrica WiFi y las soluciones que "WifiSafe" distribuye en el país que se encuentre operando la empresa. Con sus equipos, las empresas de transporte tienen la opción de ofrecer a sus clientes una conectividad a internet inalámbrico (WiFi) con gran potencia y en el mismo sentido, con la totalidad de sus funciones, quitándole importancia mayor al tipo de vehículo o la cantidad de pasajeros y clientes que se encuentren transportándose dentro de él. De esta misma forma, las compañías de transporte pueden tener internet inalámbrico (WiFi) con la totalidad de sus funciones técnicas en su cooperativa de vehículos de forma veloz, eficaz y fácil de usar (Wifisafe Spain S.L., 2013).

### **Ventajas de este sistema de red con Routers inalámbricos:**

❖ **Sencilla instalación y cambio entre unidades:**

Los equipos de red inalámbrica para buses y transporte en general son unidades autónomas diseñadas para ser portátiles, lo que da lugar a que se puedan mover libremente entre vehículos si es lo que se requiere (Wifisafe Spain S.L., 2013).

❖ **Instalación sencilla y veloz:**

Los equipos WiFi para el grupo de vehículos pueden ser instalados en muy poco tiempo, por lo que disminuye el tiempo de inactividad de los transportes.

❖ **Conectividad 4G:**

La mayoría de los equipos de tecnología en el medio hoy en día para los transportes, admiten redes 3G (UMTS) y 4G (LTE) con modelos equipados y a su vez con módems de tecnología 4G como estándar (Wifisafe Spain S.L., 2013).

❖ **Conectar equipos adicionales:**

En el presente, los equipos de tecnología WiFi, permiten la conexión de equipos adicionales, facturación, máquinas de venta de billetes, entre otros.

#### **2.3.4. Tipos de routers inalámbricos para wifi a transportes de autobuses**

En cuanto a todo lo que se refiere a la tecnología, depende de las necesidades de las empresas, del presupuesto y de los requisitos técnicos de los vehículos. Existe un router con las especificaciones técnicas que operará correctamente en cada transporte y según el número de equipos conectados concurrentes que tendrá. En el presente, existen varias soluciones WiFi para vehículos de transporte y autobuses. Entre estas, los enrutadores o routers de Peplink – Tp Link (Wifisafe Spain S.L., 2013).



**Figura 2.36:** Modelo (PL MAX-BR1-LTE-E-T / Peplink): Pepwave MAX BR1 LTE Punto de Acceso con salida 4G/LTE. Hasta 100Mbps.  
**Fuente: (Wifisafe Spain S.L., 2013)**



**Figura 2.37:** Toma posterior, modelo (TP-Link TL-MR6400) - Router 4G LTE, Wi-Fi con Velocidad Alta hasta 300 Mbps  
**Fuente:** (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)



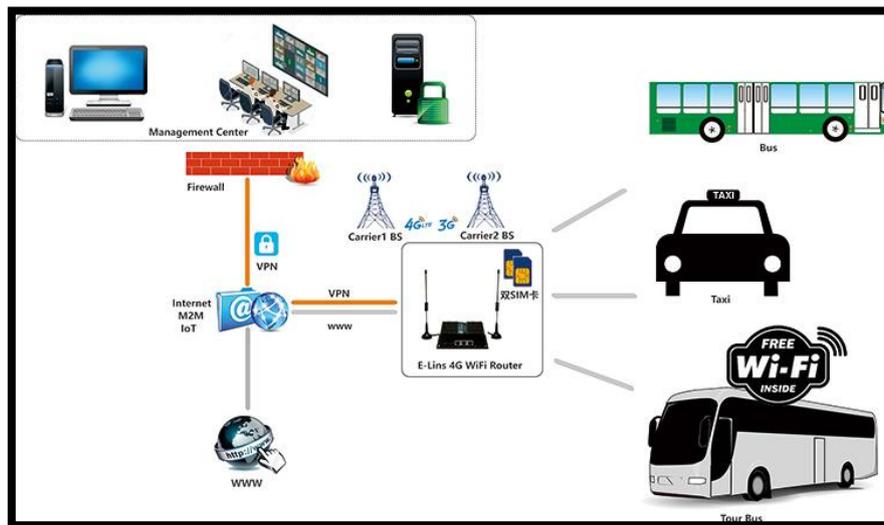
**Figura 2.38:** Modelo (PL MAX-BR1-MK2-LTE-E-T / Peplink): Pepwave MAX BR1 MK2 LTE ET Punto de Acceso con salida 4G/LTE. Hasta 200Mbps  
**Fuente:** (Wifisafe Spain S.L., 2013)

Después de haber observado los Routers mostrados, los pasajeros que utilicen el sistema inalámbrico WiFi en taxis, metro, autobuses y otros transportes públicos y privados, gozarán de una red inalámbrica WiFi de calidad, potente y gratuita (Wifisafe Spain S.L., 2013).

Los puntos de acceso (routers) de Peplink están diseñados para satisfacer las demandas del mercado, permitiendo:

- **Poseer un fuerte y gran alcance en la capacidad de acceso de radio:** los equipos de Peplink son compatibles con internet WiFi 2.4GHz y 5.8GHz.
- **Experiencia rápida de Internet:** la velocidad LTE (4G) tiene un alcance de 200Mbp dependiendo del equipo, compatible con 3G y 4G. Aparte, las tarjetas Dual SIM de los equipos con módulo dual por consiguiente son una gran opción para alcanzar una red de mayor estabilidad (**Wifisafe Spain S.L., 2013**).

- **Autenticación de usuarios:** Las personas con sus tienen la posibilidad de acceder a la red a través de la autenticación desde correo electrónico, redes sociales, SMS, y varios más. En el mismo sentido se puede escoger el modo de libre autenticación.
- Canales WiFi que pueden ser configurados
- Sistema abierto (ultra configurable)



**Figura 2.39: Diagrama de funcionamiento de Enrutadores E-Lins**

**Fuente:** (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)

Los Routers recomendados aceptan diferentes tipos de conexiones, generalmente cuentan con una segunda ranura para insertar 2 tarjetas SIM (Subscriber Identity Module) para obtener diferentes aplicaciones (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

### 1) Conmutación por falla (Failover)

Usando esta aplicación, generalmente, puede obtener dos tarjetas SIM de distintas redes móviles. Una es la Tarjeta módulo de identificación de abonado (SIM) principal, y la segunda es la tarjeta SIM de respaldo. En la situación en la que la red principal no esté disponible por el momento de uso, el router cambiará a la de respaldo y por consiguiente usará el proveedor de servicio optativo que esta tiene (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

### 2) Equilibrio de carga y enlace de enlace

Al ser un Router de equilibrio de carga 4G, puede utilizar los 2 módulos 4G integrados, la interfaz física (RJ45) WAN y las conexiones del Cliente WiFi al mismo

tiempo y compartir las conexiones WAN con los usuarios de LAN. Con el enlace de canales, el enrutador H750 4G permite que 2 o más enlaces se fusionen para obtener redundancia o un mayor rendimiento. El enlace de canales se diferencia del equilibrio de carga en el que este último mencionado divide el tráfico entre interfaces de red en base a cada enchufe de red (capa 4 del modelo OSI), por lo que, en diferencia de este, el enlace de canal implica una división del tráfico entre interfaces físicas en un nivel menor, ya sea por una base de enlace de datos (modelo OSI Capa 2), o por paquete (modelo OSI Capa 3) (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).



**Figura 2.40:** Conmutación por error y enlace de ancho de banda (equilibrio de carga) para M2M / lote

**Fuente: (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**

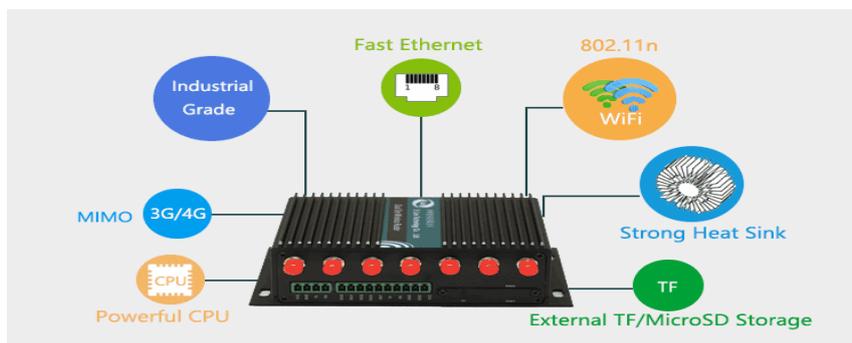
Estos routers cuentan con Virtual Private Network (VPN), tecnología de red que tiene como función conectar uno o más dispositivos a una red privada utilizando Internet. Con esto, los usuarios pueden conectarse libremente a todos los servicios que brinde la red misma.

- Diseño industrial robusto que opera en temperatura de amplio rango: como se aprecia en la figura 2.40. Es una excelente función para garantizar completo funcionamiento en fiabilidad y estabilidad del servicio **(E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**.
- Cuenta con entrada de potencia de amplio rango con tipos de entrada dual admitidos **(E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**.
- El material de su caja de aleación de metal cuenta con un estándar de protección IP30 **(E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**.

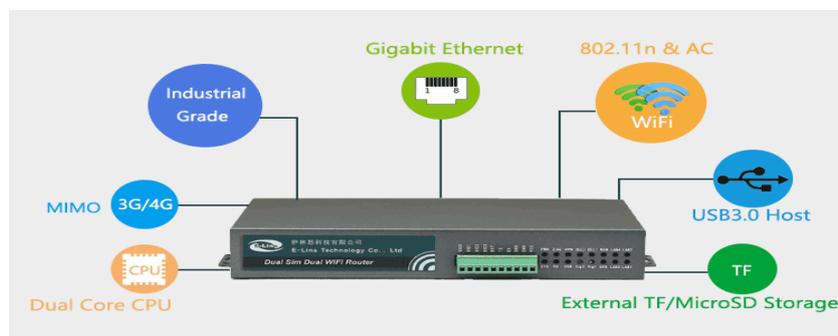
El esqueleto carcasa de calidad industrial proporciona un router 4G robusto y confiable para la instalación en muchos entornos y circunstancias diferentes y cuenta con una temperatura de operación de -35 grados Celsius a +75 grados Celsius.

- **Características utilizando Routers Multi-potentes:**

Los Routers E-Lins dan cobertura a diferentes series y múltiples características, en este caso se toma de ejemplo otros tipos de routers los que en este caso serán las series H750 y H700:



**Figura 2.41:** Router Número de serie H750, Características  
**Fuente: (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**

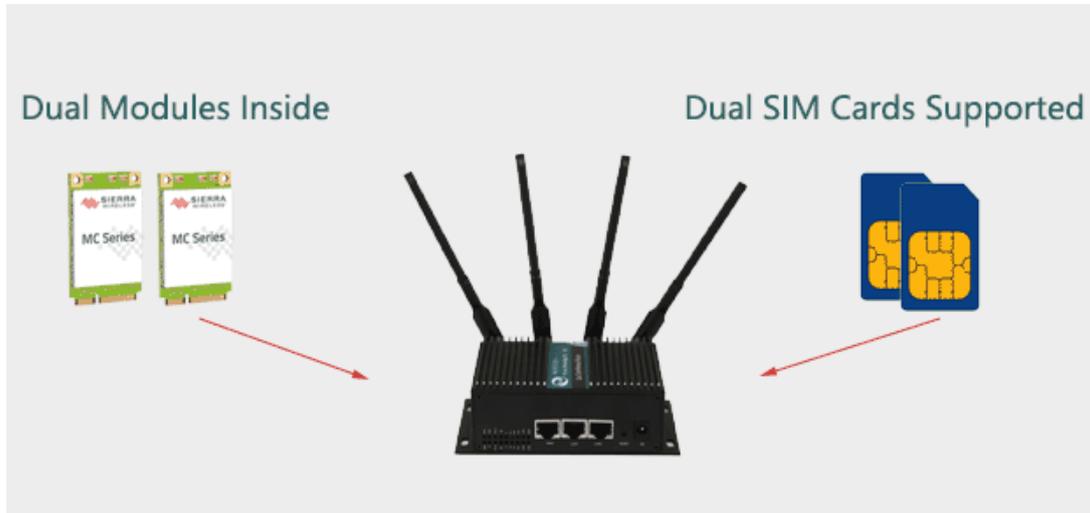


**Figura 2.42:** Router Número de serie H700, Características  
**Fuente: (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**

- **Módem doble y Tarjeta SIM doble:**

Los routers de serie H720 /H700 / H750 pueden incorporar un módem único o doble o dual para aplicaciones de vinculación, conmutación por error y balanceo de carga. El módem se define como el dispositivo que convierte señales digitales en analógicas, o viceversa, para que estas puedan ser transmitidas a través de líneas telefónicas, fibras ópticas, cables coaxiales y microondas; conectado a un dispositivo o computadora, permite la comunicación con otro dispositivo por vía telefónica.

Recordando este concepto, con 2 módems, el enrutador H700 4G puede cambiar de la tarjeta SIM principal a la tarjeta SIM de respaldo sin retraso para cumplir con las aplicaciones y funciones confiables (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).



**Figura 2.43:** Router con Módem doble y Tarjeta SIM doble  
**Fuente: (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**

- **Routers WiFi de banda doble concurrente**

Los routers de serie H700 / H750 / H820Q con Wifi de banda dual de 2.4GHz + 5GHz incorporada con transmisión de datos simultánea para conseguir un alto y buen rendimiento de Wifi potente, compatible con 64-250 usuarios conectados a la red inalámbrica Wifi (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).



**Figura 2.44:** Router WiFi de banda doble concurrente  
**Fuente: (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)**

- **GNSS / GPS es compatible:**

### **Sistema Satelitales de Navegación Global (GNSS):**

El concepto GNSS (Global Navigation Satellite System) junta diferentes sistemas como por ejemplo GPS, Glonass, Galileo Compass y varios más, permitiendo posicionamientos muy precisos, basándose en señales emitidas por estos satélites siendo múltiples sus aplicaciones como la geo información o en investigaciones geo científicas. Estos Sistemas de Posicionamiento Global son métodos pasivos de navegación que se basan en las emisiones de radiofrecuencia de los satélites emisores los cuales brindan una referencia espacio-temporal independientemente de las condiciones atmosféricas del momento, funciona en cualquier lugar del mundo y de manera ininterrumpida. El sistema está compuesto por una red de satélites, radiobases terrestres y receptores GPS que permiten la mayoría de las posibilidades de navegación y posicionamiento en cualquier parte de la Tierra, en cualquier horario sin darle importancia a las condiciones meteorológicas (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

EL complejo sistema GNSS está compuesto de los siguientes sistemas:

- Sistema Satelital
- Sistema de Control Terrestre
- Sistema de Usuario



**Figura 2.45:** GNSS / GPS Incorporado con Antena de Alta Ganancia  
**Fuente:** (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)

- **Gestión múltiple**

Los usuarios tienen la posibilidad de administrar y controlar los Routers Wi-Fi 3G / 4G de manera flexible y fácil. Los terminales de comunicación E-Lins en su totalidad se pueden conectar a la plataforma de control y gestión remota (NMS) de E-Lins, lo que permite que los dispositivos o equipos se dispersen en diferentes zonas para conllevar el monitoreo, control del concentrado, configuración, mantenimiento, gestión, actualización, y diagnóstico. Con todo esto se busca la reducción en gran escala del costo de mantenimiento en el integrador, proveedor, operador, etc., aumenta así de gran manera la eficiencia de gestión (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

### Capítulo 3: Elementos y Diseño del Proyecto

Después de haber revisado en el marco teórico en el capítulo 2, las distintas opciones de routers inalámbricos que brindan el servicio de red de internet WiFi en las diferentes circunstancias y tipos de transportes y haber evaluado las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, que repercutirían en el diseño del proyecto de una red inalámbrica de internet gratuito a través de la red móvil a los pasajeros de la Aerovía de Guayaquil dentro de sus cabinas durante el trayecto entre las estaciones denominadas “Parque centenario” situada al final de la calle 9 de Octubre hasta la estación “Julian Coronel” situada a la altura del “cementerio general” de Guayaquil, a través del tramo de la avenida Quito en el centro de la ciudad, se detalla a continuación los elementos a emplearse en el proyecto.

#### 3.1. Router “TP-Link TL-MR6400”

El sistema de router Inalámbrico escogido para el proyecto es el TP-Link TL-MR6400, con tecnología 3GUMT/4G LTE, con sistema Wi-Fi, Velocidad Alta hasta 300 Mbps. En la siguiente figura se lo puede apreciar:



**Figura 3.1:** Router “TP-Link TL-MR6400” en Marco Frontal  
**Fuente:** (E-Lins Technology Co. Lte, 2016):

### 3.1.1. Características del Router

#### Modem 4G integrado

El TP-Link TL-MR6400 tiene un modem integrado con ranura de tarjeta SIM redundante, permitiendo utilizar proveedores de 4G para agregar ancho de banda, protección de exceso de datos eliminando zonas sin cobertura al operar con varios usuarios (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

#### Portal cautivo integrado con Social WiFi

El TP-Link TL-MR6400 incluye un portal cautivo que permite a los pasajeros ingresar a la plataforma Facebook, al hacerlo el portal permite usar la herramienta "InControl 2" para visualizar informes en detalle del uso de cada pasajero (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

#### Gran acoplamiento al lugar de instalación

Contando con rieles de montaje DIN y orejas para ser instalado en varios ángulos, el Router TP-Link TL-MR6400 está preparado para encajar en diversos espacios para brindar el servicio.



**Figura 3.2:** Orejas y Rieles de Montaje para Routers  
**Fuente:** (E-Lins Technology Co. Lte, 2016)

#### Certificado de dureza

Aparte de caja metálica resistente que viene incluida, el TP-Link TL-MR6400 cuenta con certificaciones en:

- Aplicaciones ferroviarias; Norma internacional (EN 50155)
- Compatibilidad Electromagnética; Norma internacional (EN 61000)
- Choque y resistencia a las vibraciones; Norma internacional (EN 61373: 2010)

## **Seguimiento y Gestión de Flotas:**

Teniendo una función de seguimiento de flota GPS e "InControl 2" de gestión basado en la nube, se puede llevar un control sobre la ubicación y administrar su red móvil desde cualquier dispositivo conectado a Internet. "InControl 2" incluye la gestión de dispositivos basados en la nube, monitoreo y herramienta de informes diseñada específicamente para dispositivos TP-Link, Peplink y Pepwave. Cuando esta se conecta a sus dispositivos, agrega datos para generar informes útiles sobre todos los aspectos de su red. En una sola pantalla, puede enviar configuraciones a todos y cada uno de sus puntos finales. Si el usuario necesita profundizar, puede acceder de forma remota al administrador web de cualquier dispositivo en la red. InControl 2 puede minimizar los desplazamientos, ahorrar el tiempo de configuración, mantenerse al tanto del estado de la red y resolver proactivamente cualquier problema emergente con velocidad y precisión (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

## **Especificaciones del hardware**

- **Peso:** 590g
- **Medidas:** 185 x 97 x 33.5 mm

## **Interfaz WAN**

- 1x modem LTE con ranuras redundantes para tarjeta Mini-SIM
- 1x puerto Ethernet 10/100/1000

## **Interfaz LAN**

- 1x puerto Ethernet 10/100/1000
- **Alimentación:** DC: 12V - 48V DC, 2A
- **Adaptador AC:** Entrada AC 100V - 240V / DC Salida 12V
- **Consumo máximo:** 18W (max.)
- **Certificaciones:** CE, FCC, RoHS, E-Mark, EN 61373:1999 IEC 61373:1999, EN 50155 Aplicaciones ferroviarias: equipos electrónicos utilizados en material rodante, EN 61000

## **Compatibilidad electromagnética**

- **Cierre:** Interior metálico
- **Temperatura de trabajo:** -40 a 65° C
- **Humedad de trabajo:** 15 a 95% no condensada

## WiFi Estándar

- 802.11ac/a/b/g/n 2x2 MIMO
- **2.4GHz:** 300 Mbps
- **5.0GHz:** 866 Mbps

## Frecuencias/Bandas con sus respectivas unidades (MHz)

- **4G LTE:** B1/2100, B3/1800, B7/2600, B8/900, B20/800
- **WCDMA/HSPA+/DC-HSPA+:** B1/2100, B2/1900, B5/850, B6/800, B8/900

## Capacidad

- **Salida:** 200 Mbps

## Funcionalidades VPN

- PepVPN
- Caliente Conmutación por error de fusión rápida
- **PepVPN/ pares:** 2
- **Rendimiento PepVPN/Fusión rápida (Sin encriptar):** 100Mbps
- **Rendimiento PepVPN/ Fusión rápida (AES 256 bits):** 60Mbps

## Adminstración Centralizada

- Control de flotas con GPS
- Administración en la nube InControl
- Bloque de terminales de conector de alimentación para móvil / Despliegue Vehicular

### 3.1.2. Configuración del Router

La configuración del router TL-MR6400 no es compleja y se puede realizar en pocos minutos debido a su interfaz web intuitiva y la app Tether; la cual, desde una configuración rápida a los controles parentales, proporciona una interfaz de usuario intuitivo y sencillo para ver el estado de los dispositivos, clientes conectados y sus privilegios. La red puede ser gestionada en sus ajustes desde cualquier dispositivo Android o iOS; con esto, la red puede ser controlada desde cualquier sitio en todo momento (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

En cuanto al límite de consumo máximo de datos, este Router permite establecer el uso de datos mensual y posteriormente a este, el enrutador se desconectará automáticamente de la red, el operador no tiene que preocuparse por los límites de consumo de datos después de la configuración de suscripción. Se da uso a esta función a través de la aplicación Tether o en la página web. La copia de seguridad de la conexión de Red de área amplia (WAN), el TL-MR6400 también se usa como punto de acceso o Router (E-Lins Technology Co. Lte, 2016).

Para configurar el Router TL-MR6400 a la red de internet inalámbrica para el diseño de la aerovía de Guayaquil, se deben seguir los siguientes pasos:

- **Primer Paso:**

Se Inserta la tarjeta SIM en la ranura de manera correcta siguiendo las indicaciones, como se puede observar en la figura siguiente. Una vez introducida, para asegurarse de que este bien enchufada se debe prensarla suavemente. Después de haber se energiza el Router conectándolo de un extremo a la ranura "POWER" que trae el router y del otro costado al sistema de corriente estándar y se observan las luces encendidas de la señal.



**Figura 3.3:** Inserción de Tarjeta SIM en ranura especificada  
**Elaborado por:** Autor

- **Segundo Paso:**

Se ingresa desde un computador o servidor a la dirección <http://tplinkmodem.net>, que se encuentra en la parte posterior del router TL-MR6400, incluyendo el nombre de usuario y contraseña como se puede apreciar en la imagen mostrada a continuación



**Figura 3.4:** Dirección web <http://tplinkmodem.net>, localizada en menú posterior del Router  
**Elaborado por:** Autor

En el mismo menú de instrucciones del router TL-MR6400 ubicado en la parte posterior, también se encuentra la contraseña predeterminada de TP-LINK 4G, la cual en este caso es 15744395 y el nombre de la red Wifi de TP-LINK 4G, en este caso es TP-link\_49FA, el cual difiere en cada router wifi 4G de TP-LINK. Toda esta información se necesita para ser utilizada cuando se instala a través de Wifi y se puede apreciar en la siguiente Imagen.



**Figura 3.5:** Nombre de la Red y contraseña predeterminada de TP-LINK 4G  
**Elaborado por:** Autor

- **Tercer Paso**

Después de haber verificado la información de la parte posterior del TL-MR6400, se procede a configurar el router a una red inalámbrica a través de internet Wifi. Para esto se necesita un cable de conexión de red entre el TP-LINK 4G y el servidor o computador central, denominado Cable Ethernet Cat6 LAN UTP, el cual es de parche Gigabit 1M/2M/3M/5M para PC portátil Router color celeste, como se mostrará en la siguiente figura. Un extremo de este cable estará conectado a la entrada LAN 1 de los puertos TP-LINK 4G LAN mostrados en las imágenes de color naranja los cuales son 3 en total, y el otro extremo del cable conectado al puerto de la computadora o servidor central.



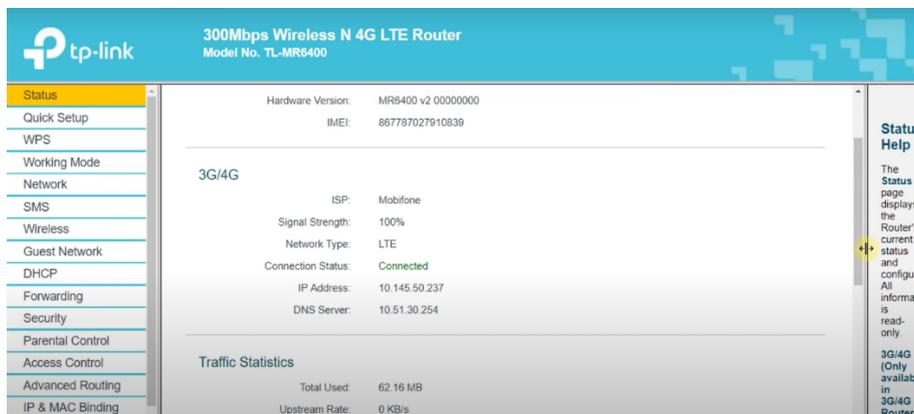
**Figura 3.6:** Puertos LAN y Cable Ethernet Cat6 LAN UTP  
**Elaborado por:** Autor



**Figura 3.7:** Router TL-MR6400 conectado a computador central a través del Cable Ethernet  
**Elaborado por:** Autor

- **Cuarto Paso**

En este paso se entra a la instalación en la computadora o servidor central de la operatividad del router TL-MR6400, se ingresa al navegador web del equipo, en este caso la dirección: 192.168.1.1 o directamente al link <http://toplinkmodem.net> ya mencionado. Se usa el usuario y contraseña de la primera parte del menú posterior del Router TL-MR6400, y se va al bloque “status” como se observa en la siguiente figura.

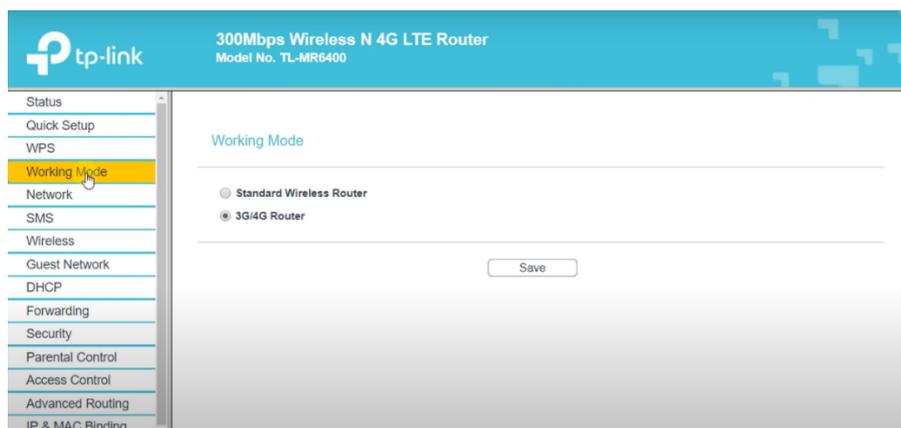


**Figura 3.8:** Menú principal de <http://toplinkmodem.net> campo “Status”  
**Elaborado por:** Autor

En este campo se lleva el cursor hasta el sub-campo 3G/4G y se aprecia un estado de conexión: “connected” como se lo muestra en la figura anterior.

- **Cuarto Paso:**

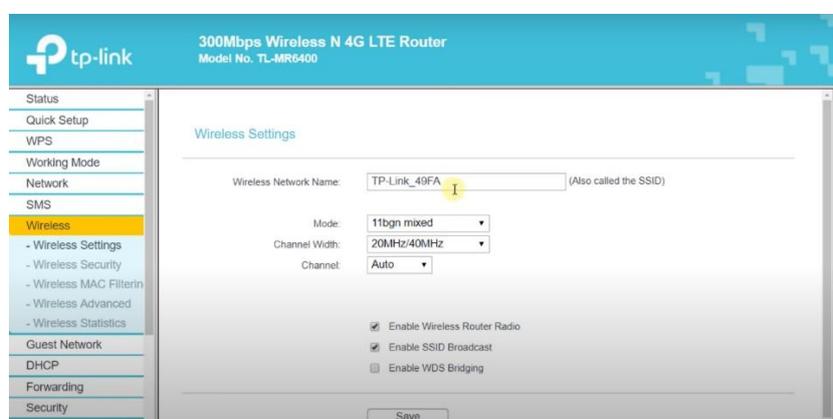
Después de verificar que el Router TL-MR6400 está conectado en el Campo 3G/4G, se va al campo “Working Mode” y se lo selecciona, se elige la opción “router 3G/4G” como el modo que se desea que el router opere para el proyecto de red, como se puede apreciar en la siguiente imagen.



**Figura 3.9:** Selección de modo de trabajo de operación de red: 3G/4G Router  
**Elaborado por:** Autor

- **Quinto Paso**

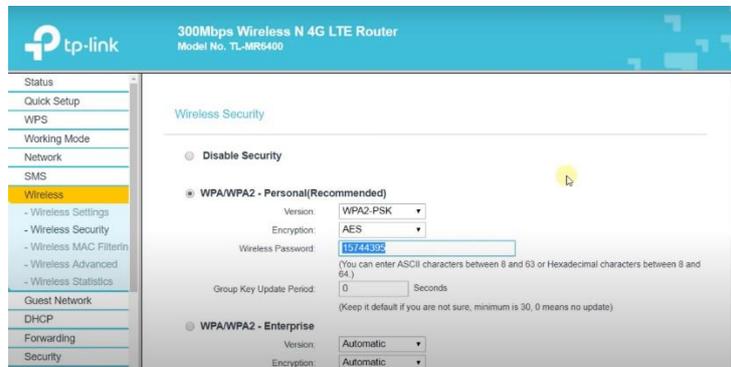
El siguiente paso después de haber definido el modo de trabajo es denominar la red Wifi y su contraseña para el enrutador TP-LINK 4G. Para esto, se selecciona el campo “Wireless”, el sub-campo “Wireless Settings” y se realiza el nombramiento de la red en la opción “Wireless Network Name” denominado Identificador de conjunto de servicios (SSID Service Set Identifier), se escribe el nombre que de la red y se guarda con “save”.



**Figura 3.10:** Nombramiento de la red en el sub-campo “Wireless Settings”  
**Elaborado por:** Autor

- **Sexto Paso**

En el sub-campo “ Wireless Security” se guarda la contraseña de la red en la opción “Wireless Password” y finalmente se guarda con la opción “save” en la parte final del sub-campo.



**Figura 3.11:** Denominación de la contraseña de la Red  
**Elaborado por:** Autor

- **Séptimo Paso**

Después de haber definido la contraseña de la red inalámbrica se regresa al campo “status” para verificar que el nombre de red y contraseña hayan sido modificados y actualizados correctamente, bajando hasta el parámetro Wireless nuevamente y verificando si estos concuerdan.

- **Octavo paso**

Una vez verificados los datos actualizados, se desconecta el cable de red y en el mismo computador o cualquier equipo móvil se procede a buscar la red configurada conectándose al acceso a internet mediante la red Wifi, así debe aparecer la red con el nombre que se configuró anteriormente. Se ingresa a la red con la contraseña previamente modificada y efectuándose la conexión.



**Figura 3.12:** Conexión a la Red Configurada  
**Elaborado por:** Autor

### 3.1.3. Instalación del Router

La instalación del Router TL-MR6400 estará situado dentro de las cabinas de la aerovía de Guayaquil.

#### 3.1.3.1. Capacidad y Velocidad de transporte en las cabinas

En los horarios pico, la capacidad mínima requerida del sistema se aproxima a 2600 personas por hora y por dirección (pphpd) y se planificó una velocidad comercial de 5m/s en horas punta. Para los horarios no tan abultados denominados (horarios valle), y se planificó reducir la velocidad en horas "valle", pero sin reducirse a menos de 4m/s por cabina (Municipio de Guayaquil, 2016).

En cuanto a la capacidad de las cabinas por unidad, se establece un máximo de 10 personas y un peso máximo de 750 Kg por cabina como se puede apreciar en la siguiente imagen tomada en la cabina de la aerovía



**Figura 3.13:** Especificaciones de máxima capacidad y peso dentro de la cabina  
**Elaborado por:** Autor

#### 3.1.3.2. Tiempo de recorrido

El tiempo del transcurso de la cabina con sus pasajeros es medido desde que se cierran los portones al comienzo del recorrido desde la estación terminal hacia la culminación en la apertura de las puertas al arribar a la estación de destino en el extremo opuesto. De forma independiente del sentido de marcha y de la cabina, el tiempo de recorrido máximo en horario no abultado (no en horas pico) debe ser menor del intervalo de 16 minutos, contando con una velocidad comercial de 5 m/s. (Municipio de Guayaquil, 2016).

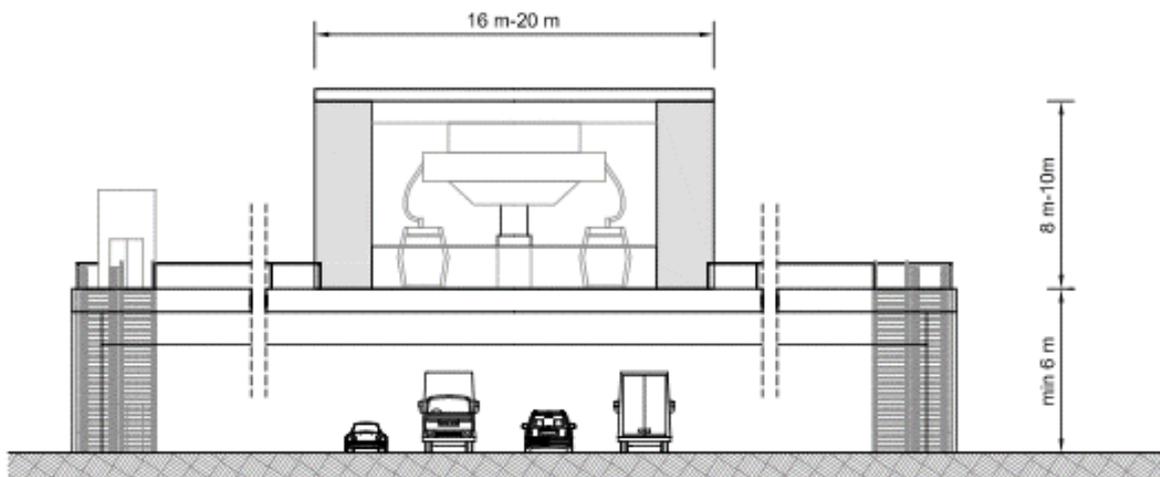
Dentro del tiempo de recorrido se mantiene con consideración todo el grupo de recomendaciones dinámicas y funcionales, considerando principalmente:

- El transcurso de operación de las puertas
- El transcurso de aceleración y desaceleración de los transportes teleféricos de la aerovía en torno a las estaciones y durante el transcurso de la línea priorizando en continuo monitoreo las obligaciones de seguridad y confort de los pasajeros.
- La rapidez verdadera de las cabinas teleféricos en medio de 2 estaciones.



**Figura 3.14:** Duración del transcurso del camino de las vías  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

### 3.1.3.3. Ubicación de cabinas en la estación



**Figura 3.15:** Vista en sección de la estación y sus cabinas  
**Fuente:** (Municipio de Guayaquil, 2016)

Las cabinas de pasajeros se encuentran ubicadas en un andén con retorno en las estaciones finales tanto en la estación "Parque Centenario" y al otro extremo en la estación "Durán".

### 3.1.3.4. Características y requisitos de las cabinas

Se denomina "trayecto" a lo que corresponde con el recorrido de una cabina desde una estación terminal a otra, por ejemplo, en el trayecto de la estación Parque Centenario hasta la Estación Julián Coronel. A cada trayecto se le destina un coeficiente de ponderación denominado "CP" el cual tiene relación con la eficiencia del medio que es ofrecido por dicho trayecto en concordancia con los criterios mencionados a continuación (Municipio de Guayaquil, 2016):

- **Demora del recorrido en donde se parte de la estación de arranque coordinado con la duración teórica de partida (Municipio de Guayaquil, 2016)**
  - o  $(CP1 = 1 - R \times 0,2)$  el símbolo R significa el retraso en la partida (minutos).
- **Duración real de viaje cotejado con la duración de trayecto conceptual**
  - o  $(CP2 = 1 - (TPR - TPT) \times 0,2)$  la asignación TPT es la duración del trayecto conceptual y la asignación TPR es la duración de recorrido práctico (en minutos)
- **Parada importuna en medio de 2 estaciones:**
  - o  $(CP3 = 1 - 0,2 \times NA)$  el símbolo NA es el número de paradas inadecuadas del transporte en medio de 2 estaciones durante el tramo establecido (Municipio de Guayaquil, 2016).
- **Obstaculización de no abertura de los portones automáticos en la llegada del transporte teleférico a la estación de destino.**
  - o  $(CP4 = NPN / NPT)$  el símbolo NPN significa el número representativa de portones abriéndose y NPT significa el número representativo esperado de portones abriéndose tomando en consideración la estación más reprimida. Los errores de apertura de los portones en la estación final cuenta 2 veces debido a que repercuten tanto al trayecto de llegada como también al de salida. (Municipio de Guayaquil, 2016)
- **Ventilación:**
  - o  $(CP5 = 1)$  si el calor de ambiente en la parte de adentro del transporte teleférico es el indicado  $(CP5 = 0,75)$  si el calor de ambiente no es el indicado. Estas cabinas cuentan con una ventilación en la parte superior posterior a las bancas de los pasajeros, por medio de ventanales y no ventilación artificial, mostrado en la siguiente figura.



**Figura 3.16:** Sistema de ventilación situada en cabina de la aerovía de Guayaquil  
**Elaborado por:** Autor

- **Ancho de la cabina teleférico en tramo horizontal:**

o (CP6 = 1) si se llevan a cabo las delimitaciones del transporte teleférico de en el tramo horizontal y CP6 = 0 si no se llevan a cabo estas. Las cabinas cuentan con diámetro aproximado de 2,5m de largo y 2m de ancho.

- **Precisión en cuanto a la llegada de la cabina a la estación final:**

o (CP7 = 1) si el transporte se detiene en todas las estaciones llevando a cabo las tolerancias de las limitaciones de proximidad al andén y rapidez, y por el otro lado (CP7 = 0) si estas no se cumplen.

$$(CP = CP1 * CP2 * CP3 * CP4 * CP5 * CP6 * CP7)$$

En la circunstancia que uno de los “coeficientes” que hay desde CP1 hasta CP7 no sea positivo al implementar las fórmulas, este mismo será tomado como valor 0. En el otro sentido, con la situación que uno de los coeficientes CP1 hasta CP7 no sea negativo y sea más que 1 se lo tomara como uno (1) (Municipio de Guayaquil, 2016).

El estado disponible del sistema en un lapso especificado se resuelve con la siguiente fórmula en donde (D = Número de salidas efectuadas en el lapso porcentual).

$$D = \frac{\sum CP}{\text{Salidas realizadas en el periodo}} \%$$

**Ecuación 4:** Formula de coeficiente de ponderación en la aerovía de Guayaquil



**Figura 3.17:** Certificación y especificaciones técnicas de cabina de Aerovía de Guayaquil  
**Elaborado por:** Autor

### 3.1.3.5. Ubicación del Router en la cabina

El sistema de Routers que será implementado en este proyecto será el modelo TL-MR6400 de la marca TP-LINK debido a las ventajas previamente explicadas. El router será ubicado en la parte superior de la cabina de transporte de la Aerovía como se puede observar en la figura 3.18.

Estará instalado en el techo de la cabina estratégicamente debido a factores previamente analizados. Una de las razones principales es por seguridad, debido a que son herramientas tecnológicas importantes y es un sistema de transporte público, se priorizará mantener una imagen poco perceptible y cómoda para no influir en el trayecto para el pasajero. El router tendrá un encubrimiento de plástico reforzado

como medida de protección ante humedad, monitoreo de los pasajeros y otros factores.



**Figura 3.18:** Modelo de ubicación del router en Cabina  
**Elaborado por:** Autor

El router estará prensado con orejas de montaje reforzadas y alimentado con una fuente de energía local en la cabina. Con todo lo mencionado previamente permitirá una buena operación del modelo TL-MR6400 brindando un eficiente servicio a los pasajeros de la cabina.



**Figura 3.19:** Ejemplo de Router instalado en techo  
**Fuente:** (Beleicof S.A., 2020)

### 3.1.3.6. Mantenimiento de la cabina y del Router implementado

#### Objetivos del mantenimiento en cabinas de transporte:

- Brindar y dar garantía del correcto sustento, de la misma forma del nivel servicial y disposición del sistema de transporte.
- Integración de la dimensionalidad trascendental del sistema las necesidades establecidas para el sustento y la operatividad del medio de transporte cableado, en concordancia general con los estándares internacionales para un ámbito de ciudad **(Municipio de Guayaquil, 2016)**.

#### Acción de mantenimiento frente a problemas eventuales:

- Considerando las limitaciones de explotación y mantenimiento del sistema en la totalidad de su periodo de operación; especialmente para el cambio de sus piezas. Medidas particulares han sido tomadas para poner y mantener el sustento preventivo que priorice la disposición de los dispositivos. **(Municipio de Guayaquil, 2016)**
- Se establece el programa del proceso de sustento, confinando de máxima manera el impacto sobre la operatividad del servicio, diariamente para el arreglo y sustento suave, y también para el sustento pesado de forma eficiente.
- El mantenimiento diario se realiza generalmente en la noche, mientras dura el horario en donde el servicio se mantendrá sin funcionamiento. En el diseño del sistema se estudió los impactos de sonido del sustento en la noche y se elaboró las medidas adecuadas de mitigación. **(Municipio de Guayaquil, 2016)**
- En cuanto al mantenimiento anual se requiere parar el sistema por una duración de 5 días, periodo durante cual se retornará el servicio de buses para los pasajeros. El sustento se efectuará especialmente en los transcurros de escasa clientela, principalmente durante festividades. Un sustento y arreglo esporádico va a ser requerido cada cinco años, necesitando un paro del sistema durante un periodo de diez días. **(Municipio de Guayaquil, 2016)**
- Como optimización de valores de operatividad, los trabajadores encargados de la operatividad del servicio llevara a cabo algunas tareas: El personal encargado del andén podrá intervenir para poder estimular la protección del servicio posterior de

que haya sido pulsada la alarma por algún pasajero de este ser el caso, entre otros.  
**(Municipio de Guayaquil, 2016)**

### **Mantenimiento del Router:**

Para mantener en buen estado el Router desde el punto de vista físico y digital brindándole un mantenimiento continuo logrando con esto alargar su vida útil, evitar errores y problemas de funcionamiento y brindar un excelente servicio siguiendo los siguientes pasos:

- 1. Mantener el router actualizado:** descargar las actualizaciones de software y firmware que libere el fabricante del TL-MR6400, sin embargo, es recomendado instalar únicamente las que provengan directamente del mismo y no recurrir a fuentes no oficiales. **(Ros, 2017)**
- 2. Cuidados en la ubicación:** influye directamente en el rendimiento, el alcance y la calidad de la conexión inalámbrica, pero también en el correcto y eficaz funcionamiento del router en sí. Por esta razón, se prioriza colocarlo en el techo de la cabina de la aerovía en posición central, libre de obstáculos o intervenciones y aislado de fuentes de interferencias.
- 3. Lejanía de fuentes de calor:** mantener el router distante de zonas calurosas y por consiguiente evitar su exposición directa al sol, lluvia, etc. **(Ros, 2017)**
- 4. Ajuste regular de antenas:** si se percibe una conexión inalámbrica que ha perdido calidad o intensidad, se procede a revisar la colocación y dirección de las antenas del router, y de esta manera solucionar el problema. **(Ros, 2017)**
- 5. Declinar el exceso de reseteo al router:** importante ya que si no se cuida este punto puede dañarse el router y deba cambiárselo de forma irremediable. **(Ros, 2017)**
- 6. Limpieza frecuente:** de la misma forma que con cualquier dispositivo tecnológico, se recomienda brindar al router una limpieza física mínima. Se puede utilizar paños secos que no dejen residuos tanto en el equipo en sí como también a sus cables y conectores respectivamente. Este debe ser desconectarlo mientras se realiza la limpieza-mantenimiento para evitar el monitoreo accidental y erróneo de las antenas y sus partes. **(Ros, 2017)**

**7. La vida del router TL-MR6400:** es aproximadamente de 4 a 5 años en condiciones regulares de uso, por lo que es un sistema publico y debido a las implicaciones de movilidad y efectos meteorológicos, se estima un reemplazo de los mismos cada 4 años.

### 3.2. Parámetros del Funcionamiento del Diseño de Red Propuesta en el Proyecto

Una vez establecido el Router TL-MR6400 para el proyecto de diseño de red Inalámbrica y a su vez explicadas todas sus características y procesos de configuración, colocación e implementación en el punto anterior, se procedió a realizar un estudio práctico en forma de sistema de simulación el cual permitió visualizar y estudiar en tiempo real las conexiones entre el router y las radio bases cercanas al trayecto de las cabinas del sistema de transporte de la aerovía de Guayaquil. Esta es una aplicación que dará a conocer los parámetros necesarios para estudiar la red móvil que se estará operando en el trascurso del viaje en el tramo de la avenida Quito entre las estaciones “Parque centenario” y Julián Coronel”

#### 3.2.1. Sistema de medición de red a través de la aplicación móvil “Network Cell Info Lite”



**Figura 3.20:** Aplicación Móvil “Network Cell Info Lite”  
**Elaborado por:** Autor

Network Cell Info Lite es una aplicación móvil la cual puede ser descargada a través de cualquier dispositivo Android que cuente con redes móviles 3G/4G/5G o sistema inalámbrico Wifi. Una vez descargada, esta app permite en forma de simulación medir y observar los diferentes parámetros de red a la cual el equipo móvil se está

conectando a través de la ubicación real en el tiempo. Para este proyecto se utilizó esta aplicación denominada "Network Cell Info Lite" para simular como si el dispositivo móvil, en este caso 2 celulares con operadora "Claro Móvil", uno con red 3G HSPA+ y otro con Red 4G LTE, fuera el Router TL-MR6400 que operará en el diseño de red y poder observar y revisar las mediciones y parámetros que la app brinda y que a su vez permite ver a que radio bases se iba conectando el mismo durante el trayecto propuesto. A continuación, se podrán observar detalladamente las 2 funciones principales que brindó la aplicación para estudiar a la red móvil que usará el proyecto.

### 3.2.1.1. Función Parámetros MAPA de la APP Network Cell Info Lite

Una de las funciones principales que brinda la aplicación Network Cell Info Lite es denominada "MAPA", permite al usuario visualizar de forma teórica y gráfica las Radio Bases o Nodos que se está conectando el dispositivo móvil con cualquier operadora que este opere. Esta función no es estática y a medida que el usuario avanza durante algún trayecto, sea en carro, bus, caminata, y en este en la cabina de la aerovía de Guayaquil a una velocidad aproximada de 4 a 5m/s, la función permite observar como el dispositivo con red móvil se va conectando y desconectando de las radio bases a medida que este va avanzando como se puede observar en las siguientes figuras tanto en 3G como en 4G.

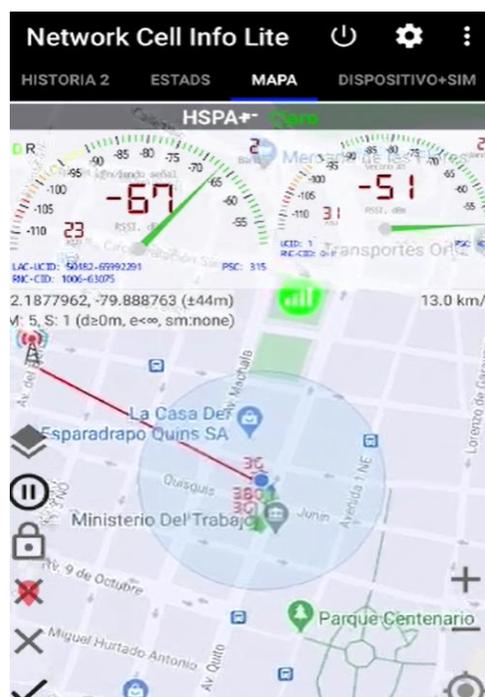
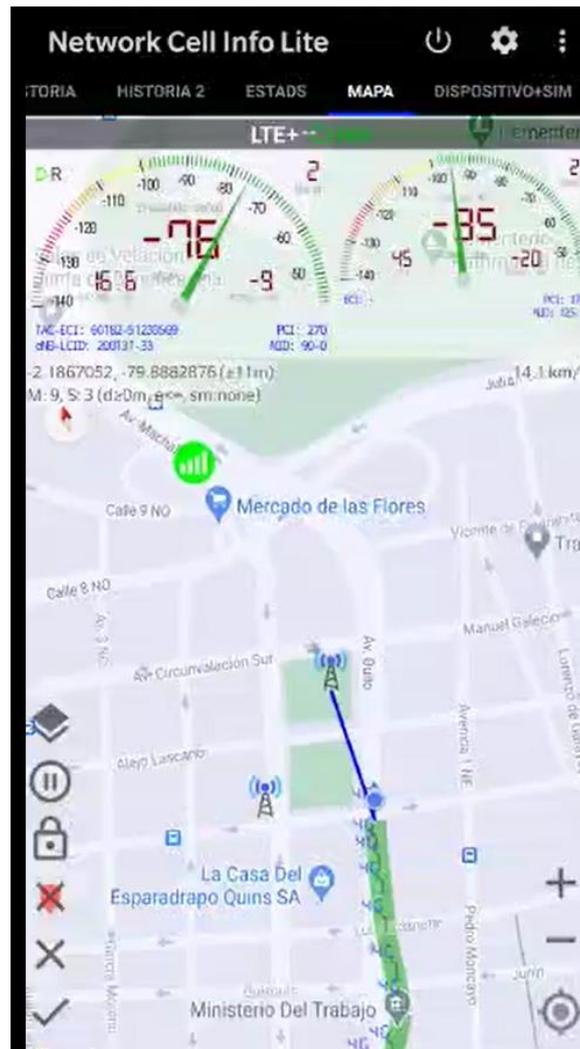


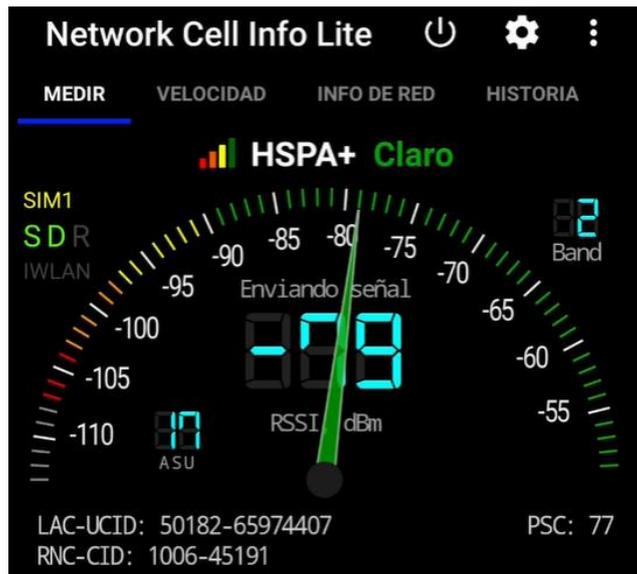
Figura 3.21: Función Mapa en dispositivo 3G (HSPA+) Claro  
Elaborado por: Autor



**Figura 3.22:** Función Mapa en dispositivo 4G (LTE) Claro  
**Elaborado por:** Autor

### 3.2.1.2. Función Parámetros de Medición de la APP Network Cell Info Lite

Otra de las funciones principales de la aplicación Network Cell Info Lite es denominada "MEDIR", permite al usuario visualizar los parámetros de la red móvil por la conexión entre el dispositivo y las Radio Bases. La función mide los parámetros de la red, tampoco es estática y a medida que el usuario avanza durante algún trayecto, permite observar como los parámetros tanto en 3G como por ejemplo LAC, PSC, RNC, entre otros, y en 4G como, por ejemplo, TAC, eNB, PCI, entre otros, van variando durante el trayecto de la cabina. En las siguientes figuras se aprecia las mediciones y rangos de estos parámetros de medición.



**Figura 3.23:** Parámetros de la función “MEDIR” en red HSPA+ (3G) en APP  
**Elaborado por:** Autor

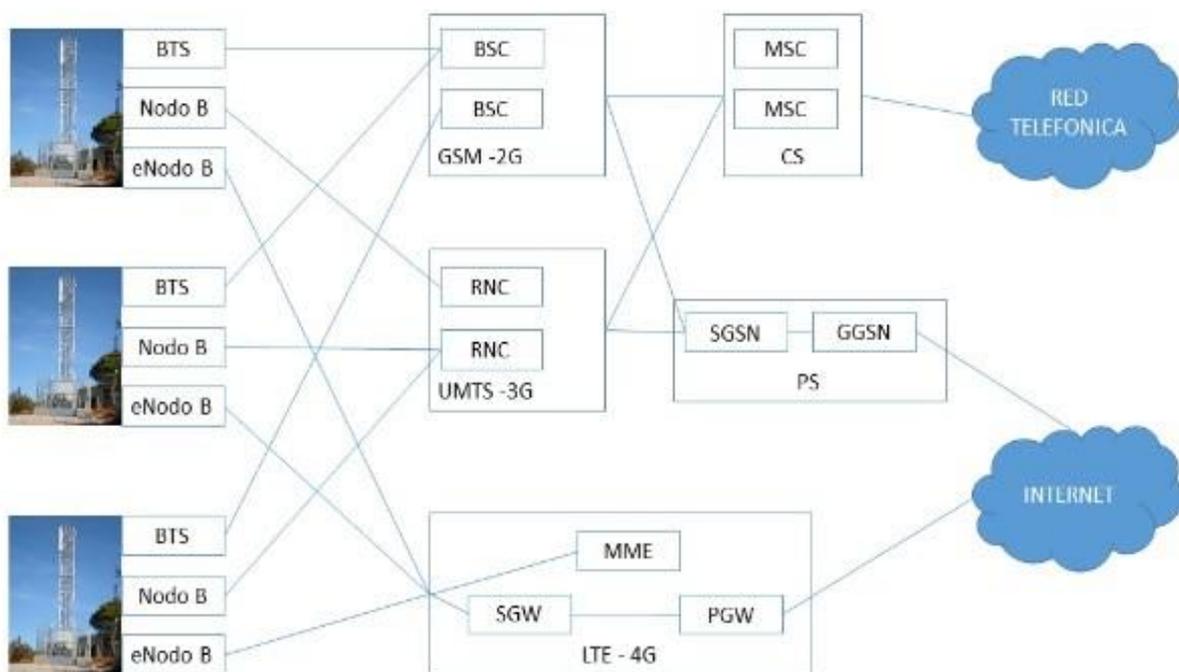


**Figura 3.24:** Parámetros de la función “MEDIR” en red LTE (4G) en APP  
**Elaborado por:** Autor.

Con estas funciones se pudo observar en tiempo real la conexión general con la que operaría la red de internet con la operadora CLARO en este ejemplo o con cualquier otra que brinde el servicio estable y eficiente de red móvil en la ciudad. Para entender la conexión completa, es muy importante conocer detalladamente que significan todos los elementos que componen una red móvil con sus parámetros y la función que cumplen en la conexión del servicio de internet entre un dispositivo móvil, las radio bases y toda la red en sí.

### 3.2.2. Componentes y Parámetros Generales que componen las redes móviles.

En una red móvil en la actualidad conviven 3 generaciones de tecnología simultáneamente y cada una de ellas, con sus respectivos elementos o parámetros. Algunos son comunes y permiten que los dispositivos puedan conectarse utilizando las diferentes tecnologías pasando de una a otra inclusive durante una llamada telefónica entre 2 usuarios. A continuación, se puede observar un esquema resumido de una red móvil con las 3 generaciones funcionando a la vez donde se encuentran los elementos más importantes (Temas Tecnológicos, 2020).

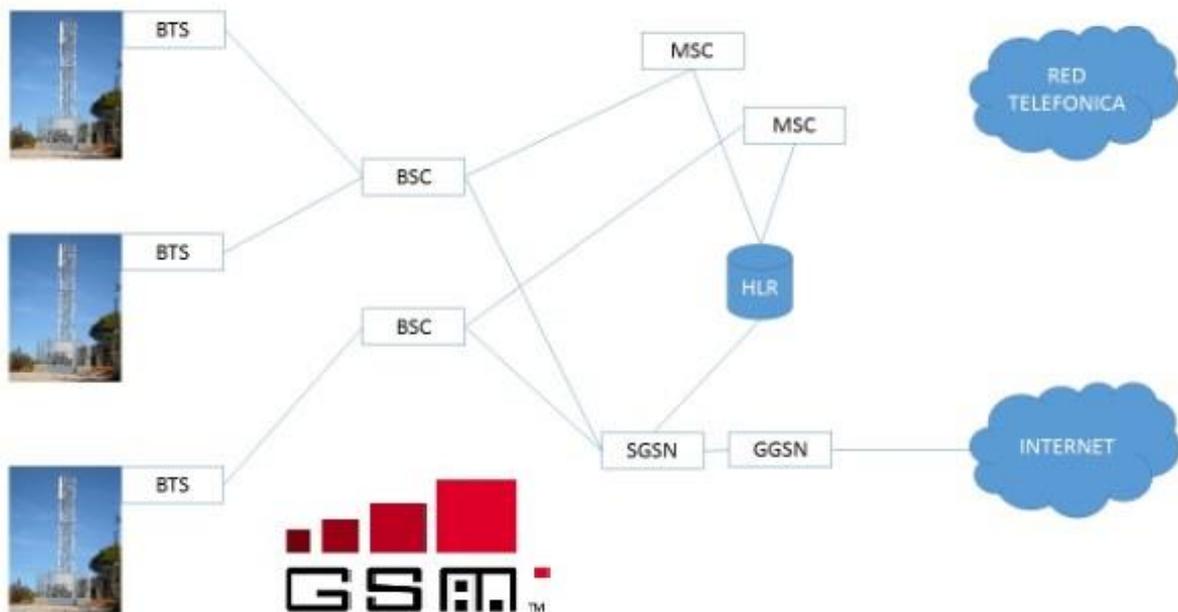


**Figura 3.25:** Arquitectura de la Red Operando con las 3 generaciones (GSM, UMTS, LTE)  
**Fuente:** (Temas Tecnológicos, 2020)

Como punto inicial se puede apreciar que en la caseta en la parte inferior de cada antena, están los equipos que dan servicio a cada una de las tecnologías. Uno de los elementos con mayor costo de la red es el emplazamiento y no solamente por los equipos de telecomunicaciones. Regularmente se necesita hacer el pago de un alquiler y energía eléctrica, suelen encontrarse en lugares remotos y debido a el mantenimiento resulta ser complejo. Debido a esto, sin tener en cuenta el despliegue inicial cuando surge una tecnología nueva, todos los emplazamientos de un operador brindan cobertura en las 3 tecnologías (GSM, UMTS, 4G). Partiendo de este punto, una llamada o conexión de datos móviles continua por un camino distinto

dependiendo de cuál sea su tecnología. A continuación, se mostrará detalladamente los aspectos más relevantes de cada tecnología (Temas Tecnológicos, 2020).

### 3.2.2.1. Red de operación GSM; Tecnología 2G



**Figura 3.26:** Arquitectura de una red GSM (2G)

**Fuente:** (Temas Tecnológicos, 2020)

A continuación, serán explicados detalladamente todos los elementos y parámetros que se encuentran operando dentro de la red GSM de tecnología 2G:

- **Estación Base Transceptora (BTS)**

BTS (Base Transceiver Station), es el elemento que se conecta a las antenas de telefonía móvil en la generación 2G. Se instala en la caseta en la parte inferior de la torre de un emplazamiento. De ella salen los cables que reciben y emiten las señales y a su vez se conectan a las antenas localizadas en la parte superior de la torre. Regularmente hay una BTS por emplazamiento que se conecta a varias antenas. Cada una de estas antenas da cobertura a un sector circular que se lo denomina "celda". En este sentido se puede decir que una BTS gestiona la totalidad de celdas de un emplazamiento (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Controlador de Estación Base (BSC)**

BSC (Base Station Controller), es el elemento que controla un determinado número de BTSs de una zona o área, las que se conectan a la BSC y a través de ella misma,

pasa todo el flujo de comunicaciones. El BSC maneja la configuración de las BTSs conectadas, controla el correcto funcionamiento de cada una de ellas y, en el mismo sentido, participa activamente cuando un dispositivo móvil usado por un usuario pasa de una BTS a otra, dicho proceso se conoce como (hand-over). Con las generaciones de tecnología 2.5 y 2.75, el elemento BSC distingue el tráfico de datos y de voz ya que, a partir de ella, sus caminos en la arquitectura se separan (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Centro de conmutación móvil (MSC)**

MSC (Mobile Switching Center), son las centrales de comunicación, las cuales establecen las llamadas de voz en las redes móviles. A este elemento se conectan, tanto los BSCs, como también los Controladores de la Red de Radio (RNC, Radio Network Controller), aunque cabe destacar que solo reciben las llamadas de voz, las de datos siguen un rumbo diferente en la arquitectura de la red. La tecnología implementada por estas centrales y por las de telefonía fija es la misma. Sin embargo, el software que las controla es bastante más complejo debido a que tiene que permitir la conexión de usuarios que están en continuo movimiento como en el proyecto las cabinas de aerovía, y que estos pueden conectarse desde cualquier zona (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Registro de Ubicación Local o Casa (HLR)**

HLR (Home Location Register), es el elemento de la red que almacena los datos de los usuarios. Para poder dar de alta un usuario en una red móvil se deben introducir los datos en el HLR respectivo. En una red móvil suele haber uno por cada millón de abonados. Por consiguiente, los elementos de la red móvil que consultan la información del usuario deben tener conocimiento, según el usuario, cual es el HLR que contiene su información estática, la cual es almacenada en el registro, como por ejemplo los desvíos o los servicios activados (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Registro de Ubicación del Visitante (VLR)**

VLR (Visitor Location Register), es un elemento diferente e independiente, es parte del MSC. En él se almacena la información de los abonados conectados en su respectiva centralC. Este elemento permite no cuestionar continuamente al HLR por la información de un abonado. En el mismo sentido, contiene información particular relativa a su posición en la red y su actual estado (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Registro de identificación de equipos (EIR)**

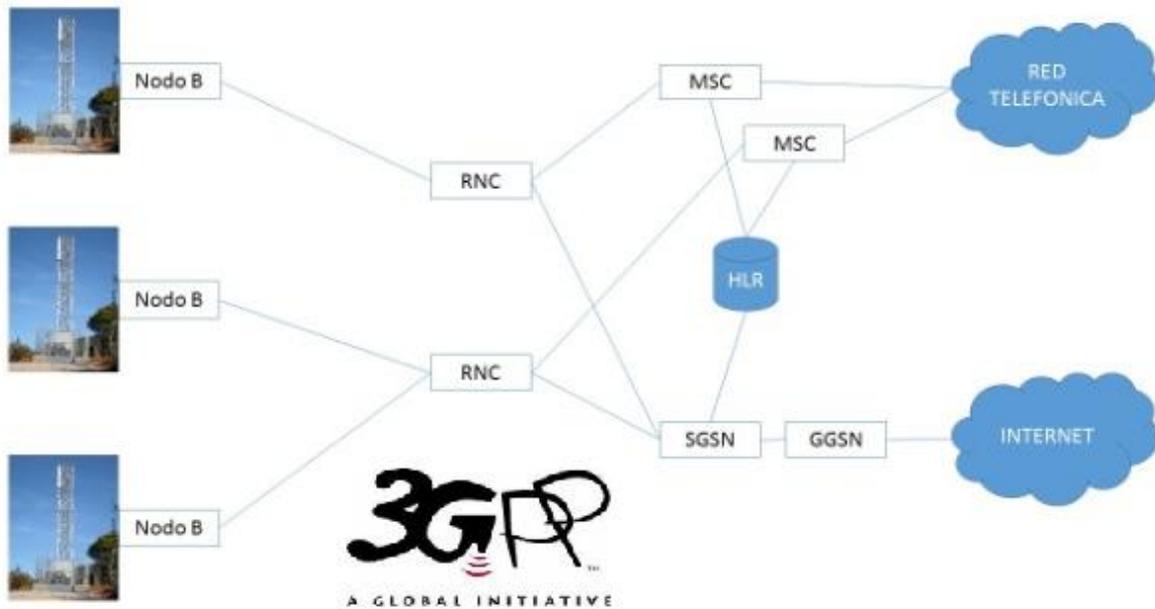
EIR (Equipment Identification Register), es un elemento que no es imprescindible y debido a esto, en sus inicios no se lo ponía. Su función es comprobar el identificador del dispositivo o identificación internacional de equipos móviles (IMEI, International Mobile Equipment Identity). Los dispositivos en su totalidad tienen un IMEI auténtico en el mundo, el operador tiene registrado cada uno de ellos si se ha comprado el teléfono a través de él o en el mismo sentido si se le informa al comprarlo. Si el dispositivo es robado, hay la posibilidad de informar al operador y este a su vez pone el IMEI del dispositivo móvil en la lista negra del EIR (Equipment Identity Register), si este detecta una llamada de este teléfono la interrumpe aunque la tarjeta SIM sea distinta, por lo que el dispositivo móvil queda inoperativo. El EIR admite también una lista gris en la que la llamada no se interrumpe, pero envía un aviso informando de su uso al propietario del dispositivo. Varios operadores tienen acuerdos para intercambiar y compartir el contenido de sus listas para impedir la utilización de dispositivos móviles robados, aunque este sea cambiado de operador (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Centro de Autenticación (AuC)**

AuC (Authetication Center), es también un elemento complementario del HLR. Para poder mantener la confidencialidad en las comunicaciones e identificar con seguridad a los usuarios se utilizan claves particulares para cada tarjeta SIM. Estas claves están almacenadas en el AuC. Por seguridad dichas claves no se guardarán en algún otro lugar de la red y el (AuC las mantiene con protección (Temas Tecnológicos, 2020).

### **3.2.2.2. Red de operación UMTS-HSPA+; Tecnología 3G**

A continuación, serán explicados detalladamente todos los elementos y parámetros que se encuentran operando dentro de la red UMTS de tecnología 3G, los cuales son:



**Figura 3.27:** Arquitectura de una red UMTS (3G)

**Fuente:** (Temas Tecnológicos, 2020)

- **Nodo B (Torres Radio Bases)**

Es el equivalente a la BTS en la 3G. Son equipos localizados en la caseta de los emplazamientos conectados a las antenas que reciben y emiten las señales 3G. Al igual que el BTS un nodo B maneja todas las celdas del emplazamiento donde está situado (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Controlador de la Red de Radio (RNC)**

El RNC realiza una función similar al BSC en la 3G. La razón para utilizar elementos y siglas separadas es que las tecnologías 2G y 3G son muy distintas y las funciones a realizar lo son también. En la actualidad se sigue implantando el concepto de Single RAN (Red de Acceso de Radio simple) que intenta juntar y unificar las generaciones 2G y 3G en un único controlador que hace las funciones de los elementos BSC y RNC. Ambas discriminan entre conexiones de voz y de datos que, y a partir de esta misma, continúan en diferentes caminos en la arquitectura de la red (Temas Tecnológicos, 2020). El RNC controla los nodos y funciona como intermediario en la tecnología 3G.

- **SGSN (Nodo de soporte de servicio GPRS)**

SGSN (Serving GPRS Support Node) es el elemento que recepta las comunicaciones de datos tanto de las BSCs como de las RNCs mencionados anteriormente. Sus

funciones son la distribución de los paquetes de datos y la gestión y localización de los usuarios conectados en la zona gestionada. Una de las funciones del SGSN es enviar la conexión hacia el país de origen del usuario cuando él es de diferente país. Con el despliegue de las redes 4G el elemento SGSN se comunica con los MME y SGW para brindar facilidad y hacer con mayor velocidad los cambios entre la tecnología 3G y 4G cuando se pierde la cobertura de la tecnología más alta, recordando que a mayor frecuencia de la señal, esta cubre menor distancia (Temas Tecnológicos, 2020).

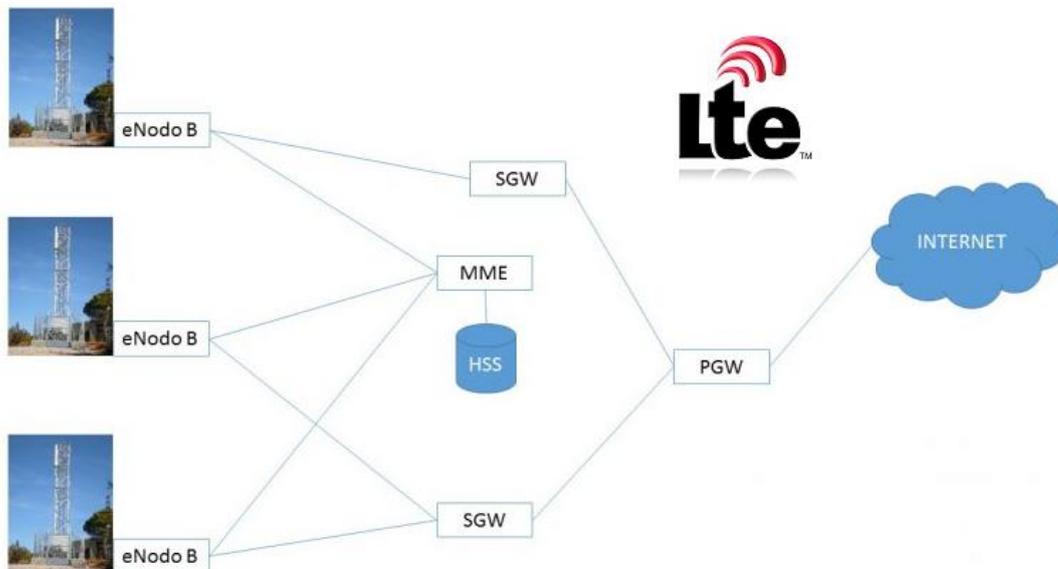
- **GGSN (Nodo de soporte de puerta GPRS)**

GGSN (Gateway GPRS Support Node), este elemento recibe las comunicaciones de los usuarios desde los SGSNs como se aprecia en la figura anterior. Los Nodos de Soporte de puertas GPRS denominados (GGSNs) no controlan los SGSNs, por lo tanto, pueden recibir comunicaciones de cualquier SGSN, incluso sea este en otro país. Las comunicaciones que se receptan son las de los usuarios que pertenecen al operador sin darle mayor importancia en el país donde se encuentren. Este elemento GGSN es la culminación de la red móvil en cuanto a los datos. A partir de este elemento, las comunicaciones son iguales a las de cualquier operador de internet con la posibilidad de unirse a las comunicaciones de una red fija en una “red fijo-móvil unificada”. El GGSN también realiza funciones de tarificación y de control. Todos los datos necesarios para la facturación son enviados desde este (Temas Tecnológicos, 2020).

### **3.2.2.3. Red de operación LTE, Tecnología 4G**

En la figura 3.28 se observa un esquema de una red LTE (4G). Esta arquitectura es bastante simple comparada a las anteriores 2G y 3G. Este esquema solo contempla conexiones de datos, no hay conexiones de voz que actualmente se realizan con la tecnología VoLTE o Voz sobre LTE (Temas Tecnológicos, 2020).

Es por eso que hoy cuando un dispositivo 4G realiza una llamada telefónica por voz, automáticamente su dispositivo se cambia a la tecnología 3G. A continuación, serán explicados detalladamente todos los elementos y parámetros que se encuentran operando dentro de la red LTE perteneciente a la tecnología 4G, los cuales son:



**Figura 3.28:** Arquitectura de una red LTE (4G)

**Fuente:** (Temas Tecnológicos, 2020)

- **nodo B mejorado (eNode B)**

eNode B (Enhanced Node B), es el elemento situado en cada emplazamiento de generación 4G (LTE), incorpora las funciones del RNC por lo que no hay ningún controlador intermediario como en las generaciones anteriores. Se conecta de forma directa a una red TCP/IP (La familia de protocolos de internet) pero específico del operador. Sin embargo, al ser una red similar a internet, existen la posibilidad de que se puedan espiar las conversaciones por lo que la comunicación es encriptada. (Temas Tecnológicos, 2020)

- **Servidor de Abonado Local (HSS)**

HSS (Home Subscriber Server) es la evolución del HLR utilizándolo en las redes 4G, almacena los datos estáticos de los usuarios como también los servicios que tienen activados. En el presente los operadores tienen separados los HLR y los HSS, por lo que es necesario dar de alta a un usuario en los 2 lugares. La evolución de estos dos elementos será próximamente una única base de datos con la información de todos los abonados que cuente con una capa sobre ella que ofrezca tanto un interfaz HSS de 4G como un interfaz HLR que opera en 3G. (Temas Tecnológicos, 2020)

- **MME**

MME (Mobility Management Entity), es el elemento que gestiona una red 4G. Sabiendo que los eNodes B no necesitan de un controlador, se necesita un elemento

común que gestione la red y que a su vez se encargue de las funciones que son comunes, su trabajo va desde el control del dispositivo móvil realizando la identificación del usuario en combinación con el HSS hasta la elección del elemento Puerta de Enlace de Servicio (SGW) que es el que va a gestionar la comunicación (Temas Tecnológicos, 2020).

- **Puerta de Enlace de Servicio (SGW)**

SGW (Serving Gateway), es el elemento que recepta las comunicaciones de datos de los eNodes B. Aísla al elemento “Puerta de Enlace de Red de Paquetes de Datos” (PGW) de la movilidad de la red. En el momento que un dispositivo móvil se mueve a lo largo de la red, cada cambio de un eNode B a otro implica un mayor número de comunicaciones solamente en la gestión del cambio para que ocurra de una manera fluida. El SGW aísla toda esta gestión para que no llegue al PGW ya que una red móvil tiene escasos elementos PGWs que no aguantarían todo el tráfico de gestión que implica los movimientos de los dispositivos en la red en el transporte de la aerovía (Temas Tecnológicos, 2020)

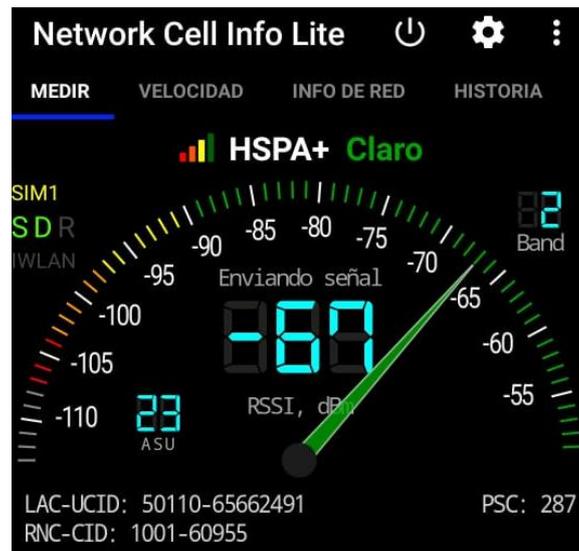
- **Puerta de Enlace de Red de Paquetes de Datos (PGW)**

PGW (Packet Data Network Gateway). Sustituye al GGSN de la anterior generación y de la misma forma que él, es la frontera entre la red móvil y la de la familia de protocolos de internet (TCP/IP) del operador. PGW es el elemento que asigna las direcciones IP que utiliza cada usuario con su dispositivo, por lo que, frente a la red, podría decirse que los datos partieran de él. Aparte realiza tareas de control de los datos y de tarificación. Toda la información necesaria para la facturación sale de este elemento. Los 3 elementos mencionados anteriormente: SGW, PGW y MME juntos se conocen como (EPC, Evolved Packet Core) Núcleo de Paquete Evolucionado (Temas Tecnológicos, 2020).

### **3.2.3. Parámetros específicos de Network Cell Info Lite en tecnologías 3G Y 4G**

En cuanto a los parámetros de medición mencionados en la arquitectura general de las redes y sus generaciones, existen otros parámetros específicos de menor importancia para la arquitectura pero que son dados por la aplicación Móvil “Network Cell Info Lite” tanto en 3G como en 4G que serán mencionados a continuación:

### 3.2.3.1. Parámetros Específicos en Tercera Generación (3G)



**Figura 3.29:** Parámetros Específicos de Red 3G  
**Elaborado por:** Autor.

- **(RSSI) Indicador de intensidad de señal recibida - dBm:**

La portadora RSSI (Received Signal Strength Indicator), es la que mide la potencia recibida total promedio observada solo en OFDM que contienen símbolos de referencia para el puerto de antena 0 (es decir, símbolo OFDM 0 y 4 en una ranura) en el ancho de banda de medición sobre N bloques de recursos. La potencia total recibida de la portadora RSSI incluye la potencia de las celdas de servicio y no de cocanal, la interferencia de canal adyacente, el ruido térmico, etc., total, medido sobre 12 subportadoras, incluida la RS de la celda de servicio, el tráfico en la celda de servicio (Wireless Excellence Limited, 2020).

- **(ASU) Unidad de Intensidad de Señal Universal**

Una posible variante de visualización de un nivel de recepción (intensidad de la señal) es el valor ASU. La traducción libre de "unidad de intensidad de señal universal" deja en claro de qué se trata de un indicador de recepción razonablemente uniforme para dispositivos que funcionan con varios estándares celulares. El valor de la ASU se emite como un entero. Es posible en todos los estándares (por ejemplo, UMTS o LTE) determinar el nivel de recepción en dBm a partir del valor ASU. Este valor calculado corresponde al valor RSSI, pero sólo con una precisión máxima de  $\pm 1$  dB. La fórmula para calcular el RSSI a partir de la ASU es diferente para todos los estándares de radio móvil y depende de la sensibilidad mínima del receptor según las especificaciones del 3GPP. Además, el cálculo puede cambiar con cada nueva

versión, por ejemplo, si una nueva tecnología basada en un estándar antiguo requiere un mejor receptor. Por ejemplo, con una nueva versión de LTE, que se sabe que tiene varios (Wireless Excellence Limited, 2020).

- **(LAC) código de área de ubicación local**

Local Area Code (LAC), es el número único que se le da a cada área de ubicación dentro de la red. El área de servicio de una red de acceso por radio celular generalmente se divide en áreas de ubicación, que consisten en una o varias celdas de radio (Wireless Excellence Limited, 2020).

- **(PSC) Código de Sincronización Primario:** (Primary Scramble Code)

Un PSC es el producto de la entrada del campo Código de codificación y 16. Por lo tanto, el conjunto de códigos de codificación principal contiene todos los múltiplos de 16 desde 0 hasta 8176. Un código de codificación secundario es la suma de la entrada del campo de compensación de codificación distinta de cero y el código de codificación principal. El SCH primario consta de un código modulado de 256 chips de longitud, el código de sincronización primario (PSC) se transmite una vez por cada ranura. El PSC es el mismo para todas las celdas del sistema. En pocas palabras es el identificador de celdas (Valor, Torres, & Osman, 2018).

### 3.2.3.2. Parámetros Específicos en Cuarta Generación (4G)

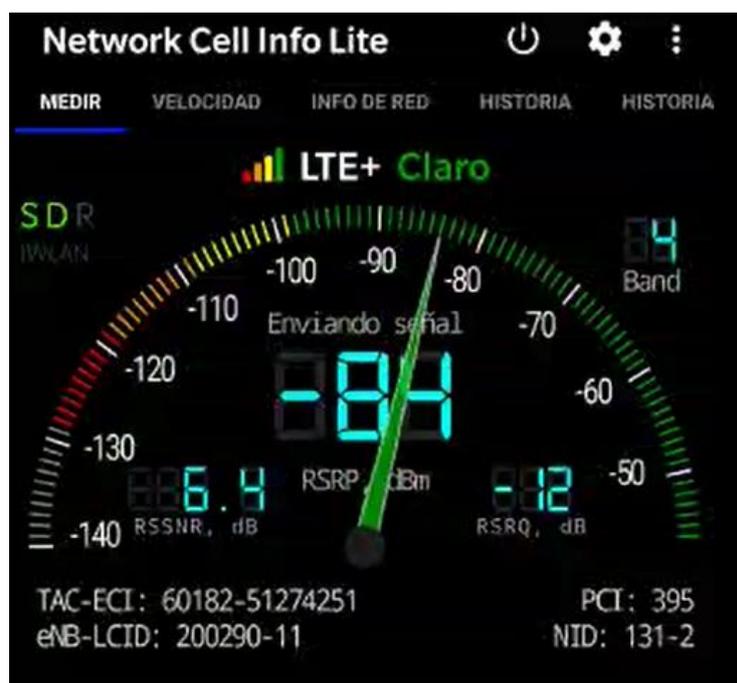


Figura 3.30: Parámetros Específicos de Red 4G

Elaborado por: Autor

- **(RSRP) Potencia recibida de la señal de referencia (dB):**

RSRP (Reference Signal Received Power), es un tipo de medición RSSI, es la potencia de las señales de referencia LTE repartidas por todo el ancho de banda y la banda estrecha. Se necesita un mínimo de -20 dB SINR (del canal S-Synch) para detectar RSRP / RSRQ (Wireless Excellence Limited, 2020).

- **(RSRQ) Calidad de la señal de referencia recibida (dB):**

RSRQ (Reference Signal Received Quality), se refiere a la calidad considerando también RSSI y el número de bloques de recursos utilizados (N)  $RSRQ = (N * RSRP) / RSSI$  medidos en el mismo ancho de banda. Es un tipo de medida C / I e indica la calidad de la señal de referencia recibida. La medición de RSRQ proporciona información adicional cuando RSRP no es suficiente para tomar una decisión confiable de traspaso o reelección de celda (Wireless Excellence Limited, 2020).

En fórmula se puede apreciar:  **$RSRQ = N \times RSRP / RSSI$**

Donde:

- N es el número de bloques de recursos físicos (PRB) sobre los que se mide el RSSI, generalmente igual al ancho de banda del sistema.
- RSSI es una medida de potencia de banda ancha pura, que incluye potencia intracelular, interferencia y ruido.
- El rango de reporte de RSRQ se define desde -3... -19.5dB.

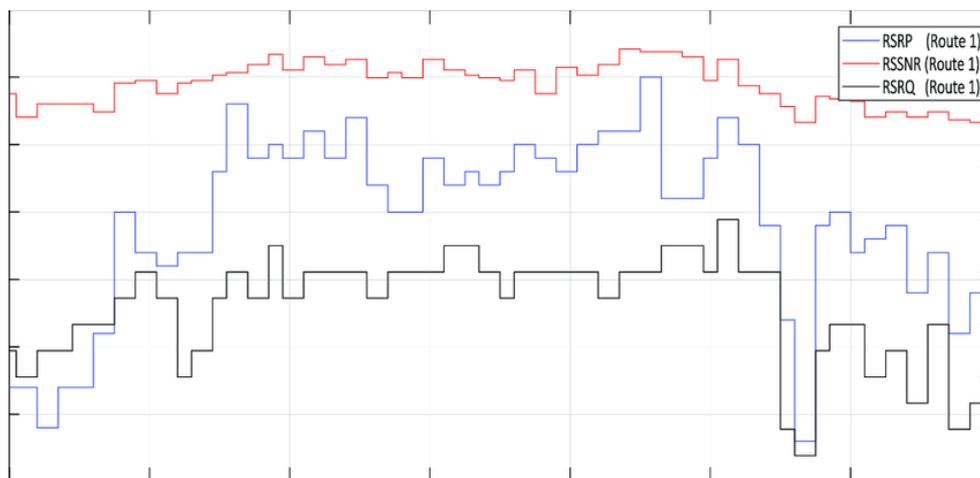
**Tabla 3.1:** Medición RSQR

Reported value	Measured quantity value	Unit
RSRQ_00	$RSRQ < -19.5$	dB
RSRQ_01	$-19.5 \leq RSRQ < -19$	dB
RSRQ_02	$-19 \leq RSRQ < -18.5$	dB
...	...	...
RSRQ_32	$-4 \leq RSRQ < -3.5$	dB
RSRQ_33	$-3.5 \leq RSRQ < -3$	dB
RSRQ_34	$-3 \leq RSRQ$	dB

**Fuente:** (Wireless Excellence Limited, 2020)

- **(RSSNR) Señal de referencia Relación señal / ruido (dB):**

La relación señal-ruido (SNR o S / N) se considera una medida que compara el nivel de ruido de fondo con el de una señal deseada. La SNR se define como la relación entre la potencia del ruido y la de la señal, que se expresa generalmente en decibeles (dB). Una relación superior a 1:1 (mayor a 0 dB) indica más señal que ruido. Relación señal / ruido. La RSSNR es por decirlo a si la señal de referencia de la SNR (Simpson & Sun, 2018).



**Figura 3.31:** Variación de RSRP (dBm), RSRQ (dB) y RSSNR (dB) a lo largo de la ruta de conducción - D1 (ruta 1).

**Fuente:** (Simpson & Sun, 2018)

- **(TAC) Código de Área de Seguimiento**

TAC (Tracking Area Code), se define como un grupo de celdas, está codificado en un dígito hexadecimal de 2 bytes, en el que el primero representa el código de área, o Lista de área de seguimiento. En general, cuando un usuario móvil está conectado a una celda en la fase de conexión a la red, se asigna al TAC con el que está asociada la celda. (Wireless Excellence Limited, 2020).

- **(PCI) Identidad (o Identificador) Físico de Celda:**

PCI (Physical Cell Identity), se utiliza en sistemas E-UTRA para identificar una celda. Su importancia va de la mano con la mezcla de la señal de sincronización primaria (PSS), valorizada de 0 a 2 y señal de sincronización secundaria (SSS) sucesión de 0 a 167. Esto da paso eficientemente a 504 combinaciones que se vuelven a usar en los procesos de proyección y perfeccionización de la celda. El valor de PCI se puede

reutilizar dentro de la red y diferentes portadoras de radio en el mismo eNB también pueden reutilizar el mismo PCI (Wireless Excellence Limited, 2020).

- **Parámetro (NID):**

Al intentar sincronizarse a una celda LTE, el dispositivo móvil busca las bandas de frecuencia soportadas para tratar de recoger una señal de sincronización primaria (P-SCH) que se emite cada 5 ms, y con la cual se determina el parámetro NID (2). Una vez que se determina este parámetro, el dispositivo estará sincronizado a nivel de símbolo y a su vez permanece en el canal hasta ubicar la señal de sincronización secundaria denominada (S-SCH), que también se emite una vez cada 5 ms, con la que se encontrará el parámetro NID (1). Es decir, con la P-SCH, se sincroniza a nivel de símbolo y una vez encontrada la P-SCH, puede detectar la S-SCH y así determinar el PCI de la celda descrito por la siguiente expresión (Valor, Torres, & Osman, 2018):

$$N_{CELL}^{ID} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)}$$

**Ecuación 5:** Formula determinación del elemento PCI con su NID respectivo

Donde NID (2) va a ser un entero entre 0-2 representando alguna de las 3 P-SCH y NID (1) va a ser un entero entre 0-167 representando alguna de las 168 S-SCH. Con esto se formará un grupo de 504 PCIs únicos. Luego de esto, el UE tendrá la información suficiente sobre la localización de las señales de referencia (RS) y el resto de los parámetros de la red (Valor, Torres, & Osman, 2018).

### **Parámetros Compartidos en ambas Tecnologías:**

- **(dBm) Milivatios de Decibelios:**

dBm significa decibelios milivatios. Se puede utilizar en redes de radio, microondas y fibra óptica como una medida de potencia absoluta debido a su capacidad para expresar valores muy grandes y muy pequeños en forma abreviada. Cuanto más cerca esté el número de 0, mejor será la intensidad de la señal.

- **(BAND) Bandas de Frecuencia:**
  - **Bandas de Frecuencia GSM (2G):**

Son las bandas que han sido dadas para telefonía móvil designadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para la operación de redes GSM en tecnología 2G. Existen 14 bandas definidas, y cada una con sus respectivas asignaciones de canal, en el estándar técnico TS 45.0051 del consorcio 3GPP, que reemplaza al anterior estándar técnico TS 05.05 (Frías, 2016):

**Tabla 3.2:** Bandas de Frecuencia GSM Tecnología (2G)

Sistema	Banda	Frecuencia		Asignación de canal
		Subida (MHz)	Bajada (MHz)	
T-GSM-380	380	380.2–389.8	390.2–399.8	dinámica
T-GSM-410	410	410.2–419.8	420.2–429.8	dinámica
GSM-450	450	450.4–457.6	460.4–467.6	259–293
GSM-480	480	478.8–486.0	488.8–496.0	306–340
GSM-710	710	698.0–716.0	728.0–746.0	dinámica
GSM-750	750	747.0–762.0	777.0–792.0	438–511
T-GSM-810	810	806.0–821.0	851.0–866.0	dinámica
GSM-850	850	824.0–849.0	869.0–894.0	128–251
P-GSM-900	900	890.2–914.8	935.2–959.8	1–124
E-GSM-900	900	880.0–914.8	925.0–959.8	975–1023, 0-124
R-GSM-900	900	876.0–914.8	921.0–959.8	955–1023, 0-124
T-GSM-900	900	870.4–876.0	915.4–921.0	dinámica
DCS-1800	1800	1710.2–1784.8	1805.2–1879.8	512–885
PCS-1900	1900	1850.0–1910.0	1930.0–1990.0	512–810

**Fuente:** (Frías, 2016)

Usando la tecnología UMTS-GSM de tecnología 2G funciona en la banda 1800 MHz (banda europea) y su código de red es 74801 o URY01. Usando la tecnología HSDPA (3G) funciona en la banda 2100 (banda europea). Los números telefónicos de ANCEL comienzan con 091, 098, 099 (discando desde el país) o con +59891, +59898 y +59899 (discando desde el exterior). Número de SMSC: +59899998932 Movistar Uruguay: Vodafone- España 1800 y 2600 MHz Funciona en la banda 850(850MHZ) (Frías, 2016).

### **GSM-850 y GSM-1900**

Ambas Bandas, la GSM-850 y la GSM-1900 se utilizan en varios países en América:

- Chile - GSM-850 y 1900 MHz.
- Colombia - GSM 850 Y 1900 MHz.
- **Ecuador - GSM-850, 1900 MHz.**
- Estados Unidos - GSM-850, 1900 MHz.
- Nicaragua - 850-2500 MHz.
- Panamá - GSM-850, 1900 MHz.
- Perú - GSM 850-1900 MHz.
- Venezuela - GSM 850,900,1800,1900,2100 MHz.
- México - GSM 850 - 1900 MHz.
- Paraguay - GSM 850 - 1900 MHz.
- Uruguay - ANTEL compañía de teléfonos fijos y móviles:
- Argentina - GSM-850 y 1900 MHz.
- Bolivia - GSM-850 y 1900 MHz.
- Brasil - GSM-850, 900, 1800 y 1900 MHz.
- Canadá - GSM-850, 1900 MHz.

○ **Bandas de Frecuencia UMTS (3G):**

Las bandas de frecuencia UMTS son las radiofrecuencias utilizadas por la tercera generación de redes del sistema UMTS (3G). Estas fueron asignadas por los que asistieron a la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones con sus respectivas siglas(CAMR-92), La Resolución 212 (Rev.CMR-97), aprobada en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, ratificó las bandas especialmente para la especificación International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000), la cual estableció que las bandas de 1.885-2.025 MHz y 2.110-2.200 MHz están destinadas a su uso por las administraciones que deseen introducir esta especificación a nivel mundial. Esta "utilización" no descarta el uso de estas bandas por otros servicios a los que sí están asignados. Para brindar razón al hecho en el que las bandas definidas inicialmente ya estaban previamente en uso en varias regiones y países alrededor del planeta, es por esto que la asignación inicial ha sido

cambiada algunas veces para incluir otras bandas de frecuencia de radio (Frías, 2016).

En las siguientes tablas se podrán observar las asignaciones de los números de canal y las bandas de frecuencia para su uso en tecnología UMTS por división de frecuencia duplex (UMTS-FDD) (Frías, 2016).

**Tabla 3.3:** Bandas de frecuencias y anchos de banda de canal UMTS-FDD

Número	Banda (MHz)	Nombre	Banda de <u>subida</u> (MHz)	Banda de <u>bajada</u> (MHz)	Canales absolutos <u>RF</u> de <u>UTRAN</u>	
					Subida	Bajada
I	2100	IMT	1920 - 1980	2110 – 2170	9612 – 9888	10562 – 10838
II	1900	<u>PCS</u> A-F	1850 – 1910	1930 – 1990	9262 – 9538	9662 – 9938
III	1800	DCS	1710 – 1785	1805 – 1880	937 – 1288	1162 – 1513
IV	1700	<u>AWS</u> A-F	1710 – 1755	2110 – 2155	1312 – 1513	1537 – 1738
V	850	CLR	824 – 849	869 – 894	4132 – 4233	4357 – 4458
VI	800		830 – 840	875 – 885	4162 – 4188	4387 – 4413
VII	2600	IMT-E	2500 – 2570	2620 – 2690	2012 – 2338	2237 – 2563
VIII	900	E-GSM	880 – 915	925 – 960	2712 – 2863	2937 – 3088
IX	1700		1749,9 – 1784,9	1844,9 – 1879,9	8762 – 8912	9237 – 9387
X	1700	EAWS A-G	1710 – 1770	2110 – 2170	2887 – 3163	3112 – 3388
XI	1500	LPDC	1427,9 – 1447,9	1475,9 – 1495,9	3487 – 3562	3712 – 3787
XII	700	LSMH A/B/C	699 – 716	729 – 746	3617 – 3678	3842 – 3903
XIII	700	USMH C	777 – 787	746 – 756	3792 – 3818	4017 – 4043
XIV	700	USMH D	788 – 798	758 – 768	3892 – 3918	4117 – 4143
XV	-	-	Reservada	Reservada	-	-
XVI	-	-	Reservada	Reservada	-	-
XVII	-	-	Reservada	Reservada	-	-
XVIII	-	-	Reservada	Reservada	-	-
XIX	800		832,4 – 842,6	877,4 – 887,6	312 – 363	712 – 763
XX	800	EUDD	832 – 862	791 – 821	4287 – 4413	4512 – 4638
XXI	1500	UPDC	1447,9 – 1462,9	1495,9 – 1510,9	462 – 512	862 – 912

XXII	3500		3410 – 3490	3510 – 3590	4437 – 4813	4662 – 5038
XXV	1900	EPCS A-G	1850 – 1915	1930 – 1995	4887 – 5188	5112 – 5413
XXVI	850	ECLR	814 – 849	859 – 894	5537 – 5688	5762 – 5913

Fuente: (Frías, 2016)

○ **Bandas de Frecuencia LTE (4G):**

**Tabla 3.4.** Bandas de frecuencia y anchos de banda de canal LTE (4G)

E-UTRA Band	Duplex-Mode	$f$ (MHz)	Nombre Común	Enlace ascendente (UL) BS recibido UE transmitido (MHz)	Enlace descendente (DL) BS transmitido UE recibido (MHz)	Dúplex espaciado (MHz)	Canal anchos de banda (MHz)
1	FDD	2100	IMT	1920 – 1980	2110 – 2170	190	5, 10, 15, 20
2	FDD	1900	PCS blocks A-F	1850 – 1910	1930 – 1990	80	1.4, 3, 5, 10, 15, 20
3	FDD	1800	DCS	1710 – 1785	1805 – 1880	95	1.4, 3, 5, 10, 15, 20
4	FDD	1700	AWS blocks A-F (AWS-1)	1710 – 1755	2110 – 2155	400	1.4, 3, 5, 10, 15, 20

Fuente: (Frías, 2016)

Las bandas de frecuencia que usa la telefonía móvil de cuarta generación (4G/LTE) en América por ejemplo son 2: 1900 y 1700 Mhz, En función de la situación y localización rural, urbana, interiores y su compatibilidad; el teléfono se conectará a una u otra de ambas frecuencias. Para que la conexión 4G funcione de manera eficiente, se recomienda tener dispositivos móviles compatibles con una de las frecuencias LTE. Lo ideal es que acepte las 2 bandas en servicio (Frías, 2016).

## **Conclusiones.**

- A en base a la propuesta de diseño de la red establecida y en comparación con un esquema arquitectónico muy parecido a la red inalámbrica de la Metro vía, se puede concluir que la red abastecerá a todos los pasajeros de las cabinas, en la misma forma si en su totalidad si llegan a tener conectividad al mismo tiempo llevando a cabo con un ancho de banda necesario de 150 Kbps por pasajero.
- Al poder brindar este servicio adicional gratuito de internet inalámbrico en las cabinas de pasajeros de la aerovía de Guayaquil durante su recorrido, se concluye y pronostica un incremento masivo importante en la clientela del servicio de transporte ya que 9 de cada 10 personas prefieren viajar sus recorridos con el servicio de internet en los transportes públicos
- Con esta propuesta de red inalámbrica WIFI se impulsarán el diseño de redes inalámbricas dentro de otros servicios de transporte público y privados para obtener un desarrollo tecnológico en incremento en la ciudad de Guayaquil y mejorar el sistema de conexión de sus ciudadanos.
- En caso que el proyecto decida implementarse y expandirse durante todo el trayecto entre ambos cantones, se debe realizar un estudio exhaustivo de la conexión de las redes móviles en el trayecto a través del río debido a la escasez de radio bases cercanas que es un elemento importante a tomar en cuenta.

## Recomendaciones.

- Impulsar el estudio y la investigación de las redes de nueva generación que se están desarrollando en la actualidad como por ejemplo la tecnología 5G y sus tipos de conexiones junto a sus parámetros que se están innovando
- Una vez estudiado nuestro proyecto de propuesta de diseño de una red inalámbrica WIFI en las cabinas de la Aerovía de Guayaquil en el tramo entre las estaciones Parque Centenario y Julián Coronel en el tramo de la Avenida Quito. Una vez justificado que es factible, impulsar el crecimiento de este a los siguientes tramos entre estaciones para así tener una red factible y extensa durante el servicio completo entre la estación Parque Centenario y la estación Durán.
- Tomando en cuenta que la implementación de este servicio de internet gratuito al transporte público de la aerovía atraerá a más pasajeros y subirá la demanda del uso este medio, se debe realizar el estudio económico para poder contrarrestar los gastos mediante el incremento porcentual del valor del pasaje justificando los servicios que brinda este transporte.
- Y por último, si se lleva a cabo la implementación de la propuesta de red inalámbrica en la aerovía de Guayaquil, empezar proyectar publicidad externa como por ejemplo: publicidad en las calles, folletos, volantes, periódicos y noticias y también a exhibir publicidad en la red de internet del municipio acerca del nuevo servicio para que los usuarios se informen del mismo.

## Bibliografía

### Bibliografía

- Beleicof S.A. (2020). *Access Point De Techo*. Obtenido de RBCAP2N Mikrotik:  
<https://belicof.com/access-point/103-access-point-de-techo-rbcap2n-mikrotik-access-point.html>
- Comunidad, Diario Qué! (2020). Plan municipal de internet gratuito avanza en los alrededores de instituciones educativas. *Qué!*, 1. Obtenido de <https://quenoticias.com/comunidad/plan-municipal-de-internet-gratuito-avanza-en-los-alrededores-de-instituciones-educativas/>
- Diario El Comercio. (2014). Más zonas Wi-Fi gratuitas en las ciudades del Ecuador. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/zonas-wifi-gratis-ecuador.html>
- Diario La Hora. (2016). Internet Gratuito de la ciudad está suspendido. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101976459/internet-gratuito-de-la-ciudad-est-suspendido>
- Dr. Anatom. (2020). Los Mejores Puntos de Acceso Inalámbrico del 2020. *Gadgets Reviews*.
- Ecuavisa. (2020). Proyecto de Aerovía que unirá a Samborondón y Durán con Guayaquil. *Vistazo*, 1. Obtenido de <https://www.vistazo.com/seccion/pa%C3%ADs/presentan-proyecto-de-aerov%C3%ADa-que-unir%C3%A1-samborond%C3%B3n-y-dur%C3%A1n-con-guayaquil>
- Eland Cables. (2020). Obtenido de Cable de Fibra Óptica: <https://www.elandcables.com/es/cables/fibre-optic-cables>

- E-Lins Technology Co. Lte. (2016). *E-Lins Technology Co. Lte.* Obtenido de Enrutadore de publicidad WiFi 4G / 3G : <http://www.e-lins.com/ES/WiFi-Advertising-Router.html>
- Escarsa SAC. (2018). *Procedimiento de trabajo seguro en postes P.* Obtenido de <https://postesescarsa.wordpress.com/2018/11/22/procedimiento-de-trabajo-seguro-en-postes/>
- Frías, Z. (2016). *Despliegue de Redes de Comunicaciones Móviles en Bandas de Frecuencia.* Obtenido de Tesis Doctoral: [http://oa.upm.es/40157/1/ZORAIDA\\_FRIAS\\_BARROSO\\_1.pdf](http://oa.upm.es/40157/1/ZORAIDA_FRIAS_BARROSO_1.pdf)
- Ingeniería Mecafenix. (2018). *Qué es y para qué sirve un PLC.* Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/que-es-un-plc/>
- Mejía, A. (2015). *Red telefónica básica RTB.* Obtenido de <http://internet-amv.blogspot.com/2015/11/red-telefonica-basica-rtb.html>
- Millán, R. (2006). Consultoría estratégica en tecnologías de la información y comunicaciones. *Windows NT/ 2000.* Obtenido de <http://www.arianamillan.com/tutoriales/lmds.php>
- Morán, L. F. (2016). *Análisis del servicio de Internet Gratuito.* Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15930/1/An%C3%A1lisis%20del%20Servicio%20de%20Internet%20Gratuito%20Inal%C3%A1mbrico%20en%20Guayaquil.pdf>
- Municipio de Guayaquil. (2016). *Especificaciones Técnicas.* Obtenido de Municipalidad de Guayaquil: <https://guayaquil.gob.ec/Aerosuspendido/EspecificacionesT%C3%A9cnicas.pdf>

- Palet, J. (1994). *Telefonía y Servicios Digitales*. Obtenido de RDSI - Datamation:  
<http://www.consulintel.es/html/Tutoriales/Articulos/rdsi.html>
- Parejo, J. (2016). *Satélites Artificiales*. Obtenido de  
<http://estructurasatelites.blogspot.com/2016/06/sistemas-de-un-satelite.html>
- Paucar, A., & Yépez, C. (2016). *Ciudad Digital: Diseño de redes wi-fi para la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/32035/CIUDAD%20DIGITAL%20-%20DISE%C3%91O%20DE%20REDES%20WI-FI%20PARA%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ros, I. (2017). *Recomendaciones para el mantenimiento básico del router*. Obtenido de <https://www.muycomputer.com/2017/12/10/mantenimiento-basico-router/>
- Santana, E. (31 de Marzo de 2015). *Tipos de redes inalámbricas*. Obtenido de Wiki Redes Inalámbricas: <https://sites.google.com/site/wredwiki/home/tipos-de-redes-inalambricas>
- Simpson, O., & Sun, Y. (2018). *National Library of Medicine*. Obtenido de LTE RSRP, RSRQ, RSSNR and local topography profile data for RF propagation planning and network optimization in an urban propagation environment: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30505908/>
- Suárez, D. (2015). *Aplicación Domótica Mediante la tecnología Power Line Communications*. Obtenido de PCL para redes domésticas en el Ecuador: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4120/1/T-UCSG-POS-MTEL-47.pdf>
- Temas Tecnológicos. (2020). *Redes Móviles*. Obtenido de Temas tecnologicos de Interes: <https://www.temastecnologicos.com/redes-moviles/elementos/>

Ticnologia Wiki. (2020). *Ticnologia Wiki*. Obtenido de ADSL:  
<https://ticnologia.fandom.com/es/wiki/ADSL>

Valor, R., Torres, Y., & Osman, A. (1 de Junio de 2018). Identificador físico de celda para redes LTE. *Revista INGENIERÍA UC*, vol. 25, núm. 2, 2018. Obtenido de  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/707/70757669012/html/index.html>

Verni, F. (2020). Aerovía (Guayaquil). *Proyecto Aerovía*, pág. 1. Obtenido de  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Aerov%C3%ADa\\_\(Guayaquil\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Aerov%C3%ADa_(Guayaquil))

Wifisafe Spain S.L. (2013). *WIFI EN AUTOBUSES*. Obtenido de  
<https://www.wifisafe.com/blog/wifi-en-autobuses-como-funciona/>

Wireless Excellence Limited. (2020). *Cable Free*. Obtenido de 10+ Gigabit Wireless Networks:  
<https://www.cablefree.net/wirelesstechnology/4glte/rsrp-rsrq-measurement-lte/>

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Correa García, Juan José** con C.C: # 092162215-5 autor del Trabajo de Titulación: **Propuesta de diseño para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito**, 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, 10 de marzo del 2021

f. Juan José Correa García

Nombre: Correa García, Juan José

C.C: 092162215-5

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Propuesta de diseño para la Instalación del servicio de red inalámbrica (wifi) en el nuevo medio de transporte de aerovía de Guayaquil en el tramo de la ruta en la Av. Quito.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Correa García, Juan José		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. Romero Paz, Manuel De Jesús		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	De Telecomunicaciones		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	10 de marzo del 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	104
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Comunicaciones inalámbricas Redes Móviles, Sistemas de transmisión		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Inalámbrico - Puntos De Acceso – Routers – Red Móvil – Wifi – Trayecto – Estaciones - Generación De Tecnología – Radio Bases – Nodos		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	<p>Los sistemas de Red de internet Inalámbrico se han esparcido alrededor del mundo debido a los avances tecnológicos tanto en zonas industriales, locales, servicios de transportes, escuelas, etc. La ciudad de Guayaquil tiene implementados diversos puntos de acceso inalámbricos gratuitos para que el ciudadano tenga acceso a internet. WI-FI junto a sus redes están elaboradas para operar en el nivel de la frecuencia en las bandas de cada generación de tecnología. En cuanto al transporte público como buses, taxis, Aerovía, entre otros, los cuales transitan dentro de la ciudad de Guayaquil, utilizan los sistemas de wifi inalámbrico que brinda el municipio y las distintas operadoras en la ciudad. El proyecto establecido, consiste en la propuesta de diseño de una red móvil inalámbrica que brinde internet WIFI dentro de las cabinas de pasajeros del medio de transporte durante el trayecto entre las estaciones Parque Centenario y Julián Coronel a través de la Avenida Quito. Donde se llevará a cabo el estudio de los parámetros y elementos con los que esta red propuesta opera. También se incluyen todas las estadísticas de las generaciones de tecnología (2G, 3G Y 4G). Los parámetros detallados de las ubicaciones de ambas estaciones, el tipo y configuración del router sugerido y una simulación elaborada por el autor en el que se puede observar y apreciar la conexión entre el punto de acceso situado dentro de la cabina de pasajeros y las diferentes radiobases o también denominados nodos a los que se va conectando durante el trayecto establecido.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-81764200	E-mail: <a href="mailto:juaniosecorrea7@hotmail.com">juaniosecorrea7@hotmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-67608298		
	<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>			