

# CIUDAD DIGITAL: DISEÑO DE REDES WI-FI PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Antonio Alejandro Paucar Niola <sup>1</sup>

Ing. Cesar Yépez Flores <sup>2</sup>

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

<sup>1</sup>Email: apaucar@espol.edu.ec

<sup>2</sup>Email: cypez@espol.edu.ec

## Resumen

*Las redes WI-FI están diseñadas para trabajar en el rango de frecuencia de las bandas no licenciadas, esto permite disminuir costos a diferencias de los sistemas celulares, si se requiere diseñar una red WI-FI en un área metropolitana. En base a esta tecnología el municipio de Guayaquil se acoge para poder convertir la ciudad en una CIUDAD DIGITAL la cual consiste en cubrir la mayor parte de la ciudad con puntos WI-FI, aproximadamente 6000 puntos repartidos en diferentes zonas de la urbe y así que cualquier transeúnte pueda conectarse y disfrutar del servicio el cual por parte del municipio es gratis por un lapso de tiempo. La realización de este trabajo tiene como principal objetivo plantear un diseño de una red WI-FI para la ciudad de Guayaquil bajo las exigencias del municipio que está interesado en realizar una inversión importante que permita de ser factible una conexión gratuita realizando los respectivos análisis técnicos (Cobertura, segmentación de Red, Ancho de Banda), regulatorios, estadísticos y económicos que permita la conexión a internet a los usuarios de la perla del pacífico y dar un gran paso como lo están haciendo otras ciudades.*

**Palabras Claves:** WI-FI, WLAN, WLC, 802.11

## Abstract

*The WI-FI networks are designed to work in the frequency range of unlicensed bands, this allows to reduce costs in contrast to those in cellular systems, if it is required to design a Wi-Fi network in a metropolitan area. Based on this technology authorities of the city of Guayaquil have decided to turn the city into a DIGITAL CITY. The purpose of which is to cover most of the city with WI-FI points, about 6000 points distributed in different areas of the city making possible that any passer to connect and enjoy the service which the municipality has decided is free for a period of time. The completion of this work has as main objective presenting a design of a WI-FI network for the city of Guayaquil under the demands of the town you are interested in, and making a significant investment, if feasible, allowing free connection by performing the respective technical analysis (Coverage segmentation Network, Bandwidth), regulatory, statistical and economic that allows internet users, citizens of the Pearl of the Pacific and take a big step as they are doing other cities.*

## 1. Introducción

Guayaquil con una población de aproximadamente 2.5 millones de habitantes, siendo una de las principales ciudades del Ecuador por medio del municipio requiere convertirse en una ciudad digital lo que en otras ciudades del mundo es una realidad. Para poder realizar esto se necesita implementar un proyecto que abastezca a la ciudad del servicio WI-FI para que la mayoría de las personas que actualmente tengan un teléfono inteligente, Tablet, etc. puedan conectarse y tengan acceso a internet, a un bajo costo y de ser factible sin ningún costo beneficiando al ciudadano común en diferentes tipos de usos de que pueden realizar con una conexión gratis (comunicación, información, turismo, ocio, etc.).

Para poder realizar este proyecto se analizará la tecnología WI-FI la cual se basa en el estándar IEEE 802.11, para poder tener el conocimiento técnico necesario para realizar un estudio de ingeniería para una futura implementación.

Es necesario el estudio del diseño de la red para una infraestructura de gran magnitud debido que hay que optimizar recursos, verificar que tipos de equipos (puntos de acceso y controladores inalámbricos) son los más adecuados, además del ancho de banda requerido de la red para que cada usuario pueda tener una conexión sin problemas de tal forma que se sienta a gusto de poder usar este servicio.

Después de los planteamientos de diseño hay que comparar con esquemas o servicios de igual similitud para proyectarse que podría pasar y tener un plan de

contingencia, un servicio que se ofrece de igual similitud es el WI-FI gratis en la metrovía.

Finalmente se debe realizar el estudio económico con todos los gastos e ingresos, además de plantearse que otros posibles servicios se pueden brindar para obtener ingresos adicionales que se tendría al momento de implementarlo, para tener una base que el proyecto es rentable o no.

## 2. Redes WI-FI

Las redes WI-FI, nos permiten conectarnos a través de cualquier dispositivo que cuente con esta tecnología, en tiempo real, no importa la marca del producto siempre que trabaje bajo el estándar IEEE802.11, esto ha hecho popularizar esta tecnología que ya es usada para dar conectividad a universidades, ayuntamientos, escuelas, parques, empresas.

### 2.1. Modelo de Referencia

El estándar 802.11 presenta la misma arquitectura de toda la familia 802.X y esta referenciada al modelo OSI enfatizando la separación del sistema en dos partes principales: la capa de enlace de datos (DLL) Mac y la PHY (capa física) como se muestra en la figura 1.

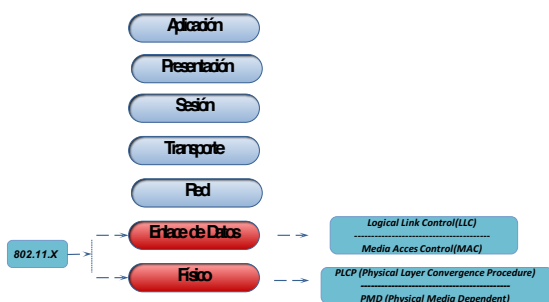


Figura 1 Modelo de Referencia

#### 2.1.1 Capa física

Es la capa más baja del modelo OSI, es la encargada de recibir-transmitir la información del medio en este caso en el aire, como se muestra en la figura tiene dos subcapas las cuales son PMD y PLCP. Como se ilustra en la figura 2 se puede apreciar las diferentes técnicas de transmisión usadas por la familia IEEE [5].

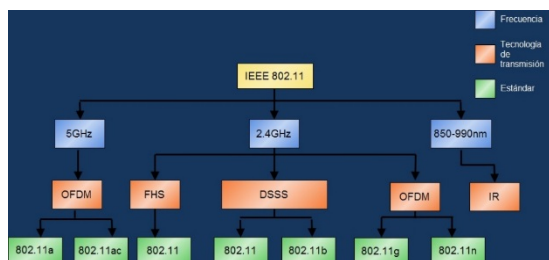


Figura 2 Familia IEEE

## 2.2. Equipos principales

### 2.2.1. Puntos de Acceso

Los puntos de acceso son dispositivos que permite la comunicación entre dispositivos inalámbricos algunos ofrecen múltiples opciones de configuración dependiendo del fabricante. La mayoría de ellos soportan antenas externas, algunas antenas internas de apoyo y algunos se van a desplegar en el exterior y otros están diseñados para ser desplegado en el interior de una infraestructura [3]. Los AP para la creación de una red LAN inalámbrica pueden operar de dos formas:

- Autónomos: configuración individual e independiente de cada AP.
- Controlados: utiliza el protocolo LWAPP Lightweight Access Point Protocol proporcionando la gestión al WLC (Wireless LAN Controller)

Un aspecto que se debe tomar en cuenta al momento de elegir un proveedor para una solución inalámbrica en este caso WI-FI, es el beamforming lo cual nos indica la técnica para el procesamiento de señal utilizado para controlar la direccionalidad de la transmisión y recepción de señales de radio, como esta detallado en la tabla cada marca tiene su propia tecnología.

### 2.2.2. Wireless Controller

Wireless LAN Controller es un dispositivo el cual nos permite tener la gestión sobre los puntos de acceso que se están utilizando en la red de tal manera que proporcionan la visibilidad, la escalabilidad y fiabilidad necesarias para las redes inalámbricas de alta seguridad, a una escala empresarial. Tipos de Roaming

Los WLC dependiendo del fabricante pueden soportar un roaming de capa 2 y capa3.

Roaming de Capa 2: cuando el usuario camina hacia un diferente AP pero el usuario permanece en la misma VLAN con la misma dirección IP, incluso puede haber varios controladores pero con la premisa que todo esté en la misma subred tal como se muestra en la figura 3 [3].

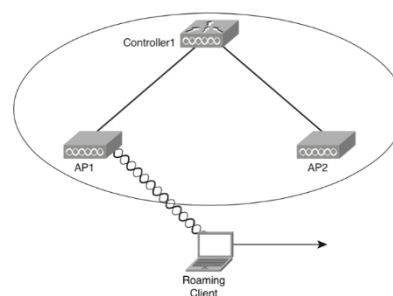
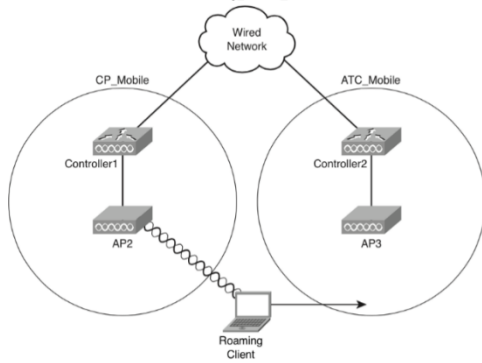


Figura 3 Roaming Capa 2 [3]

Roaming de Capa 3: cuando el usuario camina hacia un diferente AP pero se asocia hacia a una diferente subred usando el mismo SSID, la meta es que para el usuario este proceso sea transparente, en este tipo de roaming se pueden tener diferentes tipos de controladores en diferentes subredes [3].



**Figura 4 Roaming Capa 3 [3]**

### 3. Marco Regulatorio

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), es el organismo regulador encargado de las políticas de estado, tales como pliegos tarifarios, normas de homologación, regulación y control de equipos y servicios, etc.

El proyecto WI-FI a gran escala en Guayaquil está basado en el estándar 802.11 y actualmente las familias que están vigente son los estándares 802.11 g/n/ac los cuales utilizan modulación digital en la banda ancha por lo tanto nos regiremos a las normas vigentes dispuestas por el ente regulador CONATEL expedida el 18 de Octubre del 2010 bajo la resolución TEL-560-18-CONATATEL-2010[7].

A continuación procederemos a ver los puntos más relevantes de la Norma.

Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son aquellos que se caracterizan por:

- a) Una distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de una anchura de banda mucho mayor que la convencional, y con un nivel bajo de potencia. [7]
- b) La utilización de técnicas de modulación que proporcionan una señal resistente a las interferencias. [7]
- c) Permitir a diferentes usuarios utilizar simultáneamente la misma banda de frecuencias. [7]

- d) Coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico. [7]
- e) Operar en Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias. [7]

Las bandas de frecuencias que se aprobará para la puesta de operación de los sistemas de radiocomunicaciones utilizando técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha son las siguientes:

Banda (MHZ)
902-928
2400-2483.5
5150-5250
5250-5350
5470-5725
5725-5875

**Tabla 1 Banda de Frecuencias [7]**

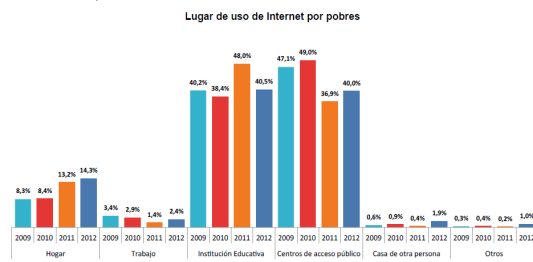
### 4. Estadísticas

El proyecto Ciudad Digital tiene como principal propósito dar acceso a internet a la mayoría de los ciudadanos de Guayaquil, pero caben ciertas interrogantes al dar este servicio por Ejemplo: como sabemos que el ciudadano necesita este servicio o que lugares son los puntos más relevantes para el servicio además si los usuarios tendrán las herramientas para proceder a utilizar este servicio además de las entidades que pueden poner en marcha el proyecto.

Las indicadores principales para poder brindar este servicio está basado en las estadísticas proporcionadas por el INEC en su reporte anual sobre Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's) los indicadores principales son:

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

Se verificaran dos indicadores en este artículo como lugares de uso de statu social. En la figura 5 se aprecia que las personas consideradas como pobres tienen acceso a internet por medio de instituciones educativas con 40.5% y centros de acceso públicos con 40%, lo cual da la pauta que el Proyecto de Ciudad Digital tenga como una prioridad el abastecimiento a la mayoría de las instituciones educativas de la ciudad de Guayaquil para que las personas con escasos recursos tengan más opciones de poder a tener este servicio que hoy en día es considerado como básico.



**Figura 5 Estadísticas lugar de uso de servicio del servicio de internet por estatus social (2012), Pobres [8]**

Otro Indicador importante son las cifras de personas que tienen smarthphone, enfocándonos en nuestra provincia de interés que es Guayas con la ayuda de los datos registrados hasta el 2012 podemos decir que en Guayaquil la mayoría de personas cuenta con un Smartphone y podrá conectarse a una red WI-FI sin problemas con lo cual este sería el dispositivo final más usado para tener acceso a la red WI-FI planteado por el proyecto Ciudad Digital.

	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%
Amazonia	4,0%	7,7%
Loja	3,2%	7,4%
Los Rios	4,4%	7,3%
Cañar	5,9%	6,6%
Manabi	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%
Bolivar	3,8%	4,0%
Chimborazo	4,5%	3,8%

**Figura 6 Porcentaje de personas que tienen teléfono inteligente (SMARTPHONE) - por provincia (2012) [2]**

#### 4.1 Entidades Gubernamentales.

El Proyecto ciudad Digital es idea original del Municipio de Guayaquil en el cual se desea cubrir puntos estratégicos de la ciudad tratando de abarcar todo Guayaquil y lo cual se ha justificado en las cifras presentadas anteriormente que el proyecto tendría un esperado éxito favoreciendo a la mayoría de los ciudadanos.

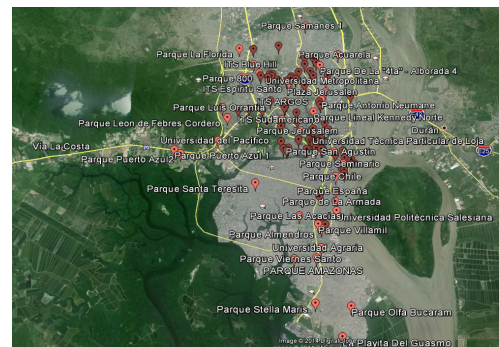
Se tiene como datos del departamento de informática del municipio que la ciudad de Guayaquil tiene 27,600 manzanas, idealmente en la intersección de 4 manzanas se pondría un punto de acceso por lo tanto si dividimos las 27,600 manzanas para 4, tendremos

aproximadamente 6,000 puntos por cubrir en un proyecto estipulado a un plazo de 5 años, la restricción establecida por el municipio es el tiempo de conexión por usuario es de 30 minutos diarios [9].

A continuación se presenta imágenes de Google Earth de ciertas zonas donde están puntos estratégicos propuestos por el municipio.



**Figura 7 Puntos WI-FI por parte del municipio I**



**Figura 8 Puntos WI-FI por parte del municipio II**

## 5. Diseño

Para el esquema de una red WI-FI de tal magnitud se necesita de un proveedor que tenga nodos interurbanos de acceso a internet en casi toda la ciudad para conectar los puntos de acceso y poder brindar servicio de WI-FI al usuario final que es el transeúnte común de la ciudad de Guayaquil. Las proveedoras que tienen esta capacidad son: Telconet, TV-Cable, Claro.

Para el Proyecto se escogió a Telconet por las siguientes razones:

- Postulante oficial para el contrato del Municipio de la ciudad Digital.
- Facilidades para las futuras pruebas en campo.
- Nodos interurbanos con posibilidad de última milla (fibra) en casi todo Guayaquil

Para la topología física del diseño se lo realizará en base a las exigencias del Municipio (Capítulo 4) y el backbone de la proveedora de internet en este caso es Telconet. El esquema de la red se basa en la topología

ESS descrita en el Capítulo 2, en donde la red global constará de dos niveles:

Nivel1 (distribución): en este nivel se define la conexión de los diferentes nodos distribuidos en la ciudad conjuntamente con uno o varios routers que van conectados a través de un enlace Gigabit Ethernet a los diferentes puntos de acceso.

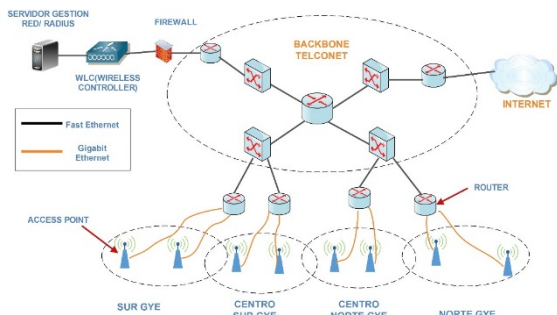


Figura 9 Esquema básico de la Red WI-FI

Nivel 2(Acceso): Este nivel será el encargado de ofrecer cobertura a los usuarios. Los equipos (AP) para el diseño deben soportar el estándar 802.11 a/b/g/n en la banda 2.4 GHz y 5 GHz compatible con todos los dispositivos actuales con capacidad de conexión inalámbrica. En la figura 9 se puede apreciar los dos niveles descritos.

### 5.1. Conexión entre capas.

La conexión entre ambas capas(distribución y acceso) es muy importante, como podemos ver en la figura 10 se representa un esquema general de cómo está distribuido un ISP que tiene su nodo principal conectadas mediante un enlace troncal a las diferentes caja de distribución a partir de ahí tenemos la última milla que es fibra monomodo hasta los puntos de acceso los cuales antes de la conexión tenemos un transceiver, como se lo mencionó anteriormente Telconet es el portador de última milla de fibra óptica de varias empresas de telecomunicaciones y la que se escogió como proveedor para el proyecto.

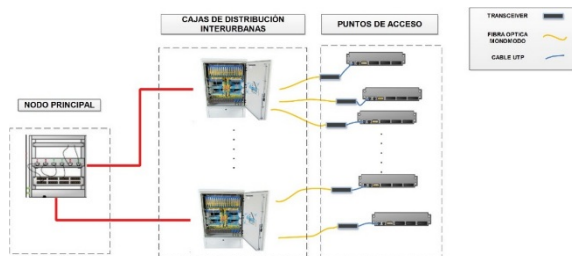


Figura 10 Conexión entre niveles 1 y 2

Telconet tiene varios nodos interurbanos que a su vez están conectados a las diferentes cajas de distribución y estos a los puntos de acceso, la empresa Telconet por motivos de confidencialidad no facilitó un esquema de las cajas de distribución pero se puede verificar la capacidad de cobertura, con unas de sus filiales como es Netlife que distribuye la tecnología FTTH en Guayaquil y utiliza las cajas de distribución de Telconet.

### 5.2. Segmentación de Red

La segmentación de la red de esta gran magnitud se requiere un diseño para poder brindar roaming, seguridad, correctivos y escalamiento por lo tanto se deben cumplir los siguientes objetivos:

- Roaming en la misma zona (Solo autentica no cambia de IP)
- Evitar congestión de broadcast
- Evitar agotamiento de IP públicas.
- Evitar exceso de Flooding.
- Detección rápida de ataques
- Aislamiento de ataques por sector.

Se procede a basarse en un diseño de roaming de capa 2 distribuido en diferentes zonas en donde todo el tráfico pasa por la red cableada o el backbone del proveedor por lo tanto usaremos el AP en modo controlado.

Especificaciones del diseño:

- ❖ WLC elemento de gestión de AP.
- ❖ Distribución de subred por zonas.
- ❖ Manejo del mismo SSID por cada zona.
- ❖ Usuarios: asignación de IP privadas mediante DHCP
- ❖ Dependiendo de la zona verificar si el segmento debe de ser clase a, b, c.(plan piloto asignar una subred de 240 clientes aproximadamente)
- ❖ Router en cada nodo asigna un rango DHCP para los usuarios.
- ❖ Switch conectan al menos 10 puntos de acceso asignados a un router bajo el mismo segmento de red, 120 subredes por año

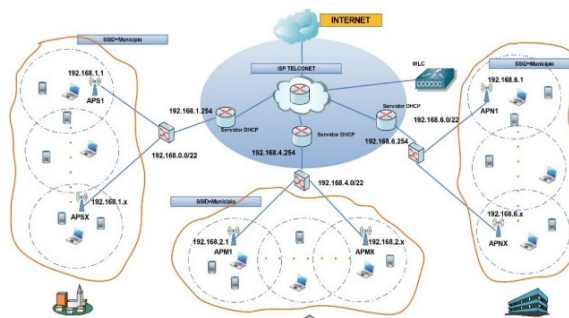


Figura 11 Segmentación de Red WI-FI



En la figura 11 se aprecia tres zonas importantes en donde se cumple los requisitos del diseño, se toma como ejemplo que para cada zona se asigne aproximadamente 240 usuarios como plan piloto y como referencia se aproxima que cada nodo que tiene un router con un switch el cual contenga 10 puntos de acceso, teniendo en cuenta que por parte del municipio son 6000 puntos de acceso dentro de los 5 años que se deben instalar, serían 600 subredes manejadas por cada router, cabe recalcar que cada año se instalarían 1200 puntos de acceso con lo cual se tendría 120 subredes por año.

No. Sub-red	Nombre de RED	Dirección de red	AP por zona		Rango DHCP para los usuarios
			Nombre	Dirección IP	
1	Subred Sur	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
			.	.	
			.	.	
			APsx	192.168.0.x	
.	.	.	.	.	.
600	Subred Norte	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
			.	.	
			.	.	
			APNx	192.168.6.x	
.	.	.	.	.	.

**Tabla 2 Direccionamiento IP**

En tabla 2 se puede apreciar cómo se realizaría el direccionamiento de un grupo de zonas en las cuales en el proyecto en operación se puede agregar, se tiene el nombre de la red y la dirección de la red por zona, nombre del AP y la dirección, cabe recalcar que en el DHCP es manejado por el router y en la asignación del rango de IP debemos en la configuración excluir a las direcciones usadas por los dispositivos de cada subred.

Con este diseño de la red el AP solo queda un elemento de acceso al usuario final para que todo el tráfico sea transparente y solo tendrá gestión de los equipos a través del WLC y cualquier tipo de configuración que se requiera en los AP, bajo este esquema se pueden cumplir los objetivos anteriormente planteados.

### 5.3. Calculo de ancho de Banda

Distintas aplicaciones en internet tienen un margen de tasa velocidad preestablecida si no se elige un ancho de banda acorde con los requerimientos de las

aplicaciones a utilizar podremos tener una latencia, se puede apreciar ciertas aplicaciones [4], con su respectiva tasa en la tabla 3.

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 sólo usan la red cuando los datos son solicitados. La comunicación es asíncrona, así que una buena cantidad de retardo puede tolerarse.
Audio enTiempo 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.

**Tabla 3 Aplicaciones de internet con su respectiva tasa de transferencia**

Al verificar la tabla y teniendo el peor de los casos que todos los usuarios se conecten al mismo tiempo se plantea la siguiente formula basada en el libro de Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo:

$$Usuarios_{max} \times Aplicación \left( \frac{\text{kilobite}}{s} \right) \times \frac{1\text{Megabite}}{1024\text{kilobite}} = \text{ancho de banda (Mbps)} [4]$$

**Ecuación 1 Cálculo de Ancho de Banda**

Para la planificación del ancho de banda de la red en este caso el Proyecto WI-FI se recomienda realizarlo por la cantidad de usuarios de cada zona que pertenezca a una subred y a la subred proporcionarle el ancho de banda que necesita, la aplicación principal para este servicio gratuito para el usuario es navegación web que actualmente oscila entre 1Mbps - 2Mbps para lo cual tomaremos un valor referencial de 150 kbps. Para una 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**

Tomando en cuenta que serían aproximadamente 600 subredes totales en los 5 años ósea 120 subredes asignadas por cada año y cada subred como plan piloto contengan 240 usuarios el ancho de banda requerido.

Para cada año tenemos:

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

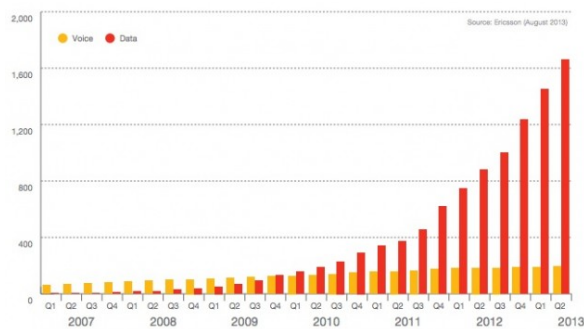
**Ecuación 3 Ancho de Banda máximo que consumiría la red WI-FI cada año**

Se aproxima que para el proyecto consumirá un total de 21Gbps como plan piloto al final de los 5 años considerando que todas las 600 subredes la ocupen los 144.000 usuarios que sería la capacidad máxima en el diseño.

## 6. Mejoras

### 6.1. Offloading

Actualmente el tráfico de datos a través de las redes de las operadoras a nivel mundial ha aumentado en forma exponencial y se prevé que siga aumentando hasta llegar al desborde de la red en los estándares 3G, HSPA y en un futuro la tecnología que está en auge LTE. Este fenómeno se da por la popularidad de servicios de datos móviles además de la venta masiva de Smartphone a nivel mundial con lo cual el usuario tiene un acceso sin obstáculo a internet. En la figura 12 vemos que 1.600 PetaByte de datos se consumió en el consumo mundial del año 2013[12].



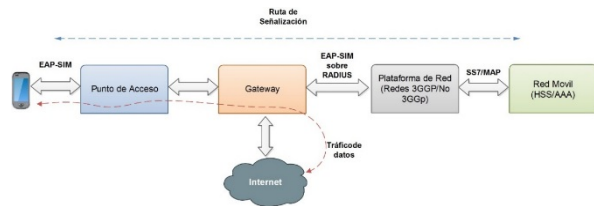
**Figura 12 Total (uplink + downlink) Tráfico Móvil Mensual Móvil (PetaBytes) [12]**

Específicamente en Ecuador podemos ver las operadoras que lideran el servicio de internet móvil en la figura 13 las cuales quisieran optar por una medida de descongestión, además a nivel local en Guayas con su capital Guayaquil tiene el mayor porcentaje de personas con un smarthphone por ende tiende a ser una las provincias con más saturación en la red de las operadoras.

Servicios Móvil Avanzado Internet Móvil					
Fecha de publicación: Septiembre de 2014					
AÑO	CLARO	MOVISTAR	CNT	TOTAL LINEAS ACTIVAS DE INTERNET MÓVIL	DENSIDAD INTERNET MÓVIL
2009	90.019	112.303	10.520	212.842	1,52%
2010	1.086.567	193.357	42.930	1.322.854	9,31%
2011	1.104.845	329.576	78.686	1.513.107	10,25%
2012	1.731.966	1.420.528	147.986	3.300.480	21,26%
2013	2.508.554	1.461.812	164.375	4.134.741	26,21%
ago-14	3.013.101	1.399.753	285.763	4.698.617	29,47%

**Figura 13 Repartición en el mercado de las Operadoras Celulares [13]**

En base a estos antecedentes las operadoras comienzan a experimentar opciones para poder aliviar este desborde y se basan en una técnica llamada offloading la cual consiste a través de la tecnología WI-FI instalar diferentes puntos de acceso en lugares críticos de consumo de datos para poder descongestionar la red y que solo la red celular sea utilizada para llamadas y mensajes de texto (SMS).



**Figura 14 Diagrama de Bloques del proceso de Offloading [10] [11]**

En esta imagen podemos ver un diagrama de bloques de la figura 14 cómo se desarrolla el proceso general el offloading, en donde todo el tráfico de datos no pasa por el núcleo de la red móvil solo la señalización en donde están involucrados diferentes protocolos como EAP-SIM, servidores de autenticación RADIUS, los protocolos que se manejen en la red móvil va a depender además si la plataforma es 3GGP o no es una red de tercera generación y dentro de la red móvil depende de las operadoras los diferentes protocolos para su señalización y procesos de autenticación.

Con la implementación de la infraestructura WI-FI en Guayaquil se puede brindar este servicio adicional que aumentaría los ingresos a la empresa que ponga en operación el proyecto.

## 7. Simulaciones

Para la simulación se procede a verificar el comportamiento en el espectro de la señal emitida por los puntos de acceso Ruckus (Puntos de prueba de Telconet) en la banda de 2.4 GHz y 5 GHz debido que el dispositivo tiene dos radios y emite bajo las dos

bandas mencionadas, para la simulación se utilizará las siguientes herramientas:

- Hardware: Macbook pro Retina (compatible con los protocolos: 802.11 a/b/g/n/ac)
- Software: WiFi Explorer comprado en la App Store.

Para verificar el tráfico se basará en una red existente que formaría parte de la red WI-FI la cual es el tráfico de las estaciones de la Metrovía lo cual nos dará una proyección de cómo sería el comportamiento global en la red WI-FI para la ciudad Guayaquil cabe recalcar que es una red que recién será implementada y por lo tanto los puntos de acceso que están instalados aún están en pruebas incluso los transeúntes no saben que existen por lo tanto se usará el tráfico de la Metrovía.

### 7.1. Interferencias por Uso de frecuencia

Se realizó el análisis de las frecuencias en el medio teniendo como punto de prueba: 9 de octubre y Lorenzo de Garaicoa, vamos a verificar si existe una saturación de uso de canales lo cuales pueda causar interferencia y a su vez lentitud cuando los cliente estén utilizando la red. Como se puede apreciar en la figura 15 también tenemos múltiples WLAN propagadas en las dos bandas.

Nombre de la red	SSID	Nombre del fabricante	Canal	Ancho	Banda	Modo	Tasa máxima	Seguridad	Por vía
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3C	Lobos Technologies Inc	33	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3B	Lobos Technologies Inc	45	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3A	Lobos Technologies Inc	39	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3D	Lobos Technologies Inc	41	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3E	Lobos Technologies Inc	43	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3F	Lobos Technologies Inc	47	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3G	Lobos Technologies Inc	49	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3H	Lobos Technologies Inc	51	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3I	Lobos Technologies Inc	55	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3J	Lobos Technologies Inc	57	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3K	Lobos Technologies Inc	59	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3L	Lobos Technologies Inc	61	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3M	Lobos Technologies Inc	63	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3N	Lobos Technologies Inc	65	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3O	Lobos Technologies Inc	67	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3P	Lobos Technologies Inc	69	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3Q	Lobos Technologies Inc	71	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3R	Lobos Technologies Inc	73	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3S	Lobos Technologies Inc	75	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3T	Lobos Technologies Inc	77	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3U	Lobos Technologies Inc	79	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3V	Lobos Technologies Inc	81	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3W	Lobos Technologies Inc	83	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3X	Lobos Technologies Inc	85	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3Y	Lobos Technologies Inc	87	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3Z	Lobos Technologies Inc	89	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AA	Lobos Technologies Inc	91	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AB	Lobos Technologies Inc	93	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AC	Lobos Technologies Inc	95	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AD	Lobos Technologies Inc	97	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AE	Lobos Technologies Inc	99	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AF	Lobos Technologies Inc	101	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AG	Lobos Technologies Inc	103	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AH	Lobos Technologies Inc	105	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AI	Lobos Technologies Inc	107	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AJ	Lobos Technologies Inc	109	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AK	Lobos Technologies Inc	111	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AL	Lobos Technologies Inc	113	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AM	Lobos Technologies Inc	115	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AN	Lobos Technologies Inc	117	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AO	Lobos Technologies Inc	119	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AP	Lobos Technologies Inc	121	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AQ	Lobos Technologies Inc	123	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AR	Lobos Technologies Inc	125	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AS	Lobos Technologies Inc	127	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AT	Lobos Technologies Inc	129	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AU	Lobos Technologies Inc	131	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AV	Lobos Technologies Inc	133	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AW	Lobos Technologies Inc	135	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AX	Lobos Technologies Inc	137	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AY	Lobos Technologies Inc	139	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3AZ	Lobos Technologies Inc	141	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BA	Lobos Technologies Inc	143	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BB	Lobos Technologies Inc	145	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BC	Lobos Technologies Inc	147	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BD	Lobos Technologies Inc	149	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BE	Lobos Technologies Inc	151	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BF	Lobos Technologies Inc	153	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13
Unipakitel	UC-DAB1-7C-AS-CO-3BG	Lobos Technologies Inc	155	20 MHz	2.4 GHz	802.11n	150 Mbps	WPA2	2010/00/14 13

Figura 15 Redes WI-FI Propagadas ubicado en la calle 9 de Octubre y Lorenzo de Garaicoa

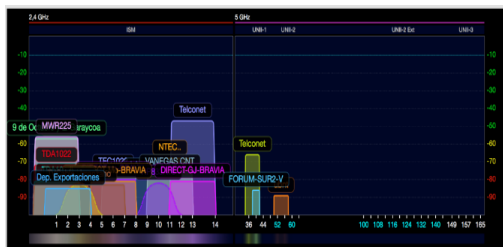


Figura 16 Uso de Canales de todas las redes WI-FI en el espectro electromagnético en la banda de 2.4 GHz y 5GHz (calles 9 de Octubre y Lorenzo de Garaicoa)

En esta imagen se puede apreciar nuevamente que si existe una saturación de canales en la banda de los 2.4 GHz pero además también parte de la portadora de la red Telconet en la banda de los 5 GHz está ocupada por la red FORUM-SUR2-V. Como se pudo comprobar en

la figura 18 tenemos pérdidas de la señal debido a la interferencia de los canales sobreexpuestos en la banda de los 2.4 GHz detallados en la figura 16.

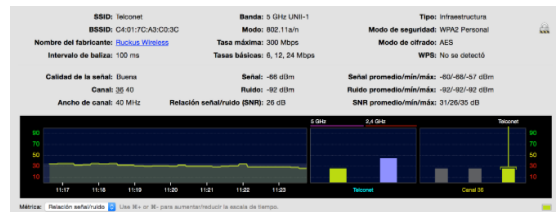


Figura 17 Información de la red Telconet en la banda 5 GHz (9 de Octubre y Lorenzo de Garaicoa)

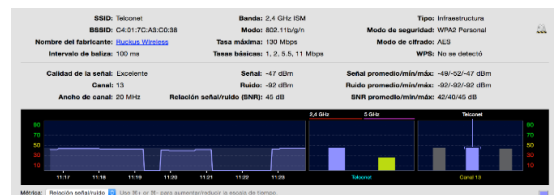


Figura 18 Información de la red Telconet en la banda 2.4 GHz (9 de Octubre y Lorenzo de Garaicoa)

### 7.2. Interferencias por volumen de tráfico

Para verificar la interferencia por volumen de tráfico de datos vamos a basarnos en las estaciones de la Metrovía pero se revisará el tráfico a lo largo del año del 2014 en donde tendremos una base si la red WI-FI planteada en el vigente proyecto se saturaría o se mantendría solvente con el presupuesto de megas asignados para cada año el cual es 4.2 Gigabits repartidos en 600 subredes aproximadamente, en el cual con un rango de direcciones de ip de 240 clientes cada subred tendría como máximo consumo de 35 Mbps asumiendo que todos los usuarios se conecten simultáneamente.

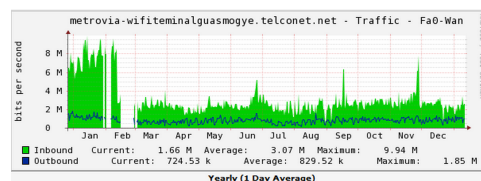
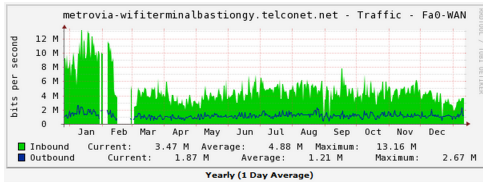


Figura 19 Tráfico mensual WI-FI Metrovía, estación Terminal Gasmo





**Figura 20 Tráfico mensual WI-FI Metrovía, estación Terminal Bastión**

Al realizar un recuento general de todos los tráficos presentados se tiene como principal conclusión que con el presupuesto del enlace detallado en el proyecto (35 Mbps por cada subred) y con un comportamiento similar de la red actual de la metrovía con el de la nueva red WIFI-FI, al menos se mantendría una nula saturación del enlace que podría causar interferencia en la conexión de los usuarios.

## 8. Rentabilidad del Proyecto WI-FI

Se procede a separar los costos de equipamientos por los diferentes niveles los cuales están detallados en un flujo de caja respectivo, lo que se recalcará son los ingresos por servicios adicionales debido que para la prestación de servicio WI-FI gratis lo financiaría el municipio con una inversión de 12'375.000 de dólares.

### 8.1. Financiamiento por prestación de servicio a las operadoras celulares por medio de offloading

Una alternativa de financiamiento muy rentable es el offloading WI-FI el cual es de mucho interés por parte de las operadoras celulares, Claro, Movistar y CNT, las operadoras que quisieran prestar servicios a la compañía que tenga la infraestructura WI-FI pagaría por el consumo del usuario, en el mercado ecuatoriano se maneja el consumo 100Kbytes por 1 centavo de dólar (consultado por el Ing. Cesar Yépez Gerente de Proyecto de Tv cable).

$$\text{Pago por consumo} = \frac{100\text{kbyte}}{0,01 \text{ dolares}}$$

**Ecuación 4 Conversión de Datos consumidos por el usuario a dólares.**

#### Análisis de consumo básico de un usuario común

Asumiendo que una conversación de mensajería de cualquier aplicación como LINE o WhatsApp tenga una cantidad de 1000 caracteres promedio en una conversación tenemos:

$$1000 \text{ caracteres} \times \frac{4\text{Byte}}{1 \text{ caracter}} = 4000\text{Byte} = 4\text{KByte}$$

**Ecuación 5 Consumo (Kbyte) de una conversación solo caracteres**

Adicionalmente que una conversación común tenga una imagen de baja resolución de aproximadamente 160 Kbyte:

$$164 \frac{\text{kbyte}}{\text{dia}} \times \frac{30\text{dias}}{1 \text{ mes}} = 4920\text{Kbyte} = 4.9\text{MByte}$$

**Ecuación 6 Consumo Mensual (Mbyte) de una conversación real (caracteres e imágenes)**

La aplicación Facebook que es la más utilizada de las redes sociales y tiene un consumo mensual según la página [www.knowmyapp.org](http://www.knowmyapp.org) de 355.70MB mensuales en un usuario común lo cual incluye cinco comentarios, darle a Like en cinco actualizaciones, subir una foto, compartir un vídeo, ver tres fotos compartidas y navegar por el timeline, pero como un consumo base tomaremos como referencia 290MB mensuales de consumo incluyendo que pueda hacer lo mismo otras redes sociales como Twitter, Instagram, etc solo tomaremos ese valor base.

Consumo mensual total de un usuario lo podemos verificar en la tabla 4 además de los ingresos que se cobraría a la operadora por prestar el servicio de offloading a un usuario.

Aplicaciones	Consumo MB/mes	Ingreso (\$)/mes	Consumo MB/anual	Ingreso(\$)/anual
Mensajería	4.9	0.49	58.8	5.88
Redes Sociales	290	29	3480	348
Total:	294.9	29.49	3,538.8	353.88

**Tabla 4 Consumo de ancho de banda y su representación económica**

Para tener un número de usuarios aproximados tomaremos una pequeña muestra de los 3.5 millones de habitantes de la provincia del guayas el cual el 20.8% (datos del 2012, hoy puede aumentar esa cifra exponencialmente) tiene un Smartphone [2] y Guayaquil tiene una población de 2.3 millones más del 60% de la población de la provincia del Guayas por lo tanto podemos aproximar que el 10% que utiliza Smartphone de los 3.5 millones de personas de la provincia pertenecen a Guayaquil esto nos da una cifra de 350.000 personas y de esta cifra tomaremos un valor mínimo de 0.6% que utilizarían plan de datos que representarían 2.100 personas promedio en Guayaquil, la cual si cada año aumenta en la misma proporción representaría el 3% total a lo largo de los 5 años que tiene vigencia el proyecto. El Porcentaje de 0.6% se obtuvo al realizar los diferentes cálculos con el próximo flujo de caja a realizarse y es valor mínimo realmente posible, incluso hasta depreciable en base a una muestra 350.000 personas.

Usuarios mínimo	Consumo datos MB/mes	Ingreso (\$)/mensualmente	Consumo datos MB/Año	Ingreso (\$)/Año
2.100	530.250	61950	636.3000	743.400

**Tabla 5 Ingresos por uso de offloading del 0.6% de las personas que usa plan de datos en Guayaquil**

Asumiendo que 2.100 usuarios por parte de una operadora o varias operadoras que realice el offloading y consume los datos registrados en la anterior tabla 28, tenemos un ingreso de aproximadamente \$743.400 dólares, como esta detallado a continuación en la tabla 5.

## 8.2. Financiamiento por prestación de servicio a las operadoras celulares por medio de offloading

Si bien es cierto el municipio es el que financiara WI-FI gratis pero esto será por un tiempo limitado de aproximado de 40 minutos es ahí donde se puede utilizar la infraestructura y vender el servicio de WI-FI con un consumo aproximadamente igual a la red WI-FI gratis (150Kbps – 200kbps) pero bajo una suscripción semanal de 2 dólares.

El número de usuarios escogeríamos sería menor al 1% de las 350.000 personas que en Guayaquil tiene un Smartphone, tal como podemos ver en posicionamiento de mercado MEGADATOS y TELCONET (forman parte del mismo grupo empresarial) suman 4,73% en base a esta cifra le podemos dar en un año el 0,8%(2,800) de aceptación de la muestra 350.000 personas que tienen Smartphone. El 0.8% es una cifra muy conservadora debido se trata de considerar lo mínimo para verificar si es rentable si esta cifra aumenta en la misma proporción en 5 años se tendría aproximadamente el mismo posicionamiento de 4% de aceptación del servicio por parte de grupo empresarial Telconet bajo esta primicia podemos ver el siguiente ingreso considerable el cual esta detallado en la tabla 30.

Tarifa (\$) por usuario/Semanalmente	Usuarios mínimo	Ingreso(\$)/ mensualmente	Ingreso (\$)/ Año
2	2.800	22.400	268.800

**Tabla 6 Ingresos por prestación de servicio WI-FI Guayaquil por parte del 0.8% de aceptación de usuarios**

## 8.3 Flujo de caja

Se procede a realizar el respectivo flujo de caja en base a todos los ingresos y egresos detallados anteriormente para obtener una utilidad neta del proyecto. Cabe recalcar que para los ingresos por offloading y prestación de servicio de prepago WI-FI

teniendo como un escenario crítico se fijó el mismo el porcentaje de número de usuarios para los 5 años.

El método que se utilizará es la TIR (Tasa interna de retorno) donde evaluaremos la rentabilidad de una inversión que se ajustaría a la realidad. Los parámetros de comparación para poder verificar si el proyecto es rentable:

- Tasa del Banco Central del Estado Público: 12%
- Riesgo País (puntos porcentuales): 6%

Para obtener una ganancia como corporación privada mi TIR debería ser mayor al 18% que corresponde a la suma de los parámetros mencionados anteriormente caso contrario si el proyecto representará una pérdida, el dinero de la inversión podría ser mejor aprovechada si se invierte en el banco ya que obtendríamos una tasa de interés del 12% como ganancia.

FLUJO DE CAJA						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Servicio Municipio	12.375.000,00					
Servicio Prepago		268.800,00	268.800,00	268.800,00	268.800,00	268.800,00
Servicio offloading		743.400,00	743.400,00	743.400,00	743.400,00	743.400,00
Publicidad		-	-	-	-	-
<b>TOTAL INGRESOS</b>		1.012.200,00	1.012.200,00	1.012.200,00	1.012.200,00	1.012.200,00
<b>EGRESOS</b>						
<b>Equipamiento</b>	13.398.387,52					
<b>MANTENIMIENTO</b>						
Técnicos Instalación		19.200,00	19.200,00	19.200,00	19.200,00	19.200,00
Choferes		9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
Administrador de Red		19.200,00	19.200,00	19.200,00	19.200,00	19.200,00
<b>PROVEEDOR</b>						
Instalación de U.M.		300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
Internet		105.000,00	210.000,00	315.000,00	420.000,00	525.000,00
<b>TOTAL EGRESOS</b>		453.000,00	558.000,00	663.000,00	768.000,00	873.000,00
<b>FLUJO NETO</b>		1.023.387,52	454.200,00	349.200,00	244.200,00	139.200,00
<b>TIR</b>						27%

**Figura 21 Flujo de Caja**

En base a la figura 21 se confirma que tenemos una TIR del 27% y concluimos que si es rentable el proyecto, además cabe mencionar que los ingresos tienen un valor fijo lo cual significa que estamos asumiendo que el número de usuarios no incrementa en el lapso de los 5 años por lo tanto se está trabajando bajo un margen mínimo de ingreso con lo cual aseguramos que si se lleva a cabo el proyecto, este sea exitoso.

## 9. Conclusiones

1. En base al diseño de la red y comparando con una infraestructura casi similar como la red WI-FI metrovía, podemos concluir la red abastecerá a todos los usuarios incluso si todos se conectan simultáneamente cumpliendo con un ancho de banda requerido de 150 Kbps por usuario.

2. El proyecto presenta las siguientes formas de financiación las cuales son: publicidad, financiación por parte del municipio, servicio prepago de WI-FI y offloading, en base a las cifras mostradas en el capítulo 8 los ingresos por offloading el cual se basa en la prestación de servicio a las operadoras (Claro, Movistar, CNT) para disminuir el tráfico de datos se concluye que es el principal ingreso con el cual contaría el proyecto y es fundamental para que el mismo sea rentable además cabe mencionar que la financiación del proyecto no depende el ingreso por publicidad como se puede apreciar en el flujo de caja pero cualquier aporte ayudaría aumentar la utilidad del proyecto.
3. En base a las condiciones del municipio el uso del servicio WI-FI es gratuito pero por un lapso de tiempo limitado pero si el usuario quisiera tener un tiempo de conexión ilimitado por una semana, se puede reutilizar la infraestructura WI-FI y brindar el servicio por una tarifa de \$2 dólares, siendo esta cifra más económica que un plan de datos con lo cual se cumple uno de los objetivos planteados al inicio del proyecto.
4. En base a los datos recogidos por parte de Telconet sobre la red WI-FI de la metrovia podemos asumir que en ciertos puntos de la ciudad se puede realizar una reducción del ancho de banda asignado que es 35 Mbps para cada subred y así poder disminuir los costos anuales con respecto al ancho de banda.

## 10. Referencias

- [1] Diario El Comercio, [www.elcomercio.ec/pais/Tecnologia-Guayaquil\\_digital-red-Internet\\_0\\_950304969.html](http://www.elcomercio.ec/pais/Tecnologia-Guayaquil_digital-red-Internet_0_950304969.html) , fecha de consulta Octubre 2013.
- [2] Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2012, [www.gob.inec.gob.ec](http://www.gob.inec.gob.ec) , [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com) , fecha de consulta Octubre 2013.
- [3] Brandon James Carroll, CCNA wireless official exam certification guide, Cisco Press 1 Ed 2008.
- [4] Comunidad WNDW, Libro Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo, [www.wndw.net](http://www.wndw.net) , fecha de consulta Enero 2014.
- [5] IEEE, Paper IEEE std 802.11 - 2012, <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html> , fecha de consulta Marzo 2014.
- [6] CWNA, Certified Wireless Network Administrator guide, Editorial Planet 3 Wireless, [http://mcit.ucsd.edu/documents/help/wireless/cwna\\_study\\_guide.pdf](http://mcit.ucsd.edu/documents/help/wireless/cwna_study_guide.pdf) fecha de consulta Julio 2014.
- [7] CONATEL, Resolución TEL-560-18-CONATATEL-2010, [http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/560\\_tel\\_18\\_conatel.pdf](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/560_tel_18_conatel.pdf) , fecha de consulta Julio 2014.
- [8] INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2013, [www.gob.inec.gob.ec](http://www.gob.inec.gob.ec) , [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com) , fecha de consulta Octubre 2014.
- [9] El Universo, Municipio se enfoca en hacer una ciudad digital, <http://www.eluniverso.com/noticias/2014/10/09/nota/4084606/municipio-se-enfoca-hacer-guayaquil-ciudad-digital> , fecha de consulta Noviembre 2014
- [10] Comunicaciones Inalámbricas, WiFi offloading, <http://www.comunicacionesinalambricashoy.com/wireless/wifi-offload/> , fecha de consulta Noviembre 2014
- [11] Paper Ruckus, Interworking Wi-Fi and Mobile Networks, <http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/wp/wp-interworking-wi-fi-and-mobile-networks.pdf> , fecha de consulta Noviembre 2014
- [12] Satcom Post, Desborde y Descarga Backhaul, <http://satcompost.com/desborde-y-descarga-backhaul-nacimiento-de-una-aplicacion-satcom-clave/>, fecha de consulta Noviembre 2014.
- [13] Servicio Móvil, <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/> fecha de consulta Noviembre 2015.