

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

PERFIL DEL TRABAJO PREVIO LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:

MASTER EN REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

**DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA
CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN**

JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUIJARRO

Quito – 2014

AUTORÍA

Yo, Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro, portador de la cédula de ciudadanía No. 0401021118, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes.

Ing. Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

CC. 0401021118

RESUMEN

El estudio realizado para la implementación de una infraestructura de red inalámbrica que permita soportar los servicios de una ciudad digital para Tulcán, refleja un trabajo técnico de campo analizando la geografía de la ciudad como de los lugares de recreación (parques, bulevares, plazoletas etc), y de igual manera las diferentes tecnología inalámbricas que se cuenta hasta el momento para la implementación de redes de transporte, distribución y acceso.

Este estudio refleja las necesidades y las soluciones tecnológicas que se pueden brindar a lo largo y ancho de la Ciudad de Tulcán, tanto en el campo del servicio de internet, como en el de seguridades y servicios digitales que se encuentran a través de la red.

A través de este trabajo se quiere plasmar un proyecto de forma técnica y profesional las ventajas que tendría la ciudadanía de Tulcán al implementar una infraestructura de red inalámbrica administrable, escalable y flexible para su actividades digitales diarias al servicio de los usuarios.

Se incorpora un análisis de estudio de mercado y un estudio financiero, el cual nos permite sustentar y demostrar la viabilidad del mismo para su implementación, podemos encontrar análisis de resultados sobre las encuestas aplicadas en lo que respecta a la utilización de servicios y canales digitales por parte de los usuarios a través de las páginas web de la instituciones públicas y privadas.

Se presenta una comparación de las diferentes tecnologías y dispositivos de red junto con los comandos de configuración de los equipo además se cuenta con diagramas físicos y lógicos que tendrá la infraestructura de la red inalámbrica.

De igual forma se establecen las conclusiones y recomendaciones a este proyecto generado en el campo de las telecomunicaciones.

ABSTRACT

The study for the implementation of a wireless network infrastructure that allows support the services of a digital city for Tulcán, reflects a technical field work analyzing the geography of the city as places of recreation (parks, boulevards, squares etc) , and likewise the different wireless technology that has so far in order to implement transport networks, distribution and access.

This study reflects the needs and technological solutions that can be provided throughout Tulcán City, both in the field of Internet service, such as the securities and digital services which are founded through the network.

Through this work it is pretended to capture a technical and professional project on the advantages that Tulcán citizenship would have by implementing a wireless infrastructure manageable, scalable and flexible network for your daily digital activities to the service users.

Analysis of market research and financial study is incorporated, which allows us to support and demonstrate its feasibility for its implementation, analyses of results can be found on the applied surveys with respect to the use of digital services and channels by the users through the web pages of public and private institutions.

A comparison of the different technologies and network devices along configuration commands of the equipment is presented also there are physical and logical diagrams which will have wireless network infrastructure.

Similarly the findings and recommendations of this project generated in the field of telecommunications are set.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad de darme un día más de vida y de su aliento permanente para culminar una etapa más de mis estudios; quién es el que tiene el control de nuestras vidas y ha guiado mis pasos día a día.

A la dedicación y esfuerzo de mi madre que una forma ejemplar, decidida, perseverante y abnegada que siempre me enseñó con su ejemplo y sabiduría que en la vida debemos esforzarnos y sacrificarnos día a día para conseguir nuestros objetivos y metas que nos proponemos, para ti madre está dedicado este trabajo por aquellos días que compartiste y compartes junto a mí y que nunca has dejado de apoyarme en los momentos más adversos que se presentan en la vida.

A mis hijos Daniela, Mateo, Brigith, Sara y Sarahí, quienes día a día son mi fortaleza y el respiro para seguir adelante, a mis hermanos quienes han sabido apoyarme anímicamente ante las dificultades en el camino transcurrido.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más profundo y sinceros agradecimientos a Dios, por bendecirme cada día de nuestra existencia y lograr culminar mis estudios de maestría; de igual manera a todos mis Docentes, en especial al Magister Francisco Balarezo, Director Investigador de Tesis que con su experiencia, virtud y capacidad supieron inculcar en mí valores y conocimientos que día a día se van generando y forman parte de nuestras actividades diarias.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por permitirme formar parte de sus alumnos y nutrirme de los conocimientos impartidos por sus Docentes que forman parte de tan prestigioso Centro de Educación Superior.

De igual manera a mis compañeros de aula con quienes compartimos una hermosa amistad y formamos parte de temas académicos y sociales que nos permitió afianzar una verdadera confianza, crecer y fortalecer lazos de amistad entre nosotros.

Sin lugar a duda mi agradecimiento a todas las personas que permitieron que se plasme mi sueño de adquirir nuevos conocimientos ser mejor persona y ponerlos al servicio de nuestra comunidad y así lograr culminar una etapa más de estudios en mi vida a ellos y a todos. **Muchas gracias y que Dios los bendiga.**

RESUMEN DE CADA CAPÍTULO

El contenido de este proyecto se encuentra estructurado de la siguiente forma:

CAPITULO I.

En este capítulo se establece el planteamiento del problema desde un enfoque del uso de la tecnología inalámbrica bajo el estándar IEEE 802.11, que soporte los servicios de una ciudad Digital para Tulcán, además se da un visión general del aporte que esta infraestructura brindará a los ciudadanos, permitiendo utilizar el mayor número servicios que hoy en día brinda la Internet.

CAPITULO II.

En este capítulo analizaremos el marco teórico, la información científica que respalde y sustente el proyecto su realización y aplicación; además se realiza una introducción a lo que son las tecnologías inalámbricas en especial a la tecnología Wi-Fi soportada bajo el estándar 802.11 y lo que representa su utilización en el apoyo hacia el desarrollo de las ciudades; además contempla una panorámica general de los dispositivos de red a utilizarse como de los principales servicios y características que tienen las ciudades digitales; se establecen los objetivos y el alcance que tendrán el proyecto.

CAPITULO III.

En este capítulo estudiamos y analizamos la demanda social, es decir los involucrados y la afectación en beneficio de la sociedad en su aplicación. Se analiza estadísticamente como actualmente la ciudadanía de Tulcán hace uso de los servicios digitales y con qué frecuencia.

CAPITULO IV.

En este capítulo se establece el diseño de la Red de transporte de igual manera el área de cobertura de los AP'S, las posiciones, coordenadas y lugares exactos donde se colocarán los dispositivos de red en toda la ciudad de Tulcán, como de igual manera la topología física y lógica de la red y sus principales componentes y configuraciones; además se realizó comparaciones de características técnicas y económicas de los equipos a utilizarse.

CAPITULO V

En este capítulo podemos identificar el estudio del análisis financiero que permite determinar la viabilidad del proyecto sobre la evaluación de las fuentes y usos de los recursos financieros, de igual manera contamos con un análisis de los dispositivos y equipos a utilizarse.

CAPITULO VI

En este capítulo estudiamos y analizamos los impactos que se generarán con la implementación de esta infraestructura de red inalámbrica, de igual manera los principales beneficios que se piensa brindar con el desarrollo del proyecto.

CAPITULO VII

En este capítulo se contempla las conclusiones a las que se llega y las recomendaciones que se realizan sobre el proyecto desarrollado.

RESUMEN DE CADA CAPÍTULO	7
Índice de Tablas.....	30
CAPÍTULO I.....	33
1. INTRODUCCIÓN	33
1.1 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	33
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	34
1.3 OBJETIVOS	36
1.3.1 Objetivo General	36
1.3.2 Objetivos Específicos.....	36
1.4 ALCANCE	37
CAPITULO II	38
2. MARCO TEÓRICO.....	38
2.1 Sistemas de Comunicación.....	39
2.2 Canal Inalámbrico	39
2.3 Medios Inalámbricos	39
2.4 Estándares y Protocolos de las redes Inalámbricas.....	40
2.4.1 IEEE 802.11	40
2.4.2 Principales Grupos de Estándares y sus características	41
2.5 Componentes básicos de la arquitectura WLAN IEEE 802.11	42
2.6 Arquitectura Física de una red Inalámbrica.....	44
2.6.1 Arquitectura Punto a Punto.....	44
2.6.2 Arquitectura punto multipunto	45
2.6.3 Arquitectura punto multipunto con sectorización.....	45
2.6.4 Arquitectura Celular	46
2.6.5 Arquitectura Mesh	47
2.7 Arquitectura Lógica de una red Inalámbrica.....	48
2.7.1 Conjunto de servicios básicos (BSS, Basic Service Set)	48

2.8	Topología de red	49
2.8.1	Topología ad hoc	49
2.8.2	Topología infraestructura (ESS, Extended Service Set)	49
2.8.3	Itinerancia (roaming)	50
2.9	Modelo de Referencia y Arquitectura	50
2.10	Descripción de las Capas del Estándar IEEE 802.11	51
2.11	Capa Física	51
2.12	Sub Capa Mac.....	51
2.13	Servicios.....	52
2.13.1	Servicios de datos asincrónicos.....	52
2.13.2	Servicios de Seguridad	52
2.13.3	Ordenamiento MSDU	53
2.13.4	Trasmisión Inalámbrica media	53
2.14	Radiofrecuencia en WLAN	53
2.15	Técnicas de Modulación.....	55
2.15.1	Sistemas de Banda Ancha: Espectro Extendido	55
2.15.2	Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)	55
2.15.3	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).....	56
2.15.4	Multiplexado por División de Frecuencia (OFDM)	57
2.15.5	Acceso múltiple al medio compartido.....	58
2.15.6	(CSMA/CA) Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Colisión Evitable.....	59
2.16	Calidad de Servicio	59
2.17	Velocidad de Trasmisión	60
2.18	Latencia.....	60
2.19	Jitter	61
2.20	Paquetes perdidos o Tasa de Bits Errados	61

2.21	Ámbito de la Red.....	61
	2.21.1 Red de Transporte	61
	2.21.2 Red de distribución	62
	2.21.3 Red de Acceso.....	62
2.22	Wi-Fi.....	62
2.23	Características importantes en la Propagación del Espacio Libre. 64	
	2.23.1 FSL Pérdidas en espacio libre	64
	2.23.2 Atenuación por lluvia.....	65
	2.23.3 Zona de Fresnel.....	66
	2.23.4 Margen de Desvanecimiento.....	68
	2.23.5 Línea de vista.....	69
	2.23.6 Multitrayectoria.....	69
	2.23.7 Magnitudes Adimensionales	70
	2.23.8 Mínimo nivel de señal recibida.....	71
	2.23.9 Sensibilidad del receptor.....	71
2.24	WIMAX.....	72
	2.24.1 Ventajas que tiene WiMax con respecto a WiFi.....	72
	2.24.2 Características del estándar 802.16 (Wimax)	73
	2.24.3 Características	74
	2.24.4 Aplicaciones.....	74
2.25	La Fibra óptica.....	75
	2.25.1 Cable de Fibra Óptica Monomodo-UIT-T G.652D.....	75
	2.25.2 Características Geométricas de la fibra monomodo	77
	2.25.2 Especificaciones de transmisión de las fibras.....	78
	2.25.3 Recomendación UIT_T G.657.....	78
2.26	Especificaciones de la Fibra Óptica	79
2.27	Cable de Fibra Óptica para tendido tradicional	80

2.27.1	Especificaciones de los cables de fibra óptica para planta exterior/interior.	80
2.28	Especificaciones de los cables de fibra óptica para acceso a edificios.	81
2.29	Fibra Óptica para tendidos exterior	82
2.30	Componentes de la Fibra Óptica.....	82
2.30.1	Fibra Multimodo	83
2.31	Limitantes en la Trasmisión por Fibra Óptica	83
2.31.1	Atenuación	83
2.31.2	Dispersión	84
2.32	Tipos de Redes de Acceso con Fibra Óptica	84
2.32.1	FTTH Fiber To The Home (Fibra hasta el hogar).....	84
2.32.2	FTTB Fiber To The Building (Fibra hasta la Acometida)	85
2.32.3	FTTC Fiber Fiber To The Curb (Fibra hasta la Acera)	85
2.32.4	FTTCab Fiber To The Cabinet (Fibra hasta la Cabina).....	85
2.33	Tecnología WDM-Multiplexación por longitud de Onda	86
2.33.1	Características Técnicas de WDM	86
2.34	Topología Físicas para WDM.....	87
2.34.1	Punto a Punto	87
2.34.2	Anillo	87
2.34.3	Combinadas.....	87
2.35	Características de Trasmisión WDM	88
2.36	Multiplexores Demultiplexores.....	89
2.37	Densidad de Canales Ópticos.....	89
2.38	Relación Señal a Ruido (OSNR)	90
2.39	Componentes Característicos de un Sistema WDM	90
2.39.1	Fuentes Ópticas.....	90
2.39.2	Acopladores	91

2.39.3	Filtros Ópticos	91
2.39.4	Multiplexores y Demultiplexores Ópticos	92
2.39.5	Amplificadores Ópticos	93
2.39.6	Convertidores de Longitud de Onda	93
2.39.7	Conectores Ópticos.....	94
2.40	Principales Ventajas de WDM.....	95
2.41	Documentación de Referencia	96
CAPITULO III		97
3.	ESTUDIO DEL MERCADO	97
3.1	Estudio de Mercado	97
3.2	Introducción.....	97
3.3	Objetivos Específicos	98
3.4	Variables	98
3.5	Operacionalización de las Variables	99
3.6	Mecánica Operativa	101
3.6.1	Técnicas de Información Primaria.....	101
3.6.2	Técnicas de Información Secundaria.....	101
3.7	Estudio de la demanda social.....	101
3.8	Población.....	102
3.9	Muestra	102
3.10	Procesamiento de la Información	103
3.11	Análisis de datos	103
3.12	Encuestas y Tabulación	103
3.13	Conclusiones de la demanda Social	127
3.14	Análisis de la demanda	127
3.15	Estudio de Mercado	128
3.16	Estudio de mercado para la planeación del negocio	128

3.17	Ubicación.....	129
3.18	Cantidad.....	129
3.19	Tendencia del Mercado.....	129
3.20	Análisis de la Competencia.....	130
3.21	Posibles Usuarios.....	130
3.22	Medios Digitales de los Actores Sociales de la ciudad de Tulcán.	131
3.23	Actores sociales y sus medios digitales	133
3.24	División barrial en la ciudad de Tulcán.....	134
3.25	Red de distribución.....	135
	CAPITULO IV.....	136
4	DISEÑO DE LA RED.....	136
4.1	Red de Transporte Fibra Óptica	137
4.2	Ubicación de Nodos y AP´S Cisco Aironet Outdoor 1552S.....	137
4.2.1	Mapa de la Ciudad de Tulcán	139
4.2.2	Mapa Sector Sur de Tulcán.....	140
4.2.3	Mapa Sector Centro de Tulcán	141
4.2.4	Mapa Sector Norte de Tulcán	142
4.3	Cálculo de la Distancia de la Fibra Óptica de 24 hilos	143
4.4	Distancia Total de la Fibra Óptica de 24 hilos	146
4.5	Ubicación de las Mangas de Derivación	146
4.6	Distancia desde el Nodo a las Mangas de Derivación	147
4.7	Distancia de la Fibra Óptica de dos hilos	147
4.8	Recorrido total de la Fibra Óptica desde el Nodo al AP1	152
4.9	Parámetros para el diseño de RED WDM.....	153
4.9.1	Proyección del Tráfico.....	153
4.9.2	Cálculo de Atenuación y Amplificación	155

4.9.3	Cálculo de la Atenuación por Tramo	155
4.9.4	Cálculo de Distancias Máximas que se pueden alcanzar sin Amplificación.	156
4.10	Dimensionamiento de la Red	158
4.11	Diseño con Topología Punto a Punto.....	159
4.12	Diseño de la Red de Fibra Óptica	161
4.13	Selección de la Fibra Óptica.....	162
4.14	Selección de Equipos.....	163
4.15	Trasmisor Óptico	164
4.16	Receptor Óptico	165
4.17	Distribuidor de Fibra Óptica en el Nodo (ODF).....	166
4.18	Distribuidor de Fibra Óptica en el AP	167
4.19	Mangas de Empalme	167
4.20	Herrajes de Sujeción para postes	168
4.21	Red Wireless	169
4.22	Criterios Técnicos para el Diseño de una Red Inalámbrica.....	169
4.24.1	Análisis de requerimientos de la Red.....	169
4.24.2	Escalabilidad	169
4.24.3	Disponibilidad.....	170
4.24.4	Manejabilidad	170
4.24.5	Interoperabilidad	170
4.24.6	Seguridad y confidencialidad	170
4.24.7	Calidad de Servicio	170
4.24.8	Estándar a Utilizarse	171
4.24.9	Velocidad de Trasmisión	171
4.24.10	Throughput.....	171
4.24.11	Localización de los equipos.....	171

4.25	Área de cobertura.....	172
4.26	Infraestructura Tecnológica	172
4.27	Análisis Geográfico de la Ciudad de Tulcán.....	173
4.28	Mapa de la ciudad de Tulcán	174
4.29	Distancia de cobertura de los Access Point 1552EU outdoor	175
4.30	Inspección del emplazamiento	177
4.31	Aspectos Regulatorios de Wi-Fi en El Ecuador.....	177
4.32	Densidad de Clientes	178
4.33	Cobertura por Usuarios	179
4.34	Cálculo teórico del ancho de banda a utilizarse.	180
4.35	Estimación del Ancho de Banda para el acceso a Internet	182
4.36	Diseño de la red de distribución	183
4.37	Direccionamiento IP y Topología física de la red de distribución de la red Inalámbrica para la ciudad de Tulcán.....	184
4.38	Diseño Físico de la Red	185
4.39	Distribución, coordenadas y ubicación de los AP Outdoor.....	185
4.40	Coordenadas e imágenes de la localización y ubicación de los Access Point 1552EU en la ciudad de Tulcán.....	186
4.40.1	Coordenadas y Cobertura AP-1	186
4.40.2	Coordenadas y Cobertura AP-2.....	194
4.40.3	Coordenadas y Cobertura AP-3.....	196
4.40.4	Coordenadas y Cobertura AP-4.....	198
4.40.5	Coordenadas y Cobertura AP-5.....	200
4.40.6	Coordenadas y Cobertura AP-6.....	202
4.40.7	Coordenadas y Cobertura AP-7.....	203
4.40.8	Coordenadas y Cobertura del AP-8.....	205
4.40.9	Coordenadas y Cobertura del AP-9.....	207
4.40.10	Coordenadas y Cobertura del AP-10.....	208

4.40.11	Coordenadas y Cobertura del AP-11	210
4.40.12	Coordenadas y Cobertura del AP-12	212
4.40.13	Coordenadas y Cobertura del AP-13	213
4.40.14	Coordenadas y Cobertura del AP-14	215
4.40.15	Coordenadas y Cobertura del AP-15	217
4.40.16	Coordenadas y Cobertura del AP-16	218
4.40.17	Coordenadas y Cobertura del AP-17	220
4.41	Distancias entre el Data Center y los AP'S	222
	CAPITULO V	223
	5 ANÁLISIS ECONÓMICO	223
5.1	Introducción	223
5.2	Estimación de Costos	223
5.3	Estudio Financiero	224
5.3.1	Costos de Equipos	224
5.3.2	Costos de equipos para el Nodo	224
5.3.3	Costo de equipos para los Access Point	225
5.3.4	Costo total de Equipos para la Red	226
5.3.5	Costos de materiales de Red e Infraestructura	226
5.3.6	Costos de Implementación	227
5.3.7	Mano de Obra y Movilización	227
5.3.8	Permisos Municipales	228
5.3.9	Mobiliarios	228
5.3.10	Costo por Mantenimiento de la Red	229
5.3.11	Gasto Corriente	229
5.3.12	Imprevistos	229
5.3.13	Costos Totales para la Implementación	230
5.4	Indicadores Económicos	230

5.5	Indicadores de Gestión	230
5.5.1	Índice de Liquidez	231
5.6	Valor presente Neto y Tasa Interna de Retorno (VAN-TIR)	232
5.7	FLUJO DE CAJA ACTUAL PROYECTADO - PROYECTO CIUDAD DIGITAL TULCÁN	234
5.8	Método de Proyección de Mercado.....	237
5.9	Selección de los equipos Wi-Fi y componentes	237
5.10	Justificación de elección de los Equipos	238
5.11	Análisis Técnico de equipos a utilizarse.....	239
5.11.1	Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E e capa 2-4.....	239
5.11.1.2	Características Principales.....	239
5.11.1.3	Características Técnicas	239
5.11.2	Switch Catalys Cisco 3560E Series	239
5.11.2.1	Características Principales.....	239
5.11.2.2	Características Técnicas	240
5.11.3	Wireless Lan Controles Serie 5500.....	240
5.11.3.1	Características Principales.....	240
5.11.3.2	Características Técnicas	240
5.11.4	AP Cisco Aironet 1552EU-x-K9 Series Outdoor Access Point 241	
5.11.4.1	Características Principales.....	241
5.11.4.2	Características Técnicas	241
5.11.5	Server Cisco UCS C22 M3 SFF.....	242
5.11.5.1	Características Principales.....	242
5.11.5.2	Características Técnicas	242
5.11.6	Fibra Óptica LAN AR INDOOR/OUTDOOR	242
5.11.6.1	Especificaciones Técnicas	242
5.11.7	Paneles de conexión óptica y Bandejas de distribución.....	243

5.11.7.1	Características Principales.....	243
5.12	Diagrama Físico de la Red.....	244
5.13	Asignación de Vlan para los dispositivos de red	245
5.14	Definición del SSID para los usuarios de la ciudad de Tulcán	245
5.15	Administración de Equipos.....	245
5.16	Equipos a Instalarse.....	246
5.17	Direccionamiento AP´S CISCO Outdoor 1552EU	246
5.18	Evaluación de rendimiento	247
5.19	Seguridad en la Red.....	247
5.20	Configuración de un servidor de dominios usuarios.....	248
5.21	Configuración del protocolo WEPA2	248
	CAPITULO VI.....	250
	6 IMPACTOS	250
6.1	En el Aspecto Tecnológico.....	250
6.1.1	Análisis en el Aspecto Tecnológico.....	251
6.2	En el Aspecto Social	251
6.3	En lo Económico	252
6.4	Impacto General.....	252
6.4.1	Análisis.....	253
	CAPÍTULO VII.....	254
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	254
7.1	CONCLUSIONES.....	254
7.2	RECOMENDACIONES	255
	BIBLIOGRAFÍA.....	257
	ANEXOS	260
	ANEXO 1 Configuración de dispositivos de red.....	260
	ANEXO 2 Tabla comparativa de Características de Access Point.....	307

ANEXO 3 Formato de oficios presentados como parte de la recopilación de la información.....	314
ANEXO 3 Formato de Encuesta Aplicada.....	317
ANEXO 4 Estados Financieros del GAD DE TULCÁN año 2013.....	322

Índice de Figuras

Figura 1. División del Espectro de Ondas Electromagnéticas	39
Figura 2. Tecnologías Inalámbricas por área.	40
Figura 3. Componentes de una infraestructura inalámbrica WLAN IEEE 802.11	44
Figura 4. Arquitectura Punto a Punto	44
Figura 5. Diagrama típico de una red punto multipunto con sectorización	45
Figura 6. Diagrama típico de una red punto multipunto con sectorización	46
Figura 7. Arquitectura Celular.....	47
Figura 8. Arquitectura Mesh	48
Figura 9. Conjunto de Servicios Básicos (BSS)	48
Figura 10. Topología ad hoc.....	49
Figura 11. Topología Infraestructura	49
Figura 12. Esquema de un Conjunto de Servicio Extendido (ESS).....	50
Figura 13. Capas de IEEE 802.11	50
Figura 14. Especificaciones para los Estándar 802.11.....	51
Figura 15. Gráfica de Canales de Frecuencia en la banda 2,4 GHz	54
Figura 16. Diagrama de Bloque FHSS	56
Figura 17. Tres canales a 215 kbps y dos canales a 344 Kbps	57
Figura 18. Canales espaciados a distancias menores	57
Figura 19. Uso del espectro electromagnético entre 2 y 5 GHz. (Flores, 2009)	58
Figura 20. Función de Coordinación Distribuida (DCF).....	59
Figura 21. Pérdida en dB en función de la distancia en metros. (Buettrich, 2007)	65
Figura 22. Coeficiente K en función de la frecuencia	66
Figura 23. Coeficiente α en función de la frecuencia.....	66
Figura 24. Zona de Fresnel	67
Figura 25. Esquema de línea de vista para enlaces.....	69
Figura 26. Ejemplo de especificaciones de un cable de hasta 144 fibras ópticas.	81
Figura 27. Fibra Monomodo OM3	82
Figura 28. Composición de la Fibra Óptica	83
Figura 29. WDM Multiplexación por Longitud de Onda	86

Figura 30. Topologías Físicas para la Trasmisión WDM.....	88
Figura 31. Características de Trasmisión WDM.....	88
Figura 32. Proceso de Multiplexación y Demultiplexación	89
Figura 33.Relación Señal a Ruido.....	90
Figura 34. Acopladores de Fibra Óptica.....	91
Figura 35. Filtro Óptico.....	92
Figura 36. Multiplexores y Demultiplexores Ópticos.....	92
Figura 37. Tipos de Conectores	94
Figura 38. Actores Sociales que forman parte de la Ciudad de Tulcán.....	130
Figura 39. Cuadro Estadístico estado de Páginas Web´s de los Actores Sociales en Tulcán	134
Figura 40. Mapa de Distribución y Ubicación de los Access Point outdoor CISCO 1552EU en la Ciudad de Tulcán	135
Figura 41. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S.....	139
Figura 42. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S.....	140
Figura 43. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S.....	141
Figura 44. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S.....	142
Figura 45. Distancia Tendido de Fibra Óptica 24 hilos.....	143
Figura 46. Herrajes de Retención.....	145
Figura 47. Ubicación de Mangas de Derivación	146
Figura 48. Distancia desde la Manga 1 (A) al AP-1 (B)	148
Figura 49. Recorrido de Fibra desde el Nodo a la Manga de derivación Nro1	152
Figura 50. Recorrido y distancia desde M-D al AP-1.....	153
Figura 51. Topología Punto a Punto.....	160
Figura 52. Diagrama de diseño de la Red de Fibra Óptica en la Ciudad de Tulcán	161
Figura 53. Carrete de Fibra Óptica Monomodo	163
Figura 54. Conversor TP-LINK WDM CONVERTER MC111CS	164
Figura 55. Conversor TP-LINK WDM CONVERTER MC112CS.....	166
Figura 56. ODF FOAB.....	167

Figura 57. ODF FOACM.....	167
Figura 58. Imagen de Manga de Empalme	168
Figura 59. Herraje de Sujeción para postes	168
Figura 60. Localización y ubicación del Cantón Tulcán en el Ecuador. (Tulcán On-Line)	173
Figura 61. Número de habitantes por Cantón en la Provincia del Carchi. (vivienda, 2014).....	173
Figura 62. Mapa de la ciudad de Tulcán y localización de ubicación de los HoSpot´s en la Ciudad de Tulcán.....	174
Figura 63. Gráfica de la cobertura de un AP	176
Figura 64. Fotografía Edificio del Municipio de la Ciudad de Tulcán, Ubicación del Centro de Datos	183
Figura 65. Topología física de la red Inalámbrica.....	184
Figura 66. Coordenadas AP Nro-1 “Sector Parque Cdla 19 de Noviembre” ..	186
Figura 67. Agregación de Mapa en Radio Mobile	187
Figura 68. Combinación de imágenes para Extraer el Mapa.....	187
Figura 69. Lugar extraído en el programa Radio Mobile, a través de sus coordenadas.....	188
Figura 70. Creación de la Unidad AP-1CDLA 19 DE Noviembre	188
Figura 71. Creación de la Unidad STA-1.....	189
Figura 72. Ubicación de las Unidades creadas en el Mapa	189
Figura 73. Ventana principal de la lista de las propiedades de las redes.....	190
Figura 74. Ubicación de las Unidades en el Mapa	191
Figura 75. Ubicación de las Unidades en el Mapa	191
Figura 76. Ubicación de las Unidades en el Mapa	192
Figura 77. Ubicación de las Unidades en el Mapa	192
Figura 78. Ubicación de las Unidades en el Mapa	193
Figura 79. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-1 “Sector Parque Cdla 19 de Noviembre”	193
Figura 80. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-1	194
Figura 81. Fotografía Parque de la Cdla 19 de Noviembre, ubicación AP Nro-1	194
Figura 82. Coordenadas AP Nro-2 “Sector Boulevard Avenida Universitaria”	195

Figura 83. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-2 “Sector Boulevard Avenida Universitaria”	195
Figura 84. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-2	196
Figura 85. Fotografía Boulevard Avenida Universitaria ubicación del AP Nro-2	196
Figura 86. Coordenadas AP Nro-3 “Sector Parque del Ocho”	197
Figura 87. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-3 “Sector Parque del Ocho”	197
Figura 88. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-3	198
Figura 89. Fotografía Boulevard Avenida Universitaria ubicación del AP Nro-3	198
Figura 90. Coordenadas AP Nro-4 “Sector Centro Parque del Ocho”	199
Figura 91. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-4 “Sector Centro Parque del Ocho”	199
Figura 92. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-4	199
Figura 93. Fotografía Parque del ocho, ubicación AP Nro-4	200
Figura 94. Coordenadas AP Nro-5 “Sector Terminal Terrestre P.S”	200
Figura 95. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-5 “Sector Terminal Terrestre P.S”	201
Figura 96. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-5	201
Figura 97. Fotografía Plazoleta Terminal Terrestre, ubicación AP Nro-5	201
Figura 98. Coordenadas AP Nro-6 “Sector parqueadero del Terminal Terrestre”	202
Figura 99. Gráfica del área de cobertura de 360°AP N-6 “parqueadero del Terminal Terrestre”	202
Figura 100. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-6	203
Figura 101. Fotografía Parqueadero del Terminal Terrestre, ubicación AP Nro-6	203
Figura 102. Coordenadas AP Nro7 “Sector Estadio Olímpico”	204

Figura 103. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-7 “Sector Estadio Olímpico”	204
Figura 104, Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-7	204
Figura 105. Fotografía Sector Estadio Olímpico, ubicación AP Nro-7.....	205
Figura 106. Coordenadas AP Nro-8 “Parque la Concordia”	205
Figura 107. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-8 “Sector Parque La Concordia”	206
Figura 108.Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-8	206
Figura 109. Fotografía Parque la Concordia, ubicación AP Nro-8.....	206
Figura 110. Coordenadas AP Nro-9 “Parque de la Independencia”	207
Figura 111. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-9 “Parque de la Independencia”	207
Figura 112. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-9	208
Figura 113. Fotografía Parque de la Independencia, ubicación AP Nro-9	208
Figura 114. Coordenadas AP Nro-10 “Parque de la Independencia”	209
Figura 115. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-10 “Parque de la Independencia”	209
Figura 116. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-10	209
Figura 117. Fotografía Parque de la Independencia, ubicación AP Nro-10 ...	210
Figura 118. Coordenadas AP Nro-11 “Sector Plazoleta del Buen Vivir”	210
Figura 119. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-11 “Sector Plazoleta del Buen Vivir”	211
Figura 120. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-11	211
Figura 121. Fotografía Plazoleta del Buen Vivir ubicación AP Nro-11	211
Figura 122. Coordenadas AP Nro-12 “Sector Parque Ayora”	212
Figura 123. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-12 “Sector Parque Ayora”	212
Figura 124. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-12	213

Figura 125. Fotografía Parque Ayora, ubicación AP Nro-12	213
Figura 126. Coordenadas AP Nro-13 “Sector Parque Ayora”	214
Figura 127. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-13 “Sector Parque Ayora”	214
Figura 128. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-13	214
Figura 129. Fotografía Parque Ayora, ubicación AP Nro-13	215
Figura 130. Coordenadas AP Nro-14 “Sector Cementerio de Tulcán”	215
Figura 131. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-14 “Sector Cementerio de Tulcán”	216
Figura 132. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-14	216
Figura 133. Fotografía Boulevard Cementerio de Tulcán, ubicación AP Nro 14	216
Figura 134. Coordenadas AP Nro-15 “Sector Centro Comercial Popular”	217
Figura 135. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-15 “Sector Centro Comercial Popular”	217
Figura 136. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-15	218
Figura 137. Fotografía Centro Comercial Popular, ubicación AP Nro 15	218
Figura 138. Coordenadas AP Nro-16 “Sector Cdla Padre Carlos”	219
Figura 139. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-16 “Sector Cdla Padre Carlos”	219
Figura 140. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-16	219
Figura 141. Fotografía Cdla Padre Carlos, ubicación AP Nro 16	220
Figura 142. Coordenadas AP Nro-17 “Hospital de Tulcán”	220
Figura 143. Gráfica del área de cobertura de 360°AP Nro-17 “Hospital de Tulcán”	221
Figura 144. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-17	221
Figura 145. Fotografía Hospital de Tulcán, ubicación AP Nro-17	221
Figura 146. Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E	239
Figura 147. Switch Catalys Cisco 3560E Series	240

Figura 148. Wireless Lan Controles Mod 5508 (Academy C.S, 2008)	240
Figura 149. AP Outdoor CISCO 1552EU (Academy C.S, 2008)	241
Figura 150, Servidor Cisco UCS	242
Figura 151. Fibra óptica externa monomodo OM3	243
Figura 152. Bandeja de Fibra Óptica.....	243
Figura 153. Topología Física de la Red Inalámbrica Ciudad digital Tulcán....	244
Figura 154. Interfaz de configuración Putty	260
Figura 155. Inicio de Sesión por consola Core 4500.....	260
Figura 156. Fragmento de configuración de Switch password y contraseña encriptados.....	262
Figura 157. Configuración de Puerto en modo acceso	264
Figura 158. Comando Show VLAN	265
Figura 159. Gateway de VLANs.....	265
Figura 160. Dirección IP para administrar el Switch.....	266
Figura 161. Configuración DHCP en el CORE-GADTULCAN.....	267
Figura 162. Asignación de IP por el server DHCP	267
Figura 163. Switch en modo CLIENTE.....	268
Figura 164. Número de revisión igual al del CORE-GADTULCAN.....	268
Figura 165. Comando Show vlan	268
Figura 166. Fragmento de configuración SWITCH CORE-GADTULCAN	269
Figura 167. Puerto en modo ACCESO.....	270
Figura 168. Configuración de varios puertos.....	271
Figura 169, Cisco Voice Vlan	272
Figura 170, Obtener una nueva licencia desde el PAK.....	273
Figura 171, Carga de licencia para Access Point.....	273
Figura 172. Verificación del número de licencias para los Access Point.....	273
Figura 173. Puerto en modo TRUNK para enlace entre WLC y SWITCH CORE	274
Figura 174. Configuración de la Interfaz MANAGEMENT	274
Figura 175. Creación de Interfaces Virtuales para Wifi-GADTULCAN	275
Figura 176. Parámetros de configuración para la interfaz virtual Wifi-GADTULCAN	275
Figura 177. Parámetros de configuración de Servicio.....	276
Figura 178. Enabe DHCP Proxy.....	276

Figura 179. Configuración de la WLC en modo MASTER.....	277
Figura 180. Creación del SSID Wifi-GADTULCAN.....	277
Figura 181. Configuración de WLAN con SSID Wifi-GADTULCAN.....	278
Figura 182. Creación de ACL.....	278
Figura 183. Regla OUTBOUND para ACL.....	279
Figura 184, Reglas configuradas en ACCESOWEB.....	279
Figura 185, Radius Authentication.....	280
Figura 186. Radius Accounting.....	280
Figura 187. Configuración de Autenticación para Wifi-GADTULCAN.....	281
Figura 188. AAA Servers.....	281
Figura 189. Ordenando el mecanismo de Autenticación.....	282
Figura 190. Access Point enlazado a la WLC 5508.....	283
Figura 191. Configuración individual de un AP.....	283
Figura 192. Configuración avanzada de un AP.....	284
Figura 193, Esquema de Autenticación a través de Servidor RADIUS.....	285
Figura 194, Asignación de dirección IP al Servidor.....	286
Figura 195, Selección de Rol de Servidor.....	286
Figura 196. Rol del servidor.....	287
Figura 197. Confirmación del Progreso de Instalación del rol.....	287
Figura 198. Progreso de Instalación del rol.....	288
Figura 199. Copiar el archivo html en el directorio c:/inetpub/www.root/login.....	288
Figura 200. Ventana de administración del IIS.....	288
Figura 201. Pantalla de verificación de Configuración de Servidor IIS.....	289
Figura 202. Seleccionamos la opción Agregar roles y características.....	289
Figura 203. Instalación en roles.....	289
Figura 204. Seleccionamos el servidor, en este caso Server2012.....	290
Figura 205. Instalación de los Servicios de dominio de Active Directory.....	290
Figura 206. Selección de las características a instalar en el Servidor.....	291
Figura 207. Resumen de instalación de las Herramientas.....	291
Figura 208. Progreso de instalación.....	292
Figura 209. Resultados de instalación del Servidor Active Directory.....	292
Figura 210. Selección de agregación de un nuevo Bosque.....	293
Figura 211. Selección de Controlador de dominio Windows Server 2012.....	293
Figura 212, Instalación de Opciones de DNS.....	294

Figura 213. Instalación de Netbios	294
Figura 214. Generación de espacio y las carpetas de las bases de datos a instalarse.....	295
Figura 215. Resumen de las opciones	295
Figura 216. Comprobación de requisitos previos	295
Figura 217. Centro de administración de Active Directory	296
Figura 218. Creación de la nueva Unidad Organizativa dentro del dominio... 296	
Figura 219. Usuarios dentro de cada unidad organizativa	297
Figura 220. Acceso a la configuración del Servidor DNS	297
Figura 221. Interfaz de administrador de DNS	298
Figura 222. Pantalla de configuración de propiedades de Windows Server 2012	298
Figura 223. Acceso a la configuración de la zona de búsqueda directa.....	299
Figura 224. Acceso a la configuración de la zona de búsqueda inversa.....	299
Figura 225. Acceso a la revisión del administrador del servidor DNS	300
Figura 226. Creación de un ámbito nuevo	300
Figura 227. Asignación de un rango de intervalo de direcciones IP	301
Figura 228. Configuración de la duración de concesiones.....	301
Figura 229. Pantalla de configuración para la reserva de una dirección IP	302
Figura 230. Creación de un nuevo ámbito en DHCP	302
Figura 231. Configuración de ámbito nuevo en el servidor DHCP	303
Figura 232. Asignación del nombre de ámbito nuevo	303
Figura 233. Asignación de Intervalo de direcciones dinámicas	304
Figura 234. Configuración de exclusión de direcciones	304
Figura 235. Configuración de una nueva reserva.....	305
Figura 236. Configuración de una reserva nueva.....	305
Figura 237. Resultado global tras la configuración.....	306
Figura 238, Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E e.....	309
Figura 239, Switch Cisco Catalyst 3560E	309
Figura 240, Wireless LAN Controller	310
Figura 241. AP Outdoor CISCO 1552EU (Academy C.S, 2008)	312
Figura 242, Servidor Cisco UCS	313
Figura 243, Balance de Comprobación Gastos de Gestión GAD-Tulcán.....	322
Figura 244, Balance de Comprobación Gastos Financieros GAD-Tulcán.....	322

Figura 245, Balance de Comprobación Ingresos y Otros GAD-Tulcán	323
---	-----

Índice de Tablas

Tabla 1. Características Principales de los Estándares 802.11	42
Tabla 2. Pérdida en espacio Libre	65
Tabla 3. Características de estándar 802.16 Wimax	74
Tabla 4 Valores de coeficiente de atenuación en 2ª y 3ª ventana	78
Tabla 5. Documentación de referencia según normativa o recomendación	96
Tabla 6. Cuadro de Operacionalización de Variables	100
Tabla 7. Resultados Estadísticos pregunta 1	103
Tabla 8. Resultados Estadísticos pregunta 2	104
Tabla 9. Resultados Estadísticos pregunta 3	105
Tabla 10. Resultados Estadísticos pregunta 4	106
Tabla 11. Resultados Estadísticos pregunta 5	107
Tabla 12. Resultados Estadísticos pregunta 6	108
Tabla 13. Resultados Estadísticos pregunta 7	109
Tabla 14. Resultados Estadísticos pregunta 8	109
Tabla 15. Resultados Estadísticos pregunta 9	110
Tabla 16. Resultados Estadísticos pregunta 9.1	111
Tabla 17. Resultados Estadísticos pregunta 9.2	112
Tabla 18. Resultados Estadísticos pregunta 9.3	113
Tabla 19. Resultados Estadísticos pregunta 10	114
Tabla 20. Resultados Estadísticos pregunta 11	114
Tabla 21. Resultados Estadísticos pregunta 10.2	115
Tabla 22. Resultados Estadísticos pregunta 11	116
Tabla 23. Resultados Estadísticos Capacitación Virtual	117
Tabla 24. Resultados Estadísticos pregunta 12	118
Tabla 25. Resultados Estadísticos pregunta 12.1	119
Tabla 26. Resultados Estadísticos pregunta 13	119
Tabla 27. Resultados Estadísticos pregunta 14	120
Tabla 28. Resultados Estadísticos pregunta 15	121
Tabla 29. Resultados Estadísticos pregunta 16	122
Tabla 30. Resultados Estadísticos pregunta 17	123
Tabla 31. Resultados Estadísticos pregunta 18	124

Tabla 32. Resultados Estadísticos pregunta 19	125
Tabla 33. Resultados Estadísticos pregunta 20	126
Tabla 34. Medios Digitales de los Actores Sociales de la ciudad de Tulcán. .	133
Tabla 35. Resumen estadístico de los Actores Sociales	133
Tabla 36. Coordenadas y Ubicación de los AP´S 1552S	138
Tabla 37. Distancia Total de Fibra Óptica de 24 hilos	146
Tabla 38. Ubicación de Mangas de Derivación	147
Tabla 39. Distancia desde el Nodo a las Mangas de Derivación.....	147
Tabla 40. Distancia total de la Fibra Óptica de 2 hilos para la ubicación del AP-1	151
Tabla 41. Distancia de la Fibra Óptica de 2 hilos para todos los clientes.....	151
Tabla 42. Demanda de Ancho de Banda	154
Tabla 43. Cálculo de la Atenuación por Tramo	156
Tabla 44. Cálculo de Distancias Máximas que se pueden alcanzar sin Amplificación.	157
Tabla 45. Distancia real y máxima obtenida con los cálculos	158
Tabla 46. Dimensionamiento de la Red	159
Tabla 47. Características técnicas del Trasmisor ÓpticoTP-LINK MC111CS	164
Tabla 48. Características Técnicas Receptor Óptico TP-LINK WDM MC112CS	165
Tabla 49. Área de los lugares y número de usuarios	180
Tabla 50. Cálculo teórico del ancho de banda a utilizarse por cada AP.....	181
Tabla 51. Estimación del Ancho de Banda para el acceso a Internet	182
Tabla 52. Puntos de localización y ubicación de los AP´S Cisco 1552EU por sectores.....	185
Tabla 53 Distancia en metros desde el GAD-Tulcán hacia la ubicación de los AP	222
Tabla 54. Lista y costos de equipos para el Nodo.....	225
Tabla 55. Lista y costos de equipos de Fibra Óptica para el Nodo	225
Tabla 56. Lista y costos de equipos de Fibra Óptica para los AP´S 1552S ...	225
Tabla 57. Costo Total de equipos para el Nodo	226
Tabla 58. Lista y costos de materiales de Red e Infraestructura.....	226
Tabla 59. Costos Totales de Infraestructura.....	227
Tabla 60. Costo Total de Materiales de red e Infraestructura	227

Tabla 61. Costo de mano de obra y movilización.....	228
Tabla 62. Estudios y Permisos Municipales	228
Tabla 63. Lista de precio de Mobiliario	229
Tabla 64. Gasto Corriente	229
Tabla 65. Imprevistos	230
Tabla 66. Lista de Dispositivos de Red con sus precios referenciales	230
Tabla 67. Jefe de Redes y Telecomunicaciones	231
Tabla 68. Asistente de Redes	231
Tabla 69. Valor por Capacitación	231
Tabla 70. Valores Totales por Recursos Humanos	232
Tabla 71. Costos Totales Estimados para la Implementación.....	232
Tabla 72. Flujo de Caja Actual Proyectado	235
Tabla 73. Partes y componentes del AP CISCO outdoor 1552EU	241
Tabla 74. Aplicaciones de la Fibra Óptica	242
Tabla 75. Asignación de Direccionamiento de Vlan´s	245
Tabla 76. Equipos de dispositivos de Red a Instalarse	246
Tabla 77. Direccionamiento IP de Access Point 1552EU	246
Tabla 78. Indicadores Impactos Tecnológicos	250
Tabla 79. Indicadores Impactos Sociales	251
Tabla 80. Indicadores Impactos Económicos	252
Tabla 81. Indicadores Impacto General	252
Tabla 82. Tabla comparativa de Características de AP´S.....	308
Tabla 83. Partes y componentes del AP CISCO outdoor 1552EU	312
Tabla 84. Características Técnicas del Servidor Cisco UCS C22	313

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

El proyecto presenta un estudio de factibilidad técnico económico para la implementación de una infraestructura tecnológica de red inalámbrica basado en el estándar 802.11(Wi-Fi)Wireless Fidelity, que opera en la banda 2.4 GHz la cual está disponible universalmente y que ofrece una velocidad de 11 Mbps 54Mbps y 108Mbps respectivamente para los estándares 802.11b, 802.11g y 802.11n que son los más desplegados, (Technologies, 2002); el diseño parte de un análisis de viabilidad técnica, económica que de materializarse tendría un impacto potencial relevante en la ciudadanía de Tulcán por la disponibilidad al acceso a servicios digitales y por ende a un mejor estilo de vida para realizar sus actividades on-line; esta infraestructura de red se la realizará a nivel de transporte, acceso y distribución, permitiéndonos transportar datos, voz y video para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán. El fin principal es que los habitantes y ciudadanos al momento de encontrarse en lugares públicos (parques, bulevares, plazas, mercados centro comerciales, hospitales, centros de salud etc.) dispongan de una cobertura rápida y segura de acceso a Internet y de manera principal a los servicios que brindan los gobiernos seccionales a nivel digital; de igual manera se realizará una investigación sobre la implicación que tiene la utilización de medios digitales en los diferentes servicios que brindan los gobiernos seccionales.

El estudio contará con la adecuación de un Data Center el mismo que estará equipado con equipos y dispositivos necesarios que permitan gestionar la administración y control de todos los datos y equipos de la red; las áreas en donde se colocarán los dispositivos de cobertura inalámbrica y que brindarán el servicio estarán ubicadas a lo largo y ancho de la ciudad de Tulcán, dotadas de hotspot puntos de accesos externos, los cuales serán administrados a través de una controladora de red inalámbrica que gestiona los puntos de acceso y quienes cubrirán en su totalidad el área establecida; cada área estará intercomunicada con el data center a través de enlaces de fibra óptica y en su defecto si así se lo amerita se realizará enlaces de radio.

Existen tecnologías inalámbricas de última milla y de banda ancha que permiten transmitir datos, voz y video a mayor velocidad que Wi-Fi entre ellas está WiMAX, quien presenta una desventaja en cuanto a su operación la misma que necesita de una concesión de frecuencia por parte del órgano regulador del espectro.

Esta investigación persigue también la identificación y la utilización de los servicios digitales que ofrece el gobierno municipal de la ciudad de Tulcán a los ciudadanos y el uso de infraestructuras de red inalámbrica Wi-Fi, quien ofrece múltiples beneficios a costos muy bajos, haciendo uso de porciones de espectro que no requieren licencia y utilizando estándares abiertos para la interoperabilidad entre dispositivos.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad existen múltiples servicios y aplicaciones que permite realizar transacciones vía internet, el contar con una infraestructura de telecomunicaciones con tecnología Wi-Fi para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán, permitirá brindar a sus habitantes una gama de servicios con la finalidad de mejorar el nivel de desarrollo humano, económico y cultural de la ciudadanía, a nivel individual y colectivo. La infraestructura tecnológica que soporte estos servicios estará bajo el estándar 802.11; Una ciudad digital en Tulcán, permitirá hacer uso de los servicios digitales del Gobierno Municipal como una combinación de los servicios de telecomunicaciones y de procesamiento de datos que hace referencia a la búsqueda y procesamiento de la información a distancia, llevados a cabo por medios electrónicos, (computadoras, redes de telecomunicaciones).

Entre los principales servicios y características de la ciudad digital podemos mencionar las siguientes: ((AUTELSI), 2006)

Central Digital.- Todo el sistema es dirigido por el municipio de Tulcán desde una central digital.

Administración Pública.- Permitirá reducir la burocracia, incrementando la transparencia administrativa y agilizando la atención ciudadana

Situaciones Críticas.- Ante las situaciones críticas toda la fuerza pública estará intercomunicada al instante en cualquier lugar de la ciudad.

Sistema Educativo.- La conectividad entre Instituciones Educativas, favorecerá la interacción de los alumnos y hará posibles los programas de educación a distancia y acceso a la información global

Seguridad.- Los sistemas de video, vigilancia y comunicaciones inalámbricas de las fuerzas de seguridad ayudarán a prevenir y resolver hechos delictivos de diversos tipos.

Salud.- Los centros de salud interconectados permitirán compartir información, bases de datos, historias clínicas de los pacientes, interconsultas entre los profesionales y diagnósticos a distancias.

Emergencias.- Bomberos, policía, ambulancias estarán conectados con los centros de salud, optimizando los tiempos de reacción frente a cualquier emergencia.

Información General.- Los ciudadanos estarán en la posibilidad de buscar información a través de Internet y utilizar todos sus servicios.

Consulta al Gobierno Local.- Relativo a la búsqueda de informaciones, propias del cantón, incluye las del gobierno local, utilizado para ello un portal local que concentre todas las informaciones públicas o privadas.

Trámite ante el Gobierno Local.- Son los servicios que brinda el gobierno local a sus habitantes y agentes económicos para que puedan realizar trámites municipales desde su propio domicilio o empresas.

Gestión de servicios públicos Municipales.- Corresponde a todas las acciones vinculadas con los servicios públicos prestados por el Gobierno Local, entre otro el alumbrado público, el barrido, la recolección de residuos, el agua potable, las redes locales, el ordenamiento de del tráfico urbano, etc. Estas acciones comprenden desde la atención a los usuarios y la solicitud de servicios especiales hasta la gestión de cobranzas y pagos etc.

Teleeducación Local.- Son todos los servicios digitales vinculados a la gestión de la enseñanza y a la ejecución de procesos educativos en todos sus niveles, ya sea en forma interactiva o incluyendo ciclos especiales destinados de riesgo y minorías culturales

Telemedicina Local.- Servicios ofrecidos por la gestión pública de la salud, y a la ejecución del proceso médico en sus diferentes especialidades, en forma interactiva e incluyendo procesos de alta complejidad

Especializados para la actividad económica.- Consiste en la comunicación y el teleprocesamiento de información entre distintos agentes de la economía, conformen o no agrupamientos y entre consumidores finales y los agentes productivos.

Especializados en acción social.- Referido al funcionamiento, inscripción, participación, operación y verificación de avances de los programas gubernamentales. Se trata también de ONGs vinculadas al desarrollo humano y social.

Especialización en acción cultural.- Son los que corresponden a la difusión, instrumentación, organización y gestión de los programas de desarrollo cultural del gobierno local o de las ONGs de la zona.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1 Analizar el estado del arte respecto al protocolo IEEE 802.11 y los dispositivos de red que mejor se ajusten para la consecución del proyecto.

1.3.2.2 Realizar un análisis técnico económico de equipos y tecnologías a utilizarse en el desarrollo de la investigación.

1.3.2.3 Diseñar la topología de la red Wi-Fi a implementarse.

1.3.2.4 Identificar posiciones y coordenadas geográficas en la ciudad de Tulcán para la colocación de las torres, que permitirán establecer líneas de vista y optimizar la cobertura de las microondas.

1.3.2.5 Identificar los impactos, beneficios que se brindarían con el desarrollo del proyecto.

1.4 ALCANCE

- Contar con un estudio técnico financiero que soporte una infraestructura de red Wi-Fi para la ciudad de Tulcán cuya finalidad es trabajar conjuntamente de cara a desarrollar un modelo de gestión sostenible y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos lo que conlleva, movilidad sostenible, administración electrónica, seguridad etc.
- Presentar las múltiples ventajas de la implementación del proyecto social en beneficio de la sociedad de Tulcán; al acortar distancias y limitaciones de conectividad en distintos lugares públicos de la ciudad de Tulcán.
- Contar con una investigación base sobre los servicios digitales que ofrecen las instituciones públicas y privadas a través de sus dependencias.
- Presentar un propuesta de uso, beneficios, servicios y canales digitales en favor del desarrollo de Tulcán

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

El proyecto se basa en el **“DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN”**

La comunicación de la información ha tenido un acelerado crecimiento que empezó por redes de telefonía y telegráfica en el siglo XVIII, continuando por el año 1940 la transmisión de datos entre la Universidad de Darmouth en Nuevo Hampshire a Nueva York; estos sistemas de comunicación se extienden masivamente cuando se logra establecer la comunicación entre dos computadoras desarrollado por ARPANET red exclusiva que era de uso militar por la década de los 70; poco tiempo después se incrementa el número de ordenadores interconectados lo que permite que se investigadores creen el Protocolo TCP/IP convirtiéndose en un estándar de comunicación dentro de las redes informáticas y que hasta la actualidad lo seguimos utilizando; el desarrollo de las redes era abismal que se crean redes de libre acceso y que se unen a NSFNET la misma que tenía un propósito académico y científico dando lugar a la red inicial de lo que conocemos como Internet, que hoy en día se ha convertido en la red de redes a nivel mundial logrando acortar distancias y estableciendo comunicaciones y servicios tanto de datos, voz y video.

La comunicación entre computadoras es un aspecto vital en nuestra época, ya que se ha convertido en una herramienta esencial en el qué hacer del hombre, ya sea para la simple charla entre usuarios, pasando por el envío de archivos, hasta el manejo remoto de sistemas. A medida que pasa el tiempo se buscan nuevas formas de comunicación entre computadoras que resulten más veloces de menos coste y menos susceptibles a fallos. En general la comunicación entre dispositivos electrónicos está avanzando a grandes pasos, es tan grande el paso que se ha dado que ahora existe la comunicación inalámbrica, y comunicaciones satelitales que utilizan la atmosfera como medio de transmisión para recibir o enviar señales electromagnéticas.

2.1 Sistemas de Comunicación

Un sistema de comunicación tiene como propósito transmitir información desde una fuente a un destino por medio de un canal de transmisión; la señal que se trasmite por el canal de comunicaciones se recibe en el receptor como una componente directa o múltiples ecos, estas señales llegan con amplitudes, fases y tiempos de llegada aleatorios, lo que afecta la señal resultante en el receptor debido a la propagación multitrayectoria; además se presentan desvanecimientos del canal debido a la distancia, reflexión, obstáculos etc.

2.2 Canal Inalámbrico

El diseño de los sistemas de comunicaciones inalámbricas depende de las propiedades del canal, el cual es parte del sistema de comunicaciones que no es posible alterar. El medio de transmisión del canal inalámbrico es el espectro radioeléctrico, el mismo que es parte del espectro electromagnético y está dividido en canales limitados en frecuencias de radio que ocupan bandas de frecuencia disjunta.

En la figura 1, muestra la división del espectro electromagnético y los servicios de comunicaciones típicos asignados.

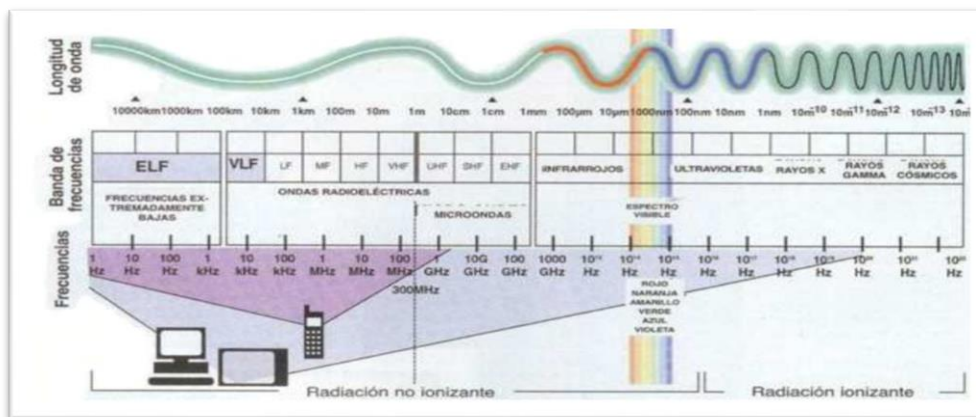


Figura 1. División del Espectro de Ondas Electromagnéticas¹

2.3 Medios Inalámbricos

Las señales inalámbricas como ondas electromagnéticas viajan a través del espacio; por cuanto ningún medio físico es necesario para las señales

¹ Es la distribución de energética del conjunto de las ondas electromagnéticas

inalámbricas que viajan en el vacío del espacio como lo hacen a través del aire en un edificio o en un campus universitario; la capacidad de las ondas de radio de atravesar paredes y abarcar grandes distancias convierten a la tecnología inalámbrica en una forma versátil de construir una red.

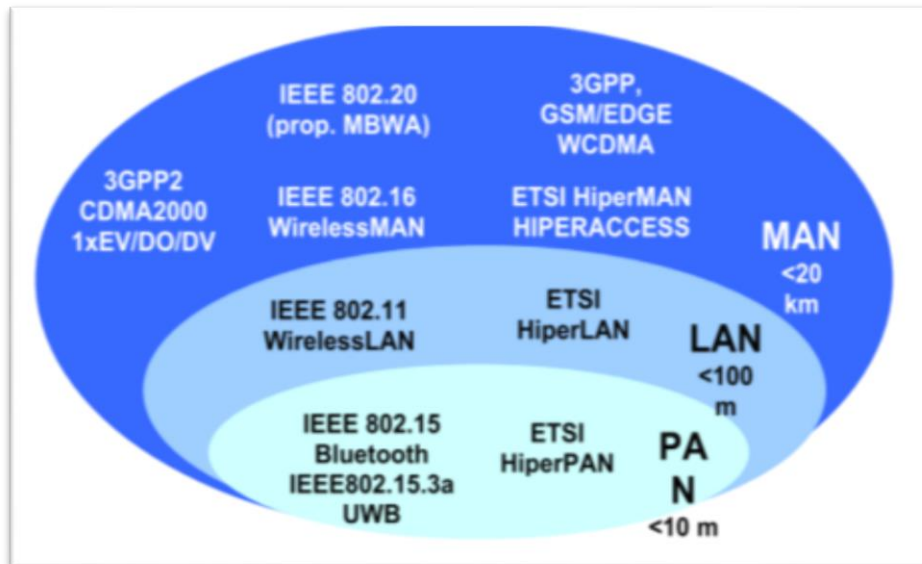


Figura 2. Tecnologías Inalámbricas por área.

2.4 Estándares y Protocolos de las redes Inalámbricas

2.4.1 IEEE 802.11

El estándar 802.11 fue creado para sustituir a la capa física y MAC de Ethernet 802.3, (Technologies, 2002) por consiguiente Wi-Fi y Ethernet son redes iguales que se diferencian en el modo en que el ordenador o terminal accede a la red; Ethernet mediante cable, y Wi-Fi mediante ondas electromagnéticas a través de la atmosfera.

La expresión Wi-Fi (abreviatura de "Wireless Fidelity") es utilizada como denominación genérica para los productos que incorporan cualquier variante de tecnología inalámbrica 802.11, que permite la creación inalámbrica conocidas como WLAN("Wireless Local Area Network").

La especificación IEEE 802.11 publicado en 1997 especifica dos velocidades de transmisión teóricas de 1 y 2 mega bit por segundo (Mbit/s) que se trasmite

por señales infrarrojas (IR) en la banda ISM(Industrial Scientific and Medical) a 2,4 GHz sigue siendo parte del estándar; 802.11 el mismo que es el dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas y de aceptación universal y que permite una transmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps.

2.4.2 Principales Grupos de Estándares y sus características

802.11a	<p>El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 Ghz y utiliza 52 subportadoras orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s.</p> <p>Dado que la banda de 2.4 Ghz tiene gran uso (pues es la misma banda usada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos), el utilizar la banda de 5 GHz representa una ventaja del estándar 802.11a, dado que se presentan menos interferencias.</p>
802.11b	<p>Tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s y utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbit/s sobre TCP y 7.1 Mbit/s sobre UDP.</p>
802.11e	<p>Con el estándar 802.11e, la tecnología IEEE 802.11 soporta tráfico en tiempo real en todo tipo de entornos y situaciones. Las aplicaciones en tiempo real son ahora una realidad por las garantías de Calidad de Servicio (QoS) proporcionado por el 802.11e. El objetivo del nuevo estándar 802.11e es introducir nuevos mecanismos a nivel de capa MAC para soportar los servicios que requieren garantías de Calidad de Servicio. Para cumplir con su objetivo IEEE 802.11e.</p>
802.11g	<p>En Junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g. Este utiliza la banda de 2.4 Ghz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, o cerca de 24.7 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a.</p>
802.11n	<p>Se constituye en una propuesta de modificación al estándar</p>

	<p>IEEE 802.11 con la finalidad de mejorar significativamente el rendimiento de la red; la velocidad real de transmisión podría llegar a los 300 Mbps (lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores), y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b.</p> <p>El estándar 802.11n incorpora dos tecnología entre ellas MIMO (multiple-Input Multiple-Output) la cual utiliza múltiples antenas trasmisoras y receptoras para mejorar el desempeño del sistema, de igual manera (Channel Bonding) unión de interfaces de red, la cual utiliza dos canales separados que no se solapan para transmitir datos, logrando incrementar la cantidad de datos que pueden ser transmitidos</p>
802.11 ac	<p>Se constituye en un estándar de nueva generación que se estima que alcance velocidades inalámbricas tres veces más rápido que el estándar 802.11n y entregando una transferencia combinada de datos inalámbricos de hasta 1.75Gbps; con velocidades inalámbricas de 1300Mbps sobre la banda de 5GHz y 450Mbps en la banda de frecuencia de 2.4Ghz.</p>

Tabla 1. Características Principales de los Estándares 802.11

2.5 Componentes básicos de la arquitectura WLAN IEEE 802.11

Entre los componentes básicos de la arquitectura podemos identificar 4 elementos principales que componen la infraestructura de una red inalámbrica los cuales son:

- **Estación o dispositivos inalámbricos (STA, Station).**
Corresponde a cualquier dispositivo que esté contenido en el estándar IEEE802.11
- **Medio inalámbrico (WM, Wireless Medium).**
Es el medio utilizado por las estaciones (STA) para enviar y recibir tramas a nivel de capa física (PHY). Entre las más populares basadas en radio frecuencia.

- **Puntos de Acceso (AP, Access Point).**

Se comporta como un punto central de comunicaciones transmisor/receptor (transceptor) para los usuarios de la red inalámbrica; los cuales pueden enlazar redes cableadas e inalámbricas.

Un punto de acceso puede soportar varias decenas de usuarios y está en capacidad de dar cobertura de 50 a más de 100mts en interiores y en exteriores de acuerdo a las capacidades y características técnicas de los equipos y el fabricante; un AP (Access Point) puede actuar como repetidor inalámbrico o de igual manera como punto de la extensión de la red inalámbrica proporcionando administración seguridad, monitorización y manejabilidad.

- **Antenas**

Se constituye en un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas. Se utiliza como interfaz entre el transmisor y el espacio libre o viceversa; de acuerdo a la cobertura las antenas se clasifican en direccionales y omnidireccionales.

Las antenas direccionales irradian la energía de RF principalmente en una dirección; mientras tanto las antenas omnidireccionales, irradian la energía uniformemente en todas las direcciones horizontales, la cual abarca 360°. Las antenas transfieren la energía eficazmente la cual depende de una polarización, alineación e impedancia correcta de la antena; conseguir la coincidencia de impedancia implica igualar eléctricamente la línea de transmisión con la antena, lo que se traduce en que la línea de transmisión transfiere toda la potencia a la antena y no irradia energía propia.

- **Sistema de Distribución (DS, Distribution System).**

Es el sistema que permite interconectar varios BSS (conjunto de servicios básicos, Basic Service Set) e integrarlos para crear un conjunto de servicios extendidos (ESS, Extended Service Set). El sistema distribuido puede estar cableado o ser inalámbrico (LAN o WAN). La arquitectura WLAN IEEE 802.11 está especificada independientemente de las características físicas

del DS, generalmente solo se denomina red de backbone, y está formado por las conexiones Ethernet que une los distintos AP.



Figura 3. Componentes de una infraestructura inalámbrica WLAN IEEE 802.11

2.6 Arquitectura Física de una red Inalámbrica

Existen 4 tipos de arquitecturas inalámbricas:

- Punto a Punto
- Punto Multipunto
- Celular
- Mesh

2.6.1 Arquitectura Punto a Punto.

Es una de las arquitecturas más simples la cual conecta un punto individual con otro punto individual.



Figura 4. Arquitectura Punto a Punto

Ventajas:

- a) Uso de antenas direccionales: las antenas direccionales enfocan y radian la señal en una sola dirección lo que permite maximizar la potencia de la señal y minimizar la recepción del ruido.
- b) Determinación de una sola Línea de Visión (LOS, Line of Sight por sus siglas en inglés): otros tipos de arquitectura requieren varias LOS lo que complica el proceso.
- c) Inspección del Sitio (Site Survey): existen dos tipos de inspecciones, la física y la de radio frecuencia (RF). Este tipo de arquitectura requiere que se ejecuten únicamente una inspección física en cada uno de los puntos y es más fácil y rápido ejecutar una inspección de RF en una red punto a punto que en una que requiera más puntos a instalar.

2.6.2 Arquitectura punto multipunto

Esta arquitectura es la forma más barata de proveer conectividad desde un nodo a muchos sitios de usuarios. Al equipo inalámbrico en el nodo se le conoce como Punto de Acceso (Access Point, o AP para abreviar). Al equipo en cada usuario final se le conoce generalmente como equipo cliente o CPE(customer Premises Equipment). La arquitectura punto multipunto es utilizada cuando se requiere proveer conectividad entre edificios en un mismo sector; otro uso cuando se requiere dar acceso a Internet a varios usuarios.

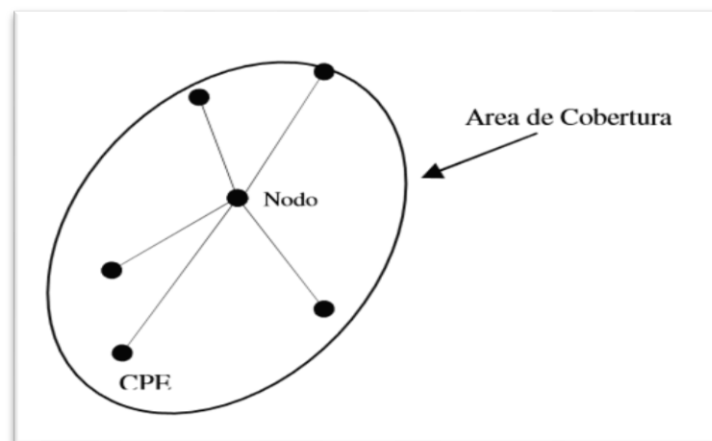


Figura 5. Diagrama típico de una red punto multipunto con sectorización

2.6.3 Arquitectura punto multipunto con sectorización

Entre las ventajas de esta arquitectura están:

- a) Costo bajo para varios usuarios: un solo equipo debe comprarse al colocar a un usuario nuevo, solamente el equipo del cliente a diferencia con la arquitectura punto a punto requiere de dos equipos por cada usuario nuevo instalado
- b) Escalable: una red punto multipunto es fácilmente escalable para servir a más usuarios, cada vez que un nuevo AP se agrega al nodo, muchos más usuarios pueden ser agregados al nodo.
- c) Abierto para probar nuevas tecnología; una red multipunto sectorizada permite probar fácilmente nuevas tecnologías de hardware o software; puede aislarse un solo sector para la prueba sin dejar desconectados a los demás usuarios si esta falla.

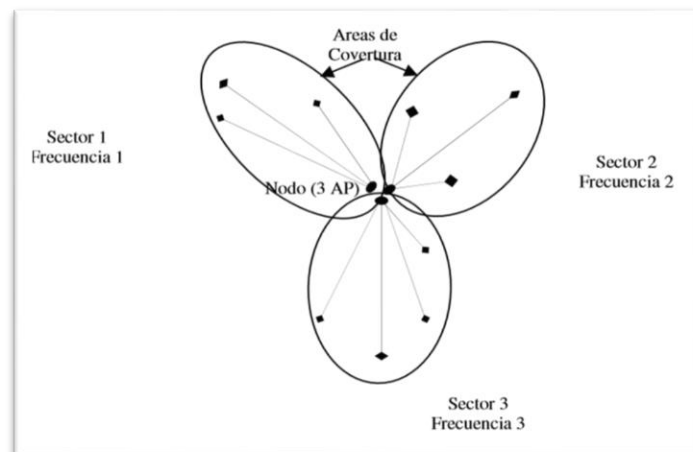


Figura 6. Diagrama típico de una red punto multipunto con sectorización

2.6.4 Arquitectura Celular

Cuando varias redes punto multipunto se conectan al mismo sistema de distribución (llamado backbone) y diseñadas para poder reutilizar las mismas frecuencias en diferentes áreas, el resultados una red celular. La red backbone puede ser cableada o inalámbrica; la figura? Muestra un diagrama de una red celular que incluye tres redes punto multipunto.

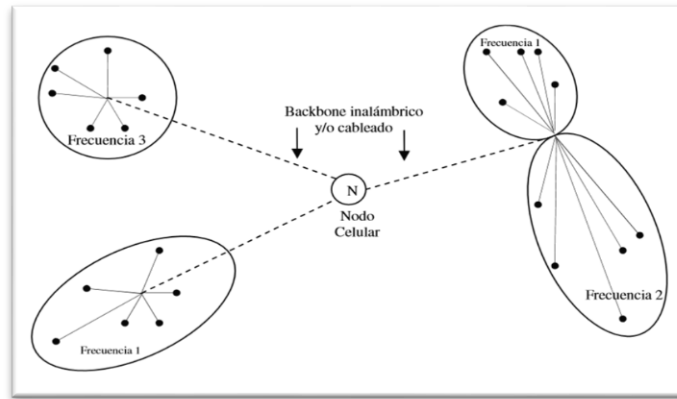


Figura 7. Arquitectura Celular

Las ventajas que presenta esta arquitectura son:

- a) Expande la cobertura geográfica.
- b) Incrementa la capacidad de la red
- c) Permite concentrar los recursos en un solo nodo (servidor de correos, servidor de archivos, firewall, etc. Todo ubicado solamente en el nodo celular.
- d) Provee redundancia a ciertos usuarios con cobertura de dos redes pertenecientes al mismo nodo.

2.6.5 Arquitectura Mesh

La arquitectura Mesh es una arquitectura multipunto a multipunto con una o más puntos de interconexión a internet. En una red Mesh cada nodo puede conectarse con otro nodo que esté encendido y dentro de un rango de alcance inalámbrico. Redes de este tipo regularmente se desarrollan en áreas donde muchos usuarios se encuentran situados relativamente cerca uno de otro, digamos, de una cuadra a 2 Km de separación o cuando existen muchas obstrucciones situadas a pocas distancias. Cada red Mesh realiza dos funciones: como repetidor/ruteador inalámbrico y como nodo final cliente. Los paquetes pueden viajar a través de muchos nodos intermedios para alcanzar al nodo final. Si uno o más de los nodos intermedios está apagado o deshabilitado, el paquete es re-enrutado dinámicamente a través de los otros nodos intermedios.

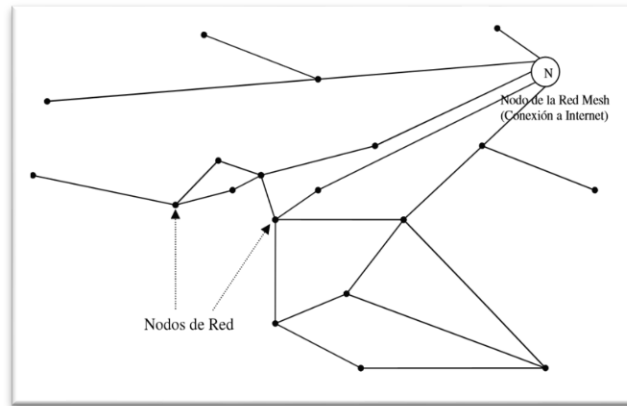


Figura 8. Arquitectura Mesh

2.7 Arquitectura Lógica de una red Inalámbrica

La arquitectura IEEE 802.11 consta de los siguientes componentes lógicos que interactúan para proporcionar la conectividad inalámbrica.

2.7.1 Conjunto de servicios básicos (BSS, Basic Service Set)

BSS es un bloque constructivo básico de una LAN, que se constituye en un conjunto de estaciones cuya función básica es coordinar el acceso al medio; Un BSS utiliza un modo de infraestructura que necesita un AP; todas las estaciones se comunican a través del AP, no se comunican directamente por cuanto todo BSS tiene un identificador de conjunto de conjunto de servicio (SSID service set ID), y el área de cobertura de un BSS se lo llama área de servicios básicos (BSA, Basic Service Area).

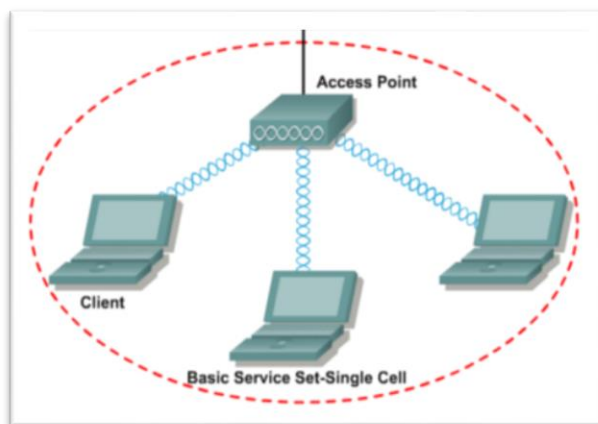


Figura 9. Conjunto de Servicios Básicos (BSS)

2.8 Topología de red

La forma en que puede estar diseñada una red inalámbrica en el plano físico o lógico puede ser:

2.8.1 Topología ad hoc

Es una red temporal en donde las estaciones se comunican entre ellas y para ello es necesario que se encuentren dentro del enlace de radio (IBSS, Independent Basic Service Set).

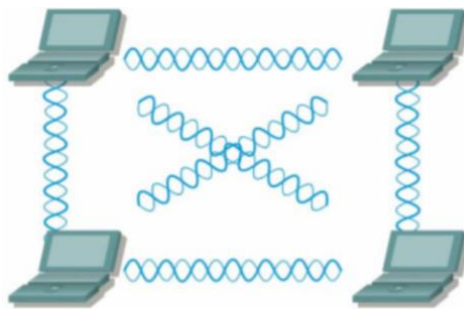


Figura 10. Topología ad hoc

2.8.2 Topología infraestructura (ESS, Extended Service Set)

Está definido como dos o más BSS conectados por un DS común y al configurar todos los AP en el ESS con el mismo SSID, que sirve como nombre de red para los usuarios del servicio, lo cual permite crear una red de mayor cobertura; al igual que un BSS, los paquetes de un ESS deben pasar por uno de los AP.

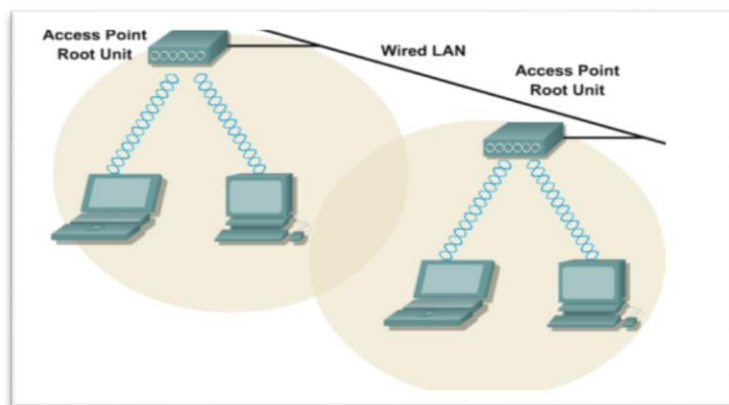


Figura 11. Topología Infraestructura

2.8.3 Itinerancia (roaming)

Se constituye en un proceso o capacidad de un cliente inalámbrico de moverse de un BSS a otro sin perder la conectividad con la red. Los AP pasan el cliente de uno a otro, un proceso que es invisible para el usuario.

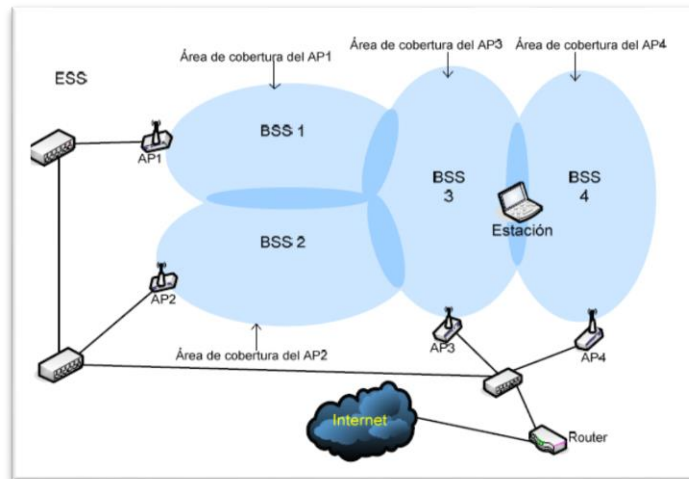


Figura 12. Esquema de un Conjunto de Servicio Extendido (ESS)

2.9 Modelo de Referencia y Arquitectura

El modelo de referencia utilizado en el estándar IEEE 802.11 es el OSI (Open System Interconnection).

El estándar 802.11 se responsabiliza de la subcapa MAC y la capa física; ya que un requisito importante de este estándar es que una red 802.11 debe aparecer a las capas superiores como una LAN 802 cualquiera.

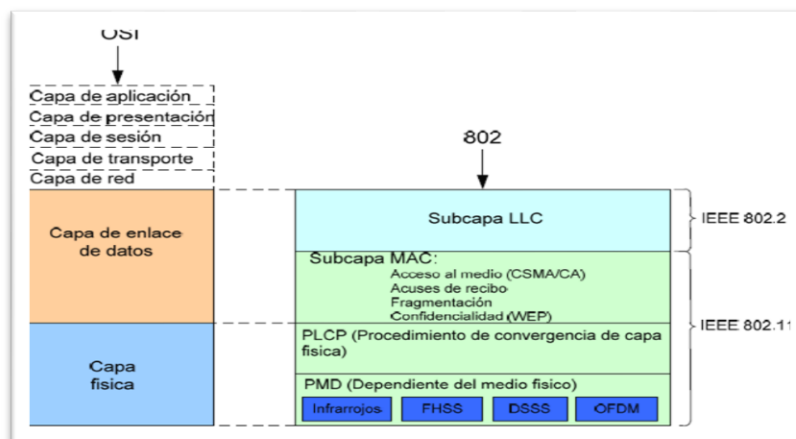


Figura 13. Capas de IEEE 802.11

2.10 Descripción de las Capas del Estándar IEEE 802.11

La arquitectura del estándar 802.11 posee especificaciones definidas por la IEEE para todos los estándares de la familia 802.11 como podemos observar en la Figura 8, los cuales se encuentran abarcando la capa física y la subcapa de acceso al medio que se encuentra en la capa de enlace del modelo OSI.

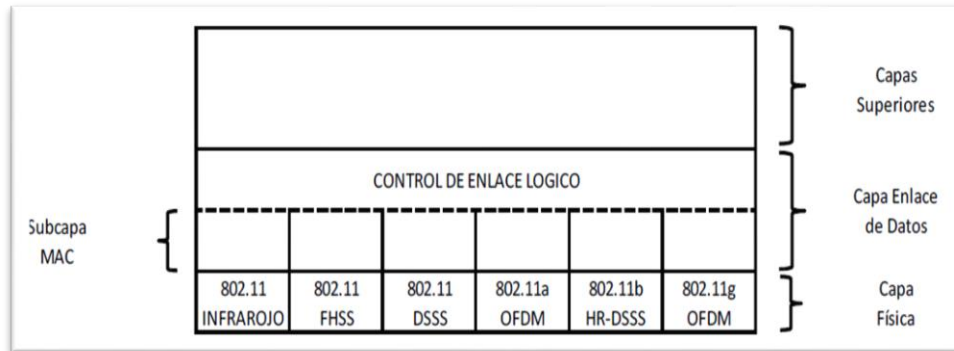


Figura 14. Especificaciones para los Estándar 802.11

2.11 Capa Física

En la capa física se lleva a cabo las funciones de detección de portadora, transmisión y recepción; se divide en dos sub capas:

- La Physical Layer Convergente Procedure (PLCP)
- Physical Medium Dependent (PMD)

En el emisor, se introduce la trama MAC a transferir en la cola. A ésta se le añade un preámbulo y una cola, se codifica y se envía a la línea de transmisión, para ser emitida. En la recepción, la señal recibida se filtra para minimizar el ruido, se decodifica y se almacena en la trama.

2.12 Sub Capa Mac

La sub capa MAC, determina la forma en que se asigna el canal, es decir a quién le toca transmitir. Por cuanto el protocolo de la subcapa MAC para el estándar IEEE 802.11 es muy diferente al de Ethernet, debido a la complejidad que presenta el entorno inalámbrico en comparación con el de un sistema cableado; el estándar 802.11 no utiliza CSMA/CD (acceso múltiple con detección de portada y detección de colisiones, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) sino que hace uso de CSMA/CA (Acceso múltiple con

detección de portada y evasión de colisiones, Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), que se denomina DCF(Función de coordinación distribuida, Distributed coordination Function) y PCF(Función de coordinación puntual, Point Coordination Function).

2.13 Servicios

El estándar IEEE 802.11 no especifica la implementación del sistema de distribución (DS), pero se especifica los servicios que debe prestar y son utilizados por la subcapa MAC IEEE 802.11.

Esta capa provee de los siguientes servicios a las capas superiores del modelo OSI:

2.13.1 Servicios de datos asincrónicos.

Este servicio permite a las entidades LLC vecinas intercambiar MSDU (unidades de datos de servicio MAC, MAC Service Data Units), utilizando los servicios proporcionados por la capa física para transportarlos a otras entidades pares MAC, donde es entregada al LLC vecino. El transporte de MSDUs es no orientado a conexión y utiliza el concepto de mejor esfuerzo; es decir que hará lo posible por entregar los paquetes pero no garantiza que estos lleguen a su destino exitosamente.

El transporte por difusión (broadcast) o multidifusión (multicast) es parte del servicio de datos asincrónicos proporcionados por la subcapa MAC. A causa de esta característica del medio inalámbrico, la difusión y la multidifusión de MSDUs podría experimentar una reducción en la calidad de servicio en comparación con la unidifusión (unicast) de MSDUs. Todas las estaciones soportan el servicio de datos asincrónicos.

2.13.2 Servicios de Seguridad

La IEEE 802.11 provee seguridad a través de la autenticación y encriptación en la topología ad-hoc o modo de servicio extendido de la red, la autenticación puede ser un sistema abierto o una llave compartida. Una estación de la red que recibe una demanda puede conceder la autenticación a cualquier requerimiento o sólo a esas estaciones en una lista definida. En un sistema de

clave compartida, únicamente aquellas estaciones en una lista definida que posee una clave encriptada reciben autenticación.

La IEEE 802.11 especifica una capacidad de encriptación opcional llamada Wired Equivalent Privacy, Privacidad Equivalente Alamburada (WEP), establece una seguridad conmensurable a las redes alambradas WEP emplea el algoritmo RC4, la cual encripta las transmisiones que van por el aire.

2.13.3 Ordenamiento MSDU

Los servicios suministrados por la subcapa MAC permiten y en ciertos casos requiere el reordenamiento de las MSDUs que se realiza solamente cuando se necesita mejorar la probabilidad de entrega de una manera satisfactoria, basado en el modo operativo “administración de energía” actual de la estación o estaciones receptoras, si un protocolo de capa superior no tolera el reordenamiento de MSDUs se debe utilizar el servicio estrictamente ordenado.

2.13.4 Trasmisión Inalámbrica media

Las WLAN'S emplean radio frecuencia (RF) y vías aéreas electromagnéticas infrarrojas (IR) para transferir datos de punto a punto: La FCC(Comisión Federal de Comunicaciones) y un acuerdo mundial general ponen a un lado las frecuencias de radio que están disponibles para el uso comercial lícito; las bandas Industrial Científica y Médica (ISM) incluyen los 900-MHz, 2.4-GHz y 5-GHz que son utilizados por dispositivos inalámbricos comerciales; los dispositivos que son utilizados en la WLAN son diseñados para operar en la banda de los 2.4 GHz debido a la disponibilidad global y reducida interferencia. Los medios de la trasmisión utilizan una frecuencia portadora, la cual codifica la información en la onda portadora que puede modularse en amplitud, frecuencia y fase o ángulo; que son capaces de transferir los datos por las ondas hertzianas como la mayoría de las tecnologías tomando en cuenta que cada una de ellas tiene su propio beneficio y limitación.

2.14 Radiofrecuencia en WLAN

Muchas comunicaciones de WLAN ocurren dentro de la banda de 2,4 GHz comprendido en un rango de 2,402 a 2,483 GHz; mientras que otras utilizan una banda de 5 GHz, en un rango de 5,150 a 5,825 Ghz.

En Europa se permite el uso de 13 canales en la banda de 2,4 GHz, aunque solo es posible elegir tres de ellos de manera que no se solapen ejm(los canales 1,6 y11); esta es una limitación para despliegues muy densos, ya que el rendimiento de la red se ve disminuido en condiciones en las que hay interferencias conforme lo podemos observar en la figura Nro 15.

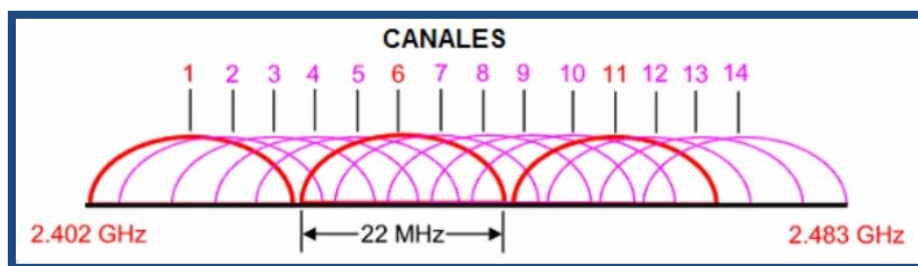


Figura 15. Gráfica de Canales de Frecuencia en la banda 2,4 GHz

El principio de la modulación WLAN es: empaquetar tantos datos como sea posible dentro de una señal y de esa manera minimizar las posibles pérdidas por interferencias o ruidos. Cuando los datos se pierden deben ser retransmitidos utilizando más recursos. (Ariganello, 2011)

Aunque el receptor espera encontrar la portadora en una frecuencia fija, la modulación hace que la portadora varíe cada cierto tiempo. Esta variación de la frecuencia de la portadora se llama canal, a la que se hace referencia con un tipo de numeración; los mismos que están definidos por el estándar 802.11.

Las características de una señal de RF pueden variar según el medio que atraviesa, por interferencias electromagnéticas, ruido, señales de otras RF, teléfonos inalámbricos, microondas etc. Algunas causas son las siguientes.

- **Reflexión:** La RF viaja a través del aire como una onda, si se encontrase con un materia refractivo la señal puede ser reflejado o rebotada.
- **Refracción:** Cuando la señal RF atraviesa cuerpos de diferentes densidades puede ser refractada, reduciendo la calidad y la velocidad de la onda.

- **Absorción:** Cuando una señal de RF atraviesa un material que pueda absorber su energía la señal será atenuada; cuanto más denso sea el material más atenuación sufrirá la señal.
- **Dispersión:** Cuando la señal RF se topa con un medio muy denso o irregular puede dispersarse en diferentes direcciones.
- **Difracción:** Cuando la señal de RF se topa con un objeto que puede interrumpir o absorber intensidad podría crear una zona muerta en la cobertura.
- **Zonas de Fresnel:** Uno de los factores que influyen en una señal de radio es la distancia que debe sortear hasta el destino. La zona de fresnel se constituye en el volumen de espacio entre emisor y receptor de RF, de manera que el desfase entre las ondas en dicho volumen no supere los 180° .

2.15 Técnicas de Modulación

2.15.1 Sistemas de Banda Ancha: Espectro Extendido

Esta técnica permite transmitir señales analógicas como digitales, utilizando una señal analógica, consistiendo en expandir la información de la señal sobre un ancho de banda.

Existen dos tipos de espectro extendido.

2.15.2 Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

FHSS(espectro esparcido por salto de frecuencia), como técnica de espectro expandido que utiliza la agilidad de la frecuencia para distribuir los datos a través de más de 83MHz de espectro en este esquema la señal, se emite sobre una serie de radio frecuencias aparentemente aleatorias. El receptor captará el mensaje saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor. Los receptores no autorizados escucharán una señal inentendible.

FHSS mitiga los efectos de interferencia atando la señal de datos de transporte a la señal portadora. La cual modula saltos como una función del tiempo de la frecuencia a la próxima a través de la banda; cada transmisor-receptor está programado con un código hopping que define el rango de frecuencias usadas.

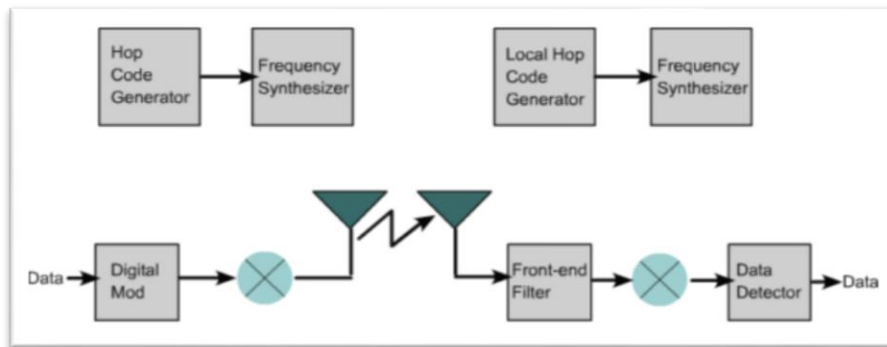


Figura 16. Diagrama de Bloque FHSS

2.15.3 Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

DSSS (Espectro esparcido por secuencia directa); el concepto de este sistema era el uso de todo el canal para producir un único canal rápido de 860 Kbps; En este esquema, cada bit de la señal original se representa mediante varios bits de la señal transmitida, denominándole a este procedimiento código de compartición; DSSS es un patrón de bit redundante en cada bit que está siendo transferido, los bits insertados son referidos como un chip o un código chipping. Por la inclusión de un chip, un receptor está habilitado para tener rutinas de recuperación de datos en señales basadas en análisis estáticos, un gran número de bits en el código resulta en una señal que es menos probable a ser negativamente afectada por la interferencia; como eso incrementa el tamaño de la señal DSSS requiere más ancho de banda para operar, generalmente usando tres frecuencias no-solapadas, para comunicarse. La capacidad de corrección de errores previene al DSSS de la necesidad de retransmitir datos que pueden haber sido dañados mientras se enrutan.

Dos esquemas son utilizados por 802.11b para extender el espectro de una sola portadora. CCK (Código complementario Keying) en cuál es obligatorio, mientras que PBCC (Packet Binaty Convolutional Coding), que se puede añadir como una opción para la agilidad del canal

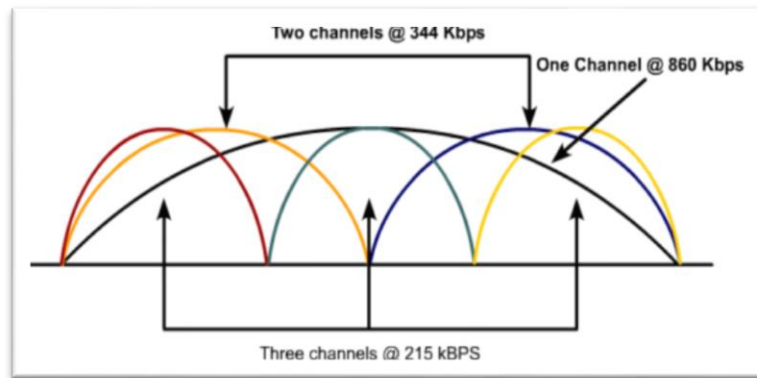


Figura 17. Tres canales a 215 kbps y dos canales a 344 Kbps

2.15.4 Multiplexado por División de Frecuencia (OFDM)

Su funcionamiento radica en dividir una portadora de datos de alta velocidad en varias subportadoras de más baja velocidad y que luego se transmiten en paralelo; cada portadora de alta velocidad tiene 20MHz de amplitud y se divide en 52 subcanales, cada uno aproximadamente de 300 Khz; OFDM utiliza 48 subcanales para datos, mientras que los 4 restantes se utilizan para la corrección de errores. En cuanto El multiplexado por división de frecuencia ortogonal codificado (COFDM) proporciona velocidades de datos más elevadas y un alto grado de recuperación de la reflexión multirruta, gracias a su sistema de codificación y corrección de errores.

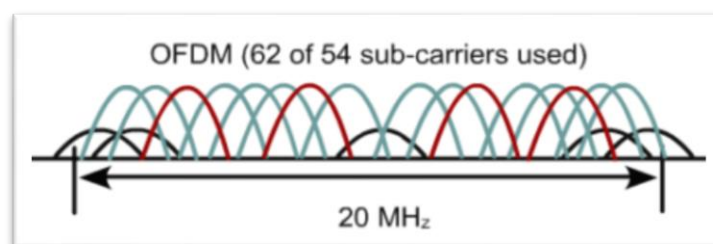


Figura 18. Canales espaciados a distancias menores

Por tanto algunos beneficios de OFDM son:

- Alta eficiencia Espectral
- Resistencia a la interferencia de otras señales de RF
- Baja distorsión por multirrayectoria.

Son estas las razones por lo que es una técnica muy usada en comunicaciones inalámbricas ya que proporciona mayor robustez al sistema en contra del ruido y la degradación de la señal por multitrayectoria; cómo podemos observar en la figura 19 un mayor número de canales y niveles de potencia.

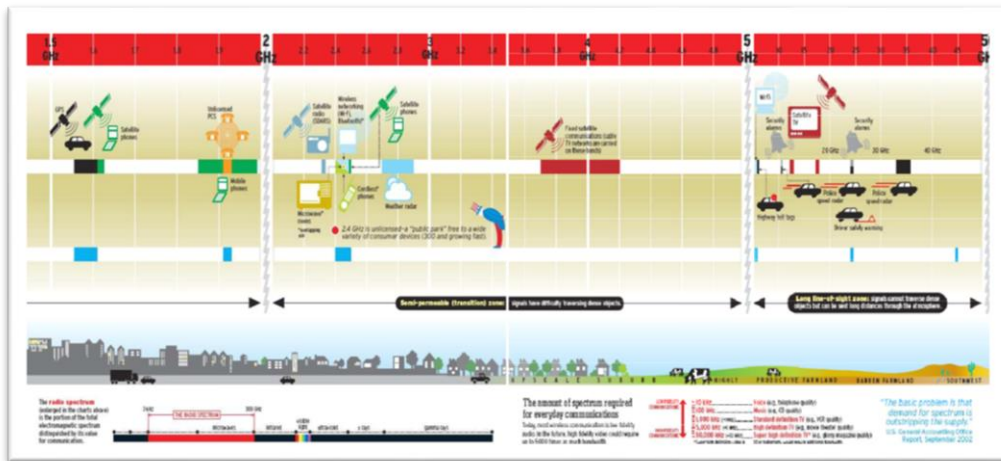


Figura 19. Uso del espectro electromagnético entre 2 y 5 GHz. (Flores, 2009)

2.15.5 Acceso múltiple al medio compartido

Las diversas estaciones que buscan transmitir pueden hacerlo simultáneamente, sin colisiones, mientras utilicen sus frecuencias de portadora asignadas y se siga las reglas de potencia e interferencia. Los receptores deben sintonizar la frecuencia portadora, para obtener broadcasts de una estación específica.

En las redes telefónicas existen tres técnicas que se han utilizado para compartir las ondas por aire.

- TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo).- Cada dispositivo puede utilizar todo el espectro disponible en la célula, pero solo durante un periodo breve.
- FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia).- Cada dispositivo puede utilizar una porción del espectro disponible, durante tanto tiempo como lo necesite el dispositivo mientras se encuentra en la célula.
- CDMA (Acceso Múltiple por División de Código).- Es una técnica que combina la dos anteriores; se constituye en un sistema más avanzado y el que conduce a las tecnologías inalámbricas móviles de Tercera Generación (3G).

2.15.6 (CSMA/CA) Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Colisión Evitable.

Es muy similar a muchos aspectos a CSMA/CD en Ethernet; el protocolo CSMA/CA está diseñado para reducir la probabilidad de colisiones entre múltiples dispositivos que acceden a un medio, este método utiliza un mecanismo de detección de portadora tanto físico como virtual.

El intercambio de frames RTS y CTS anterior al frame de datos real es una forma de distribuir esta información de reserva del medio. Los frames RTS y CTS contienen un campo de duración que define el periodo durante el cual es necesario el medio, para transmitir el frame de datos real, el frame ACK que regresa y todos los espacios entre frames (IFSs)

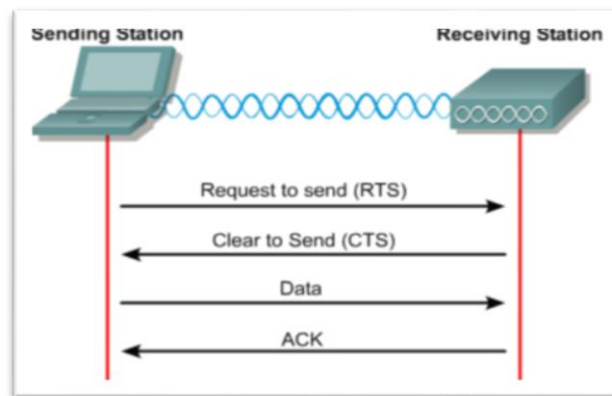


Figura 20. Función de Coordinación Distribuida (DCF)

La tecnología inalámbrica de banda ancha revolucionará la vida de los usuarios permitiendo conectarse directamente con las personas y la información relevantes mediante una conexión a alta velocidad desde cualquier parte. Intel cree que las tecnologías inalámbricas como 3G, Wi-Fi, WiMAX y UWB coexistirán funcionando de forma sinérgica para cubrir las necesidades de los usuarios. Es probable que ninguna de las tecnologías inalámbricas de banda ancha llegue a dominar ni a estar omnipresente.

2.16 Calidad de Servicio

La Calidad de Servicio (QoS) es considerada como el rendimiento de extremo a extremo de los servicios de telecomunicaciones tal como lo percibe el usuario

final. Generalmente, el término se refiere a las condiciones dentro de la red que permitirá la entrega de servicios de baja redundancia con mínima degradación.

Entre los parámetros de QoS tenemos:

- Control de velocidad de transmisión, específicamente la velocidad mínima.
- Control de retardo total o latencia.
- Control de la variación de retardo, conocido como jitter.
- Control de la pérdida de paquetes o tasa de bits errados.

Una red debe garantizar que puede ofrecer un cierto nivel de calidad de servicio para un nivel de tráfico que sigue un conjunto especificado de parámetros.

- **Parámetros de QoS**

A continuación se presentarán cada uno de los parámetros que definen los servicios en la QoS que la administración de los dispositivos puede ofrecer.

2.17 Velocidad de Trasmisión

La velocidad de transmisión es también conocida como rendimiento o throughput, es el número de bits por segundo en una red digital. Este es un parámetro muy importante en la entrega de servicios de telecomunicaciones especialmente en aplicaciones como video de alta resolución en donde se requiere el procesamiento de gran cantidad de información en forma continua.

2.18 Latencia

La latencia o retardo es particularmente importante en aplicaciones interactivas tales como telefonía, video conferencia, juegos y educación a distancia. La latencia es importante en la transmisión de protocolos que requieren acuses de recibo (acknowledgments) frecuentes. La latencia puede ser significativa cuando un paquete tiene que pasar a través de una gran cantidad de conmutadores o ruteadores, también cuando los servicios se basan en satélites geosincrónicos en donde el retardo total puede alcanzar una fracción de segundo.

2.19 Jitter

La variación del retardo, conocida como jitter es característica de una red conmutada de paquetes y se presenta cuando el tiempo requerido para que un paquete transite por la red varía de un momento a otro, el jitter puede ser cambiado por retardo almacenando los paquetes en un buffer y luego transmitiéndolos con intervalos de tiempo iguales entre ellos.

2.20 Paquetes perdidos o Tasa de Bits Errados

Los paquetes perdidos representan la incapacidad de una red para entregar todos los paquetes transmitidos hacia el receptor, en redes inalámbricas la incidencia de paquetes perdidos tiende ser mayor que las redes alámbricas debido a la fluctuación de niveles de interferencia, repentino desvanecimiento a causas de múltiples trayectorias y atenuación variable de la señal debido a las condiciones variables del clima.

Algunos protocolos chequean la integridad de los datos en el receptor y en el caso de una severa pérdida de paquetes pide la retransmisión.

En datos de multimedia la pérdida de paquetes tiene menos importancia que en datos de texto debido los seres humanos pueden entender transmisiones de imágenes y audio debido a la mucha redundancia que tienen, pero en el caso de texto, la pérdida o la distorsión de símbolos individuales puede ser crítica para entender el texto.

2.21 Ámbito de la Red

2.21.1 Red de Transporte

Una red es un conjunto de recursos interconectados entre sí que, gestionados de algún modo, interaccionan para satisfacer las necesidades de los usuarios que la utilizan. Las redes de transporte son redes de muy alta capacidad dedicadas al transporte de grandes cantidades de información. A estos niveles, el tipo de información es transparente para la red, es decir, el transporte es independiente de la naturaleza del tipo de tráfico. En este sentido, el medio de transmisión utilizado suele ser la fibra óptica por su gran ancho de banda y sus prestaciones en cuanto a disponibilidad y fiabilidad. Sin embargo, es posible hacer usos de enlaces vía radio, en la banda de microondas.

2.21.2 Red de distribución

Se constituye en el enlace entre la red de transporte y la red de acceso está conformada principalmente por equipos de capa 2 como los switch's quienes soportan y garantizan la comunicación a nivel de la red; permitiendo y administrando el acceso a través de las diferentes interfaces del dispositivo de la red.

2.21.3 Red de Acceso

Hace referencia aquella parte de la red de comunicaciones que se encarga de conectar a los usuarios finales con algún proveedor de servicios y se constituye como complemento al núcleo de la red; de acuerdo a los protocolos utilizados esta parte de la red se la puede subdividir en red de distribución/agregación o red de último kilómetro; se pueden identificar dos tipos de redes de acceso:

- Acceso por cable
- Acceso inalámbrico

2.22 Wi-Fi

Las redes locales inalámbricas (por sus siglas en inglés WLAN) disponen de un alcance más amplio que las WPAN, normalmente se ubican en edificios en oficinas, universidades, aeropuertos, centros comerciales, tiendas, casas, etc. Las WLAN van ganando popularidad, alimentada en parte por la disponibilidad de dispositivos optimizados para la informática inalámbrica como la tecnología móvil Intel Centrino.

Hace unos años, Wi-Fi (Wireless Fidelity) empezó a hacerse popular como una tecnología que, al igual que Bluetooth, interconectaba diferentes periféricos al ordenador o a la Palm sin necesidad de cables, aunque a diferencia de éste, tiene un mayor rango de alcance. Entonces era conocida con el poco comercial nombre de 802.11.

Poco después, grupos independientes de universitarios en varias partes del mundo, empezaron a crear sus propias redes alternativas de Wi-Fi, con sus propios y rudimentarios nodos, que les proporcionaban acceso gratuito a Internet, y además, a alta velocidad (11Mbps).

En un principio, la expresión Wi-Fi era utilizada únicamente para los aparatos con tecnología 802.11b, el estándar dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas, de aceptación prácticamente universal, que funciona en una banda de frecuencias de 2,4 GHz y permite la transmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps (aunque la velocidad real de transmisión depende en última instancia del número de usuarios conectados a un punto de acceso). Con el fin de evitar confusiones en la compatibilidad de los aparatos y la interoperabilidad de las redes, el término Wi-Fi se extendió a todos los aparatos provistos con tecnología 802.11 (ya sea 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i, 802.11h, 802.11e, con diferentes frecuencias y velocidades de transmisión)

Existe una marca registrada, Wi-Fi Certified, que concede la Wi-Fi Alliance, una asociación de más de 130 fabricantes y proveedores de aplicaciones, y que garantiza que un producto que incorpore este logo es ínter operable con aparatos de otros fabricantes para trabajar en una red sin cables. Actualmente existen alrededor de 450 aparatos que cuentan con este certificado.

Por lo que se refiere a la distribución de las aplicaciones Wi-Fi, Aberdeen estima que los ordenadores personales (portátiles y de sobremesa) serán el principal destino de las mismas, pero no desestima el impacto que tendrán en teléfonos móviles y PDAs.

Como muestra de las grandes expectativas que se están generando en torno al estándar Wi-Fi, pueden citarse iniciativas como el proyecto Cometa Networks en los Estados Unidos, una alianza constituida por IBM, Intel y AT&T que pretende extender una red de acceso inalámbrico, con 20.000 puntos de acceso en los principales 50 núcleos metropolitanos del país, y que debería comenzar a ser operativa en 2004. Basándose en la tecnología Wi-Fi, el objetivo de Cometa Networks es posibilitar que empresas de telecomunicaciones, ISPs y operadoras inalámbricas y de cable puedan ofrecer a sus clientes acceso inalámbrico y de banda ancha a Internet desde su red de puntos de acceso.

Sin embargo, al día de hoy, Wi-Fi es todavía una tecnología novedosa y que han empezado a utilizar, en hogares o empresas, sólo los pioneros tecnológicos (early-adopters). Antes de consolidarse definitivamente, deberá

resolver una serie de incógnitas que penden en la actualidad sobre su viabilidad:

2.23 Características importantes en la Propagación del Espacio Libre

Entre las características más importantes y factores que inciden al momento de transmitir ondas electromagnéticas por medios no guiados las mismas que influyen en el cálculo del diseño de la red; se mencionan los más importantes que se debe tener en cuenta para un correcto funcionamiento de la red.

2.23.1 FSL Pérdidas en espacio libre

En vista que las señales de RF viajan a través del espacio, esta tiende a atenuarse debido a la distancia existente desde el punto de transmisión inicial hasta el final. Por consiguiente mientras más lejos está del punto de transmisión final, más débil es la señal RF. La pérdida en el espacio libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La atenuación en el espacio libre expresado en decibeles (dB), viene dada por la fórmula.

[1]²

$$FSL (B) = 20\log_{10} d + 20\log_{10} f + k$$

Donde:

d = distancia del radio enlace

f = frecuencia de operación

k = constante que depende de las unidades.

Si expresamos la distancia d en kilómetros y la frecuencia f en GHz la fórmula es:

[2]³

$$FSL (B) = 20\log_{10} d + 20\log_{10} f + 92.4$$

² Formula 1: calcular pérdidas en el espacio libre.

³ Formula 2: calcular pérdidas en el espacio libre expresada la distancia en kilómetros y la frecuencia en GHz

En la figura 21, podemos observar las pérdidas en espacio libre en dB para 2.4 GHz y 5,4 GHz, se puede observar que después de 1.5 km la pérdida se puede ver como “lineal” en dB.

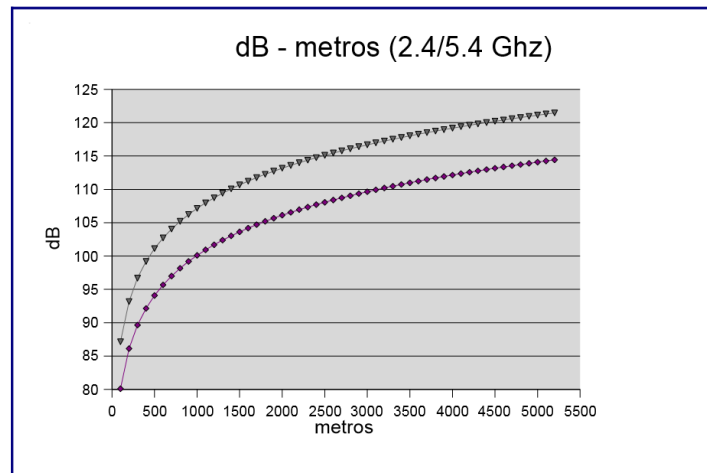


Figura 21. Pérdida en dB en función de la distancia en metros. (Buettrich, 2007)

A continuación podemos verificar en la siguiente tabla valores teóricos de pérdida en dB en función de la distancia en metros.

Distancia Km	2,4 GHz	5,8 Ghz
1	100 dB	108 dB
10	120 dB	128 dB
100	140 dB	148dB

Tabla 2. Pérdida en espacio Libre

2.23.2 Atenuación por lluvia

En los radios enlaces existe también una componente de atenuación debida a la absorción y dispersión por hidrometeoros (lluvia, nieve, granizo); en general, para los cálculos de disponibilidad de radio enlaces sólo es necesario evaluar la atenuación por lluvia excedida durante porcentajes de tiempo pequeños y para frecuencias superiores a unos 6GHz.

La atenuación específica se obtiene a partir de la intensidad de lluvia mediante la ley exponencial. (Radioenlaces., 2011)

[3]⁴

$$Y_R = kR^\alpha$$

La constante k y α dependen de la frecuencia y la polarización. En las curvas de las figuras se presenta los valores de k y α en función de la frecuencia.

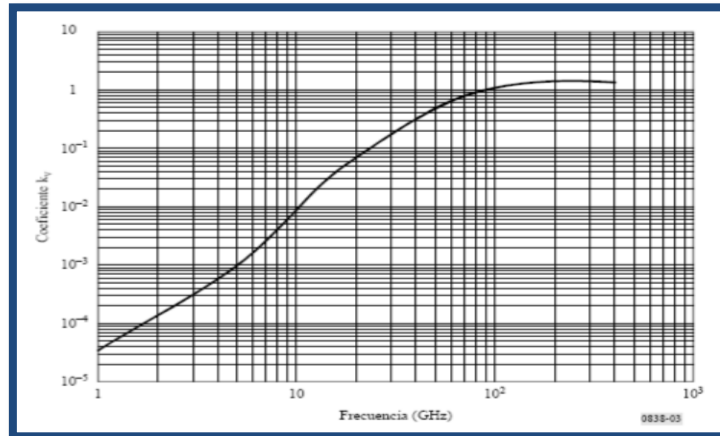


Figura 22. Coeficiente k en función de la frecuencia

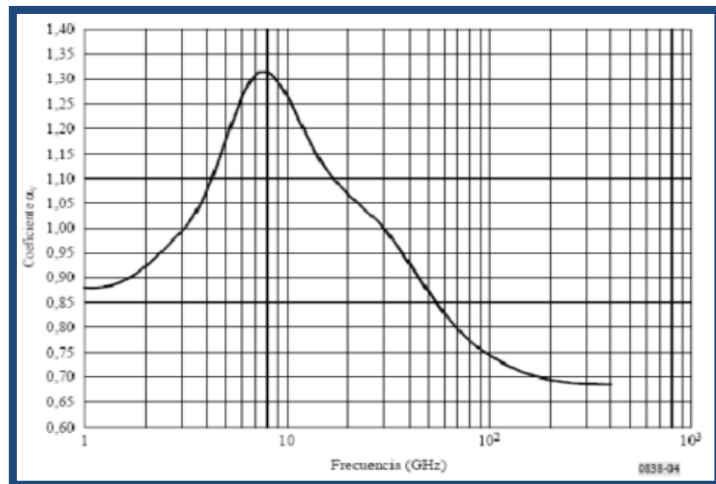


Figura 23. Coeficiente α en función de la frecuencia

2.23.3 Zona de Fresnel

La zona de Fresnel se constituye en una zona de despeje adicional que hay que tener en cuenta ya que afecta de manera directa la propagación de la onda electromagnética (Flickenger, 2007); además de que exista visibilidad entre las

⁴ Fórmula 3: Ley exponencial para calcular la atenuación específica

dos antenas, es necesario que exista despeje de la primera zona de Fresnel. Si existen obstáculos dentro de la primera zona de Fresnel éstos introducirán pérdidas de obstrucción; La figura 24, nos muestra el esquema en que se debe trabajar sobre la zona de Fresnel para obtener mejor rendimiento del enlace.

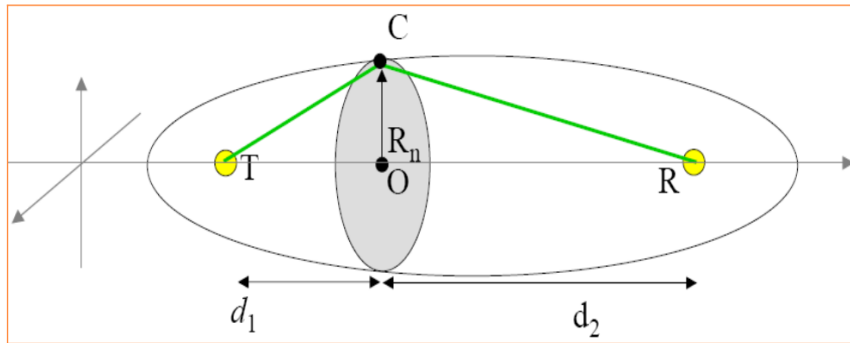


Figura 24. Zona de Fresnel

El óvalo se constituye en la primera zona de Fresnel, es decir para conseguir comunicarnos a una distancia d con una señal portadora de frecuencia f , debemos conseguir que la altura r de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

El cálculo para la primera zona de Fresnel se lo muestra en la formula 4.

[4]⁵

$$r = 17,31 * \sqrt{\frac{d_1 * d_2}{f * D}}$$

Dónde:

d_1 = Distancia en Km desde el transmisor al obstáculo

d_2 = Distancia en km desde el receptor al obstáculo

f = Frecuencia en GHz

d = Distancia total del enlace en Km

⁵ Formula 4: Calcula la Zona de Fresnel.

2.23.4 Margen de Desvanecimiento

Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre la señal puede tener perdida intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal de la trayectoria. Esta variación en la pérdida de la señal se llama desvanecimiento y puede ser por perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; o trayectorias múltiples de trasmisión y a una superficie terrestre irregular. (Perez, 2007)

El margen de desvanecimiento (FM) se define con respecto a un objetivo de calidad, es decir, respecto a un porcentaje máximo de tiempo de interrupción del enlace por cualquier causa en un periodo de tiempo dado.

[5]⁶

$$FM(dB) = 30(d) + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Donde:

FM: Margen de desvanecimiento

d: Distancia del enlace en Km

A: Factor de rugosidad del terreno

4 = sobre agua o terreno muy liso

1 = sobre un terreno promedio

0.25 = sobre un terreno muy áspero y montañoso

B: Factor climático

0.5 = para áreas cálidas y húmedas

0.25 = para áreas continentales promedio

0.125 = para áreas muy secas y montañosas

f: Frecuencia de trabajo en GHz

R: Confiabilidad en decimales.

Para que el radio enlace cumpla con el objetivo de calidad se debe cumplir con la siguiente condición:

⁶ Fórmula 5: Calcula el margen de desvanecimiento

$$M_{u \geq FM}$$

2.23.5 Línea de vista

Conocido como LOS (line of Sight, línea de vista), su término se refiere a un enlace que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculos entre ambas.

La línea de vista cercana NLOS, el cual describe un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la señal. Los obstáculos que pueden obstaculizar la línea de vista incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras.

El término sin línea de vista, el cual indica que el radio completo de la zona de Fresnel está bloqueado en un radio enlace.

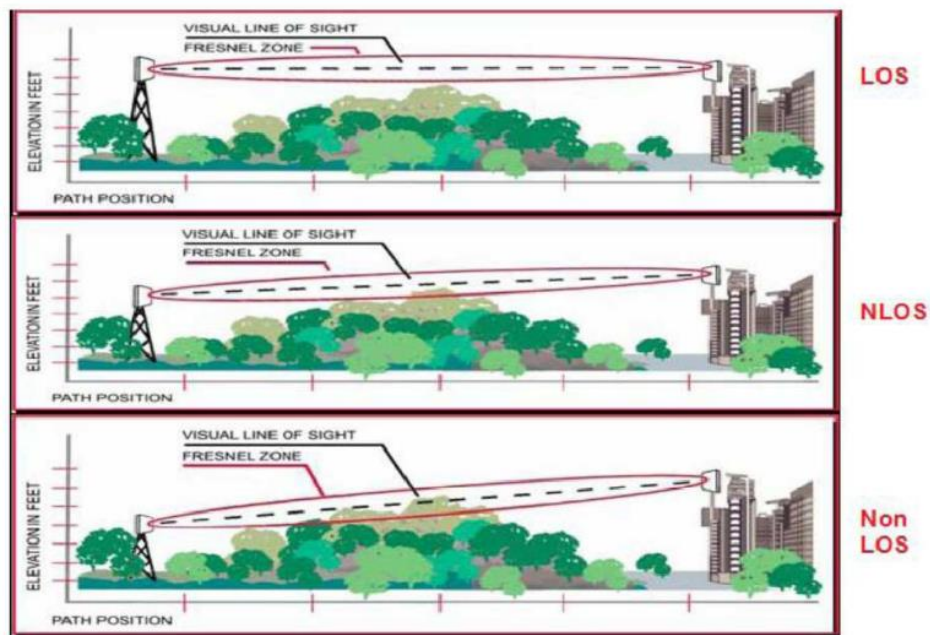


Figura 25. Esquema de línea de vista para enlaces

2.23.6 Multitrayectoria

Una onda de radio puede llegar al receptor a través de múltiples trayectorias por reflexión. Los retrasos, la interferencia y la modificación parcial de las señales pueden causar problemas en la recepción. Sin embargo, los efectos de trayectoria múltiple no son todos malos y a veces es posible aprovecharlos

para superar los límites de la línea de vista cuando se dispone de suficiente potencia.

Un enlace sin línea de vista puede ser posible con tecnologías inalámbricas suficientemente robustas frente a los efectos de trayectoria múltiple, que permitan contribuir a la transmisión de señales.

2.23.7 Magnitudes Adimensionales

Los decibelios (dB) son una medida de “cociente” entre dos cantidades y es una magnitud adimensional. Por lo tanto, diferentes tipos de magnitudes en decibelios pueden ser sumadas y restadas manteniendo resultados adimensionales.

- dB(decibelio): Se usa para medir pérdidas en cables y conectores. La pérdida o ganancia de potencia de un dispositivo, expresada en decibelios viene dada por la fórmula.

[6]⁷

$$P_{db} = 10 \log \frac{P_s}{P_E}$$

Donde:

P_E = Potencia de entrada en watts

P_s = Potencia de salida en watts

Si hay ganancia de señal (amplificación) la cifra en decibelios será positiva, mientras que si hay pérdida (atenuación) será negativa.

- dBm: El dBm indica la cantidad de potencia referente a 1 mW, la potencia de transmisión se expresa normalmente en (dBm).

$$P_{dbm} = 10 \log \frac{P}{1_{mW}}$$

Donde:

⁷ Fórmula 6: Mide la pérdida en cables y conectores

$P = \text{potencia en Watts}$

$1\text{mW} = 1 \times 10^{-3} \text{ Watts}$

- **dBi(decibelio isotrópico):** utilizado para representar la ganancia en dB de una antena comparada con una antena de referencia del tipo ficticia denominada isotrópica que distribuye la energía en todas las direcciones.

Para realizar la conversión entre dB y dBi y viceversa, se tiene la siguiente expresión:

$$\text{dB} = \text{dBi} - 2.14$$

$$\text{dBi} = \text{dB} + 2.14$$

2.23.8 Mínimo nivel de señal recibida

La sensibilidad del receptor (RSL, Received Signal Level) y se expresa en dBm negativos (-dBm) y es el nivel más bajo de señal que la red inalámbrica puede aceptar. El RSL mínimo depende de la tasa de transmisión y como regla general a la tasa más baja (1 Mbps) tiene mayor sensibilidad.

En lo general este margen es la cantidad de señal por encima de la sensibilidad del radio que debe ser recibida para asegurar un enlace estable y de buena calidad durante malas situaciones climáticas y otras anomalías atmosféricas.

2.23.9 Sensibilidad del receptor

La sensibilidad de un receptor identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar/extraer "bits lógicos" y alcanzar una cierta tasa de bits. Cuando más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción de radio.

- **Seguridad:** una de las mayores tareas pendientes, a la espera de estándares que garanticen la seguridad de las transmisiones inalámbricas.
- **Provecho:** mejorar la experiencia del usuario final, incidir en las ventajas o aplicaciones para éste, conseguir en definitiva que la tecnología se convierta en un comodín.

- **Flexibilidad:** dado el gran número de aplicaciones y tecnologías emergentes, el usuario final debe contar con la posibilidad de actualizar ambas, de modo que pueda planear a medio y largo plazo, más que limitarse a las necesidades inmediatas.
- **Educación:** actualmente, la Wi-Fi Alliance ejerce el papel de principal difusor de las tecnologías inalámbricas y valedor de sus ventajas. A medida que el mercado crezca y se segmente, así como las necesidades particulares del usuario final, otros agentes deberán hacerse cargo de este papel o colaborar en la tarea.

2.24 WIMAX

WiMax (World Wide Interoperability for Microwave Access) corresponde al estándar 802.16a, un estándar inalámbrico aprobado en enero de 2003 en el WiMax Forum, formado por un grupo de 67 compañías, que ofrece un mayor ancho de banda y alcance que la familia de estándares WiFi, compuesta por el 802.11a, 802.11b y 802.11g.

La emergente tecnología WiMAX (802.16d hoy día y 802.16e en un futuro próximo) permitirán mayor movilidad y reducirán la dependencia de las conexiones con cable.

WiMAX, como tecnología inalámbrica basada en estándares que proporciona conexiones de banda ancha y alta velocidad a largas distancias. WiMAX se puede utilizar para una serie de aplicaciones, como conexiones de banda ancha de "última milla" o bucle de abonado, hotspots y transmisión inalámbrica al punto central, y conectividad de alta velocidad para empresas.

2.24.1 Ventajas que tiene WiMax con respecto a WiFi

La diferencia entre estas dos tecnologías inalámbricas son su alcance y ancho de banda. Mientras que WiFi está pensado para oficinas o dar cobertura a zonas relativamente pequeñas, WiMax ofrece tasas de transferencia de 70mbps a distancias de hasta 50 kilómetros de una estación base. Por comparación, la tasa de transferencia de WiFi es de 11mbps y la distancia de hasta 350 metros en zonas abiertas.

Esta tecnología de acceso transforma las señales de voz y datos en ondas de radio dentro de la citada banda de frecuencias. Está basada en OFDM, y con 256 subportadoras puede cubrir un área de 48 kilómetros permitiendo la conexión sin línea vista, es decir, con obstáculos interpuestos, con capacidad para transmitir datos a una tasa de hasta 75 Mbps con una eficiencia espectral de 5.0 bps/Hz y dará soporte para miles de usuarios con una escalabilidad de canales de 1,5 MHz a 20 MHz. Este estándar soporta niveles de servicio (SLAs) y calidad de servicio (QoS).

WiMAX se sitúa en un rango intermedio de cobertura entre las demás tecnologías de acceso de corto alcance y ofrece velocidades de banda ancha para un área metropolitana.

En diciembre de 2005, el IEEE aprobó el estándar del WiMAX MÓVIL, el 802.16e, que permite utilizar este sistema de comunicaciones inalámbricas con terminales en movimiento.

2.24.2 Características del estándar 802.16 (Wimax)

El estándar IEEE 802.16 hace referencia a un sistema BWA (Broadband Wireless Access) de alta tasa de transmisión de datos y largo alcance (hasta 50 km), escalable, y que permite trabajar en bandas del espectro tanto licenciado como no licenciado. El servicio, tanto móvil como fijo, se proporciona empleando antenas sectoriales tradicionales o bien antenas adaptativas con modulaciones flexibles que permiten intercambiar ancho de banda por alcance.

	802.16	802.16^a	802.16e
Espectro	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Funcionamiento	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
Tasa de bit	32 - 134 Mbit/s con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbit/s con canales de 5 MHz
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
Movilidad	Sistema fijo	Sistema fijo	Sistema fijo
Anchos de banda	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de

			subida para ahorrar potencia
Radio de celda típico	2 - 5 km aprox.	5 - 10 km aprox.	2 - 5 km aprox.

Tabla 3. Características de estándar 802.16 Wimax

2.24.3 Características

El estándar 802.16 puede alcanzar una velocidad de comunicación de más de 100 Mbit/s en un canal con un ancho de banda de 28 MHz (en la banda de 10 a 66 GHz), mientras que el 802.16a puede llegar a los 70 Mbit/s, operando en un rango de frecuencias más bajo (<11 GHz). Es un claro competidor de LMDS.

2.24.4 Aplicaciones.

Las primeras versiones de WiMAX están pensadas para comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radio enlaces por microondas. Las próximas ofrecerán total movilidad, por lo que competirán con las redes celulares.

Así, WiMAX puede resultar muy adecuado para unir hot spots Wi-Fi a las redes de los operadores, sin necesidad de establecer un enlace fijo. El equipamiento Wi-Fi es relativamente barato pero un enlace E1 o DSL resulta caro y a veces no se puede desplegar, por lo que la alternativa radio parece muy razonable. WiMAX extiende el alcance de Wi-Fi y provee una seria alternativa o complemento a las redes 3G, según como se mire.

Para las empresas, es una alternativa a contemplar, ya que el coste puede ser hasta 10 veces menor que en el caso de emplear un enlace E1 o T1. De momento no se habla de WiMAX para el acceso residencial, pero en un futuro podría ser una realidad, sustituyendo con enorme ventaja a las conexiones ADSL, o de cable, y haciendo que la verdadera revolución de la banda ancha llegue a todos los hogares.

Otra de sus aplicaciones encaja en ofrecer servicios a zonas rurales de difícil acceso, a las que no llegan las redes cableadas. Es una tecnología muy adecuada para establecer radio enlaces, dado su gran alcance y alta capacidad, a un costo muy competitivo frente a otras alternativas.

Hay que identificar que la instalación de estaciones base WiMAX es sencilla y económica, utilizando un hardware que llegará a ser estándar, por lo que por los operadores móviles puede ser visto como una amenaza, pero también, es una manera fácil de extender sus redes y entrar en un nuevo negocio en el que ahora no están, lo que se presenta como una oportunidad.

2.25 La Fibra óptica

La fibra óptica (FO) como medio físico de transporte de información, se constituye en el eje central de la topología física del proyecto; estos filamentos de cristal, cuyo grosor es inferior al de un pelo humano, fueron diseñados para transportar grandes cantidades de datos a grandes distancias los mismos que se transmiten a través de rayos de luz; para que se dé una transmisión utilizando (FO), se necesita que a los extremos de ésta exista dispositivos eléctricos que de un lado envíen la información en forma de rayos de luz, y del otro lado haya un interpretador de esta información que reciba y decodifique la señal; utilizaremos sistemas WDM cuya tecnología se adapta a la gran diversidad de clientes, servicios y protocolos.

2.25.1 Cable de Fibra Óptica Monomodo-UIT-T G.652D

Las fibras ópticas con las que se fabrican los cables ópticos monomodo son por norma general, fibras monomodo, de dispersión normal, optimizadas para segunda y tercera ventana, cumpliendo la Recomendación UIT-T G.652D, cuyas principales características se muestran a continuación.

Esta Recomendación se aplica a las fibras que tienen un campo modal nominalmente circular. Nos podemos encontrar con otro tipo de fibras G.655, G657, etc, que cubren necesidades concretas y específicas dentro de la red de fibra, ya sea por tema de transporte o de requerimientos de instalación de la propia instalación, (radios de curvatura,etc).

Es un tipo de fibra en la que solo se propaga un modo de luz. Se consigue reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño 8,3 a 10µm, con lo cual permite un solo modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra óptica. Permite alcanzar grandes distancias, aproximadamente 100km mediante un láser de alta intensidad y transmitir elevadas tasas de

información alrededor de GB/s. Esta es más sensible a los empalmes, soldaduras y conectores, las fibras y los componentes de éstas son de mayor costo que los de las fibras multimodo.

- **Diámetro del campo nodal**

El valor nominal del diámetro del campo modal a 1310 nm estará en la gama de 8,6 a 9,5 μm . La desviación del diámetro del campo modal no deberá exceder de $\pm 0,6 \mu\text{m}$. (UIT-T, 2005)

- **Diámetro de revestimiento**

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 125 μm . La desviación del diámetro del revestimiento no debe exceder de $\pm 1 \mu\text{m}$.

- **Error de concentración del campo modal**

El error de concentricidad recomendado, según la ITU-T G.652, para el campo modal a 1310 nm no debe exceder de 1 μm ; considerando que dicho valor debe ser inferior a 0.8 μm .

El error de concentricidad del campo modal y el error de concentricidad del núcleo, son equivalentes, En general, la desviación del centro del perfil del índice de refracción y el eje del revestimiento representa también el error de concentricidad del campo modal, pero si apareciese alguna diferencia entre el error de concentricidad del campo modal, medido de acuerdo con el método de prueba de referencia (RTM,reference test method), y el error de concentricidad del núcleo, el primero constituirá la referencia.

- **No circularidad del campo modal**

En la práctica, la no circularidad del campo modal de las fibras que tienen campos modales nominalmente circulares es lo suficientemente baja como para que la propagación y los empalmes no se vean afectados.

En consecuencia, no se considera necesario recomendar un valor determinado de no circularidad del campo modal.

En general, no es necesario medir la no circularidad del campo modal con fines de aceptación específica que un valor óptimo de no circularidad del campo modal es aquel que sea menor del 6%.

- **No circularidad del revestimiento**

La no circularidad del revestimiento debe ser inferior al 2%.

- **Longitud de onda de corte**

Pueden distinguirse tres tipos útiles de longitudes de onda de corte: (UIT-T, 2005)

- a) Longitud de onda de corte de cable, λ_{cc} ;
- b) Longitud de onda de corte de la fibra, λ_c ;
- c) Longitud de onda de corte de cable puente, λ_{cj}

La correlación de los valores medidos de λ_c y λ_{cc} depende del diseño específico de la fibra y del cable, así como de las condiciones de prueba. Aunque en general $\lambda_{cc} < \lambda_c$ no puede establecerse fácilmente una relación cuantitativa. Es de suma importancia garantizar la transmisión monomodo en el largo mínimo de cable entre empalmes a la longitud de onda de funcionamiento mínima del sistema. Esto puede conseguirse recomendando que la máxima longitud de onda de corte λ_{cc} de una fibra monomodo cableada sea 1260 ó 1270 nm.

2.25.2 Características Geométricas de la fibra monomodo

- **Materiales de la fibra**

Deben indicarse las sustancias que intervienen en la composición de las fibras.

- **Materiales Protectores**

Deben indicarse las propiedades físicas y químicas del material utilizado para el recubrimiento primario de la fibra y la mejor manera de retirarlo (si es necesario).

2.25.2 Especificaciones de transmisión de las fibras

Las condiciones ambientales y de prueba son de gran importancia, y se describen en las directrices sobre métodos de prueba ITU-T G.650.

- **Coefficiente de atenuación**

El coeficiente de atenuación se especifica con un valor máximo para una o más longitudes de onda en las regiones de 1310 nm y 1550 nm. Los valores del coeficiente de atenuación del cable de fibra óptica no deben exceder los valores siguientes:

Tipo de fibra	Longitud de onda	Atenuación máxima	Valor típico de mercado
G.652D	1.310 nm	0.4 db/Km	0.36 db/Km
G.652D	1.550 nm	0.3 dB/Km	0.23 db/Km

Tabla 4 Valores de coeficiente de atenuación en 2ª y 3ª ventana

2.25.3 Recomendación UIT_T G.657

Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso.

En esta Recomendación se describen dos categorías de cables de fibras ópticas monomodo adecuados para su utilización en las redes de acceso, con inclusión del interior de los edificios al extremo de esas redes.

Las fibras de la categoría A, son adecuadas para su utilización en las bandas O, E, S, C y L (es decir, a lo largo de la gama de 1260 a 1625 nm). Las fibras y los requisitos en estas categorías son un subconjunto de las fibras G.652.D y tienen las mismas características de transmisión e interconexión.

Las principales mejoras son una menor pérdida por flexión y unas especificaciones dimensionales más estrictas, factores ambos tendientes a mejorar la conectividad.

Las fibras de la categoría B son adecuadas para transmisiones a 1310, 1550 y 1625 nm en distancias limitadas asociadas al transporte de señales dentro de los edificios.

Estas fibras tienen diferentes características de empalme y conexión que las fibras G.652, pero funcionan correctamente a valores de radios de flexión muy bajos.

2.26 Especificaciones de la Fibra Óptica

Determinar el tipo de fibra óptica y composición del cable a utilizar en una instalación depende de varios factores. Es así que es importante conocer:

- Las características del trazado.
- Ubicación de la instalación.
- Exterior, interior o la combinación de ambas.

Tipo de instalación:

- Directamente enterrado.
- Instalación de ductos, microductos, etc.
- En fachada, tendido aéreos, etc.
- Instalación en bandejas, tubos, directamente grapado, etc.

Tipo de canalización.

- Tipo y características de los ductos del prisma.
- Distancia entre arquetas.
- Tamaño de las arquetas.

Radios de curvaturas.

Protecciones adicionales:

- Antirroedores.
- Cazadores.
- Autosoportados.

Las fibras ópticas será monomodo con un relación núcleo/cubierta de 9/125 μ m optimizadas para la transmisión en las longitudes de onda de 2^o (1.310 nm) y 3^a (1.550 nm) ventana.

2.27 Cable de Fibra Óptica para tendido tradicional

2.27.1 Especificaciones de los cables de fibra óptica para planta exterior/interior.

Todas las especificaciones y recomendaciones que a continuación se detallan tienen un carácter informativo.

Existirán diferentes tipos de cable caracterizados por el número de fibras ópticas en el cable y el tipo de cubiertas que se aplican sobre el alma del cable dependiendo de los fabricantes, las nomenclaturas utilizadas para las definiciones de los tipos de cubierta pueden variar, al igual que el número de fibra, número de tubos y nro de fibras por tubo.

Habitualmente en instalaciones tradicionales las fibras utilizadas son las que a continuación se detalla.

El número de fibras ópticas en un cable podrá ser de: 8, 24, 48, 72, 96 y 144.

Los diferentes tipos de cubiertas aplicadas sobre el alma del cable y protecciones son: PAP y PVP, TAT y TVT, PADP y PVDP, TADT y TVDT, PACP y PVCP y PAP - ADSS Antitracking.

Los cables de fibra óptica según su composición y protección serán adecuados para su instalación en conductos de 40, 50, 63 y 110 mm de diámetro en canalización hormigonada o enterrada, túneles, galerías de servicio, sujeto a fiador de acero, autosoportado y líneas aéreas de alta y media tensión en zonas con campos eléctricos.

Los cables serán totalmente dieléctricos. Para la protección antirroedores se utilizará fibra de vidrio reforzada.

El elemento central de tracción será de fibra de vidrio Los tubos contenedores de las fibras estarán rellenos con un gel anti humedad y las cubiertas adicionales para la tracción pueden estar compuestos por aramida o fibra de vidrio. Las cubiertas serán de tipo LSZH, (baja emisión de humos y libre de halógenos) y no propagadora de la llama para tendidos interior/exterior, (de obligado cumplimiento en tendidos interiores). Pudiendo ser solo de tipo LSZH en tendidos exteriores.

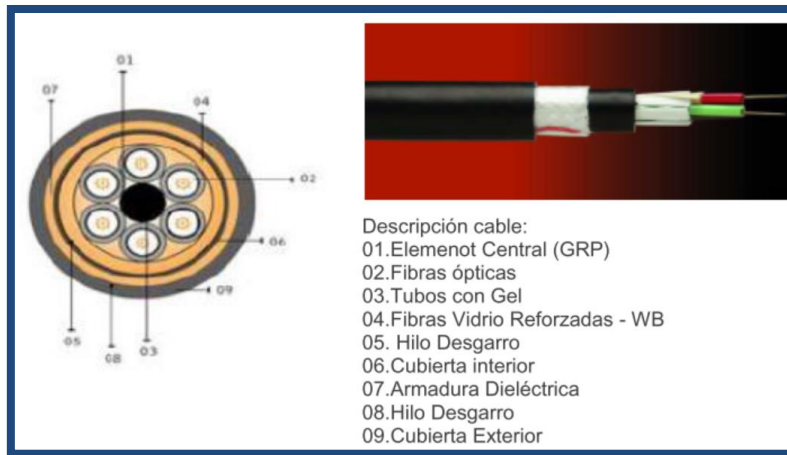


Figura 26. Ejemplo de especificaciones de un cable de hasta 144 fibras ópticas.

2.28 Especificaciones de los cables de fibra óptica para acceso a edificios.

- Este tipo de cable ha de estar diseñado para ser tendido canalizado, por fachada o aéreo o en interior de edificios.
- El número de fibras ópticas de este tipo de cables puede habitualmente y dependiendo de los fabricantes puede ir de 2 a 12 fo.
- Las fibras ópticas cumplen con el estándar G.657 (fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso), siendo totalmente compatibles con el estándar G.652D.
- La cubierta exterior será termoplástica LSZH y no propagadora de la llama.
- La composición del cable es enteramente dieléctrica y dispone de protección antirroedores.

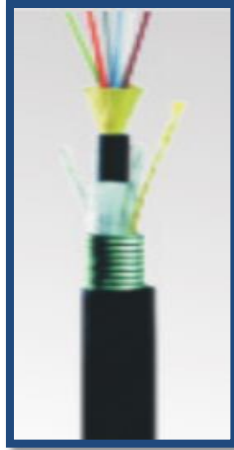


Figura 27. Fibra Monomodo OM3

2.29 Fibra Óptica para tendidos exterior

Las fibras serán de tipo monomodo conforme a la recomendación UIT-T G.652D con una relación núcleo/cubierta de 9/125 μ m, optimizadas para la transmisión en las longitudes de onda de 2^o (1.310 nm) y 3^a (1.550 nm) ventana. Con unas atenuaciones medias típicas de 0.34 db/km para 2^a ventana y de 0.24 db/km para 3^a ventana.

Los cables serán totalmente dieléctricos, con protección antirroedores. Para la protección antirroedores se utilizará fibra de vidrio reforzada.

El elemento central de tracción será de fibra de vidrio. Los tubos contenedores de las fibras estarán rellenos con un gel anti humedad y las cubiertas adicionales para la tracción pueden estar compuestas por aramida o fibra de vidrio. Las cubiertas serán de tipo LSZH, (baja emisión de humos y libre de halógenos).

2.30 Componentes de la Fibra Óptica

El conductor de fibra óptica tiene los siguientes componentes: el núcleo, recubrimiento, y una envoltura de protección que sirve como resistencia mecánica necesaria para su manipulación.

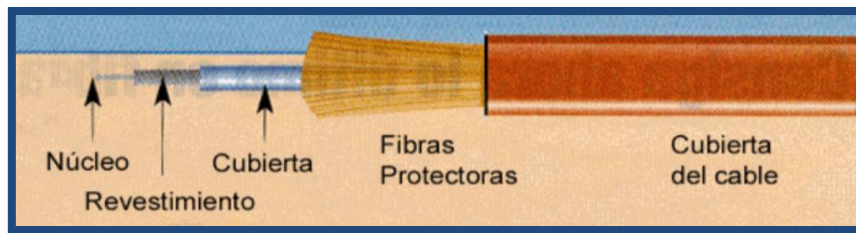


Figura 28. Composición de la Fibra Óptica

2.30.1 Fibra Multimodo

En este tipo de fibra los haces de luz circulan por más de un modo o camino, por lo cual los haces de luz no llegan todos al mismo tiempo; a fibras multimodo son utilizadas principalmente en aplicaciones de corta distancia, usan diodos láser de baja intensidad. El núcleo tiene un índice de refracción superior pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. El núcleo tiene tamaño grande y es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

2.31 Limitantes en la Trasmisión por Fibra Óptica

2.31.1 Atenuación

La Potencia de la señal óptica al pasar por la fibra óptica es atenuada, esto se debe a los conectores, fusiones, etc. El receptor para leer la señal debe recibir un nivel de potencia óptica por sobre su sensibilidad de recepción.

La atenuación óptica es una pérdida en el nivel de la señal y se mide en decibeles (dB), la formula con la que se puede calcular la atenuación es:

$$\text{Pérdida Óptica} = 10_{\log} (\text{potencia de salida}/\text{potencia de entrada})$$

- Pérdida en la fibra.- las impurezas que existe en la fibra óptica absorben energía de la señal de luz que pasa. Se la mide en decibeles por unidad de longitud (dB/Km), a esta pérdida se la conoce Scattering. Pérdida en las fusiones y conectores.
- Imperfecciones ópticas que pueden ser espacios de aire que quedan en las fusiones de fibra, los conectores absorben o desvían la energía de la señal de luz que pasa.

Se mide en decibeles (dB) por fusión/conector. Valores típicos: 0,1 dB/fusión, 0,5 dB/conector.

- Pérdida por inserción.- ocurre cuando la señal óptica pasa a través de un dispositivo óptico pasivo. Los dispositivos ópticos pasivos tienen elementos como multiplexores y demultiplexores, módulos ópticos de bajada y subida, aisladores, filtros, fibras de compensación de la dispersión etc.

2.31.2 Dispersión

Esta afecta la señal óptica ensanchándola lo que causa interferencia intersimbólica y es linealmente dependiente de la longitud del enlace. El receptor tiene dificultad al recibir la señal.

- **Dispersión modal.-** cada modo se propaga a diferente velocidad, asociada solamente con las fibras multimodo, está influenciada por el perfil del índice de refracción.
- **Dispersión Cromática.-** aparece por que cada longitud de onda viaja a diferentes velocidades en la fibra, asociada con fibras monomodo y multimodo, aumenta directamente con el ancho espectral de la fuente, influenciada por la estructura y material de la fibra.

2.32 Tipos de Redes de Acceso con Fibra Óptica

Las redes de acceso ópticas son las que satisfacen necesidades ante la demanda creciente de ancho de banda, a continuación se describe los diferentes tipos de red de acceso ópticas.

2.32.1 FTTH Fiber To The Home (Fibra hasta el hogar)

Su característica principal radica en que esta fibra llega hasta el interior del cuarto de equipos del usuario; ofrece mayores ventajas en cuanto a seguridad, rendimiento y ancho de banda, la red dispone de toda la capacidad de transmisión de la fibra, su principal desventaja es que representa mayores costos a la hora de implementación.

Las principales ventajas de FTTH son:

- Red pasiva, no tiene elementos activos (amplificadores, regeneradores etc).

- El enlace es con una sola fibra óptica con lo cual no comparte recursos, tiene acceso a servicios con gran capacidad como: datos de alta velocidad, televisión digital, video llamada etc.
- FTTH utiliza bajo consumo de potencia.
- FTTH es realizable, escalable, y segura.
- FTTH es una red que puede soportar futuras tecnologías.

2.32.2 FTTB Fiber To The Building (Fibra hasta la Acometida)

La fibra óptica en este tipo de redes termina en un punto de distribución intermedio antes de llegar a los usuarios, desde este punto de distribución intermedio, se accede a los usuarios finales mediante otro medio generalmente mediante cobre.

Esta redes generalmente son instaladas e empresas o edificios que manejan un amplio volumen de datos y que tienen concentrados sus operaciones en punto de distribución.

2.32.3 FTTC Fiber Fiber To The Curb (Fibra hasta la Acera)

La fibra óptica llega hasta un sector desde el que se presta los servicios a un grupo de usuarios, que pueden ser los residentes de un sector o de un grupo de usuarios, o de quienes deseen compartir los recursos ofrecidos por la red de fibra óptica, FTTC es una manera de acceder a servicios de banda ancha, con un costo final mucho más económico.

FTTC se puede considerar como una solución para los proveedores de telecomunicaciones debido al incremento de las aplicaciones multimedia y por los requerimientos de pequeñas empresas de estar en contacto con el mundo de las comunicaciones.

2.32.4 FTTCab Fiber To The Cabinet (Fibra hasta la Cabina)

Las redes FTTCab son similares a las FTTC, con la única diferencia de que el punto de distribución o punto final de la red óptica servirá a un número mayor de usuarios.

Todas estas redes con excepción de FTTH son redes híbridas esto se debe porque en el punto en el que termina la fibra óptica, se inician con el uso de un

medio de transmisión diferente como el par trenzado o cable coaxial, con los cuales se llega hasta el usuario final.

2.33 Tecnología WDM-Multiplexación por longitud de Onda

La tecnología WDM multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED, asigna a cada señal entrante una longitud de onda específica dentro de una determinada banda de frecuencia.

Esta técnica permite que sobre un hilo de fibra las señales sean transportadas por portadoras ópticas de diferente longitud de onda, cada una tiene ancho de banda sobre los GHz. (Sivalingam, 2000)



Figura 29. WDM Multiplexación por Longitud de Onda

WDM permite transmitir varios canales ópticos sobre una fibra y cada canal a su vez; puede transmitir señales de alta velocidad; un canal puede transportar una señal IP, otro una señal ATM y un tercero puede transportar una señal SDH. Actualmente encontramos sistemas de 32 longitudes de onda para el manejo de flujos de 2.5 Gbits/s y 10Gbits/s, dando como resultante señales de 80Gbps ($2.5\text{Gbps} \times 32$) y 320 Gbps ($10\text{Gbps} \times 32$) respectivamente; actualmente estos sistemas WDM utilizan un solo hilo de fibra para el tráfico bi-direccional, pero en este tipo de comunicación se debe sacrificar alguna capacidad de la fibra por la separación que estos necesitan y prevenir a mezcla de canales.

2.33.1 Características Técnicas de WDM

Los dos métodos para a multiplexación de señales en un sistema de comunicación a través de fibra óptica que utiliza láser son: TDM (Time División Multiplexing) y FDM (Frequency Division Multiplexing), al que se viene añadir WDM. Al contrario que las otras técnicas, WDM suministra cada señal en una

frecuencia láser diferente, de tal manera que puede ser filtrada ópticamente en el receptor.

En distancias cortas la atenuación y dispersión no son un problema, pero en los enlaces de comunicaciones de extensión grande como una red troncal se requiere el uso de amplificadores o repetidores que regeneran la señal cada cierta distancia, este proceso consiste en convertir la señal óptica degradada en eléctrica, amplificarla y convertirla nuevamente en señal óptica, este es un proceso complejo y que introduce retardos debido a los dispositivos electrónicos por los que pasan la señal.

Este inconveniente se lo puede evitar si todo el camino pudiese ser óptico.

2.34 Topología Físicas para WDM

Las topologías de red están basadas en muchos factores, como: tipos de aplicaciones y protocolos, distancias, patrones de acceso y uso. Las topologías más importantes son punto a punto, topología en anillo y la topología combinada.

2.34.1 Punto a Punto

Las redes que utilizan esta topología se caracterizan por sus altas velocidades (10 a 40 Gbps), alta confiabilidad de la señal y rápido establecimiento de caminos; la distancia entre el transmisor y el receptor puede ser de algunos cientos de kilómetros, en redes MAN no suele utilizarse amplificadores.

2.34.2 Anillo

La topología en anillos es la arquitectura más común encontrada en áreas metropolitanas y se extiende en distancias de aproximadamente 10 kilómetros. El anillo de fibra puede contener 4 canales de longitudes de onda. La tasa de bit está en el rango de 622 Mbps a 10Gbps por canal.

2.34.3 Combinadas

Pueden requerir un alto grado de inteligencia para desarrollar sus funciones de protección y manejo de ancho de banda, incluyendo fibra y conmutación de longitudes de onda. Los beneficios son flexibilidad y eficiencia, sin embargo son potencialmente desarrolladas tienen alta dependencia en el software para el manejo.

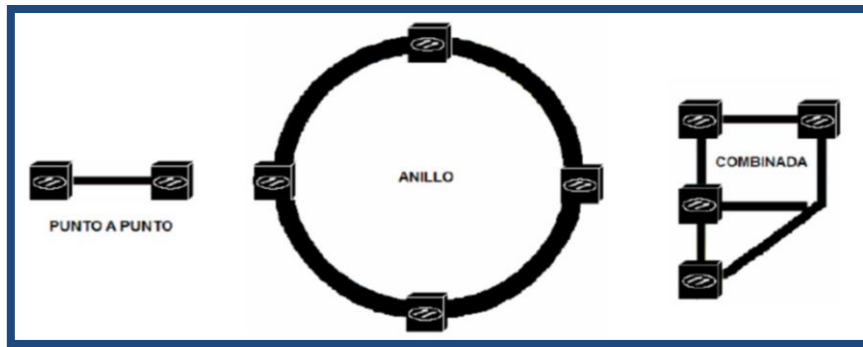


Figura 30. Topologías Físicas para la Trasmisión WDM

2.35 Características de Trasmisión WDM

La tecnología WDM permite transmitir múltiples longitudes de onda simultáneamente en una misma fibra óptica; El rango de longitudes de onda utilizado en la fibra puede ser dividido en varias bandas, cada banda es considerada como un canal distinto para transmitir una longitud de onda.

WDM, incrementa la capacidad de trasmisión en la fibra óptica, asigna a las señales ópticas de entrada diferentes longitudes de onda, dentro de una banda frecuencia específica; cada longitud de onda es enviada por el trasmisor a la fibra óptica y las señales son demultiplexadas en el receptor; en este tipo de sistema, cada señal de entrada es independiente de las otras, de esta manera, cada canal tiene su propio ancho de banda dedicado; llegando todas las señales al destino al mismo tiempo.

WDM es un técnica en donde, el multiplexor combina distintos haces de luz de entrada, cada uno de los cuales contiene una banda estrecha de frecuencia, estas se combinan en un único haz de salida con una banda de frecuencia más ancha; lo contrario lo hace el demultiplexor, este proceso es similar como se ve en la figura.

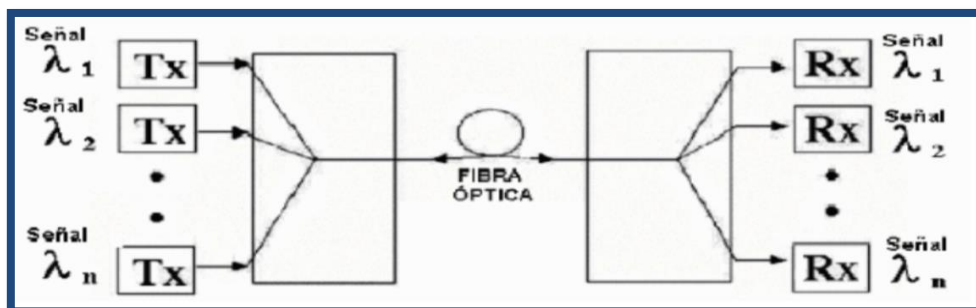


Figura 31. Características de Trasmisión WDM

2.36 Multiplexores Demultiplexores

Debido a que los sistemas WDM envían señales desde diferentes fuentes sobre un solo hilo de fibra óptica, necesitan alguna manera de combinar las señales, este proceso es realizado por un multiplexor, el cual toma diferentes longitudes de ondas ópticas y las convierte dentro de un rayo de luz. (José Capmany Franco, 2006)

En el receptor final, el sistema debe ser capaz de separar las diferentes longitudes de ondas de luz y así estas pueden ser discretamente detectadas; los demultiplexores desempeñan esta función, separando el rayo de luz recibido en componentes de longitud de onda y uniéndolas.

La demultiplexación debe ser realizada antes de que la luz sea detectada, porque los fotodetectores son equipos tontos que no pueden seleccionar o detectar en la figura 32, se puede apreciar el proceso de multiplexación y demultiplexación.

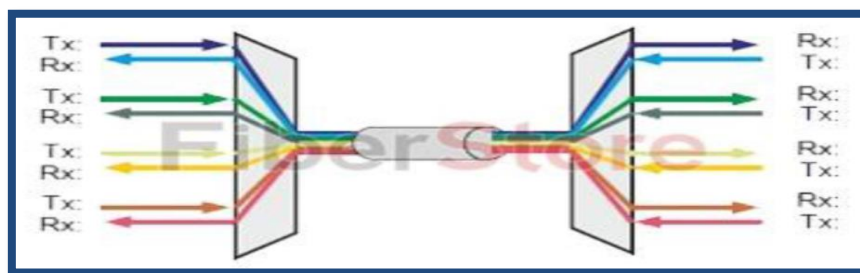


Figura 32. Proceso de Multiplexación y Demultiplexación

2.37 Densidad de Canales Ópticos

La tecnología WDM utiliza en la fibra óptica espacios uniformemente distanciados para los diferentes canales ópticos, aunque la comunicación no vaya a utilizar todos los espacios disponibles. La ITU15 en la recomendación G.69216 ha establecido varias regulaciones para esto, en las cuales establece un grupo de frecuencias centrales separadas 100 GHz, lo que corresponde a 0.8 nm en la banda de fibra de erbio. Algunos sistemas comerciales tienen un espaciamiento de 50 GHz, 25 GHz e incluso 12.5 GHz.

En WDM entre mayor sea el espaciamiento, es más fácil realizar la multiplexación y demultiplexación ópticas, en tanto que el ancho de banda del sistema limita el rango total de longitudes de onda utilizables

2.38 Relación Señal a Ruido (OSNR)

Se considera como una medida de la relación entre el nivel de la señal y el nivel de ruido que aparece en el sistema, si esta relación la decrece, aumenta el error en la detección y recuperación de bits. Se mide en decibeles (dB).

La relación es un parámetro importante en los sistemas de transmisión, ya que el ruido externo no se lo puede eliminar totalmente, la reducción del ruido generado en el sistema depende del cuidado en el diseño de la red

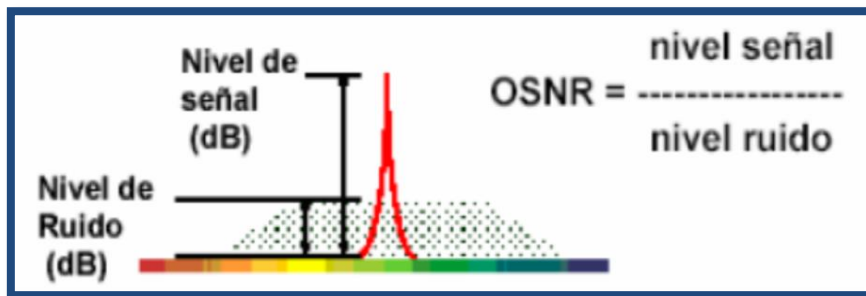


Figura 33. Relación Señal a Ruido

2.39 Componentes Característicos de un Sistema WDM

Los componentes cuya característica principal de trabajo dependen de la longitud de onda son importantes para configurar los dispositivos de este sistema.

2.39.1 Fuentes Ópticas

En la transmisión de datos a través de fibra óptica, las señales eléctricas se las transforma a señales ópticas mediante laser con una longitud de onda que este dentro del rango que permita realizar la multiplexación.

Estos dispositivos son los encargados de generar el haz de luz que permite la transmisión de datos, existe dos tipos:

- LED, tienen velocidad lenta, consumen de 50 a 100mA, se puede utilizar solo en fibras multimodo, tiempo de vida grande, fácil uso y económicos.
- LASER, rápidos en relación al Led, consumen de 5 a 40 mA, se puede utilizar en fibras monomodo y multimodo, tiempo de vida menor, difícil de usar y más costosos en relación al Led.

WDM utiliza láseres que tienen similares características a los usados en comunicaciones de grandes distancias, pero estos tienen que soportar requerimientos nuevos.

- **Láseres sintonizables en Longitud de Onda.** Tienen la capacidad de sintonización rápida tanto en el transmisor y receptor, lo que aumenta el rendimiento del sistema.
- **Láseres Multi-Longitud de Onda.** Permiten la implementación de una sintonización que permite seleccionar la longitud de onda transmitida, soporta la transmisión de múltiples longitudes de onda.

2.39.2 Acopladores

El Acoplador tiene la función de unir o separar las señales que se envían o llegan de diferentes canales. Es un componente pasivo que no realiza amplificación, conmutación o modulación, estos comparten la potencia óptica entre sus puertos.

El acoplador más común es el que tiene dos hilos de fibra de entrada que unen las señales en el interior del acoplador y dos hilos de salida por donde la señal sale con propiedades determinadas. La potencia de salida del acoplador, no es la misma potencia que ingreso.



Figura 34. Acopladores de Fibra Óptica

2.39.3 Filtros Ópticos

Filtros son elementos capaces de seleccionar una sola longitud de onda. El proceso de este elemento consiste en seleccionar una única longitud de onda y permitirle el paso y cerrar a todas las demás.

Los parámetros importantes de un filtro son: ancho de banda que permite pasar y las pérdidas.

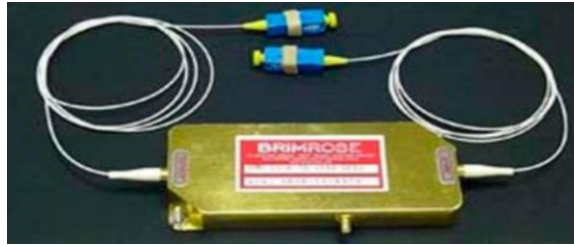


Figura 35. Filtro Óptico

Los tipos de filtros más comunes se numeran a continuación.

- Filtros Interferenciales, permite el paso de las longitudes de onda que cumplan con una determinada condición.
- Filtros Sintonizables, similar a los filtros anteriores, estos tienen la capacidad de ajustar la longitud de onda para permitir su paso.
- Filtros basados en redes de difracción, capaces de encaminar longitudes de onda que estén en una frecuencia óptica por trayectorias diferentes.

2.39.4 Multiplexores y Demultiplexores Ópticos

Para la transmisión de datos por fibra óptica con la tecnología WDM se utiliza un dispositivo que sea capaz de introducir en la fibra distintas longitudes de onda, estos dispositivos son los multiplexores y demultiplexores.

Estos dispositivos tienen la capacidad de unir o separar diferentes señales con diferentes longitudes de onda, para que sean transmitidas a través de un hilo de fibra óptica.



Figura 36. Multiplexores y Demultiplexores Ópticos

La multiplexación WDM permite enviar varias longitudes de onda sobre una fibra, la multiplexación de dos, permite la transmisión de dos canales sobre una sola fibra óptica y, a su vez, duplicar la capacidad, mientras que la de triple canal es de especial aplicación en FTTx19 para el envío de datos, voz y video por una fibra óptica.

El multiplexor/demultiplexor para fibra óptica consta de una o dos ramas de entrada y salida. Fabricados en tecnología de fusión, están diseñados para introducir muy bajas pérdidas de inserción y alto aislamiento. La presentación mecánica habitual se realiza sobre bandejas de empalme o casetes comerciales normalizados. Los extremos de conexión pueden suministrarse terminados con conectores a requerimiento del usuario

2.39.5 Amplificadores Ópticos

En comunicaciones a largas distancias mediante fibra óptica, la señal experimenta atenuación y degradación de la señal, para solucionar este problema se utiliza los amplificadores ópticos, estos dispositivos permiten amplificar la señal de una manera directa, sin la necesidad de convertir la señal óptica en señal eléctrica.

- **Amplificadores de Fibra Dopada con Erbio.** La fibra al ser dopada con erbio se estimula, los átomos absorben fotones y quedan excitados, al volver a su estado original liberan energía lo que es conocido como emisión, este fenómeno produce la amplificación de la señal. Este tipo de amplificador es el más utilizado en la actualidad.
- **Amplificadores Raman.** Este dispositivo está compuesto de un Laser y un acoplador WDM, la amplificación se la distribuye a toda la línea de transmisión, reducen el ruido y mejoran el rendimiento, el procedimiento aumenta el Ancho de Banda pero su funcionamiento es complejo.

2.39.6 Convertidores de Longitud de Onda

Los convertidores tienen la función de modificar la longitud de onda de la portadora sobre la que se encuentran modulados los datos para realizar la conmutación, son indispensables en este tipo de tecnología.

Las ventajas de usar estos dispositivos son: reducen el nivel de ruido, reconfiguración del espectro y velocidad

2.39.7 Conectores Ópticos

Los conectores sirven para la unión de fibras ópticas mediante elementos de conexión, puede ser un transmisor o receptor, deben cumplir con las siguientes características.

- Protección temperatura.
- Protección humedad.
- Protección polvo.
- Pérdida de inserción menor a 1.5 dB
- Protección a Tensiones.

Los tipos de conectores son:

- FC, transmisión de datos y telecomunicaciones.
- FDDI, redes FDDI.
- LC y MT-Array, transmisión de datos a altas velocidades.
- SC y SC dúplex, transmisión de datos.
- ST, edificios y seguridad.
- MTRJ, acoplador.



Figura 37. Tipos de Conectores

2.40 Principales Ventajas de WDM

La ventaja más convincente de WDM es la posibilidad de suministrar potencialmente una capacidad de transmisión ilimitada sobre la fibra óptica. Se derivan además un conjunto de ventajas más que se detalla a continuación:

- **Optimización de la red:** se utiliza menos fibra al aumentar la capacidad de un punto a otro de la red de fibra óptica, lo cual es considerada la aplicación clásica del WDM, además se utilizan menos equipos de amplificación.
- **Transparencia:** permite incorporar diferentes tipos de tráfico sobre la misma red, evitando los problemas de compatibilidad de protocolos.
- **Flexibilidad y escalabilidad:** se puede hacer que la cantidad de fibra ya instalada permita cubrir los aumentos de ancho de banda exigidos por los nuevos servicios. Se logra aumentar muy fácilmente la velocidad de la red, añadiendo nuevos canales sobre diferentes portadoras o aumentando la velocidad por portadora.
- **Rentabilidad:** brinda mayor conectividad al procurar un mejor enrutamiento y reparto de las longitudes de onda, lo que permite disminuir el costo de la comunicación, mejorando la eficiencia general de la red y garantizando la independencia del tráfico.
- **Fiabilidad:** con la conmutación óptica permite establecer una comunicación en mili segundos tras una falla en el nivel óptico del sistema sin que se afecten los niveles superiores y en general los esquemas de protección implementados en equipos WDM y en los diseños de la red, son al menos tan robustos como los construidos con SDH. Estos dos factores contribuyen a una mejor rentabilidad y un menor mantenimiento en la red óptica.

Para los proveedores de servicios de telecomunicaciones, el aumento en la demanda del tráfico ha traído implicaciones importantes en cuanto al diseño y operación de las redes. Los proveedores de servicios y las empresas pueden responder más rápidamente a los cambios de demanda.

La posibilidad de proveer servicios mediante el suministro de longitud de onda a la demanda, crea nuevas oportunidades de ingresos tales como alquilar una longitud de onda por ejemplo, como si fuera un enlace físico.

2.41 Documentación de Referencia

Referencia	Título del documento
Norma UNE 133100-1:2002	Infraestructura para redes de Telecomunicaciones Parte 1 – Canalizaciones Subterráneas.
Norma UNE 133100-2:2002	Infraestructura para redes de Telecomunicaciones Parte 2 – Arquetas y cámaras de registro.
Norma UNE 133100-3:2002	Infraestructura para redes de Telecomunicaciones Parte 3 – Tramos Interurbanos.
Norma UNE 133100-4:2002	Infraestructura para redes de Telecomunicaciones Parte 4 – líneas aéreas.
Norma UNE 133100-5:2002	Infraestructura para redes de Telecomunicaciones Parte 5 – Instalación en fachada.
Recomendaciones UIT-T G652	Características de las fibras ópticas y cables ópticos monomodo
Recomendaciones UIT-T G657	Características de las fibras ópticas y cables ópticos monomodo Insensibles a la pérdida por reflexión para la red de acceso.

Tabla 5. Documentación de referencia según normativa o recomendación

CAPITULO III

3. ESTUDIO DEL MERCADO

Con la finalidad de sustentar la viabilidad del proyecto empezamos conociendo y comprendiendo lo que representa el estudio de mercado en la ejecución de nuestra tesis.

3.1 Estudio de Mercado

El estudio de mercado se constituye en una herramienta importante del marketing que permite y facilita la obtención de datos e información, resultados que serán analizados y procesados a través de herramientas estadísticas, logrando obtener la aceptación o no del proyecto planteado dentro del mercado (Contreras, C.2003).

3.2 Introducción

Las redes de datos inalámbricas basadas en el estándar 802.11 (Wi-Fi) Wireless Fidelity, que opera en la banda 2.4 GHz la cual está disponible universalmente y quién ofrece una velocidad de 11 Mbps 54Mbps y 108Mbps respectivamente para los estándares 802.11b, 802.11g y 802.11n que son los más desplegados; hoy en día aportan mayor comodidad, productividad y libertad permitiendo una conectividad libre de cables a los diferentes servicios digitales ofertados por parte de las instituciones públicas y privadas a través de Internet, que importante que nuestra ciudad de Tulcán, cuente con una infraestructura de red inalámbrica bajo este estándar, que garantice un servicio de calidad y seguridad el cuál se encontrará distribuido a lo largo y ancho de la ciudad, con la finalidad de que las personas interactúen y las limitaciones no existan para la conectividad permitiendo utilizar los diferentes servicios digitales desde la comodidad de los lugares públicos que ofrece nuestra ciudad de Tulcán.

Por tal motivo se realizará un estudio de factibilidad para la implementación de una infraestructura de red inalámbrica que permita soportar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.

3.3 Objetivos Específicos

- Determinar la existencia de infraestructuras tecnológicas de red inalámbrica que permitan brindar los servicios de una ciudad digital en Tulcán.
- Analizar la viabilidad, factibilidad y parte legal para la implementación de una infraestructura de red Wi-Fi que soporte los servicios de una ciudad digital en Tulcán.
- Diseñar la infraestructura de red Wi-Fi necesaria para implementarla en la ciudad de Tulcán.
- Determinar los equipos requeridos para la infraestructura de la red Wi-Fi y su costo.
- Identificar como actualmente se están realizando los pagos de tasas brindados por el GAD de Tulcán.
- Determinar la demanda social y sus impactos de los servicios digitales.

3.4 Variables

- Infraestructura de red
- Legal
- Servicios
- Requerimientos
- Tasas

3.5 Operacionalización de las Variables

OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS	FUENTES DE INFORMACIÓN
Determinar la existencia de infraestructuras tecnológicas que permitan brindar los servicios de una ciudad digital.	Servicios de una ciudad digital.	Existencia	Observación, entrevista, encuesta	ISP, GAD Municipal de Tulcán.
Analizar la viabilidad, factibilidad y parte legal para la implementación de una infraestructura de red Wi-Fi que soporte los servicios de una ciudad digital en Tulcán.	Viabilidad, factibilidad y parte legal.	Viabilidad, Factibilidad, marco regulatorio, leyes de control	Encuesta, observación, entrevista	Estudiantes Profesionales Empleados Públicos y Privado Comunidad Ciudadanía
Diseñar la infraestructura de red Wi-Fi necesaria para implementarla en la ciudad de Tulcán.	Infraestructura de red Wi-Fi	Equipos de redes inalámbricas, antenas, fibra óptica	Observación, experimentación	Jefe técnico GAD Tulcán, jefe de tecnologías CNT.
Determinar los equipos requeridos para la infraestructura de la red Wi-Fi y su costo.	Requerimientos de equipos	Personal	Entrevista	Personal técnico a administrativo.

Identificar como actualmente se están realizando los pagos de tasas brindados por el GAD de Tulcán.	Pago de Tasas Municipales del GAD de Tulcán.	Recaudaciones y pago de tasas	Entrevista, Observación	Personal Administrativo y Financiero del Municipio de Tulcán.
Determinar la demanda social y sus impactos de los servicios digitales.	Demanda social e impactos de los servicios digitales.	Demanda	Entrevista	Comunidad de la Ciudad de Tulcán.

Tabla 6. Cuadro de Operacionalización de Variables

3.6 Mecánica Operativa

3.6.1 Técnicas de Información Primaria

Entrevista

- Msc. Fred Carrera jefe técnico CNT
- Ing. Paul Pozo Jefe de Sistemas del GAD Tulcán

Encuestas

- Comunidad de la ciudad de Tulcán

Observación

- Configuración de AP'S
- Constitución, documentación Legal, reglamentos y guías
- Diagramación de Cobertura Inalámbrica
- Ubicación de Access Point

Pruebas de cobertura y conectividad

- Sectores identificados para instalar los dispositivos AP Outdoor en la ciudad de Tulcán, instalación y configuración de equipos

3.6.2 Técnicas de Información Secundaria

- Internet
- Investigación documental
- Libros
- Manuales, Revistas, Tesis, Monografías

3.7 Estudio de la demanda social

El estudio de la demanda social que permita contar con una infraestructura de red inalámbrica para una ciudad digital en Tulcán, que permita y soporte los servicios digitales se generó en base al siguiente mercado.

- Demanda de la ciudadanía de la Ciudad de Tulcán
- Demanda de las Instituciones públicas y privada

La demanda está dirigida a las diferentes instituciones públicas y privadas de la ciudad de Tulcán entre ellas, instituciones educativas, de salud, comerciales, gubernamentales, Municipio, Prefectura y usuarios en general estudiantes, profesionales, amas de casa.

3.8 Población

La muestra se la estableció en función de la población de la Ciudad de Tulcán que es de 47.359 habitantes (23.277 hombres y 24.082 mujeres).

3.9 Muestra

Una vez establecida la población de las empresas comerciales, se procede a calcular la muestra representativa de la población en base a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2\alpha * p * q}{d^2 * (N - 1) + [Z^2\alpha * p * q]}$$

Donde:

N= es el tamaño de la población o del universo, número total de posibles encuestados, en esta caso sería en número de habitantes de la ciudad de Tulcán.

$Z^2\alpha = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%) quiere decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 5%

p= proporción esperada (en este caso 5%=0.05)

q= 1-p (en este caso 1-0.05= 0.95)

d= precisión (en este caso deseamos un 3%)

A continuación reemplazamos los valores para el cálculo de la muestra.

N=47.319 Número de habitantes de Tulcán 53558

$$n = \frac{47359 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,03^2(47359 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95)}$$

$$n = \frac{86418808,84}{42,81792952}$$

$$n = 219$$

Se tiene que el número de pruebas necesarias para poder realizar una proyección con un margen de error aceptable es de 219 ciudadanos de la

población económica activa, se procede a elaborar y aplicar la encuesta estratificada a propietarios de los domicilios, sector empresarial, entidades financieras, estudiantes y público en general.

3.10 Procesamiento de la Información

Para el proceso de la información se empleó el programa SPSS 18.0, en el que se registra las variables y los datos recopilados de las encuestas; permitiendo analizar la información a través de varios modelos estadísticos.

3.11 Análisis de datos

De la muestra tomada, luego de realizar el análisis respectivo se pudo observar qué:

3.12 Encuestas y Tabulación

A continuación se muestra los resultados obtenidos en el estudio de la demanda empresarial y ciudadana.

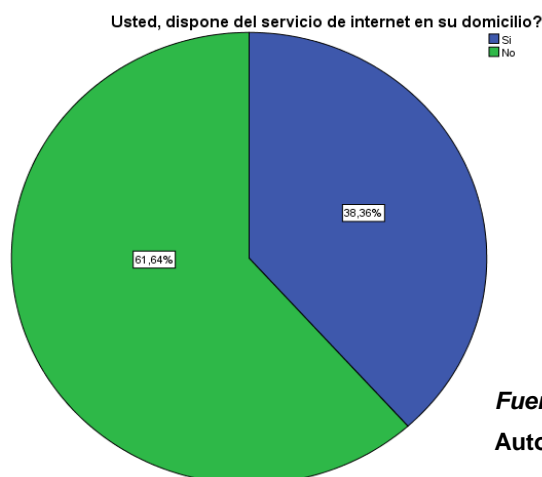
Encuesta dirigida a Propietarios de domicilios de la Ciudad de Tulcán y público en general.

Pregunta 1.

¿Usted, dispone del servicio de internet en su domicilio?

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válidos	Si	84	38,4%	38,4	38,4
	No	135	61,6%	61,6	100,0
	Total	219	100,0	100,0	

Tabla 7. Resultados Estadísticos pregunta 1



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo

Análisis Pregunta 1.- Podemos observar que: de 219 personas encuestadas 135 de ellas correspondientes al 61.64% no disponen del servicio de internet en su domicilio en tanto el 38.4% si disponen de este servicio.

Pregunta 2.

Dispone de un smartphone (teléfono inteligente) con plan de datos.

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válidos</i> Si	34	15,5	15,8%	15,8
No	181	82,6	84,2%	100,0
<i>Total</i>	215	98,2	100,0%	
<i>Perdidos</i> Sistema	4	1,8		
<i>Total</i>	219	100,0		

Tabla 8. Resultados Estadísticos pregunta 2



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 2.- Podemos observar que: de 219 personas encuestadas 4 de ellas no responden esta pregunta y son pocas las personas entre ellas 34 que corresponde al 15,5% que manifiestan que si cuenta con un teléfono inteligente con plan de datos, mientras que la mayoría de las personas encuestadas en un total de 181 correspondiente al 82,6% no cuentan con este dispositivo ni con este servicio.

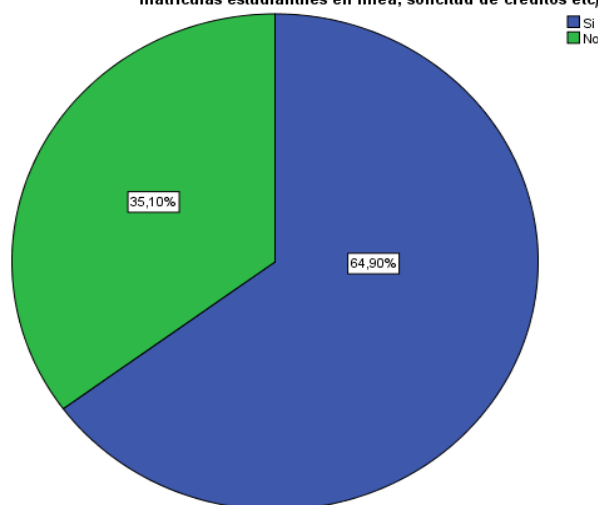
Pregunta 3.

Usted, conoce de Instituciones públicas o privadas que oferten servicios digitales vía web (Ejm: transferencias interbancarias, consulta de saldos, pago de servicios básicos, consulta de notas estudiantiles, acceso a bibliotecas virtuales, descarga de formularios, solicitud de citas médicas, matriculas estudiantiles en línea, solicitud de créditos etc).

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válidos</i>	<i>Si</i>	135	61,6	64,9%	64,9
	<i>No</i>	73	33,3	35,1%	100,0
	<i>Total</i>	208	95,0	100,0	
<i>Perdidos</i>	<i>Sistema</i>	11	5,0		
	<i>Total</i>	219	100,0		

Tabla 9. Resultados Estadísticos pregunta 3

Usted, conoce de Instituciones públicas o privadas que oferten servicios digitales vía web (Ejm: transferencias interbancarias, consulta de saldos, pago de servicios básicos, consulta de notas estudiantiles, acceso a bibliotecas virtuales, descarga de formularios, solicitud de citas médicas, matriculas estudiantiles en línea, solicitud de créditos etc)



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 3.- 135 personas si conocen los servicios digitales que ofertan las Instituciones públicas o privadas a través de la web que corresponde al 64.9% de los ciudadanos encuestados, mientras 73 personas encuestadas correspondiente al 35.1% no conocen de estos servicios y 11 personas no responde a esta pregunta.

Pregunta 4.

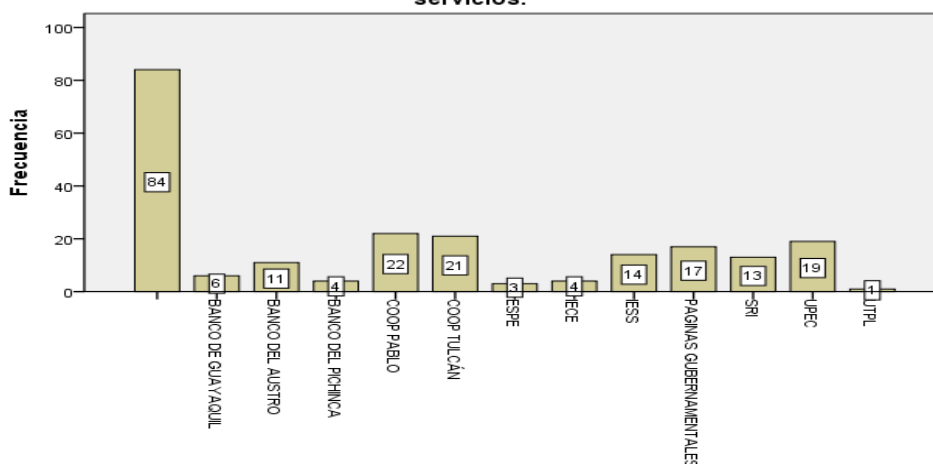
Si su respuesta es positiva indique el nombre de la Institución que oferta estos servicios.

Instituciones que ofertan Servicios a través de la Web

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	84	38,4	38,4	38,4
BANCO DE GUAYAQUIL	6	2,7	2,7	41,1
BANCO DEL AUSTRO	11	5,0	5,0	46,1
BANCO DEL PICHINCA	4	1,8	1,8	47,9
COOP PABLO	22	10,0	10,0	58,0
COOP TULCÁN	21	9,6	9,6	67,6
ESPE	3	1,4	1,4	68,9
IECE	4	1,8	1,8	70,8
IESS	14	6,4	6,4	77,2
PAGINAS GUBERNAMENTALES	17	7,8	7,8	84,9
SRI	13	5,9	5,9	90,9
UPEC	19	8,7	8,7	99,5
UTPL	1	,5	,5	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 10. Resultados Estadísticos pregunta 4

Si su respuesta es positiva indique el nombre de la Institución que oferta estos servicios.



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

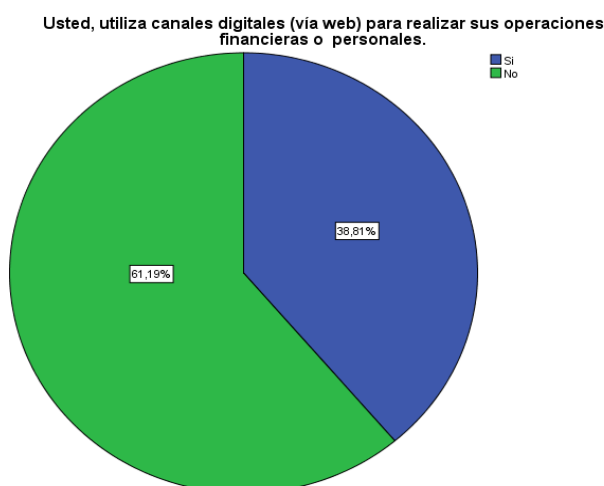
Análisis Pregunta 4.- De las 135 personas correspondiente al 64.90% conocen de Instituciones públicas o privadas que ofrecen servicios digitales vía Web; 43 de ellas identifican a las entidades financieras locales como las Cooperativas de Ahorro y Crédito Tulcán y Pablo Muñoz como Instituciones que ofrecen estos servicios digitales, seguido de 19 personas que nombran a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y 17 personas conocen de páginas web Gubernamentales que ofrecen de estos servicios.

Pregunta 5.

Usted, utiliza canales digitales (vía web) para realizar sus operaciones financieras o personales.

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Si</i>	85	38,8	38,8	38,8
<i>Válidos No</i>	134	61,2	61,2	100,0
<i>Total</i>	219	100,0	100,0	

Tabla 11. Resultados Estadísticos pregunta 5



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 5.- Un alto número de personas 134 de ellas correspondiente al 61.19% no utilizan canales digitales vía Web para realizar su operaciones financieras o personales; tan solo el 38,81% de ello si lo hacen que corresponde a 85 personas.

Pregunta 6.

Si su respuesta es positiva indique cuáles son los servicios que utiliza y con qué Institución realiza dichas operaciones.

	Servicios On Line Utilizados									Total
	GENERACIÓN DE CRÉDITOS	CONSULTA DE NOTAS	TRANSFERENCIAS ON LINE	AULAS VIRTUALES	DECLARACIONES TRIBUTARIAS	CONSULTA DE SALDOS	CONSULTA DE CRÉDITOS	EVALUACIÓN A DOCENTES	DATOS ESTADÍSTICOS	
BANCO DE GUAYAQUIL	0	0	6	0	0	1	0	0	0	7
BANCO DEL AUSTRO	0	0	3	0	0	3	0	0	0	6
BANCO DEL PICHINCA	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
COOP PABLO MUÑOZ VEGA	0	0	8	0	0	4	2	0	0	14
COOP TULCAN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
COOP TULCÁN	0	1	7	0	0	2	1	0	0	11
ESPE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
IECE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
IESS	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
PAGINAS GUBERNAMENTALES	0	0	0	0	3	0	1	0	7	11
SRI	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
UPEC	0	5	0	7	0	0	0	4	0	16
Total	8	6	27	8	11	10	4	4	7	85

Tabla 12. Resultados Estadísticos pregunta 6

Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 6.- Se puede observar en el cuadro que las entidades financieras locales y nacionales junto con las páginas Web de las entidades estatales como el IESS, SRI, y la Universidad Politécnica Estatal del Carchi son las más visitadas y utilizados sus servicios que ofrecen en línea; destacándose así las transferencias en línea realizadas por 27 personas de las 85 personas que utilizan estos servicios, le sigue las declaraciones tributarias que lo realizan 11 personas encuestadas, la consulta de saldos realizado por 10 personas, la utilización de aulas virtuales 8 personas igual que la generación de créditos, 7 personas utilizan páginas Web's con datos estadísticos, 6 personas consultan sus notas a través de la Web y 4 personas utilizan las páginas Web's para consultar sus créditos y realizar evaluaciones en línea a sus docentes.

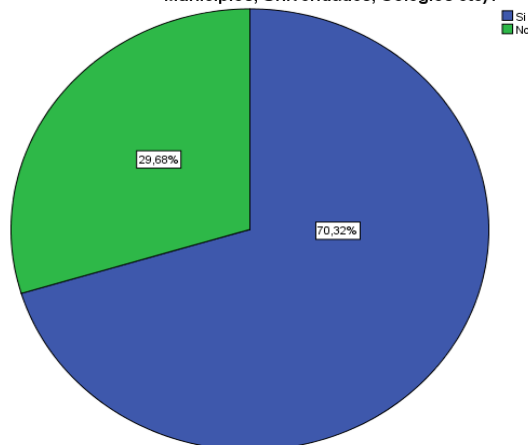
Pregunta 7.

Visita y utiliza páginas Web's gubernamentales y académicas (SRI, IESS, Pág. De Municipios, Univeridades, Colegios etc)?.

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válidos</i>	<i>Si</i>	154	70,3	70,3	70,3
	<i>No</i>	65	29,7	29,7	100,0
	<i>Total</i>	219	100,0	100,0	

Tabla 13. Resultados Estadísticos pregunta 7

Visita y utiliza páginas Web's gubernamentales y académicas (SRI, IESS, Pág. De Municipios, Univeridades, Colegios etc)?



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 7.- Un alto número de personas encuestas visitan y utilizan páginas Web's gubernamentales y académicas con un total de 154 personas de las 219 encuestadas, así mismo 65 personas que corresponde al 29,68% no visitan y utilizan estas páginas.

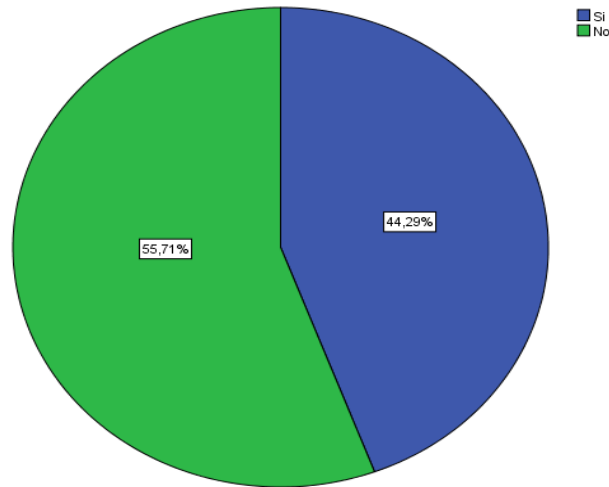
Pregunta 8.

¿Las páginas Web's de Instituciones y empresas locales de nuestra ciudad de Tulcán, le proporcionan los servicios que Usted necesita y busca?

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Válidos</i>	<i>Si</i>	97	44,3	44,3	44,3
	<i>No</i>	122	55,7	55,7	100,0
	<i>Total</i>	219	100,0	100,0	

Tabla 14. Resultados Estadísticos pregunta 8

Las páginas Web's gubernamentales y de Instituciones y empresas locales de nuestra ciudad de Tulcán, le proporcionan los servicios que Usted necesita y busca?



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 8.- El 44.3% manifiestan que las páginas web's de las instituciones locales y empresas de nuestra ciudad de Tulcán si les proporcionan los servicios que ellos necesita y buscan; mientras que un 55,7% que corresponde a 122 personas manifiestan que las páginas We'b no les proporcionan los servicios que ellos necesitan y buscan.

Pregunta 9.

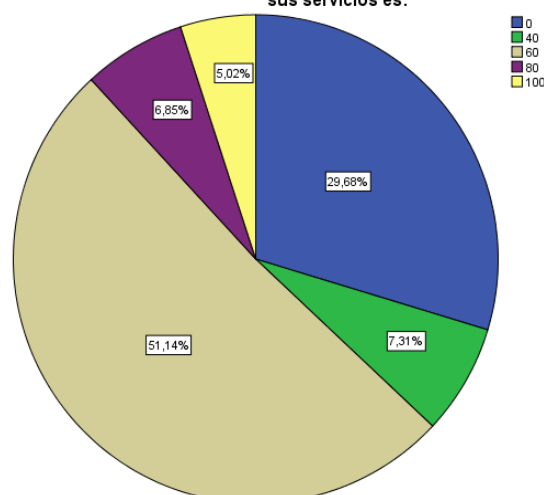
El lugar y la frecuencia en horas con la que Usted, utiliza el Internet y sus servicios es:

Uso de Internet en Casa

Horas Mensuales	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	65	29,7	29,7	29,7
40	16	7,3	7,3	37,0
60	112	51,1	51,1	88,1
80	15	6,8	6,8	95,0
100	11	5,0	5,0	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 15. Resultados Estadísticos pregunta 9

El lugar (casa) y la frecuencia (mes) en horas con la que Usted, utiliza el Internet y sus servicios es:



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 9.- Como podemos observar en la gráfica el 51.1% que corresponde a 112 personas utilizan un promedio de 60 horas mensuales de internet en sus hogares, le sigue un 29,68% correspondiente a 65 personas que no utilizan internet en sus hogares, en tanto 16 personas que es el 7,3% utilizan un promedio de 40 horas, 15 personas utilizan un promedio de 80 horas al mes, mientras que 11 personas utilizan un promedio de 100 horas de internet al mes en sus hogares.

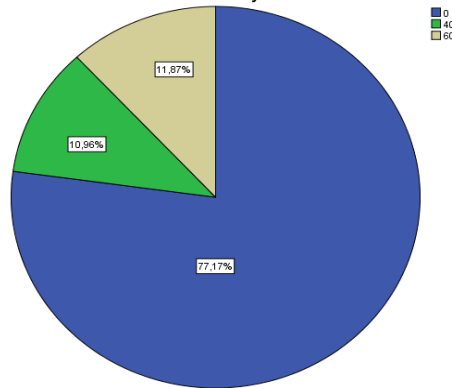
Pregunta 9.1

Uso de Internet en la Oficina

Horas Mensuales	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	169	77,2	77,2	77,2
40	24	11,0	11,0	88,1
60	26	11,9	11,9	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 16. Resultados Estadísticos pregunta 9.1

El lugar (trabajo) y la frecuencia (mes) en horas con la que Usted, utiliza el Internet y sus servicios es



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 9.1.- En el uso de Internet en la oficina el 77,2% que corresponde a 169 personas encuestadas no hacen uso de este servicio en su trabajo, tan solo el 22,9% utilizan internet en el trabajo que corresponde a 50 personas y utilizan un promedio de 50 horas mensuales de este servicio al mes.

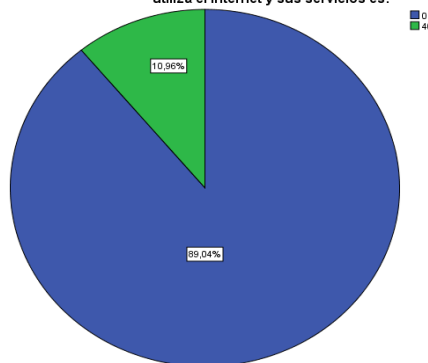
Pregunta 9.2

Uso de Internet en Centro de Estudios

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	195	89,0	89,0	89,0
40	24	11,0	11,0	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 17. Resultados Estadísticos pregunta 9.2

El lugar (Centro de Estudios) y la frecuencia (mes) en horas con la que Usted, utiliza el Internet y sus servicios es:



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 9.2.- De las 219 personas encuestadas 24 de ellas hacen uso de internet en los centros de estudios que corresponde al 11% y 195 de ellas que corresponde al 89% no utilizan este servicio en los centros de estudios.

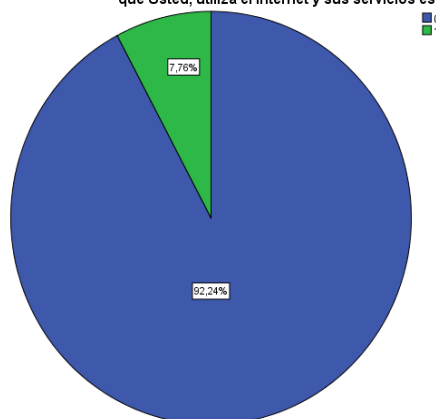
Pregunta 9.3.

Uso de Internet en Lugares de Acceso Gratuito

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
0	202	92,2	92,2	92,2
<i>Válidos</i> 1	17	7,8	7,8	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 18. Resultados Estadísticos pregunta 9.3

El lugar (parques, bulevares plazoletas) y la frecuencia en horas al (mes) con la que Usted, utiliza el Internet y sus servicios es:



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 9.3.- Tan solo el 7,76% de las personas encuestadas que corresponde al 17 de ellas hacen uso de internet en lugares de acceso gratuito y 202 personas que corresponde al 92,24% no hacen uso del este servicio en lugares de acceso gratuito de internet en la ciudad de Tulcán.

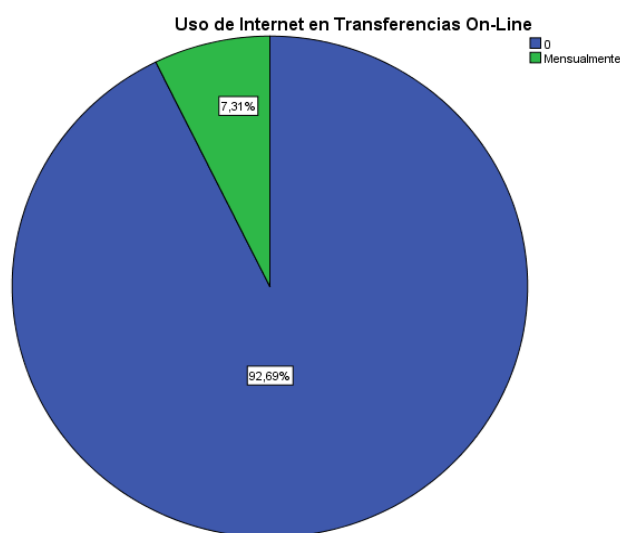
Pregunta 10.-

¿El uso y el objetivo del Internet frecuentemente es para?

Transferencias On-Line

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	203	92,7	92,7	92,7
Válidos Mensualmente	16	7,3	7,3	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 19. Resultados Estadísticos pregunta 10



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

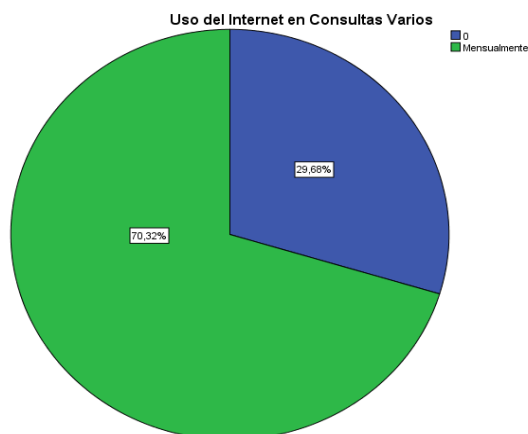
Análisis Pregunta 10.- Tan solo 16 personas utilizan internet de manera mensual en trasferencias On-Line que corresponde al 7,3% y 203 personas no utilizan este servicio que corresponde al 92,69% para realizar esta operación.

Pregunta 10.1.-

Uso de Internet en Consultas Varias

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	65	29,7	29,7	29,7
Válidos Mensualmente	154	70,3	70,3	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 20. Resultados Estadísticos pregunta 11



Fuente: Encuesta, Junio del 2014
Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

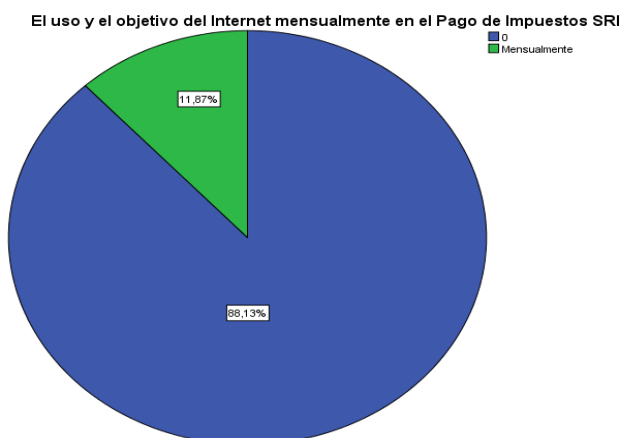
Análisis Pregunta 10.1.- De las 219 personas encuestadas 154 de ellas que corresponde al 70,32% utilizan el servicio de internet para realizar varias consultas, mientras que 65 equivalente al 29,68% de personas no utilizan este servicio.

Pregunta 10.2.

Uso del Internet en declaraciones al SRI

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	193	88,1	88,1	88,1
Mensualmente	26	11,9	11,9	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 21. Resultados Estadísticos pregunta 10.2



Fuente: Encuesta, Junio del 2014
Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 10.2.- De manera mensual para realizar declaraciones por internet a través de la página Web del SRI 26 personas utilizan este servicio que corresponde al 11,9% en tanto que en su mayoría de las personas encuestadas un total de 193 correspondiente al 88,13% no utilizan este servicio.

Pregunta 11.

¿Ha realizado Usted, capacitaciones vía Internet?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	203	92,7	92,7	92,7
Válidos Si	16	7,3	7,3	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 22. Resultados Estadísticos pregunta 11



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

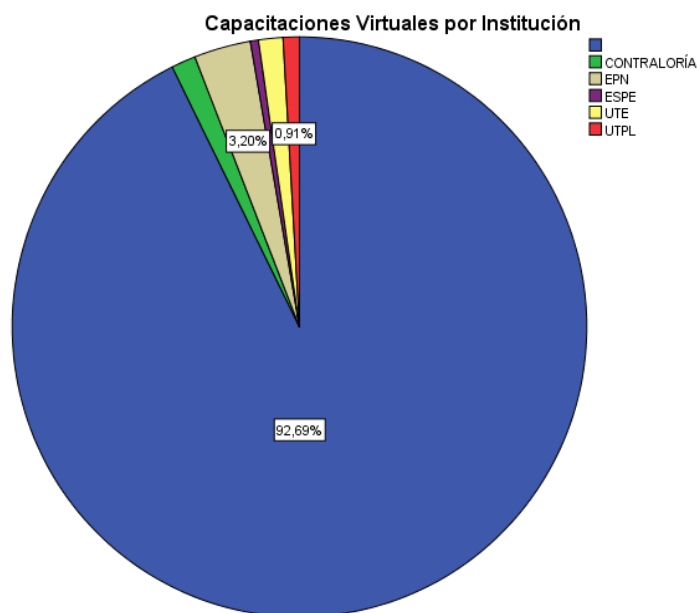
Análisis Pregunta 11.- Muy pocas personas han realizado capacitaciones por internet, tan solo 16 de ellas lo han hecho es decir el 7,31%, en cuanto el 92,7% que corresponde a 203 personas no han realizado este tipo de capacitaciones.

¿Si su respuesta es afirmativa indique el nombre de la Institución que le brindó este servicio?

Capacitación virtual por Institución

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válidos	203	92,7	92,7	92,7
CONTRALORÍA	3	1,4	1,4	94,1
EPN	7	3,2	3,2	97,3
ESPE	1	,5	,5	97,7
UTE	3	1,4	1,4	99,1
UTPL	2	,9	,9	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 23. Resultados Estadísticos Capacitación Virtual



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis.- De las 16 personas que han recibido la capacitación vía internet 7 de ellas lo han realizado en la Universidad Politécnica Nacional, 3 de ellas en la Contraloría y Universidad Tecnológica Equinoccial respectivamente, 2 personas en la UTPL y 1 en la ESPE.

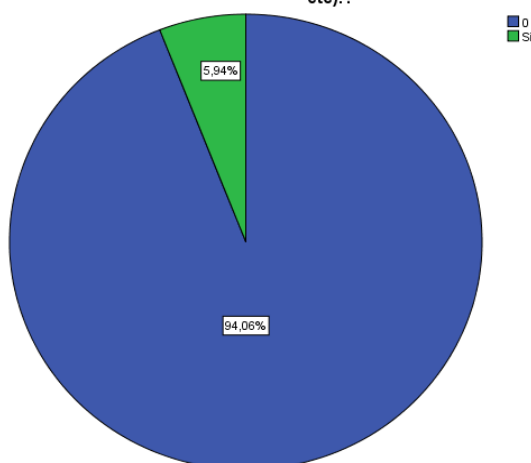
Pregunta 12.

Conoce Usted, de lugares públicos en nuestra ciudad de Tulcán que brinden el servicio de Internet gratuito (parques, plazoletas, bulevares, entidades públicas etc). SI NO

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
0	206	94,1	94,1	94,1
Válidos Si	13	5,9	5,9	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 24. Resultados Estadísticos pregunta 12

Conoce Usted, de lugares públicos en nuestra ciudad de Tulcán que brinden el servicio de Internet gratuito (parques, plazoletas, bulevares, entidades públicas etc).?



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 12.- Muy pocas personas conocen de lugares públicos de nuestra ciudad de Tulcán que brinde el servicio de internet gratuito tan solo 13 de ellas responde que sí conocen que representan el 5,9% mientras que en su mayoría 206 personas equivalente al 206% responden que no conocen de dichos lugares.

Pregunta 12.1.

Si su respuesta es afirmativa indique en donde?

		E15nombredellugar			Total	
			PARQUE AYORA	PARQUE DEL OCHO		PARQUE PRINCIPAL
E14lugarespúblicos	0	206	0	0	0	206
	Si	0	2	6	5	13
Total		206	2	6	5	219

Tabla 25. Resultados Estadísticos pregunta 12.1

Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 12.1.- De las 13 personas que conocen de los lugares que ofrecen servicio de internet gratuito en la ciudad de Tulcán, indican que en 3 parques de la ciudad pueden utilizar este servicio, el parque ayora utilizan 2 personas, el parque del ocho 6 de ellas y el parque principal 5 personas como lugares que brinda este servicio.

Pregunta 13.

¿Ha tenido algún inconveniente en conectarse a Internet en algún lugar público de la ciudad de Tulcán?

		E16algúninconveniente				Total
		Señal muy baja	Servicio no disponible por días	Navegación muy lenta	Variabilidad de la señal Wi-Fi	
	<i>PARQUE AYORA</i>	2	0	0	0	2
<i>El nombre del lugar</i>	<i>PARQUE DEL OCHO</i>	1	2	2	1	6
	<i>PARQUE PRINCIPAL</i>	1	2	2	0	5
Total		4	4	4	1	13

Tabla 26. Resultados Estadísticos pregunta 13

Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 13.- Como podemos observar en la tabla, todos los usuarios que han utilizado la red inalámbrica en los parques de la ciudad de Tulcán han tenido inconvenientes al momento de navegar en el internet; así 4 personas manifiestan que la señal es muy baja, 4 personas dicen que el servicio no se encuentra disponible por días, de igual manera 4 personas

manifiestan que la navegación es muy lenta y 1 persona de ellas indica que existe variabilidad de la señal al momento de conectarse.

Pregunta 14.

Indique el motivo principal de utilizar Internet en lugares públicos (parques, plazoletas, bulevares, entidades públicas etc)?

Tabla de contingencia E17principalesmotivos * E15nombredellugar * E14lugarespúblicos.

E14lugarespúblicos		E15nombredellugar			Total	
		PARQUE AYORA	PARQUE DEL OCHO	PARQUE PRINCIPAL		
E17principalesmotivos		206			206	
Total		206			206	
Si	E17principalesmotivos					
	AULAS VIRTUALES	0	1	0	1	
	BANCA VIRTUAL	0	1	0	1	
	CONSULTA DE INFORMACIÓN	1	0	0	1	
	CONSULTAS	0	1	1	2	
	DESCARGAS	1	2	0	3	
	NOTICIAS	0	1	0	1	
	REDES SOCIALES	0	0	3	3	
	REVISIÓN DEL CORREO	0	0	1	1	
Total		2	6	5	13	
Total	E17principalesmotivos	206	0	0	0	206
	AULAS VIRTUALES	0	0	1	0	1
	BANCA VIRTUAL	0	0	1	0	1
	CONSULTA DE INFORMACIÓN	0	1	0	0	1
	CONSULTAS	0	0	1	1	2
	DESCARGAS	0	1	2	0	3
	NOTICIAS	0	0	1	0	1
	REDES SOCIALES	0	0	0	3	3
	REVISIÓN DEL CORREO	0	0	0	1	1
	Total	206	2	6	5	219

Tabla 27. Resultados Estadísticos pregunta 14

Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo

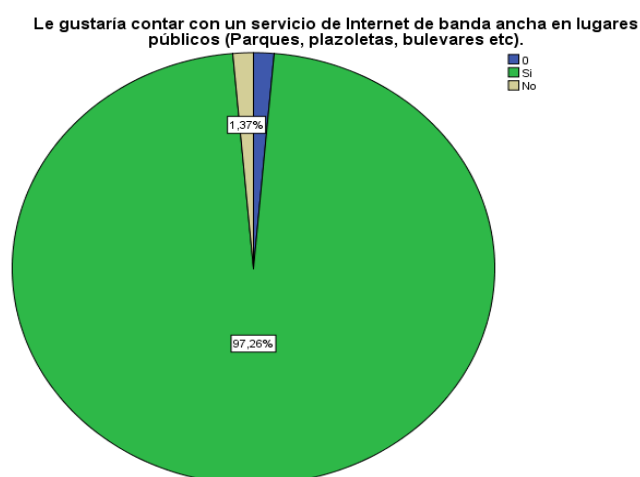
Análisis Pregunta 14.- Entre los principales motivos de utilizar internet en lugares públicos está el uso de aulas virtuales realizado por una persona, utilización de banca virtual 1 persona, consultas de información y descargas 6, noticias, redes sociales y revisión de correo 8 personas.

Pregunta 15.

Le gustaría contar con un servicio de Internet de banda ancha en lugares públicos (Parques, plazoletas, bulevares etc).

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
0	3	1,4	1,4	1,4
Válidos Si	213	97,3	97,3	98,6
No	3	1,4	1,4	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 28. Resultados Estadísticos pregunta 15



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 15.- El 97,3% de personas encuestadas correspondiente a 213 están en total acuerdo de contar con un servicio de internet de banda ancha en los lugares públicos de la ciudad de Tulcán (parques, bulevares, plazoletas etc; tan solo 3 de ellas manifiestan que no están de acuerdo que corresponde al 1,4%

Pregunta 16.

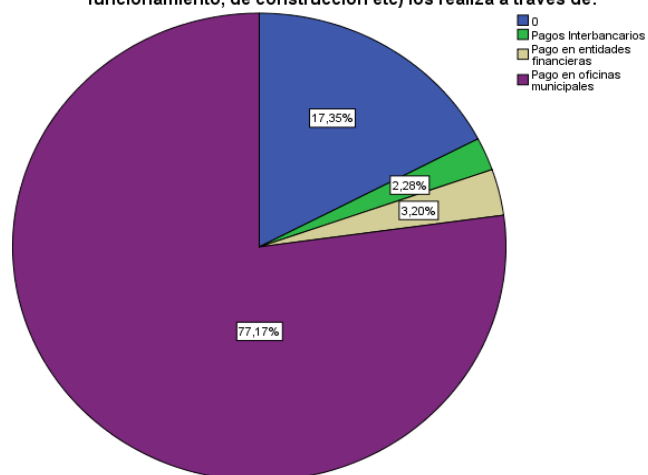
El pago de los servicios Municipales (agua potable, predio urbano, permisos de funcionamiento, de construcción etc) los realiza a través de: Pagos Interbancarios, Pago en entidades financieras, Pago en las oficinas municipales, Con tarjeta de crédito, otros

Tabla de resultados del Pago de Servicios Municipales

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>0</i>	38	17,4	17,4	17,4
<i>Pagos Interbancarios</i>	5	2,3	2,3	19,6
<i>Pago en entidades financieras</i>	7	3,2	3,2	22,8
<i>Pago en oficinas municipales</i>	169	77,2	77,2	100,0
<i>Total</i>	219	100,0	100,0	

Tabla 29. Resultados Estadísticos pregunta 16

El pago de los servicios Municipales (agua potable, predio urbano, permisos de funcionamiento, de construcción etc) los realiza a través de:



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 16.- El 77,7% de personas encuestadas realiza el pago de los servicios municipales en las ventanillas del Municipio que corresponde a 169 de ellas, tan solo 7 personas lo realizan el pago a través de las entidades financieras y corresponde al 3,2% en tanto que 5 personas los realizan a través

del pago de sistemas interbancarios y corresponde al 2,3%, 38 personas encuestadas no utilizan ninguno de estos servicios y corresponde al 17,4%.

Pregunta 17.

¿La atención en el pago de los servicios municipales por parte de los funcionarios es?

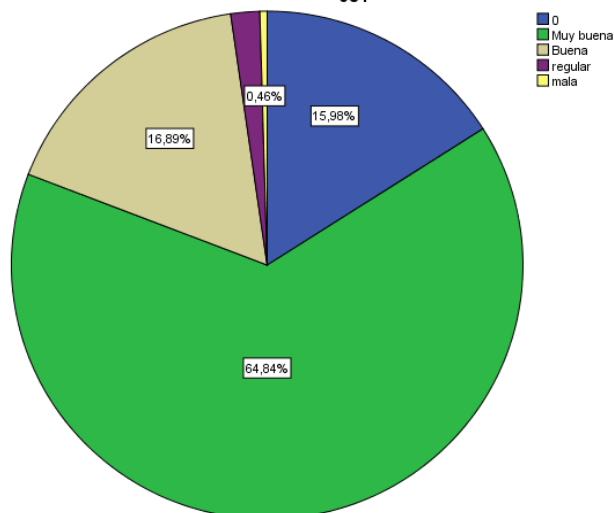
Muy buena, buena, regular, mala

Tabla de resultados de atención en el pago de servicios municipales

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>0</i>	35	16,0	16,0	16,0
<i>Muy buena</i>	142	64,8	64,8	80,8
<i>Buena</i>	37	16,9	16,9	97,7
<i>regular</i>	4	1,8	1,8	99,5
<i>mala</i>	1	,5	,5	100,0
Total	219	100,0	100,0	

Tabla 30. Resultados Estadísticos pregunta 17

La atención en el pago de los servicios municipales por parte de los funcionarios es?



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 17.- La atención en el pago de los servicios municipales es muy buena según las 142 personas encuestadas que así lo determinan y

corresponde al 64,8%, 38 personas la califican la atención del pago de los servicios municipales como buena y corresponde al 16,9%, en cuanto 4 personas manifiestas que la atención es regular y tan solo 1 de ella indica que es mala la atención y corresponde al 1,8% y 0,5% respectivamente.

Pregunta 18.

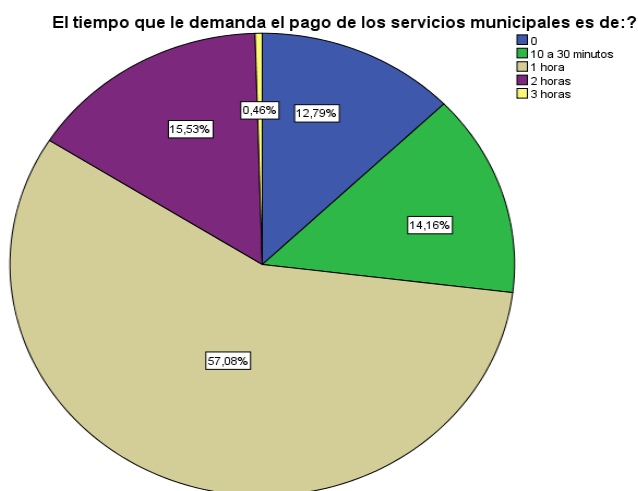
¿El tiempo que le demanda el pago de los servicios municipales es?

de 10 a 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, más de 4 horas

Tabla de resultados del tiempo que demanda el pago de servicios Municipales

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
0	28	12,8	12,8	12,8
10 a 30 minutos	31	14,2	14,2	26,9
1 hora	125	57,1	57,1	84,0
2 horas	34	15,5	15,5	99,5
3 horas	1	,5	,5	100,0
<i>Total</i>	219	100,0	100,0	

Tabla 31. Resultados Estadísticos pregunta 18



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 18.- Un 57,1% de personas encuestadas que corresponde a 125 de ellas manifiestan que el tiempo que se demoran en el pago de los servicios municipales en la ciudad de Tulcán es de 1 hora, 34 personas que corresponde al 15,5% indican que se demoran 2 horas, 31 personas que corresponden al 14,2% indican que se demoran de 10 a 30 minutos en el pago de los servicios, 1 persona que corresponde al 0,5% indica que se demora 3 horas, en tanto que 28 personas de las 219 encuestadas no responden esta pregunta y corresponde al 12,8%.

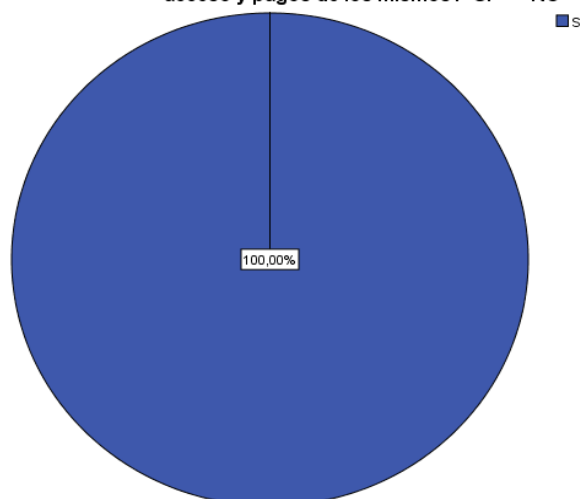
Pregunta 19.- *¿Cree Usted, que con la implementación de la mayoría de los servicios en línea (vía WEB) tanto de empresas particulares como municipales le facilitaría el acceso y pagos de los mismos? SI NO*

Tabla de resultados de implementación de servicios en línea

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válidos Si	219	100,0	100,0	100,0

Tabla 32. Resultados Estadísticos pregunta 19

Cree Usted, que con la implementación de la mayoría de los servicios en línea (vía WEB) tanto de empresas particulares como municipales le facilitaría el acceso y pagos de los mismos? SI NO



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 19.- El 100% de personas encuestadas indican que si creen que con la implementación de los servicio en línea de las empresas particulares como entidades municipales el acceso a los pagos se facilitaría notablemente.

Pregunta 20.

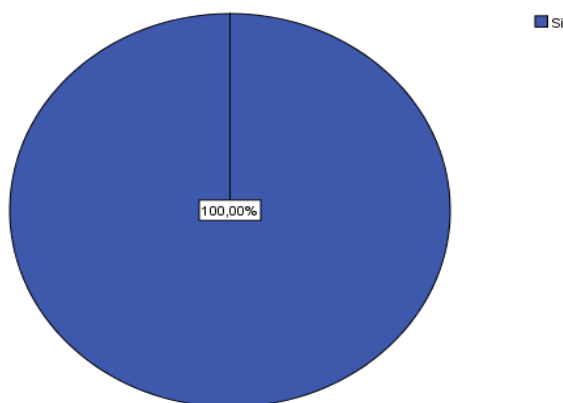
Le gustaría que nuestra ciudad cuente con servicios de una “Ciudad Digital” (Integración on line de Sistemas de Administración Pública, Sistema Educativo, Seguridad, Salud, Emergencias, Tramites ante el Gobierno Local, Gestión de Servicios Públicos Municipales, Tele Educación, Telemedicina, Acción Social y Cultural) a través del acceso inalámbrico a Internet desde cualquier parte de nuestra ciudad?

Tabla de resultados pregunta 20

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válidos Si	219	100,0	100,0	100,0

Tabla 33. Resultados Estadísticos pregunta 20

Le gustaría que nuestra ciudad cuente con servicios de una “Ciudad Digital” (Integración on line de Sistemas de Administración Pública, Sistema Educativo, Seguridad, Salud, Emergencias, Tramites ante el Gobierno Local, Gestión de Servicios Públicos Municipales, Tele Educación, Telemedicina, Acción Social y Cultural) a través del acceso inalámbrico a Internet desde cualquier parte de nuestra ciudad?



Fuente: Encuesta, Junio del 2014

Autor: Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

Análisis Pregunta 20.- De igual manera como en la tabla anterior el 100% de las 219 personas encuestadas manifiestan que si están de acuerdo en que

nuestra ciudad cuente con servicios de una “Ciudad Digital” (Integración on line de Sistemas de Administración Pública, Sistema Educativo, Seguridad, Salud, Emergencias, Tramites ante el Gobierno Local, Gestión de Servicios Públicos Municipales, Tele Educación, Telemedicina, Acción Social y Cultural) a través del acceso inalámbrico a Internet desde cualquier parte de nuestra ciudad.

3.13 Conclusiones de la demanda Social

Podemos concluir del estudio de la demanda social, tanto del sector empresarial como de los propietarios de las residencias de la ciudad de Tulcán y de la ciudadanía en general que existe la necesidad de contar con la mayoría de servicios digitalizados a través de los portales Web con los que cuentan las Instituciones públicas y privadas y de igual manera de una infraestructura tecnológica que garantice el acceso y brinde las facilidades y seguridades para realizar las operaciones de pagos de servicios vía on-line desde lugares públicos que se encuentren habilitados para estos servicios lo que conlleva a un ahorro significativo de tiempos, recursos y servicios, el 67,2% de las personas e instituciones encuestadas realizan los pagos de los servicios municipales de manera directa es decir acercándose a las oficinas del GAD Municipal de Tulcán, invirtiendo entre una y dos horas para cumplir con sus obligaciones cantonales, además el 0% de los encuestados no hacen uso de los pagos en línea de los servicios municipales en vista de que no existe este servicio a través de la página Web del GAD Municipal; sin embargo el 100% de los encuestados están de acuerdo en que se impulse un proyecto que cuente con una infraestructura de red inalámbrica y que permita tener acceso de conectividad desde diferentes lugares de la ciudad de Tulcán como de igual manera que cuente con un servicio de banda ancha para brindar el servicio de Internet.

3.14 Análisis de la demanda

“La demanda se la define como la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado” (Baca, G. 2006, p.17).

3.15 Estudio de Mercado

A través del estudio del mercado permitirá delinear nuestra sustentabilidad del proyecto, mediante esta herramienta podemos tener un escenario y objetivo de a adonde queremos llegar

Entre las variables para el análisis del comportamiento de la demanda tenemos:

- Necesidad
- Deseos
- Valores
- Beneficios

En el caso del presente estudio podemos identificar en base a los datos obtenidos y a los análisis estadísticos sometidos que existe una demanda insatisfecha en vista de que los ciudadanos no conocen de la existencia de lugares en la ciudad de Tulcán con acceso gratuito a internet y más aún no existen portales web's Institucionales de nivel de salud, educación, cultura, deportes etc que soporten las necesidades digitales de los usuarios y le demande de menor tiempo para realizar sus actividades y servicios.

En relación con la necesidad, se puede categorizar a la utilización de la infraestructura de red inalámbrica como una demanda de servicio social necesaria ya que los productos y servicios se siguen sumando a través de canales digitales.

Con relación a su temporalidad podemos definir como una demanda continua por cuanto se mantendrá y evolucionará de manera permanente y seguirá ofertando sus servicios a toda la comunidad Tulcaneña.

En relación con su destino se trata de una demanda de servicios sociales necesarios; por cuanto hoy en día la información on line y los pagos de servicios deben estar administrados a través de portales digitales.

3.16 Estudio de mercado para la planeación del negocio

Con el estudio del mercado podremos descubrir lo que la gente necesita, quiere o cree. De igual manera podemos descubrir cómo actúan las personas y

de igual manera una vez que la investigación se completa, se puede utilizar para la prestación de los servicios.

Para la ejecución del proyecto existen aspectos muy importantes que se deben tomar en cuenta tales como:

- ¿Quiénes son nuestros usuarios?
- ¿Cuáles son los productos o servicios que más necesitan?
- ¿Cuál es su ubicación y en qué número se encuentran?
- Quiénes son nuestros usuarios.- En la ciudad de Tulcán toda nuestra ciudadanía entre empresas privadas y públicas, estarán beneficiada por contar con la infraestructura tecnológica de red que le permita soportar el acceso y utilización de las herramientas y servicios de una ciudad digital.

3.17 Ubicación

El acceso de la red inalámbrica será brindado a lo largo y ancho de la ciudad de Tulcán; identificado a través de 17 puntos en sectores de concurrencia normal y que permitirán contar con el servicio de conectividad para los usuarios que así lo requieran y brindar los servicios de una ciudad digital; entendiendo por ciudad digital al conjunto de personas que tienen en común, más que el entorno geográfico, la interacción diaria formando una comunidad haciendo uso de las TIC'S de manera intensiva. (IMAGINAR)

3.18 Cantidad

Tecnológicamente, el servicio la administración y la gestión del ancho de banda a través de los Access Point estarán administrados bajo una estación base ubicada en las instalaciones del Municipio de Tulcán, lo que permitirá gestionar y administrar el ancho de banda para los diferentes usuarios de la red.

3.19 Tendencia del Mercado

El uso de infraestructuras de red que soporten el acceso a internet son requerimientos cada vez mucho más necesarios para los ciudadanos que necesitan y requieren interactuar con los productos y servicio que brindan las empresas públicas y privadas a través de sus portales Web.

3.20 Análisis de la Competencia.

En la ciudad de Tulcán no existe una empresa o Institución que cuente con la administración y con una infraestructura de red inalámbrica que se encuentre ubicada en la ciudad de Tulcán y que permita brindar y soportar los servicios de una ciudad digital conforme lo confirman las certificaciones solicitadas de los servicios tecnológicos que brinda el GAD Municipal de la Ciudad de Tulcán.

3.21 Posibles Usuarios.

Todos los ciudadanos y empresas públicas y privadas de la ciudad de Tulcán y como eje central el GAD Municipal; que brinde los productos o servicios como se muestran en el siguiente gráfico.



Figura 38. Actores Sociales que forman parte de la Ciudad de Tulcán

3.22 Medios Digitales de los Actores Sociales de la ciudad de Tulcán.

<i>INSTITUCIÓN</i>	<i>URL</i>	<i>PÁGINA WEB INFORMATIVA</i>	<i>PÁGINA WEB DINÁMICA CON ACCESO A SERVICIOS DIGITALES</i>
Municipio de Tulcán	www.gmtulcan.gob.ec	Si	No
Consejo Provincial	http://www.carchi.gob.ec/	SI	No
<i>UNIVERSIDADES</i>			
<i>Universidad Politécnica Estatal del Carchi</i>	www.upec.edu.ec	Si	Si
<i>Universidad UniAndes</i>	www.uniandes.edu.ec	Si	Si
<i>ESPE</i>	http://www.espe.edu.ec/	Si	Si
<i>Universidad Tecnológica Equinoccial</i>	http://www.ute.edu.ec	Si	Si
<i>Universidad Central del Ecuador</i>	http://www.uce.edu.ec/	Si	Si
Universidad Particular de Loja	http://www.utpl.edu.ec/	Si	Si
<i>COLEGIOS</i>			
Colegio Sgdo. Corazón de Jesús	www.bethlemitastulcan.edu.ec	Si	No
Colegio San Antonio de Padua	no dispone de página web		
Instituto Tecnológico Bolívar	http://www.institutobolivar.edu.ec	Si	No
Instituto Tecnológico Tulcán	http://www.institutotulcan.edu.ec	Si	No
Instituto Tecnológico Vicente Fierro	http://www.vicentefierro.edu.ec	Si	No
Colegio Fiscomisional Hno. Miguel La Salle	http://www.lasalletulcan.org	Si	Si
Colegio Nacional Consejo Provincial	no dispone de página web	No	No
Colegio Militar	no dispone de página web	No	No
<i>ESCUELAS</i>			
Escuela Sucre Nro1	No disponen de Página Web	No	No
Escuela Cristóbal Colón	No disponen de Página Web	No	No
Escuela 11 de Abril	No disponen de Página Web	No	No

Escuela Isacc Acosta	No disponen de Página Web	No	No
Escuela Alejandro R Mera	No disponen de Página Web	No	No
Escuela Marieta de Veintimilla	No disponen de Página Web	No	No
SALUD	<i>URL</i>		
Ministerio de Salud Pública	www.salud.gob.ec	Si	Si
CULTURA	<i>URL</i>		
Casa de la Cultura Núcleo del Carchi	No disponen de Página Web	No	No
Departamento de Cultura de Tulcán	No disponen de Página Web	No	No
Casa de la juventud del Carchi	No disponen de Página Web	No	No
SEGURIDAD	<i>URL</i>		
Policía Nacional	www.policiaecuador.gob.ec	Si	Si
Ejercito	www.dirmov.mil.ec	Si	Si
ECU 911	www.ecu911.gob.ec	Si	Si
ENTIDADES DE GOBIERNO	<i>URL</i>		
IESS	www.iesgob.ec	Si	Si
SRI	www.sri.gob.ec	Si	Si
Aduana del Ecuador	www.aduana.gob.ec	Si	Si
ACCIÓN SOCIAL	<i>URL</i>		
Ministerio de Inclusión Económica y Social	www.inclusion.gob.ec	Si	Si
FEDERACIÓN DEPORTIVA	<i>URL</i>		
Federación Deportiva del Carchi	www.fedecarchi.com	Si	No
ENTIDADES BANCARIAS	<i>URL</i>		
Banco del Pichincha	https://www.pichincha.com	Si	Si
Banco de Guayaquil	http://www.bancoguayaquil.com	Si	Si
Banco del Fomento	https://www.bnf.fin.ec/	Si	Si
Banco del Austro	http://www.bancodelaustro.com/	Si	Si
Coop de Ahorro y Crédito Tulcán	http://www.cooptulcan.com/	Si	Si
Coop de Ahorro y Crédito	http://www.cpmv.fin.ec/	Si	Si

Pablo Muñoz			
Cooperativa 29 de Octubre	https://www.29deoctubre.fin.ec/	Si	Si
CACET	http://educacet.com/bancaelectronica/	Si	No
Cooperativa Padre Ponce Rubio	http://coopvpr.com.ec/index.html	Si	No

Tabla 34. Medios Digitales de los Actores Sociales de la ciudad de Tulcán.

Página Web Informativa.- Cuyo principal objetivo es poner información a disposición del usuario generalmente trabajan con un estado Web1.0.

Página Web dinámica con acceso a Servicios Digitales Web2.0.- Cuyo contenido Web interactúa con el usuario al momento de visitar la página o al momento de ejecutar alguna aplicación; y cuya información se encuentra contenida en base de datos de la cual se extrae las selecciones o acciones llevadas a cabo por el usuario que visita la página.

3.23 Actores sociales y sus medios digitales

	<i>No disponen de Pág. WEB</i>	<i>Página Informativa</i>	<i>Dispone de Servicios Digitales</i>
GOBIERNOS LOCALES	0	2	0
UNIVERSIDADES	0	6	6
COLEGIOS	3	5	1
ESCUELAS	6	0	0
CULTURA	3	0	0
ENTIDADES DE GOBIERNO	0	6	6
FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL CARCHI	0	1	0
ENTIDADES BANCARIAS	0	9	9

Tabla 35. Resumen estadístico de los Actores Sociales

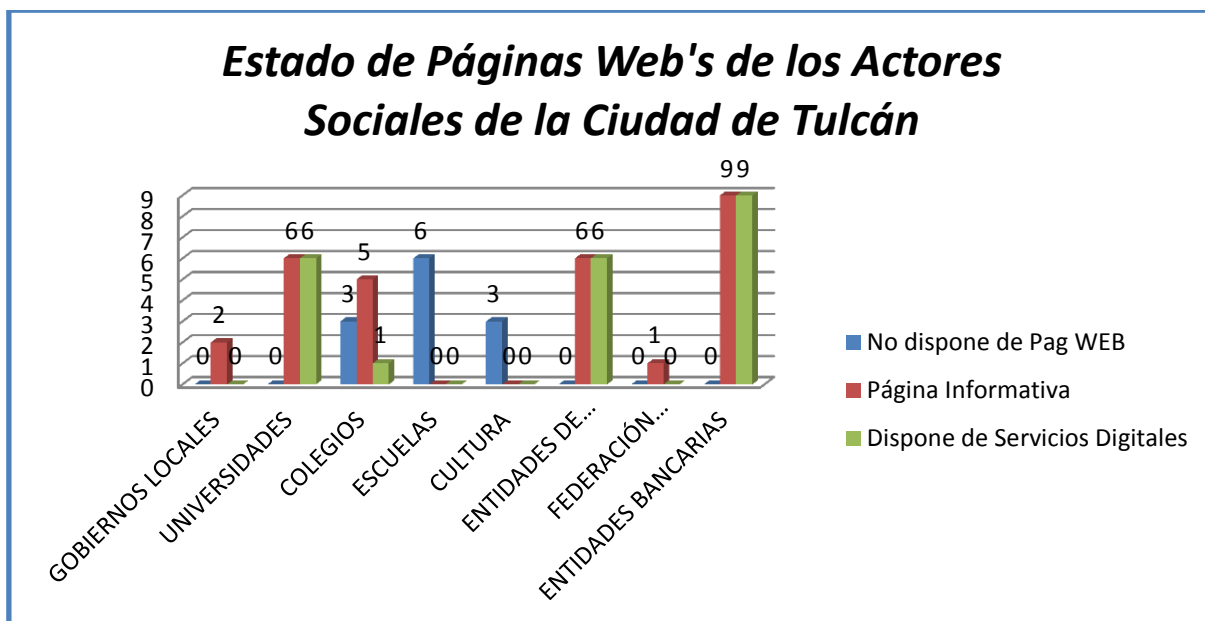


Figura 39. Cuadro Estadístico estado de Páginas Web's de los Actores Sociales en Tulcán

3.24 División barrial en la ciudad de Tulcán

La ciudad de Tulcán en sus parroquias González Suárez y parroquia Tulcán cuenta con 219 barrios⁸, distribuidos a lo largo de la ciudad con un promedio de 48 familias por barrio y de igual manera un promedio de 4 personas por cada familia lo que nos da un total de 47.304 habitantes. Permitiéndonos delimitar y estratificar los sectores de la ciudad con la finalidad de brindar el mayor y mejor servicio a los habitantes de la ciudad; es así que se definieron 17 lugares en la ciudad que permitirán colocar los dispositivos de red (Access Point) para brindar la cobertura y el acceso libre a Internet.

⁸ Fuente: Censo realizado por la Agencia Regional de Hidrocarburos Tulcán

3.25 Red de distribución

Localización y ubicación de AP'S en la Ciudad de Tulcán

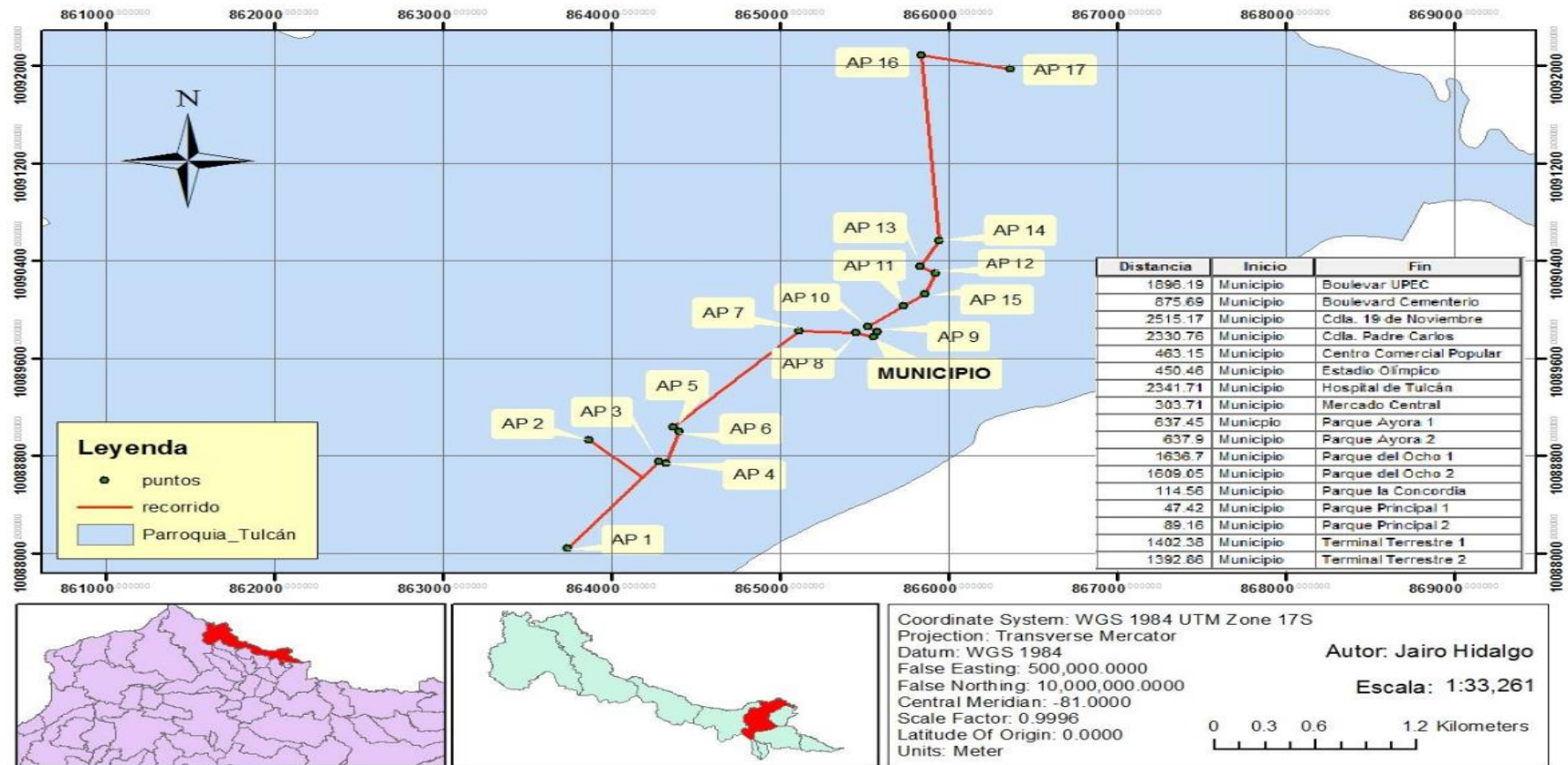


Figura 40. Mapa de Distribución y Ubicación de los Access Point outdoor CISCO 1552EU en la Ciudad de Tulcán

CAPITULO IV

4 DISEÑO DE LA RED

Este capítulo comprende el diseño de la Red de Fibra Óptica WDM como medio de transmisión y su infraestructura tecnológica a nivel de transporte y de igual manera el diseño de la red Wireless-LAN que se contará con el análisis y diseño de la topología a utilizarse y que abarca los 17 lugares específicos entre (parques, bulevares, mercados municipales y ciudadelas) de la Ciudad de Tulcán; debido al carácter económico del servicio y libre de una red comunitaria que soporte los servicios de una ciudad digital, se optimizarán los recursos, focalizando la cobertura inalámbrica a las principales áreas donde se encuentran los potenciales usuarios de la red; además se contará con un diseño de un sistema de gestión de servicios. El diseño de la infraestructura se basa en la referencia de diseño de redes WLAN propuesta por cisco; quién contempla requerimientos de diseño selección de tecnología y productos, especificaciones de seguridad, densidad de usuarios y ubicación de la red. El sistema de gestión de servicios se basa en el modelo ITIL que incluye: prestación de servicios y soporte de servicios, en cada uno de estos procesos definimos sus principales actividades, subprocesos y responsabilidades de administrador.

Se establecerán los parámetros con la finalidad de instalar correctamente la infraestructura tecnológica de red logrando un acceso inalámbrico seguro, fiable y consistente como:

- Infraestructura Tecnológica
- Áreas de cobertura de la red
- Alcance de cobertura de los equipos Wi-Fi
- Limitaciones de acceso y cobertura
- Ubicación de la Instalación de las Torres y postes junto con los AP'S
- Interferencia y coexistencia con otras redes
- Seguridad de la Red
- Ancho de banda requerido por las aplicaciones y velocidad de transmisión
- Número de usuarios a servir en la red
- Calidad de servicio QoS en las aplicaciones que la requieren

4.1 Red de Transporte Fibra Óptica

La tecnología WDM tiene múltiples ventajas entre la principal es su ancho de banda y las prestaciones que tiene la Fibra Óptica son superiores como por ejemplo puede soportar el incremento del ancho de banda en unos 20 años aproximadamente; esta característica es la principal que se ha tomado en cuenta para el diseño de la red; de igual manera existe desventajas entre la que podemos mencionar el costo para su implementación.

4.2 Ubicación de Nodos y AP'S Cisco Aironet Outdoor 1552S

El diseño de la red de transporte inicia detallándose la ubicación del Nodo de Acceso y de cada uno de los lugares en donde se colocan los AP'S outdoor aironet cisco 1552S junto con sus coordenadas conforme lo podemos observar en la tabla 36, utilizando el software Radio Mobile Online/En Ligne, (TowerCoverage.com) esto permite trazar la ruta por donde va a pasar la Fibra Óptica.

Nro	Ubicación Sector Sur	Latitud	Longitud	Dispositivo
1	Parque infantil de la Cdla 19 de Noviembre	000° 47' 43.63"N	77° 44' 00.28"W	Aps-1
2	Antisana y Av Universitaria Bulevar UPEC	000° 48' 10.43"N	77° 43' 54.45"W	Aps-2
3	Parque del ocho (este)	000° 48' 05.65"N	77° 43' 40.85"W	Aps-3
4	Parque del ocho (oeste)	000° 48' 06.03"N	77° 43' 42.55"W	Aps-4
5	Terminal Terrestre (p.b)	000° 48' 16.94"N	77° 43' 41.97"W	Aps-5
6	Terminal Terrestre (p.s)	000° 48' 17.31"N	77° 43' 43.09"W	Aps-6
Nro	Sector Centro	Latitud	Longitud	Cod
7	Estadio Olímpico	00° 48' 54.00" N	077° 43' 04.00" W	Apc-7
8	Parque la Concordia	00° 48' 51.62" N	077° 42' 58.59" W	Apc-8
9	Parque Principal (este)	000° 48' 51.62"N	77° 42' 56.66"W	Apc-9
10	Parque Principal (oeste)	00° 48' 51.44" N	077° 42' 54.73" W	Apc-10
11	Mercado Central	00° 48' 53.60" N	077° 42' 52.18" W	Apc-11
12	Parque Ayora (este)	00° 48' 58.09" N	077° 42' 50.37" W	Apc-12
13	Parque Ayora (oeste)	00° 49' 00.64" N	077° 42' 52.32" W	Apc-13
14	Bulevar Cementerio	00° 49' 06.47" N	077° 42' 49.71" W	Apc-14
15	Centro Comercial Popular	00° 48' 53.69" N	077° 42' 50.18" W	Apc-15

Cant	Sector Norte	Latitud	Longitud	Cod
16	Cdla Padre Carlos	00° 49' 56.64" N	077° 42' 50.18" W	Apc-16
17	Hospital de Tulcán	00° 49' 52.70" N	077° 42' 34.61" W	Apc-17

Tabla 36. Coordenadas y Ubicación de los AP'S 1552S

4.2.1 Mapa de la Ciudad de Tulcán

Localización de los lugares a través del Software Bing Maps para los AP'S outdoor 1552S.

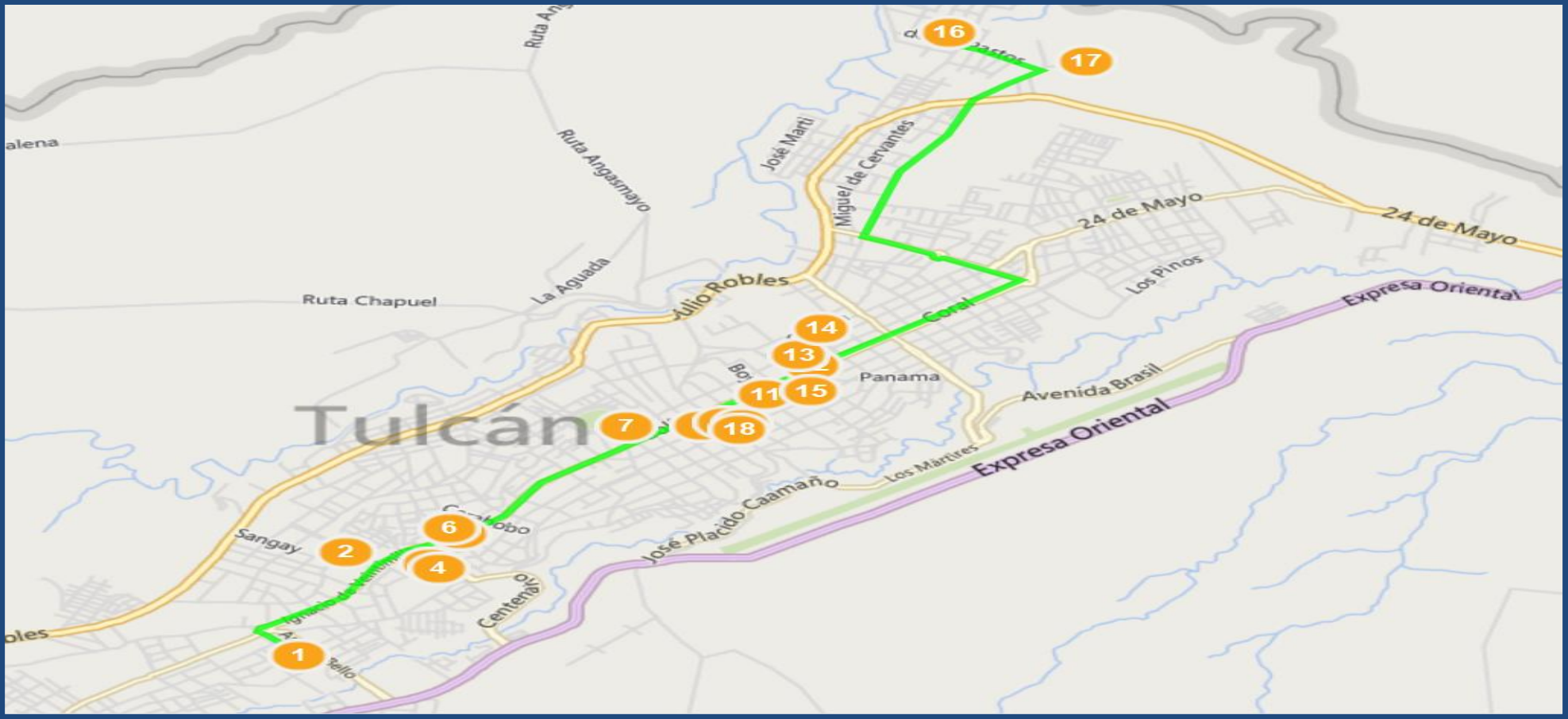


Figura 41. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S

Simbología	
	Nodo GAD-TULCAN
	Ubicación de AP'S outdoor 1552S
	Tendido de Fibra Óptica

4.2.2 Mapa Sector Sur de Tulcán.

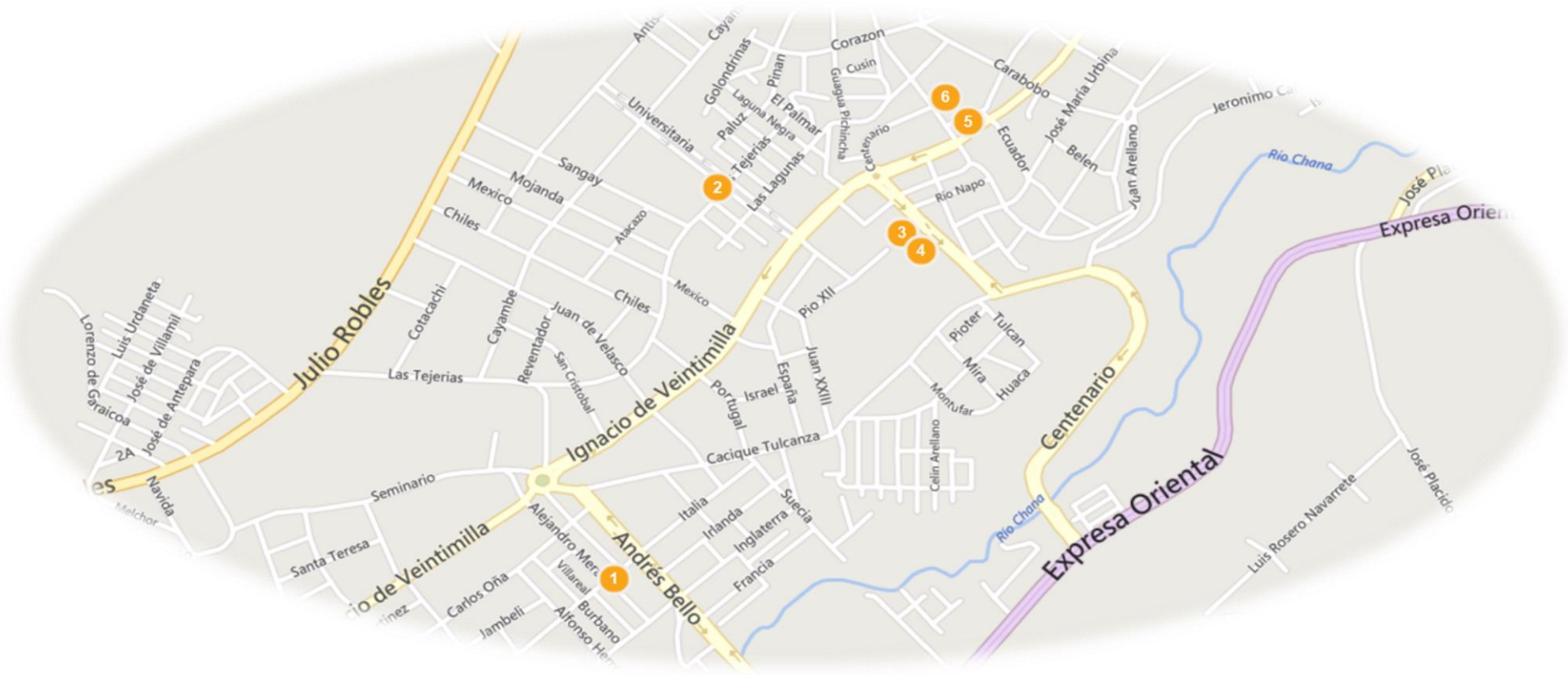


Figura 42. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S

Simbología	
	(1-6) Ubicación de AP'S outdoor 1552 S
	Sector Sur de la ciudad

4.2.3 Mapa Sector Centro de Tulcán

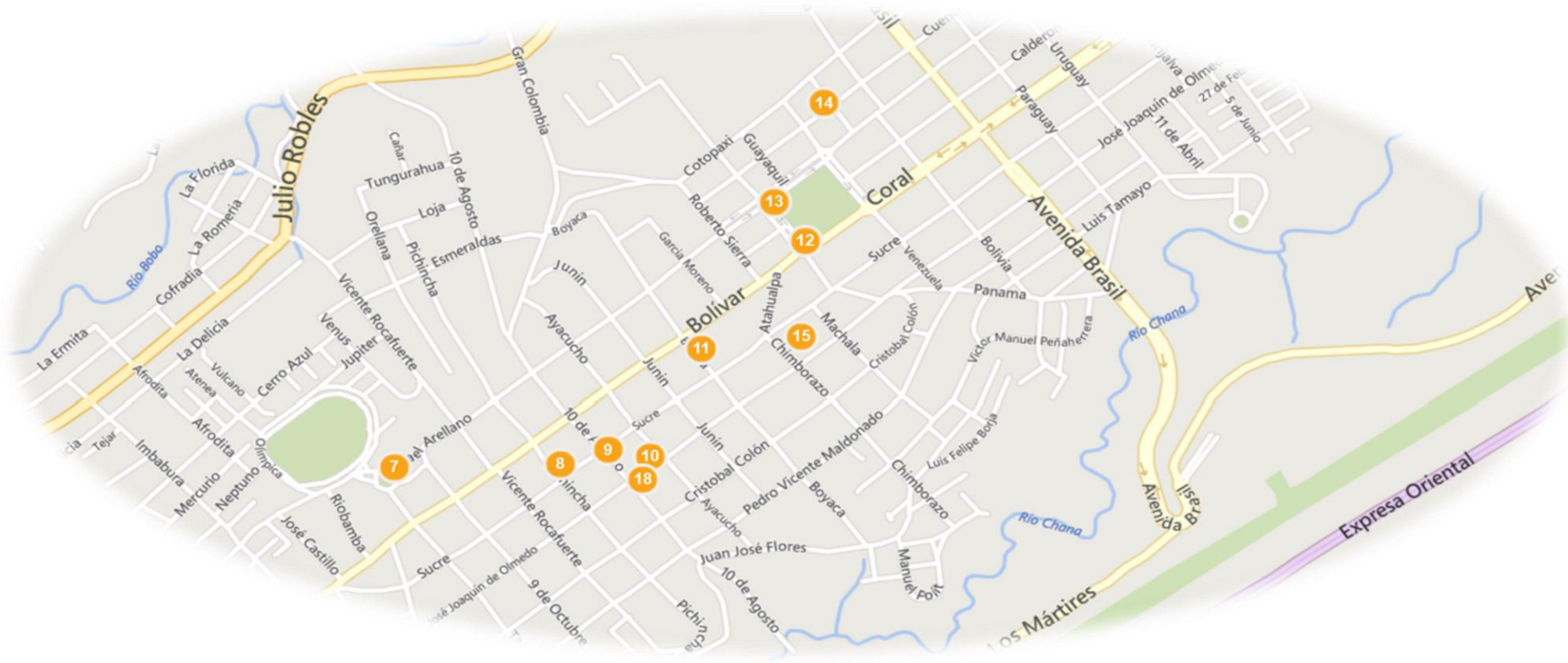


Figura 43. Puntos de localización y ubicación de los Access Point Outdoor 1552S

Simbología	
	(7-18) Ubicación de AP'S outdoor 1552 S
	Sector Centro de la ciudad

4.3 Cálculo de la Distancia de la Fibra Óptica de 24 hilos

Para determinar este valor se realizó una inspección de campo, mediante el conteo de postes por donde va a ir tendida la fibra óptica y mediante el Software Bing Maps se obtuvo la distancia aproximada.

a) **Conteo de Postes**

La distancia promedio que existe entre un poste al próximo poste es de 45 metros, con este valor y conociendo el número de postes se obtuvo la distancia que tiene el recorrido de la Fibra Óptica.

Cálculo: Número de Postes = 174

Distancia entre postes = 45 mts.

Distancia = $174 \times 45 = 7830$ mts.

La distancia calculada con el número de postes del recorrido de la fibra óptica de 24 hilos es de 7830mts.

b) **Distancia utilizando el Software Bing Maps**

Esta herramienta permite realizar una medición aproximada de la distancia que existe entre dos puntos, a continuación se muestra la distancia obtenida a todo el recorrido de la fibra óptica de 24 hilos.

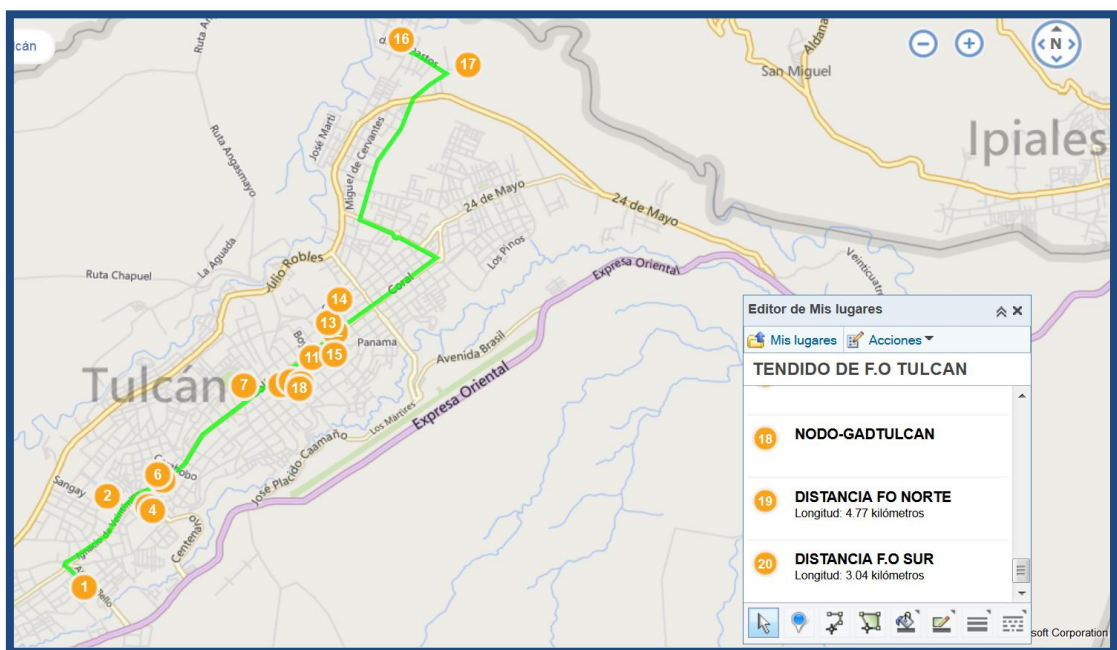


Figura 45. Distancia Tendido de Fibra Óptica 24 hilos

Como se puede observar en la Figura 45, la distancia calculada utilizando el número de postes sumando la distancia del tendido de Fibra Óptica Norte y Sur es igual a 7731,82mts en el Software Bing Maps es similar, estos valores se pueden utilizar como la distancia del recorrido de la fibra óptica.

c) **Cálculo de Reserva de Fibra Óptica**

En zonas urbanas normalmente constituyen un 10 a 20% de la distancia lineal del total de la ruta. La ubicación de reservas se hace en cada cambio de dirección de la ruta del cable y en sitios donde probablemente se debe derivar el cable (Mangas de Derivación). Ejemplo: Conexión a un nuevo cliente o derivación de la ruta. En trayectos bastantes largos constituyen un 5 a 10% de la distancia lineal del total de la ruta. La ubicación de las reservas se hace en cada punto donde posiblemente luego sea necesario hacer alguna derivación o es necesario realizar un empalme de continuidad. Ejemplo: Se terminó el carrete y es necesario continuar instalando más cable.

Con lo expuesto anteriormente, la distancia obtenida se le hará una suma de un 20% que está destinada como fibra óptica de reserva.

$$\begin{aligned}\text{Cálculo: Reserva} &= \text{Distancia fibra óptica por 20\%} \\ &= 7731,82 \text{ metros} \times 20\% \\ &= 1546 \text{ metros}\end{aligned}$$

d) **Pandeo**

Los postes de la red eléctrica están sometidos a fuerzas horizontales que lo flexionan, aplicadas directamente o a través de los cables eléctricos o algunos elementos por él soportados, estas fuerzas pueden provocar fenómenos de inestabilidad.

El coeficiente de distancia adoptado para el poste de madera es de 3%, y para el poste de hormigón es de 2% de la cantidad total de fibra óptica que se va a utilizar en el recorrido.

Los postes que se van a utilizar para el tendido de la fibra óptica de esta red, son en su totalidad de hormigón, por lo tanto el coeficiente a utilizar es el 2%.

$$\begin{aligned}\text{Cálculo: Pandeo} &= \text{Distancia fibra óptica por } 2\% \\ &= 7731 \text{ mts} \times 2\% \\ &= 155 \text{ mts}\end{aligned}$$

e) Span

La distancia aproximada entre poste a poste en todo el recorrido es aproximadamente 45 metros, por lo cual el Span de la fibra óptica a instalar debe ser mínimo de 100 metros.

f) Herrajes

Los Herrajes de retención se determinan dependiendo del diámetro del cable y el span que van a soportar, hay para distancias cortas, medianas y largas, varían dependiendo el agarre que deben tener, a menos distancia menos agarre, para distancias más grandes se necesita más agarre. Los herrajes de sujeción se instalan uno por poste de paso, por donde es el recorrido del cable.

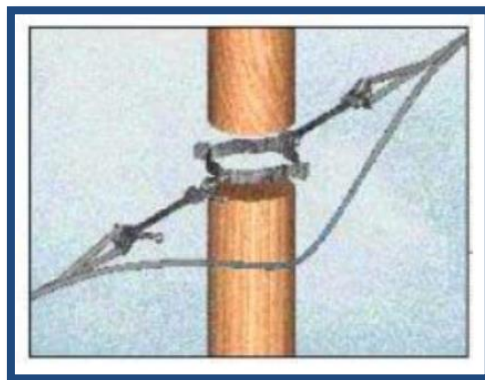


Figura 46. Herrajes de Retención

La distancia de fibra óptica que se tiene que aumentar por herraje instalado es de 20 centímetros, este valor se multiplica por el número de herrajes a instalar y se obtiene la distancia reservada para los herrajes.

$$\begin{aligned}\text{Cálculo: Distancia herrajes} &= \text{Número de herrajes por } 20 \text{ cm.} \\ &= 174 \times 20 \text{ cm} \\ &= 3480 \text{ cm} = 35 \text{ metros.}\end{aligned}$$

4.4 Distancia Total de la Fibra Óptica de 24 hilos

La distancia total se obtendrá sumando los valores que se indicó anteriormente este valor se muestra en la Tabla

Indicador	Distancia mts
Ingreso al Nodo	7731,82
Reserva	1546
Pandeo	155
Herrajes	35
Total	9467,82mts

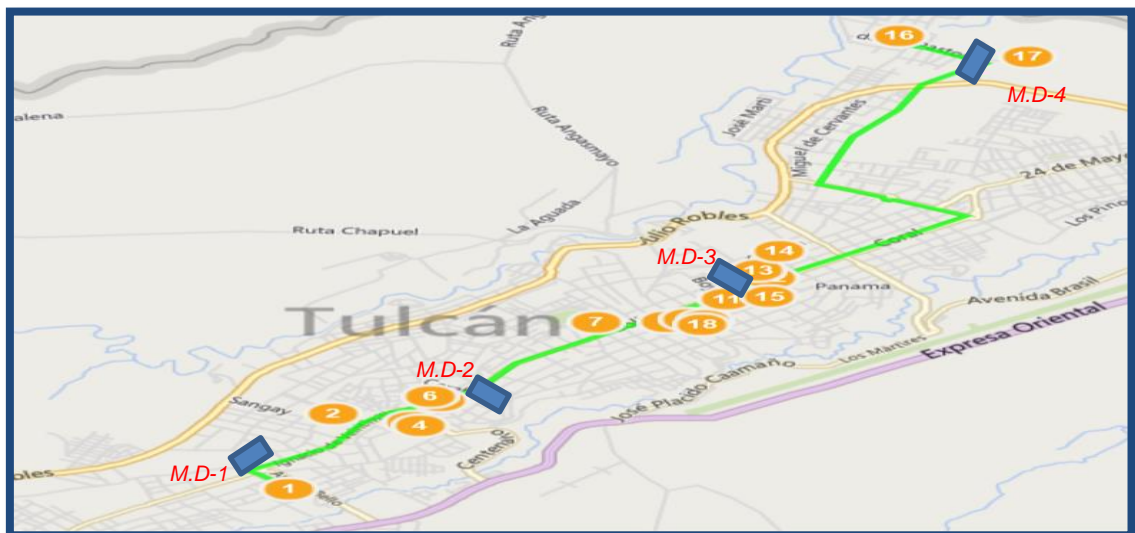
Tabla 37. Distancia Total de Fibra Óptica de 24 hilos

La distancia total de la Fibra Óptica de 24 hilos es de 9467,82mts

4.5 Ubicación de las Mangas de Derivación

Las mangas de derivación tienen la función de alojar a las fusiones de fibra, en este caso las fusiones de la fibra óptica de 24 hilos que sale del nodo con la fibra óptica de 2 hilos que va a los AP'S.

El lugar donde se instalan estas mangas depende principalmente de la ubicación de los AP outdoor 1552S, para la red diseñada se utilizan 4 mangas colocadas en sitios estratégicos, esto permite el ahorro de la fibra óptica, en la Figura se muestra la ubicación de las mangas.



Simbología	
18	Nodo GAD-TULCAN
(1-17)	Ubicación de AP'S Outdoor 1552 S
	Mangas de Derivación

Figura 47. Ubicación de Mangas

Número de Manga	Ubicación/Dirección	Dispositivos
1	Cdla 19 de Noviembre Dirección: Aven. Veintimilla y Seminario	AP1.
2	Terminal Terrestre Dirección: Rafael Arellano y Ecuador	AP2, AP3, AP4, AP5, AP6.
Nodo GAD-TULCÁN	Parque la Concordia Dirección: Sucre y Pichincha	AP7, AP8, AP9, AP10.
3	Parque Ayora Dirección: Bolivar y Panamá	AP11, AP12, AP13, AP14, AP15
4	Dirección: Los Pastos y Aven, San Francisco	AP16, AP17

Tabla 38. Ubicación de Mangas de Derivación

4.6 Distancia desde el Nodo a las Mangas de Derivación

La distancia se la obtuvo mediante el conteo de número de postes, en la Tabla 38, se puede apreciar estas distancias dando un total de 7731,82 mts desde la ubicación del nodo a la ubicación de las mangas de derivación.

Número de Manga	Distancia en mts desde el Nodo-GAD TULCÁN
1	2.968,91mts
2	1.660,91mts
3	800,91mts
4	4762,91mts
Total	7731,82mts

Tabla 39. Distancia desde el Nodo a las Mangas de Derivación

4.7 Distancia de la Fibra Óptica de dos hilos

Este valor se lo obtiene calculando la distancia que existe desde la Manga de derivación hasta la ubicación en donde se colocará el AP, esta se obtendrá mediante el conteo de postes y utilizando el software Bing Maps.

a) Conteo de Postes

La distancia promedio que existe entre un poste al próximo poste es de 45 mts, con este valor y conociendo el número de postes se obtuvo la distancia que tiene el recorrido de la Fibra Óptica desde la Manga1 hacia el AP-1.

Calculo: Número de Postes = 7

Distancia entre postes = 45 metros.

Distancia = $7 \times 45 = 315$ metros.

La distancia calculada con el número de postes del recorrido de la fibra óptica de 2 hilos es entre la Manga de Derivación1 y el AP1 es de 315mts.

b) Distancia utilizando el Software Bing Maps.

Esta herramienta permite realizar una medición aproximada de la distancia que existe entre dos puntos, a continuación se muestra la distancia obtenida entre la Manga 1 y la ubicación del AP-1.

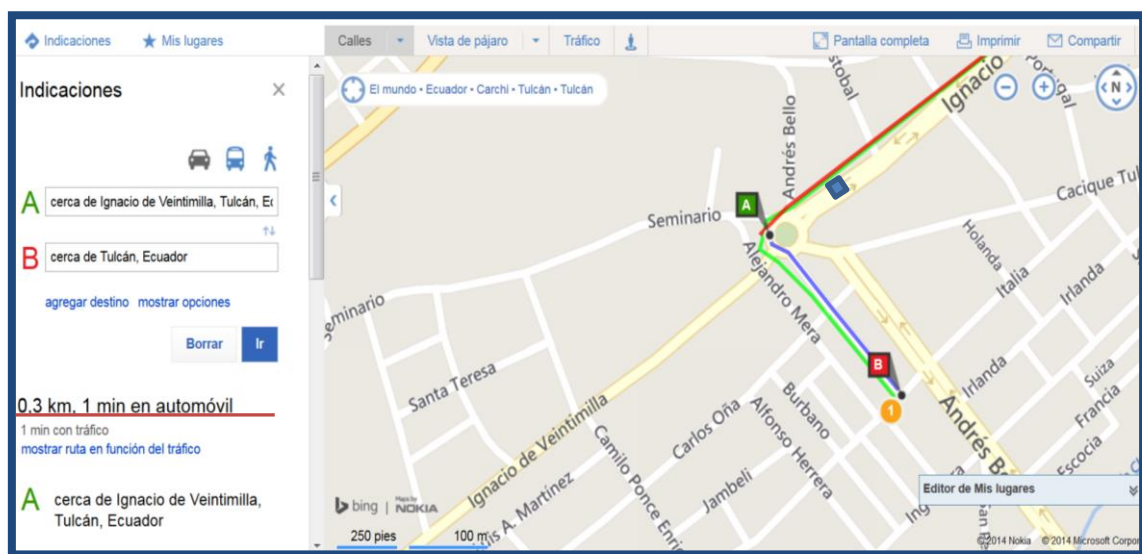


Figura 48. Distancia desde la Manga 1 (A) al AP-1 (B)

Fuente: Propia (Software Bing Maps)

Como se puede observar en la Figura 48, la distancia calculada utilizando el número de postes y el Software Bing Maps es similar, con estos valores se pueden utilizar para la distancia del recorrido de la fibra óptica.

c) Distancia de la Fibra Óptica que se necesita para el ingreso desde el poste hasta la caja de colocación del AP-1.

La fibra óptica debe Ingresar desde el poste hasta la caja de colocación del AP-1, la cantidad aproximada de fibra óptica que se utilizará es de 20 metros.

d) Cálculo de la Reserva de la Fibra Óptica

En zonas urbanas normalmente constituyen un 10 a 20 % de la distancia lineal del total de la ruta. La ubicación de reservas se hace en cada cambio de dirección de la ruta del cable y en sitios donde probablemente se debe derivar el cable. Ejemplo: derivación de la ruta. En trayectos bastantes largos constituyen un 5 a 10% de la distancia lineal del total de la ruta. La ubicación de las reservas se hace en cada punto donde posiblemente luego sea necesario hacer alguna derivación o es necesario realizar un empalme de continuidad. Ejemplo: Se terminó el carrete y es necesario continuar instalando más cable.

Con lo expuesto anteriormente, la distancia obtenida se le hará una suma de un 20% que está destinada como fibra óptica de reserva.

Cálculo: Reserva = Distancia fibra óptica por 20%

= 300mts x 20%

= 60mts

e) Pandeo

Los postes de la red eléctrica están sometidos a fuerzas horizontales que lo flexionan, aplicadas directamente o a través de los cables eléctricos o algunos elementos por él soportados, estas fuerzas pueden provocar fenómenos de inestabilidad.

El coeficiente de distancia adoptado para el poste de madera es de 3%, y para el poste de hormigón es de 2% de la cantidad total de fibra óptica que se va a utilizar en el recorrido.

Los postes que se van a utilizar para el tendido de la fibra óptica de esta red, son en su totalidad de hormigón, por lo tanto el coeficiente a utilizar es el 2%.

$$\begin{aligned}\text{Cálculo: Pandeo} &= \text{Distancia fibra óptica por } 2\% \\ &= 300 \text{ mts} \times 2\% \\ &= 6 \text{ mts.}\end{aligned}$$

f) Span

La distancia aproximada entre poste a poste en todo el recorrido es aproximadamente 45 metros, por lo cual el Span de la fibra óptica a instalar debe ser mínimo de 100 metros.

g) Herrajes

Los Herrajes de retención se determinan dependiendo del diámetro del cable y el span que van a soportar, hay para distancias cortas, medianas y largas, varían dependiendo el agarre que deben tener, a menos distancia menos agarre, para distancias más grandes se necesita más agarre. Los herrajes de sujeción se instalan uno por poste de paso, por donde es el recorrido del cable.

La distancia de fibra óptica que se tiene que aumentar por herraje instalado es de 20 centímetros, este valor se multiplica por el número de herrajes a instalar y se obtiene la distancia reservada para los herrajes.

$$\begin{aligned}\text{Cálculo: Distancia herrajes} &= \text{Número de herrajes por } 20 \text{ cm.} \\ &= 7 \times 20 \text{ cm} \\ &= 140 \text{ cm} = 1,4 \text{ metros.}\end{aligned}$$

h) Distancia total de la Fibra Óptica de 2 hilos para la ubicación del AP-1.

La distancia total se obtendrá sumando los valores que se indicó anteriormente, este valor se muestra en la Tabla 39, La distancia del recorrido desde la Manga 1 a la ubicación del AP-1 es de 387,40mts.

Indicador	Cantidad (metros)
Distancia Fibra Óptica	300mts
Ingreso a la ubicación del AP	20mts
Reserva	60mts
Pandeo	6mts
Herrajes	1,40mts
Total	387,40mts

Tabla 40. Distancia total de la Fibra Óptica de 2 hilos para la ubicación del AP-1

i) **Distancia de la Fibra Óptica de 2 hilos para todos los AP'S**

Aplicando los cálculos anteriormente realizados a todos los Access Point se obtiene los valores que se muestran en la Tabla 41.

Enlace	Distancia en mts	Número de Postes
Manga1-AP1	387,40	10
Manga2-AP2	748,20	20
Manga2-AP3	490,20	13
Manga2-AP4	554,70	15
Manga2-AP5	43,86	1
Manga2-AP6	174,15	6
Nodo GAD-AP7	903	21
Nodo GAD-AP8	322,50	8
Nodo GAD-AP9	165,12	5
Nodo GAD-AP10	202,53	7
Manga3-AP11	477,30	11
Manga3-AP12	8,33	1
Manga3-AP13	157,38	5
Manga3-AP14	554,70	13
Manga3-AP15	335,40	9
Manga4-AP16	799,80	20
Manga4-AP17	282,51	9
Total	6607,08	174

Tabla 41. Distancia de la Fibra Óptica de 2 hilos para todos los clientes

La distancia total de fibra óptica de 2 hilos que se va a utilizar para todos los usuarios de la red es de 6.607,09 mts.

4.8 Recorrido total de la Fibra Óptica desde el Nodo al AP1

En la Figura se puede observar el recorrido de la fibra óptica desde el Nodo GAD Municipal Tulcán hacia el AP1, con un recorrido de fibra óptica de 3268,91 mts ubicación de la manga de derivación 1 y tipo de fibra que se va a usar, el sentido del recorrido de la fibra óptica es Sentido Horario.

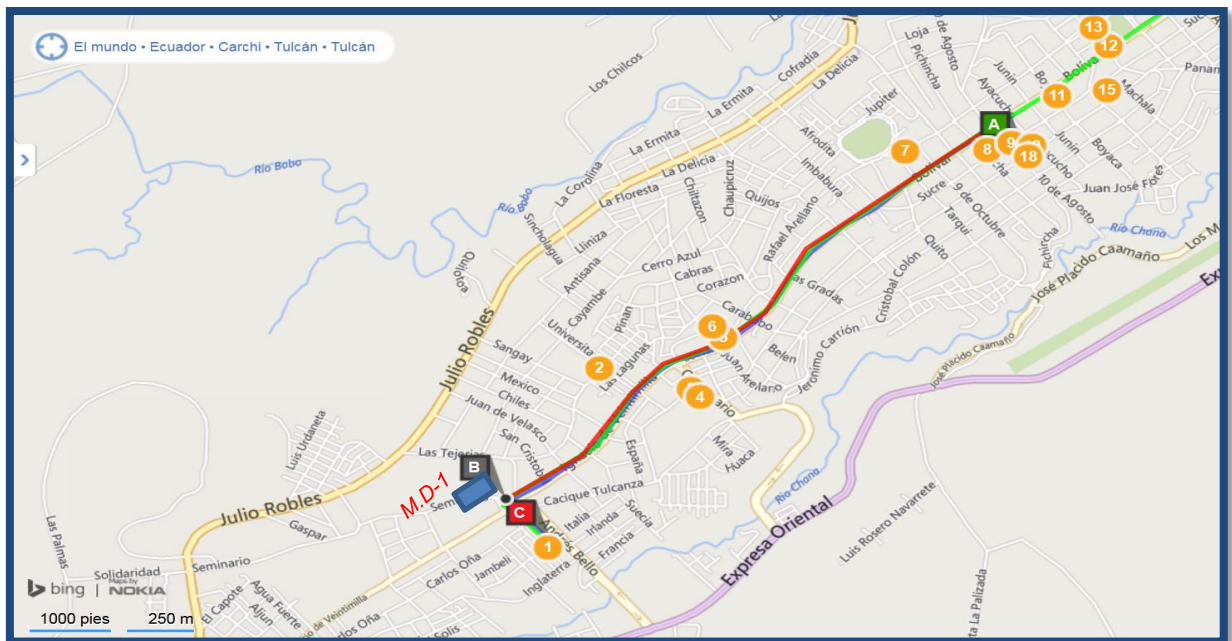


Figura 49. Recorrido de Fibra desde el Nodo a la Manga de derivación Nro1

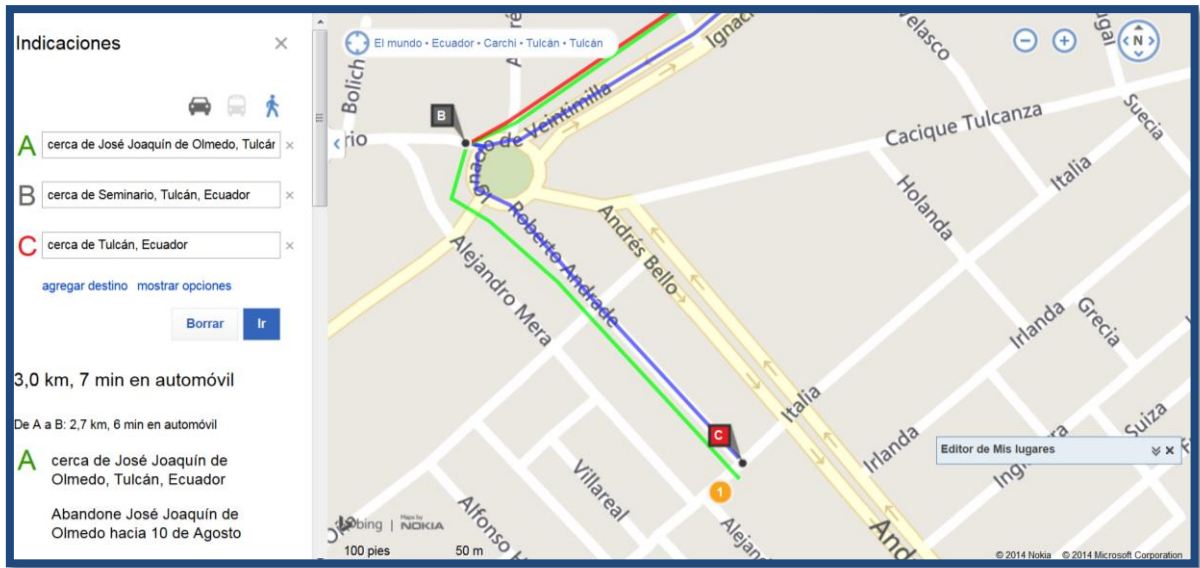


Figura 50. Recorrido y distancia desde M-D al AP-1

4.9 Parámetros para el diseño de RED WDM.

Para el diseño de la red se toma en cuenta, las características de los equipos, la fibra óptica, proyección del tráfico y pérdidas de potencia en la red de acceso.

4.9.1 Proyección del Tráfico

El presente diseño de esta nueva red de fibra óptica tiene un alcance para diez años, se utilizara la siguiente fórmula debido a que el requerimiento de servicios de datos crece de manera exponencial según el crecimiento de la población como se observa en la Tabla 2, la proyección se calcula con la formula 7.

[7]

$$D_f = D_0 (1 + r)^n \quad ^9$$

Dónde:

D_f = Demanda de ancho de banda futuro

D₀ = Demanda de ancho de banda actual

⁹ Formula que permite calcular la proyección del tráfico en la red

r = Tasa de crecimiento anual

n = Número de años

Aplicando esta fórmula a los datos de la Tabla 42, con una tasa de crecimiento poblacional del 2% y un número de años igual a diez que es una propuesta para la red, obtenemos la demanda futura representada en la tabla 42.

Ejemplo con el enlace Nodo GAD-TULCÁN y el AP1.

Remplazando los valores de este enlace en la Formula 7, tenemos.

$$D_f = D_0 (1 + r)^n$$

$$D_f = 2048 (1 + 0.2)^{10}$$

$$D_f = 12680.67 \text{ Kbps}$$

La demanda de ancho de banda para este enlace seria de 12680.67Kbps. Para cada uno de los enlaces se realizará los cálculos correspondientes, los cuales se muestran en la Tabla 42.

Enlace	Demanda Actual (Kbps)	Demanda Futura (Kbps)
Nodo-AP1	2048	12680,67
Nodo-AP2	3072	19021,01
Nodo-AP3	2048	12680,67
Nodo-AP4	2048	12680,67
Nodo-AP5	3072	19021,01
Nodo-AP6	3072	19021,01
Nodo-AP7	2048	12680,67
Nodo-AP8	4096	25361,35
Nodo-AP9	5120	31701,69
Nodo-AP10	5120	31701,69
Nodo-AP11	4096	25361,35
Nodo-AP12	5120	31701,69
Nodo-AP13	4096	25361,35
Nodo-AP14	4096	25361,35
Nodo-AP15	3072	19021,01
Nodo-AP16	2048	12680,67
Nodo-AP17	3072	19021,01

Tabla 42. Demanda de Ancho de Banda

4.9.2 Cálculo de Atenuación y Amplificación

Para el diseño son necesarios los cálculos de la atenuación por enlace y la distancia máxima que se puede alcanzar sin amplificación por cada tramo.

4.9.3 Cálculo de la Atenuación por Tramo

Para realizar el cálculo de la atenuación se considera el tipo de fibra óptica del enlace, la distancia de tramo, la cantidad de empalmes y número de ODFs a utilizar, con la Ecuación podemos obtener la Atenuación.

$$A=(D*A_D)+(E*A_E)+(ODF*A_{ODF})^{10}$$

Donde:

A = Atenuación Total

D = Distancia del Tramo

A_D = Atenuación por Distancia, el valor es 0.275 dB/Km

E = Número de Empalmes o Fusiones, para todos los tramos se utilizan 2.

A_E = Atenuación por Empalmes, el valor es 0,1 dB.

ODF = Número de ODF, para todos los tramos se utilizan 2.

A_{ODF} = Atenuación por número de ODF, el valor es 0,5 dB.

Aplicando esta fórmula 8, a los datos de la Tabla 41, obtenemos los valores que se muestran en la Tabla 43.

Ejemplo con el enlace Nodo GAT-TULCÁN y AP1.

Remplazando los valores de este enlace en la Ecuación 2 tenemos.

$$A=(D*A_D)+(E*A_E)+(ODF*A_{ODF})^{11}$$

$$A = (3.568\text{Km} * 0.275 \text{ dB/Km}) + (2 * 0.1 \text{ dB}) + (2 * 0.5 \text{ dB})$$

$$A = 1.516\text{dB}$$

La Atenuación total para este tramo es de 2,1812dB.

Para cada uno de los enlaces se realiza los cálculos correspondientes, los cuales se muestran en la Tabla 43.

¹⁰ Formula que permite calcular la atenuación por tramo

¹¹ Ecuación 2. Calculo de la Atenuación por Tramos.

Enlace	Distancia mts	Atenuación (dB)
Nodo-AP1	3,568	2.1812dB
Nodo-AP2	2,240,91	1,81625dB
Nodo-AP3	2040,91	1,7612dB
Nodo-AP4	2090,91	1,7750
Nodo-AP5	1694,91	1,6661
Nodo-AP6	2240,91	1,8162
Nodo-AP7	725	1,3993
Nodo-AP8	275	1,2756
Nodo-AP9	153	1,2420
Nodo-AP10	182	1,2500
Nodo-AP11	1170,91	1,5220
Nodo-AP12	807,42	1,4220
Nodo-AP13	922,91	1,4538
Nodo-AP14	1230,91	1,5385
Nodo-AP15	1060,91	1,4917
Nodo-AP16	5382,91	2,6803
Nodo-AP17	4981,91	2,5700

Tabla 43. Cálculo de la Atenuación por Tramo

4.9.4 Cálculo de Distancias Máximas que se pueden alcanzar sin Amplificación.

Para el diseño de la red se debe realizar el cálculo de las distancias máximas sin el uso de amplificadores ópticos, con esto se determina si se necesita colocar amplificadores, para este cálculo se considera la máxima atenuación por cada tramo, con la fórmula 8 podemos calcular la Distancia.

[8]

$$D_M = \frac{A}{AD}^{12}$$

Donde:

DM = Distancia Máxima

A = Atenuación Total

¹² Fórmula que permite calcular las distancias máximas que se pueden alcanzar sin amplificación

AD = Atenuación por Distancia, el valor es 0.275 dB/Km

Aplicando la formula 3 a los datos de la Tabla 44, obtenemos los valores que se muestran en la Tabla

Ejemplo con el enlace Nodo GAD-TULCÁN y el AP1.

Remplazando los valores de este enlace en la Fórmula tenemos.

$$D_M = \frac{A}{A_D}$$

$$D_M = \frac{3568dB}{0,27dB/Km}$$

$$DM = 8,07Km$$

La Distancia Máxima que se puede alcanzar sin amplificación para este tramo es de 8,07Km. Para cada uno de los enlaces se realiza los cálculos correspondientes, los cuales se muestran en la Tabla 44.

Enlace	Distancia Máxima (Km)
Nodo-AP1	8,07
Nodo-AP2	6,72
Nodo-AP3	6,52
Nodo-AP4	6,57
Nodo-AP5	6,17
Nodo-AP6	6,72
Nodo-AP7	5,18
Nodo-AP8	4,72
Nodo-AP9	4,6
Nodo-AP10	4,62
Nodo-AP11	5,63
Nodo-AP12	5,26
Nodo-AP13	5,38
Nodo-AP14	5,69
Nodo-AP15	5,52
Nodo-AP16	9,92
Nodo-AP17	9,51

Tabla 44. Cálculo de Distancias Máximas que se pueden alcanzar sin Amplificación.

Una vez realizados los cálculos de la distancia máxima que se pueden alcanzar en cada tramo sin la necesidad de utilizar amplificadores ópticos, en la Tabla 45, se detalla la distancia real y la distancia máxima obtenida con los cálculos realizados, con esto se determinara si existe la necesidad de instalar amplificadores ópticos en la red.

Enlace	Distancia Real (Km)	Distancia Calculada (km)
Nodo-AP1	3,568	8,07
Nodo-AP2	2,240,91	6,72
Nodo-AP3	2040,91	6,52
Nodo-AP4	2090,91	6,57
Nodo-AP5	1694,91	6,17
Nodo-AP6	2240,91	6,72
Nodo-AP7	725	5,18
Nodo-AP8	275	4,72
Nodo-AP9	153	4,6
Nodo-AP10	182	4,62
Nodo-AP11	1170,91	5,63
Nodo-AP12	807,42	5,26
Nodo-AP13	922,91	5,38
Nodo-AP14	1230,91	5,69
Nodo-AP15	1060,91	5,52
Nodo-AP16	5382,91	9,92
Nodo-AP17	4981,91	9,51

Tabla 45. Distancia real y máxima obtenida con los cálculos

En relación a los valores mostrados anteriormente no existe la necesidad de colocar equipos para la amplificación de potencia de la red, debido a que los valores calculados superan a los valores reales.

4.10 Dimensionamiento de la Red

Ya obtenidos los datos necesarios como: distancia, ancho de banda, ubicación, características del terreno, equipos, fibra óptica y materiales que se puede ocupar en cada uno de los AP'S, se tiene la información necesaria para proceder a su dimensionamiento, para cada uno de los enlaces.

Enlace	Demanda Actual (Kbps)	Demanda Futura (Kbps)	Dimensionamiento (Mbps)
Nodo-AP1	2048	12680,67	13
Nodo-AP2	3072	19021,01	19
Nodo-AP3	2048	12680,67	13
Nodo-AP4	2048	12680,67	13
Nodo-AP5	3072	19021,01	19
Nodo-AP6	3072	19021,01	19
Nodo-AP7	2048	12680,67	13
Nodo-AP8	4096	25361,35	25
Nodo-AP9	5120	31701,69	32
Nodo-AP10	5120	31701,69	32
Nodo-AP11	4096	25361,35	25
Nodo-AP12	5120	31701,69	32
Nodo-AP13	4096	25361,35	25
Nodo-AP14	4096	25361,35	25
Nodo-AP15	3072	19021,01	19
Nodo-AP16	2048	12680,67	13
Nodo-AP17	3072	19021,01	19

Tabla 46. Dimensionamiento de la Red

4.11 Diseño con Topología Punto a Punto

En este Diseño de la red vamos a considerar la infraestructura que posee la Empresa Eléctrica Regional del Norte (Emelnorte), los enlaces de la red actual son Punto a Punto y esta topología es la que se va a utilizar.

Se debe tener en cuenta que este tipo de Topología no tiene redundancia, en el caso que la fibra es cortada o sufre algún daño en el recorrido, se pierde la comunicación, el mantenimiento o arreglo para este problema lleva un tiempo aproximado de una hora, tiempo en el cual personal técnico llega al sitio y soluciona este inconveniente.

Como solución al problema descrito anteriormente, se propone una Red de Acceso Redundante o Back Up, para lo cual a la red con fibra óptica se la designa como red principal y a la red inalámbrica que permanecerá configurada actué como red redundante. Esto garantizará el servicio las 24 horas del día,

los 365 días del año, en el caso que la red de fibra óptica tenga algún inconveniente, los datos se transmitirán a través de la red inalámbrica.

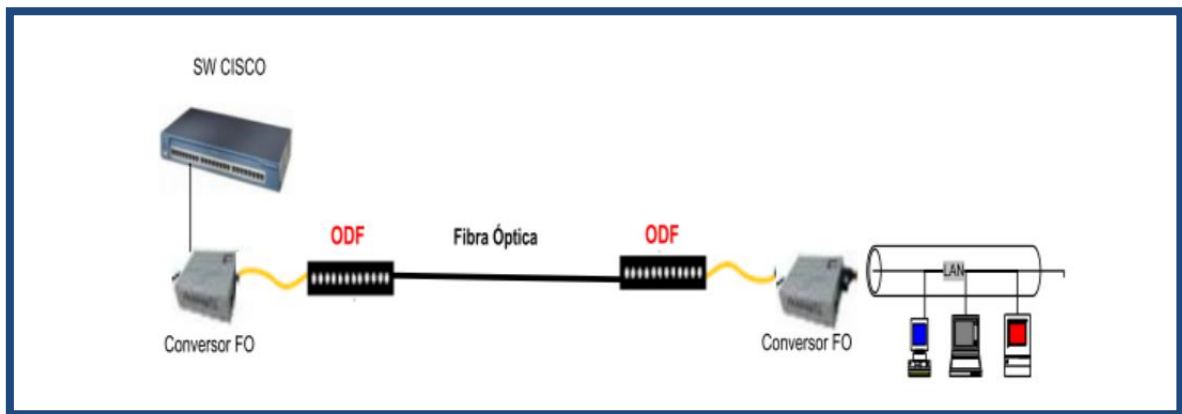


Figura 51. Topología Punto a Punto

4.12 Diseño de la Red de Fibra Óptica

Red diseñada para todos los AP'S tiene las características similares al esquema que se muestra en la Figura 52, en la imagen se puede apreciar los equipos, dispositivos y fibra óptica que se pretende utilizar.

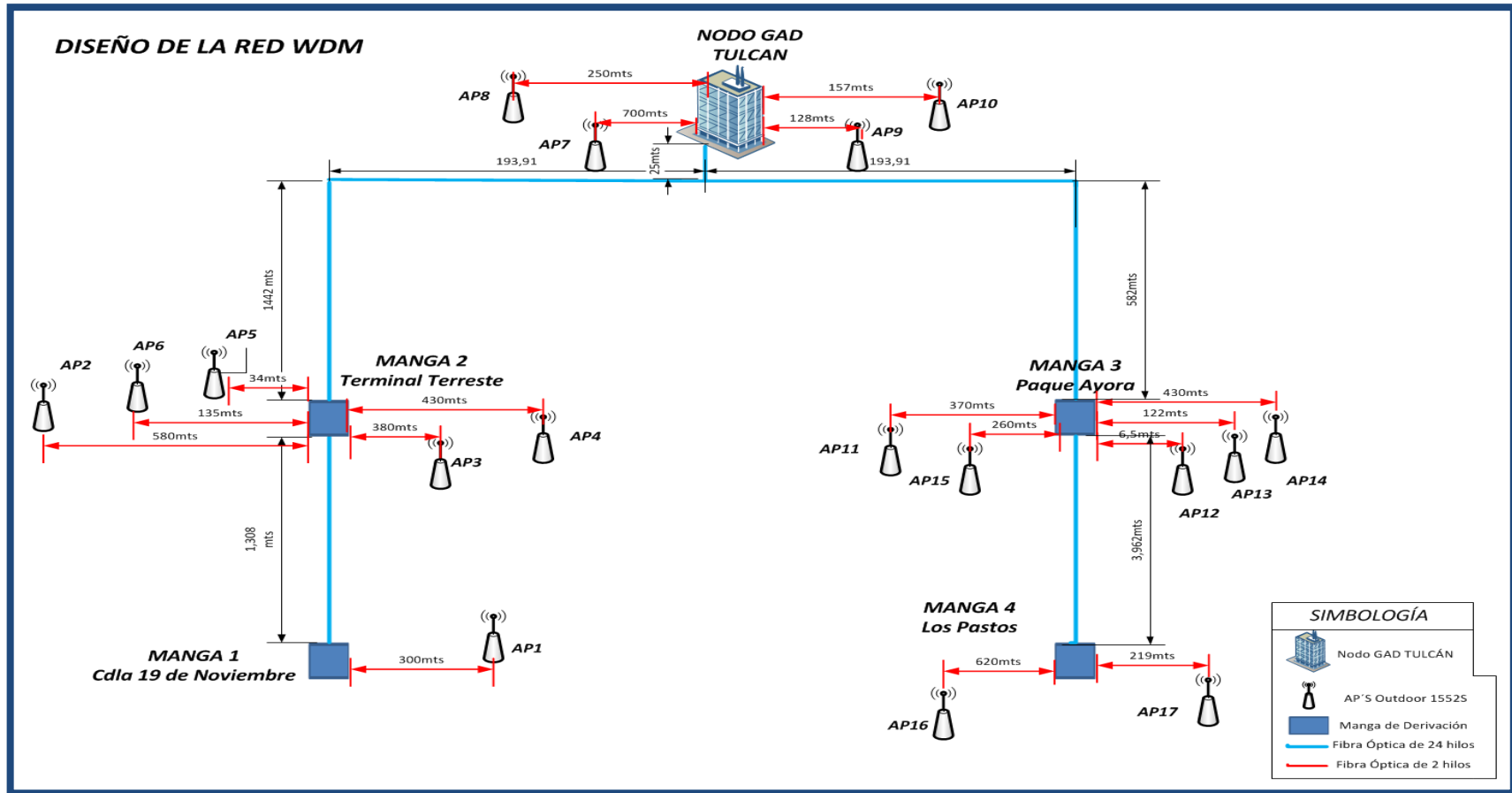


Figura 52. Diagrama de diseño de la Red de Fibra Óptica en la Ciudad de Tulcán

4.13 Selección de la Fibra Óptica.

La elección de la fibra óptica para este diseño depende de algunos parámetros de la aplicación final del sistema; dentro de las principales características a considerar para determinar la fibra óptica se tienen:

- Capacidad.
- Distancia
- Tecnología.
- Velocidad de transmisión.
- Ancho de banda
- Pérdida de potencia.
- Dispersión.
- Entre otros.

Para el caso del presente diseño, las pérdidas de potencia no tienen mayor peso al momento de la selección de la fibra; por tratarse de una red de acceso local, ya que la misma cubre un sector geográfico pequeño de aproximadamente 10 km, por lo que la atenuación por longitud del trayecto será mínima y no es necesario efectuar procesos de regeneración, amplificación o tratamiento de la señal.

La dispersión es un efecto que es proporcional a la distancia física que la señal va a recorrer por la fibra óptica y a la velocidad. La distancia que va a recorrer la señal es corta, con lo cual la dispersión tampoco será un problema en este diseño, ya que todos los fenómenos que provocan la dispersión se incrementan proporcionalmente a la distancia del enlace.

El aumento de la velocidad en transmisiones a través de fibra óptica genera pulsos cortos y por lo tanto es mayor el riesgo de solapamiento entre ellos. Este es un inconveniente que no afectaría a la red, ya que las velocidades de transmisión son menores en relación a la velocidad que soporta la fibra óptica.

Para el presente diseño del proyecto se va a considerar la utilización de la fibra monomodo que se normalizan bajo la recomendación G.65720 de la UIT-T, las características que presenta esta fibra es: baja atenuación y dispersión por distancia, mínima pérdida en empalmes o fusiones, compatible con tecnologías

superiores como CWDM y DWDM, es la más recomendada para redes de transporte.

Se puede considerar a esta fibra óptica como la de mejor desempeño, considerando la posibilidad de aplicar la tecnología WDM, tecnologías anteriores y nuevas. Con esta fibra óptica actualmente se transmiten capacidades reales cercanas a los Tbps y en los laboratorios se alcanzan velocidades superiores a los 4 Tbps. Con este tipo de fibra óptica se trabajará en el diseño de la red de transporte.

La fibra óptica que se va a utilizar en este diseño es de 24 hilos para el enlace principal que llegara desde el Nodo hasta las mangas de derivación, para acceder a los AP'S es de la manga de derivación se utilizara la fibra óptica de 2 hilos.

La marca que mejor se adapta al diseño de la red es la marca PRYSMIAN OPTICAL CABLE, debido a que es totalmente compatible con la normativa ITU-T G.657, la recomendación internacional que define los requerimientos de prestaciones para fibras ópticas empleadas en las actuales redes ópticas de acceso. Su diseño optimizado permite presentar un excelente comportamiento al macro doblado, aun cuando se utilice en condiciones extremas, su estructura es auto soportada, lo cual es recomendada para instalaciones aéreas externas.



Figura 53. Carrete de Fibra Óptica Monomodo

4.14 Selección de Equipos

Los equipos necesarios para la implementación de la red, deben permitir interconectar la capa de acceso del anillo de fibra óptica tendido a lo largo de la ciudad de Tulcán con los AP'S outdoor cisco 1552S mediante una interfaz acorde con sus características, por lo que no se necesitarán fuentes de

transmisión ópticas, es decir, las señales que cursarán por la red han sido previamente transmitidas desde la Red de GAD-MUNICIPAL al Switch de distribución para la red de acceso, lo que realizara esta fuente óptica es el proceso de conversión electro-óptica de la señal, para poder transmitir las señales por la fibra óptica.

4.15 Trasmisor Óptico

Las redes de acceso que utilizan la tecnología WDM en la actualidad ya están introducidas casi en su totalidad en el mercado, En el mercado hay diversidad de equipos, se escogió al equipo TP-LINK WDM CONVERTER MC111CS, el cual presenta las características más adecuadas para esta red, a continuación en la Tabla47, se hace un análisis de las prestaciones de este equipo.

Parámetro	Especificación
Modelo	MC111CS
Dimensiones Físicas	94.5*73.0*27.0 mm
Entrada de Voltaje	Adaptador de energía externo
Peso	400 g.
Condiciones ambientales	Temperatura de funcionamiento: 0°C ~ 40°C
Desempeño del Sistema	Auto negociación de 10/100Mbps y auto MID / MID-X para el puerto TX
Modo de Transferencia	Dúplex/Medio del puerto FX
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Distancia	60 Km

Tabla 47. Características técnicas del Trasmisor Óptico TP-LINK MC111CS



Figura 54. Conversor TP-LINK WDM CONVERTER MC111CS

El equipo MC111CS es un convertidor de medios de comunicación diseñado para convertir la señal de la fibra a señal para el cobre o viceversa. Transmite señales con tecnología WDM. Este equipo toma utiliza un hilo de fibra óptica para transmitir y recibir datos, lo que permitirá ahorrar la mitad del costo de cableado.

Diseñado para uso con cables de fibra monomodo, el conector es tipo SC. Funciona en 1550 nm para la transferencia de datos y en 1310 nm para la recepción de datos. Por lo tanto el dispositivo al otro extremo debe trabajar en 1310 nm para la transferencia de datos y en 1550 nm para la recepción de datos.

El equipo que tiene que ir en el otro extremo es el TP-LINK WDM CONVERTER MC112CS

4.16 Receptor Óptico

Como se explicó en la descripción del Transmisor Óptico, el equipo que trabaja como receptor es el TP-LINK WDM CONVERTER MC112CS, en la Tabla 48, se muestra las características de este dispositivo.

Parámetro	Especificación
Modelo	MC112CS
Dimensiones Físicas	94.5*73.0*27.0 mm
Entrada de Voltaje	Adaptador de energía externo
Peso	400 g
Condiciones ambientales	Temperatura de funcionamiento: 0°C ~ 40°C
Desempeño del Sistema	Auto negociación de 10/100Mbps y auto MID / MID-X para el puerto TX
Modo de Transferencia	Dúplex/Medio del puerto FX
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Distancia	60 Km

Tabla 48. Características Técnicas Receptor Óptico TP-LINK WDM MC112CS

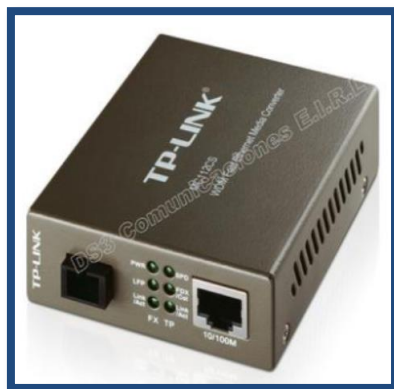


Figura 55. Conversor TP-LINK WDM CONVERTER MC112CS.

El equipo MC112CS es un convertidor de medios de comunicación diseñado para convertir la señal de la fibra a señal para el cobre o viceversa. Transmite señales con tecnología WDM. Este equipo toma utiliza un hilo de fibra óptica para transmitir y recibir datos, lo que permitirá ahorrar la mitad del costo de cableado.

Diseñado para uso con cables de fibra monomodo, el conector es tipo SC. Funciona en 1310 nm para la transferencia de datos y en 1550 nm para la recepción de datos. Por lo tanto el dispositivo al otro extremo debe trabajar en 1550nm para la transferencia de datos y en 1310 nm para la recepción de datos.

El equipo que tiene que ir en el otro extremo es el TP-LINK WDM CONVERTER MC111CS

4.17 Distribuidor de Fibra Óptica en el Nodo (ODF)

La función de estas bandejas es contener las terminaciones de la fibra óptica que llega de la parte externa al rack de datos del Nodo, están construidas de acero, se las puede fijar al rack de datos mediante adaptadores laterales, en el interior tiene una bandeja deslizable que sirve para organizar los empalmes

La bandeja que se eligió para este diseño es el ODF FOAB, la cual incluye modulares frontales para conectores SC, la capacidad de esta bandeja es de 48 conectores tipo SC.



Figura 56. ODF FOAB

4.18 Distribuidor de Fibra Óptica en el AP

Estas cajas están destinadas a contener las terminaciones de la fibra óptica que llega de la parte externa al rack de datos de los AP'S, están construidas de acero, se las puede figar al rack de datos en diferentes lugares, en el interior se puede organizar los empalmes.

La caja que se eligió para este diseño es el ODF Metálico FOACM, la cual incluye modulares frontales para conectores SC, la capacidad de esta bandeja es para 4 conectores tipo SC.



Figura 57. ODF FOACM

4.19 Mangas de Empalme

Las Mangas son utilizadas para la protección de fusiones, tanto distribución y trabajos de mantenimiento y reparación; puede instalarse para empalmes aéreos, canalizados o soterrados, permitir agregar o cambiar cables de fibra

óptica, son herméticos y tienen resistencia mecánica de la cubierta, poseen una bandeja de empalme para alojar a las fusiones realizadas.

La manga que mejor se adapta a este diseño es de la marca FOS, mantiene seguros los empalmes realizados a la fibra, su instalación es fácil y es resistente a la compresión y agua, cuenta con 6 puertos para la derivación de las fibras ópticas, capacidad de 4 charolas en su interior y puede soportar hasta 24 hilos de fibra óptica.



Figura 58. Imagen de Manga de Empalme

4.20 Herrajes de Sujeción para postes

Como se mencionó anteriormente, todo el recorrido de la fibra óptica va sobre los postes de la red eléctrica de la empresa Emelnorte, el herraje consistente en un elemento metálico con forma helicoidal que proporcionan la fuerza necesaria para retener y sujetar la fibra óptica sobre el poste.

Los herrajes y en especial el sistema de fijación del cable sobre los postes, deberán ser capaces de soportar las cargas de esfuerzos estáticos y dinámicos sin afectar la integridad mecánica y óptica del cable.



Figura 59. Herraje de Sujeción para postes

4.21 Red Wireless

4.22 Criterios Técnicos para el Diseño de una Red Inalámbrica.

Para el diseño de la red inalámbrica en el espacio libre, existen ciertos criterios referentes a las distancias que es posible cubrir, el modelo de arquitectura que se utilizará, el tráfico al que el equipo va a ser expuesto, la administración de los equipos inalámbricos, el control de calidad de la señal y la capacidad de la red para seguir creciendo soportando nuevos usuarios.

4.24.1 Análisis de requerimientos de la Red

Se procedió a realizar un análisis de sus requerimientos, para lo cual se ha realizado un estudio del lugar de implementación, de las aplicaciones que van a correr sobre la red como de las necesidades de los usuarios; esto principalmente con el objetivo de determinar la viabilidad de la cobertura deseada y garantizar un correcto desempeño de la red cuando esté implementada.

Se tomó en cuenta el alcance de los equipos y las causas de las posibles limitaciones, áreas de cobertura de la red, ubicación de la instalación de los dispositivos, interferencia y coexistencia con otras redes, seguridad de la red, ancho de banda requerido para las aplicaciones, número de usuarios, velocidad de transmisión y eficiente administración y calidad en las aplicaciones, con la finalidad de instalar correctamente la red cuando sea implementada para tener un acceso inalámbrico consistente y eficiente así

4.24.2 Escalabilidad

El diseño de la red tendrá la capacidad de adaptarse a nuevos requisitos conforme lo requieran los usuarios, permitiéndose ampliar en tamaño como en número de usuarios y así poder seguir funcionando correctamente.

La escalabilidad la conseguiremos soportando varios AP'S en los lugares que así lo designe el cabildo municipal, utilizando varios canales no superpuestos, para lo cual si se tiene nuevos usuarios, se los registrará en el servidor radius con los permisos necesarios para que pueda acceder a los servicios de la red; de igual manera si el número de usuarios crece se verá la posibilidad de

colocar más Access Point y con ello permitirá soportar un mayor número de usuarios.

4.24.3 Disponibilidad

Soportado a través de un sistema de redundancia y un diseño apropiado de las áreas de cobertura que incluye puntos de accesos redundantes en frecuencias separadas.

4.24.4 Manejabilidad

Los dispositivos inalámbricos AP outdoor cisco 1552 soportan protocolos de administración remota como: Telnet, ssh, http y snmp

4.24.5 Interoperabilidad

El estándar IEEE 802.11 se encuentra en los dispositivos inalámbricos de red y cumplen con la certificación Wi-Fi otorgado por la Alianza Wi-Fi y estos dispositivos acatan recomendaciones locales y estatales en cuanto a las emisiones de Radio Frecuencia.

4.24.6 Seguridad y confidencialidad

Los puntos de acceso deben tener habilitada la seguridad antes de integrarse al tráfico de la red, los cuáles pueden ser esquemas de encriptación, filtrado por la MAC, servidor RADIUS, etc, los esquemas de encriptación garantizan la confidencialidad de la información que viaja a través de la red inalámbrica.

4.24.7 Calidad de Servicio

Se utilizará eficazmente los recursos existentes; permitiendo un mejor rendimiento y desempeño de la red, reduciendo costos y sobre todo la satisfacción del cliente priorizando el tráfico crítico de la red como es la voz y el video.

Los equipos que se adecuarán soportarán calidad de servicio priorizando las aplicaciones más sensibles a retardos; y en la trama MAC 802.11 se tiene un campo que soporta QoS el cual es un campo de 16 bits que identifica la categoría de tráfico de una trama y varios otros servicios de calidad relacionados con el tipo de trama.

4.24.8 Estándar a Utilizarse

Se establece el estándar 802.11n el cual mejora sustancialmente el rendimiento de la red con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 Mbps a un máximo de 300 Mbps de la red el cual está construido basándose en estándares anteriores de la familia 802.11.

El estándar 802.11n utiliza la tecnología MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) el cuál utiliza múltiples antenas transmisoras y receptoras para mejorar el desempeño del sistema, permitiendo manejar más información.

MIMO provee (SDM) Multiplexado de división espacial el cual permite multiplexar espacialmente múltiples flujos de datos independientes, transferidos simultáneamente con un canal espectral de ancho de banda.

De igual manera el estándar 802.11n incorpora la unión de interfaces de red (Channel Bonding) la cual puede utilizar dos canales separados, que no se solapan, para transmitir datos simultáneamente; permitiendo incrementar la cantidad de datos a ser transmitidos.

4.24.9 Velocidad de Transmisión

La velocidad de transmisión del estándar 802.11n puede llegar a los 300Mbps y ofrece la ventaja de ser compatible con los equipos 802.11a/b/g que transmite a 54Mbps y 11Mbps respectivamente y operan en la banda de 2.4Ghz; permitiendo que las tarjetas clientes 802.11 a/b/g trabajen con puntos de acceso 802.11n y viceversa. Los radios 802.11b/g y 802.11a no interactúan entre si debido al espectro y técnicas de modulación.

4.24.10 Throughput

Constituye la cantidad de información que se transmite de un lugar a otro en una unidad de tiempo; el Throughput es la mitad de la velocidad de transmisión máxima debido a que se recorta cuando transmite los datos y por la cantidad de usuarios que utilicen la red.

4.24.11 Localización de los equipos

Debido a que estamos trabajando con potencias de transmisión muy bajas y una frecuencia que se encuentra en el rango de microondas, se consideró los

lugares con mayor línea de vista (LOS), entre el punto de acceso y los equipos abonados asociados a este, por tanto los lugares definidos son áreas de libre acceso como parques, boulevares, terminal terrestre etc; los mismos que son visitados por personas en tránsito y brindan facilidades de acceso y conectividad.

Los 17 lugares de colocación de los equipos se los realizará sobre torres metálicas de 6 metros de altura por 15cm de diámetro, cuya posición geográfica estará destinada a cubrir la mayor cantidad de usuarios posibles y deseables; por lo que los sitios escogidos tienen mayor visibilidad posible sin obstrucción entre el punto de acceso y los usuarios que deseen asociarse a él.

4.25 Área de cobertura

Considerado como el espacio en donde dos dispositivos habilitados con tecnología inalámbrica, pueden intercambiar mensajes con calidad y funcionamiento y la cual depende de tres factores, la potencia de los equipos, el patrón de radiación de las antenas y las condiciones geométricas y climáticas.

En sí las zonas de cobertura no son figuras regulares, de hecho son proporcionales al patrón de radiación de la antena que se coloque y se distorsionan dependiendo de los obstáculos del terreno; es así que las señales inalámbricas se desplazan en el espacio, la misma que viaja desplazándose y degradándose conforme avanza, se difracta, se refleja y se atenúa.

4.26 Infraestructura Tecnológica

El diseño de la Topología e infraestructura tecnológica de la Wireless-LAN, se basa en la referencia de diseño de redes WLAN propuesta por Cisco; como objetivo es ofrecer una infraestructura de red de alto rendimiento, escalable y disponible que permita brindar niveles de servicio adecuados. Se realiza un resumen de los requerimientos de diseño, consideraciones de seguridad, arquitectura, un análisis comparativo de estándares para la adecuada selección de productos; de igual manera se establece el diseño físico de la red inalámbrica junto con la ubicación de los AP'S en la ciudad de Tulcán.

4.27 Análisis Geográfico de la Ciudad de Tulcán

Tulcán como capital de la Provincia del Carchi, está limitada al norte con Colombia, al sur con los Cantones Huaca, Montufar, al este con la Provincia de Sucumbíos y al oeste con la Provincia de Esmeraldas. Según el último censo del 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), ver Figura 61, El Cantón Tulcán está conformado por el 49,23% de habitantes hombres que corresponde al 42.584 y del 50,76% Habitantes mujeres que corresponde a 43.914; en tanto en la ciudad de Tulcán el número de habitantes es de 47.359.



Figura 60. Localización y ubicación del Cantón Tucán en el Ecuador. (Tulcán On-Line)

Cantones	Hombres	%	Mujeres	%	Total	Viviendas*	Viviendas**	Viviendas***	Razón niños mujeres****	Analfabetismo	Edad promedio
Bolívar	7.166	8,8%	7.181	8,6%	14.347	5.250	5.249	4.014	412,9	7,6%	31
Espejo	6.527	8,0%	6.837	8,2%	13.364	4.653	4.639	3.617	364,0	6,9%	31
Mira	6.121	7,5%	6.059	7,3%	12.180	4.337	4.329	3.269	356,1	10,1%	32
Montufar	14.910	18,4%	15.601	18,7%	30.511	9.886	9.878	7.946	367,0	5,8%	30
San Pedro de Huaca	3.847	4,7%	3.777	4,5%	7.624	2.358	2.355	1.947	333,8	5,7%	29
Tulcán	42.584	52,5%	43.914	52,7%	86.498	25.494	25.427	22.107	357,0	5,5%	29
Total	81.155	100%	83.369	100%	164.524	51.978	51.877	42.900			

* Particulares y colectivas ** Particulares *** Particulares ocupadas con personas presentes **** Niños menores de cinco años por 1000 mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años)

Figura 61. Número de habitantes por Cantón en la Provincia del Carchi. (vivienda, 2014)

4.28 Mapa de la ciudad de Tulcán

Identificación de los 17 puntos de ubicación de los HotSpot en la ciudad.

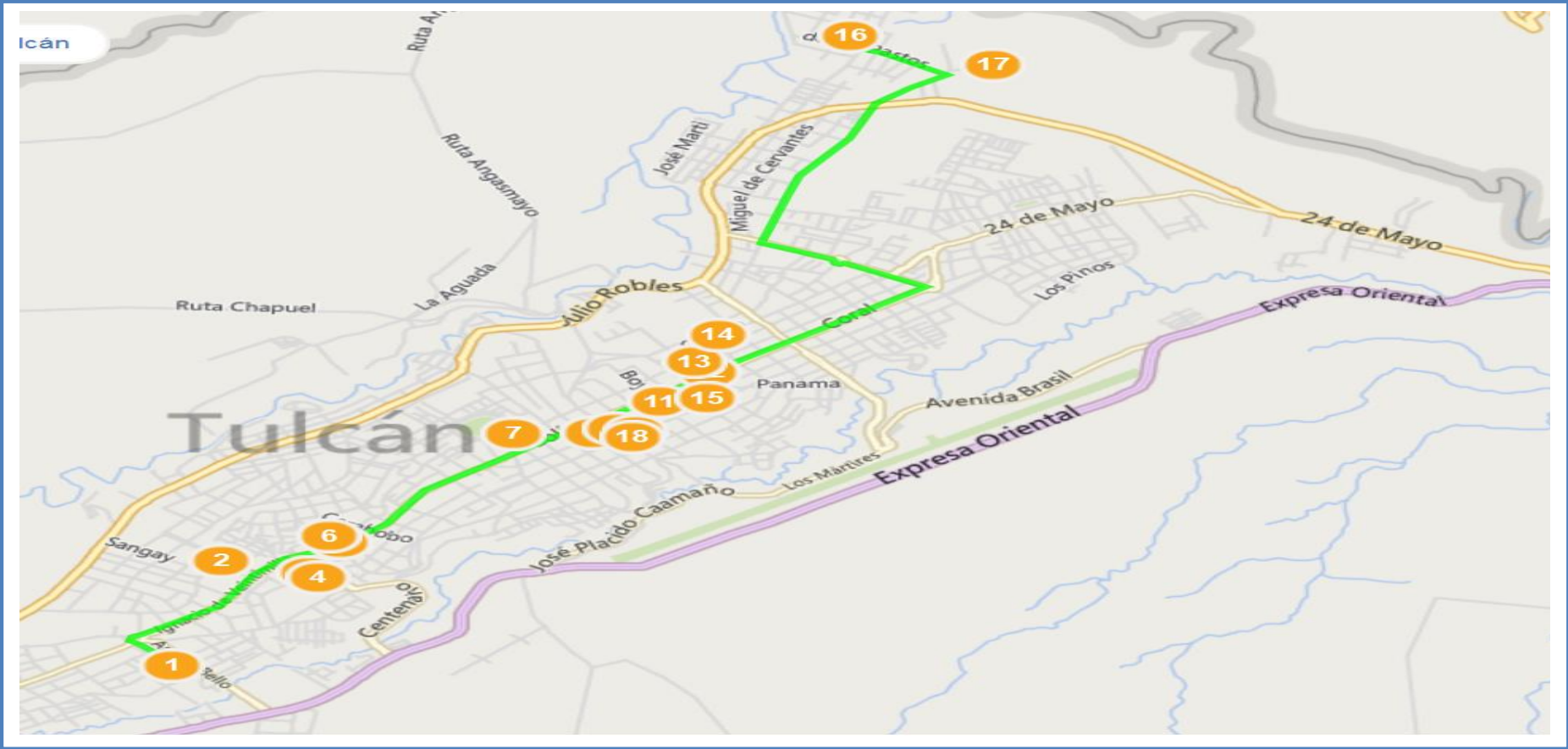


Figura 62. Mapa de la ciudad de Tulcán y localización de ubicación de los HoSpot's en la Ciudad de Tulcán

Para el diseño de la infraestructura de la red Wi-Fi para la ciudad de Tulcán se ha considerado los siguientes aspectos importantes.

- **Concentración Geográfica.-** Se identificó 17 lugares específicos de la ciudad de Tulcán entre ellos 4 parques, el más grande con una área de 400 mts cuadrados, 2 plazoletas de 100 mts cuadrados, 2 mercados populares, 2 boulevard, el de la Universidad Politécnica estatal del Carchi y el nuevo boulevard del Cementerio de Tulcán y finalmente el hospital nuevo de la ciudad.
- **Población de mayor requerimiento.-** Al contar con cobertura de internet inalámbrico banda ancha en estos 17 lugares permitirá brindar un servicio al mayor número de usuarios que dispongan de dispositivos de conectividad inalámbrica, generando movilidad a los ciudadanos que así deseen utilizarlo;
- **Indicador de Fuerza de la señal recibida (RSSI)**
Con la utilización del Software inSSIDer 2.1 podremos controlar y supervisar la intensidad de la señal Wi-Fi de nuestros AP'S; el RSSI que alcanza un área de cobertura que se encuentre entre -40 y -60 dBm, lo que nos indicará un enlace bueno con una señal idónea y con tasas de transferencias estables.

4.29 Distancia de cobertura de los Access Point 1552EU outdoor

Partiendo de que la distancia de cobertura de los dispositivos de red Access Point 1552EU outdoor está contemplada alrededor de los 100 a 150 metros, indistintamente de la ganancia de la antena, en nuestra topología de cobertura inalámbrica tipo infraestructura la misma que utiliza el concepto de celda "Una celda es el área en la que una señal radioeléctrica es efectiva. (D., 2008) la distancia está limitada por la antena del dispositivo a conectarse a nuestra red (Iphone, dispositivos móviles, tablets etc; que se constituye en un dispositivo de menor o baja ganancia cuya antena tiene 1.5 dBI y de igual manera baja conforme se encuentre protegido ya sea con estuches o en nuestras manos tiende a disminuir a 0.5 dBI, es por eso que las celdas de coberturas se determinan por el dispositivo que se va a conectar y no por el AP que está irradiando.

Es así que partió del análisis de tres tipos de ambientes distintos para el despliegue de la cobertura inalámbrica y la colocación de los AP's en los lugares establecidos a lo largo de la ciudad de Tulcán.

- **Ambientes Abiertos;** los cuales no tienen ningún tipo de vegetación, edificios, infraestructuras que limiten la afectación en el entorno, es decir son ambientes totalmente despejados.

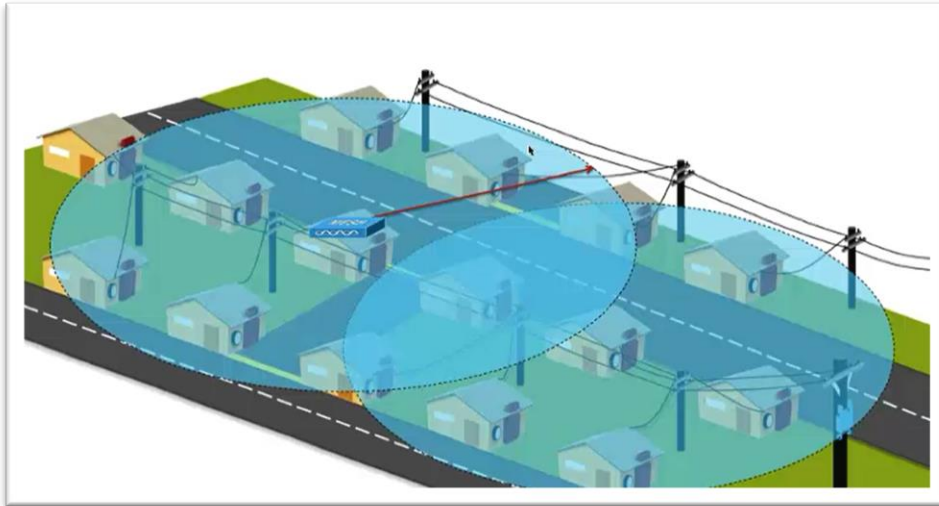


Figura 63. Gráfica de la cobertura de un AP

Para lugares abiertos la máxima distancia entre el radio y la máxima distancia de la celda de cobertura, es decir la máxima distancia que los usuarios se pueden conectarse es básicamente alrededor de los 150 mts; en la gráfica podemos identificar que el diámetro de la celda tendría unos 300 mts y se encuentra traslapada con la celda de otro radio que en teoría debería ubicarse a una distancia entre 250 mts y de 300 mts entre un AP y otro AP.

- **Ambientes Semiabierto;** Cuya área puede contener una mínima cantidad de vegetación o edificaciones como ejemplo bulevares, parques, los cuales se constituyen en ambientes relativamente abiertos; la distancia entre el AP y la máxima zona de cobertura está alrededor de los 100 mts.
- **Ambientes Complejos;** Que está constituido por múltiples edificios, mucha vegetación (árboles, ramas etc) que obstaculizan la señal de radio frecuencia, la cobertura entre el AP y los usuarios se encuentran alrededor de los 50 mts.

4.30 Inspección del emplazamiento

Antes de colocar el sistema se debe determinar la mejor ubicación para los puntos de acceso en la red inalámbrica y maximizar el alcance la cobertura y el rendimiento de la infraestructura; debido a las diferencias en la configuración, colocación y entorno físico de los componentes.

Condiciones operativas y ambientales que se deben tomar en cuenta:

- **Velocidad de transmisión de datos.-** La sensibilidad y el alcance son inversamente proporcionales a las velocidades de transmisión de datos (bits). El alcance de radio máximo se consigue con la velocidad más baja que es factible. A medida que aumenta la velocidad, el receptor requiere un nivel de señal más fuerte y el umbral de recepción para adaptadores inalámbricos es de -84dBm.
- **Tipo de antena y ubicación.-** Un factor importante para maximizar el alcance de la radio es la configuración correcta de las antenas.
- **Entornos Físicos.-** Las áreas despejadas o abiertas proporcionan un mejor alcance de la radio que las áreas cerradas.
- **Obstáculos.-** Una obstrucción física puede disminuir el rendimiento del adaptador inalámbrico del cliente.

4.31 Aspectos Regulatorios de Wi-Fi en El Ecuador

Ya que los dispositivos Wi-Fi ocupan el espectro radioeléctrico, es importante conocer las leyes, normas y reglamentos que contemplan las operaciones de sistemas inalámbricos. En nuestro país existen dos entes encargados:

- a) El Ministerio de Telecomunicaciones y de la sociedad de la Información (MINTEL), quién es el ente público encargado de establecer la representación del estado, las políticas y normas de regulación de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador y que tienen adscrita las siguientes instituciones:
 - El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).
 - Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL).

- b) La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL), es el organismo técnico responsable de ejercer la función de supervisión y control de las personas naturales y jurídicas, públicas o privadas del sector de las telecomunicaciones a fin de que sus actividades se sujeten a las obligaciones legales reglamentarias y las contenidas en los títulos habilitantes.

Todo tipo de proyectos de telecomunicaciones que se desarrolle en nuestro país deben cumplir con los requisitos generales previstos en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada. El Plan Nacional de Frecuencias y Reglamentos, Normas Técnicas, Planes y Resoluciones expandidas sobre la materia, por el CONATEL.

Los equipos Wi-Fi trabajan en bandas libres de licencia, por lo que no es necesario analizar un presupuesto para el alquiler de frecuencias.

4.32 Densidad de Clientes

El ancho de banda estará limitado por el protocolo que maneje el AP para nuestro caso el AP 1552EU maneja dos stream espaciales simultáneos es decir que por radio puedo manejar 300 Mbps, Según el documento técnico, "Cisco Enterprise Distributed Wireless Solutions Reference Network Design", en promedio el número de usuarios recomendados por punto de acceso es de 50 a 75, para los AP'S CISCO 1552EU outdoor; lo cual lo tomaremos como referencia para nuestro proyecto; para la ubicación de los puntos de acceso se ha estimado el número de usuarios concurrentes por espacio físico en las horas cuando la red tiene mayor demanda de usuarios los datos se han estimado bajo el criterio de observación.

Mediante este mapa podemos ubicar con precisión los 17 puntos principales de la red de distribución, que estarán equipados con sus respectivas torres; cada punto tiene un radio de penetración de la señal de 150 mts con la instalación de los Access Point 1552EU outdoor, cubrimos las áreas delimitadas.

En la red inalámbrica la cantidad de usuarios pueden variar radicalmente a medida de que estos salgan y entren en el área de cobertura; por tanto la planeación de la capacidad para las WLAN está representada por una

aproximación para estimar el número de usuarios, por lo que se va a considerar que se va a tener usuarios fijos y usuarios visitantes.

4.33 Cobertura por Usuarios

Es así que en teoría el ancho de banda de un AP outdoor 1552EU está en 300 Mbps y se procederá a delimitar el ancho de banda efectivo por la celda de cobertura para los usuarios.

Num	Sector Sur	área	Usuarios Fijos	Usuarios Visitantes	Total de Usuarios
1	Cdla 19 de Noviembre	584mts ²	4	12	16
2	Bulevar UPEC	300 mts ²	3	25	28
3	Parque del ocho (este)	275mts ²	6	15	21
4	Parque del ocho (oeste)	325mts ²	2	15	17
5	Terminal Terrestre (parte baja)	300mts ²	5	35	40
6	Terminal Terrestre (parte superior)	1300mts ²	5	25	30
Num	Sector Sur	área	Usuarios Fijos	Usuarios Visitantes	Total de Usuarios
7	Estadio Olímpico	1500mts ²	2	8	10
8	Parque la Concordia	900mts ²	4	10	14
9	Parque Principal (este)	1350mts ²	10	35	45
10	Parque Principal (oeste)	1550mts ²	10	25	35
11	Mercado Central	3000mts ²	10	25	35
12	Parque Ayora (este)	2200mts ²	5	25	30
13	Parque Ayora (oeste)	2200mts ²	7	20	27
14	Bulevar Cementerio	3750mts ²	5	15	20
15	Centro Comercial Popular	350mts ²	10	35	45

<i>Num</i>	<i>Sector Sur</i>	<i>área</i>	<i>Usuarios Fijos</i>	<i>Usuarios Visitantes</i>	<i>Total de Usuarios</i>
16	Cdla Padre Carlos	1800mts ²	2	7	9
17	Hospital de Tulcán	1630mts ²	2	12	14
		TOTAL	99	344	436

Tabla 49. Área de los lugares y número de usuarios

4.34 Cálculo teórico del ancho de banda a utilizarse.

Para el cálculo teórico se tomó en cuenta los siguientes requisitos:

- Capacidad de ancho de banda teórica del equipo
- Capacidad de ancho de banda efectiva basado en la celda de cobertura y en el entorno en donde se colocará el AP
- Requerimiento de ancho de banda por el número de usuarios.

A continuación y en base al posible número de usuarios que harán uso de nuestra red inalámbrica dimensionaremos el ancho de banda efectivo a utilizarse por los usuarios en cada AP, justamente dependiendo de las condiciones del área de cobertura.

De igual manera en teoría el AP outdoor 1552EU maneja 200 dispositivos en el radio 2,4Ghz y 5Ghz; la cantidad de dispositivos que se puedan conectar al radio en la red se determinó en base al tipo de entorno de conectividad así tenemos.

- Alta densidad = 40 a 50 dispositivos inalámbricos conectados
- Mediana Densidad = 20 a 30 dispositivos inalámbricos conectados
- Baja Densidad = menos de 20 dispositivos

<i>Num</i>	<i>Sector Sur</i>	<i>Área en mts²</i>	<i>Total de Usuarios</i>	<i>Tipo de ambiente</i>	<i>Entorno de Conectividad</i>	<i>Ancho de Banda Efectivo Mbps(AP)/total de usuarios</i>
1	Cdla 19 de Noviembre	584mts ²	16	Abierto	Baja Densidad	2048
2	Bulevar UPEC	300 mts ²	28	Abierto	Mediana Densidad	3072

3	Parque del ocho (este)	275mts ²	21	Semiabierto	Mediana Densidad	2048
4	Parque del ocho (oeste)	325mts ²	17	Semiabierto	Baja Densidad	2048
5	Terminal Terrestre (parte baja)	300mts ²	40	Abierto	Alta Densidad	3072
6	Terminal Terrestre (parte superior)	1300mts ²	30	Semiabierto	Mediana Densidad	3072
Num	Sector Sur	Área en mts²	Total de Usuarios	Tipo de ambiente	Entorno de Conectividad	Ancho de Banda Efectivo Mbps(AP)/total de usuarios
7	Estadio Olímpico	1500mts ²	10	Abierto	Baja Densidad	2048
8	Parque la Concordia	900mts ²	14	Semiabierto	Baja Densidad	4096
9	Parque Principal (este)	1350mts ²	45	Semiabierto	Alta Densidad	5120
10	Parque Principal (oeste)	1550mts ²	35	Semiabierto	Alta Densidad	5120
11	Mercado Central	3000mts ²	35	Abierto	Alta Densidad	4096
12	Parque Ayora (este)	2200mts ²	30	Semiabierto	Mediana Densidad	5120
13	Parque Ayora (oeste)	2200mts ²	27	Semiabierto	Mediana Densidad	4096
14	Bulevar Cementerio	3750mts ²	20	Abierto	Mediana Densidad	4096
15	Centro Comercial Popular	350mts ²	45	Semiabierto	Alta Densidad	3072
Num	Sector Sur	Área en mts²	Total de Usuarios	Tipo de ambiente	Entorno de Conectividad	Ancho de Banda Efectivo Mbps(AP)/total de usuarios
16	Cdla Padre Carlos	1800mts ²	9	Abierto	Baja Densidad	2048
17	Hospital de Tulcán	1630mts ²	14	Abierto	Baja Densidad	3072
		TOTAL	436			

Tabla 50. Cálculo teórico del ancho de banda a utilizarse por cada AP

Análisis de cobertura

Data+Voice coverage per AP: 270m²

$$17 \text{ AP} * 270 \text{ m}^2 = 4250 \text{ m}^2$$

Número de personas a conectarse $4250 \text{ m}^2/10\text{m}^2 = 425$

4.35 Estimación del Ancho de Banda para el acceso a Internet

Con la finalidad de estimar el ancho de banda requerido para la red inalámbrica se tomó en cuenta aplicaciones (http, e-mail, chat, audio etc), resultando un tanto difícil establecer el ancho de banda requerido por cuanto dependerá exclusivamente de la calidad y cantidad de información que contienen las páginas.

Para establecer el cálculo del ancho de banda se consideraron los siguientes criterios para cuantificar el tráfico de la red. (Carballar, 2004)

Acceso a Páginas Web	Tienen un tamaño aproximado de 307 Kbytes páginas como Facebook, hi5 entre otras.
Correo Electrónico	El tamaño aproximado en el intercambio de correos es aproximadamente de 50 Kbytes y si es incluido gráfico se considera un promedio de 500 Kbytes para un correo electrónico. (Flores, 2009)
Aplicaciones en Tiempo real	Como realizar llamadas de voz mediante programas como Skype, Messenger, para este tipo de aplicaciones se recomienda un ancho de banda mínimo de 16 Kbps no compartido para su correcto funcionamiento. (Flores, 2009)

Tabla 51. Estimación del Ancho de Banda para el acceso a Internet

Se procede a realizar el análisis del número de Bytes totales transmitidos para las aplicaciones de: correo electrónico, acceso a páginas web, utilizando la tecnología Ethernet se tiene:

- E-mail

Se considera un promedio de 500 Kbytes el tamaño del mensaje.

$$\text{Número de tramas} = \frac{500 \text{ Kbytes}}{1500 \text{ Bytes/trama}} = 341.33 \text{ tramas}$$

4.36 Diseño de la red de distribución

El centro de datos estará ubicado en las instalaciones del GAD Municipal de Tulcán como se muestra en la figura ; y los enlaces al Switch Core 4560-E se los realizará desde los diferentes Hotspot a través de fibra óptica; acortando la distancia de la misma con la colocación al sur y al norte de la ciudad de módulos de fibra óptica a través del Switch 3560-E que soporta enlaces de 10Gb e interfaces de 1 Gb, con lo cual podemos enviar mayor cantidad de datos y tener mayor velocidad de trasmisión de la información.



Figura 64. Fotografía Edificio del Municipio de la Ciudad de Tulcán, Ubicación del Centro de Datos

4.37 Direccionamiento IP y Topología física de la red de distribución de la red Inalámbrica para la ciudad de Tulcán

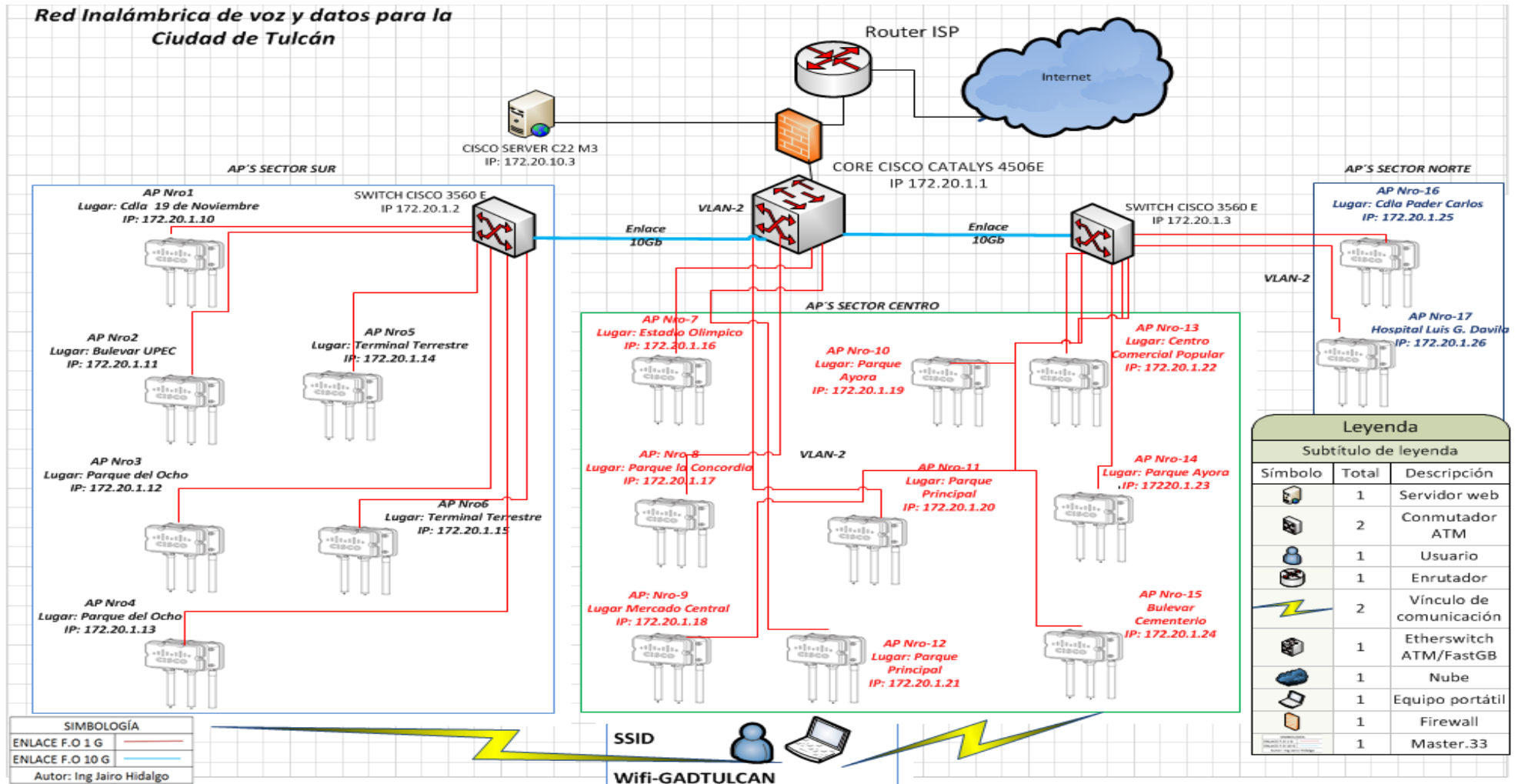


Figura 65. Topología física de la red Inalámbrica

4.38 Diseño Físico de la Red

La red física a nivel de transporte que se constituye en el sistema portador y la infraestructura de soporte para brindar los servicios de una ciudad digital en Tulcán, estará constituida por un tendido de Fibra óptica, cuyo diseño abarca el estudio de la ruta, la técnica del tendido y las características del tipo de fibra a utilizar.

4.39 Distribución, coordenadas y ubicación de los AP Outdoor.

Con la ubicación de los 17 Access Point inalámbricos Cisco Outdoor 1552EU en cada uno de los lugares de libre acceso identificados en la ciudad de Tulcán, lograremos brindar cobertura inalámbrica y el acceso a la red de manera permanente.

Puntos de localización y ubicación de los AP'S por sectores.

Num	Cod	Sector Sur	Elevación	Latitud (TowerCoverage.com)	Longitud
1	Aps-1	Cdla 19 de Noviembre	2941.80	000° 47' 43.63"N	77° 44' 00.28"W
2	Aps-2	Bulevar UPEC	2938.40	000° 48' 10.43"N	77° 43' 54.45"W
3	Aps-3	Parque del ocho (este)	2941.50	000° 48' 05.65"N	77° 43' 40.85"W
4	Aps-4	Parque del ocho (oeste)	2939.60	000° 48' 06.03"N	77° 43' 42.55"W
5	Aps-5	Terminal Terrestre (p.b)	2937.20	000° 48' 16.94"N	77° 43' 41.97"W
6	Aps-6	Terminal Terrestre (p.s)	2934.30	000° 48' 17.31"N	77° 43' 43.09"W
Cant	Cod	Sector Centro	Altura	Latitud	Longitud
7	Apc-7	Estadio Olímpico	2930.00	00° 48' 54.00" N	077° 43' 04.00" W
8	Apc-8	Parque la Concordia	2943.30	00° 48' 51.62" N	077° 42' 58.59" W
9	Apc-9	Parque Principal (este)	2944.00	000° 48' 51.62"N	77° 42' 56.66"W
10	Apc-10	Parque Principal (oeste)	2943.10	00° 48' 51.44" N	077° 42' 54.73" W
11	Apc-11	Mercado Central	2936.50	00° 48' 53.60" N	077° 42' 52.18" W
12	Apc-12	Parque Ayora (este)	2936.20	00° 48' 58.09" N	077° 42' 50.37" W
13	Apc-13	Parque Ayora (oeste)	2935.70	00° 49' 00.64" N	077° 42' 52.32" W
14	Apc-14	Bulevar Cementerio	2925.60	00° 49' 06.47" N	077° 42' 49.71" W
15	Apc-15	Centro Comercial Popular	2930.80	00° 48' 53.69" N	077° 42' 50.18" W
Cant	Cod	Sector Norte	Altura	Latitud	Longitud
16	Apc-16	Cdla Padre Carlos	2891.40	00° 49' 56.64" N	077° 42' 50.18" W
17	Apc-17	Hospital de Tulcán	2920.20	00° 49' 52.70" N	077° 42' 34.61" W

Tabla 52. Puntos de localización y ubicación de los AP'S Cisco 1552EU por sectores

4.40 Coordenadas e imágenes de la localización y ubicación de los Access Point 1552EU en la ciudad de Tulcán.

A continuación, podemos observar a través de la utilización del software Radio Mobile Online, las imágenes del mapa de coordenadas exactas y el lugar en donde se ubicarán los 17 Access Point a lo largo de la ciudad de Tulcán.

4.40.1 Coordenadas y Cobertura AP-1

Estará ubicado en el parque municipal, el mismo que está localizado en la Avenida Andrés Bello bajos de la ciudadela 19 de noviembre cuya área es de permitirá brindar conectividad y acceso a Internet a mayor número de habitantes de aquel sector.

Se determina el punto de ubicación del AP-1 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.47'43.63''$ N y longitud de $0.77^{\circ}44'00.28''$ W, conforme se especifica en la figura 66; a razón de considerar el lugar estratégico para dar cobertura a este sector de la ciudad.

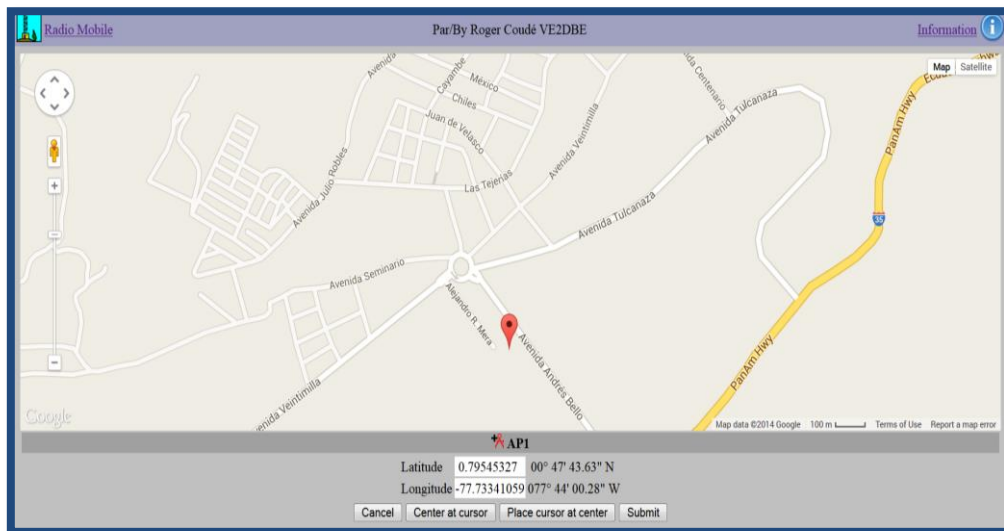


Figura 66. Coordenadas AP Nro-1 “Sector Parque Cdla 19 de Noviembre”

En el diseño se contempla para los lugares determinados los radios Cisco 1552 EU y 3 antenas omnidireccionales en la banda de 2,4 Ghz con una ganancia de 8 dBi cada una; para determinar el radio de cobertura se hace uso del software Radio Mobile en la versión 11.5.1, en el que a través de la simulación del entorno permite determinar de manera aproximada el área de cobertura

generada por dichos radios; para lo cual se procedió a realizar los siguientes pasos en cada uno de las posiciones de los AP'S

- a) Buscamos las coordenadas a través de Google Earth del lugar que se va a ubicar el AP en la ciudad de Tulcán y las colocamos en propiedades del mapa, en un alto en Km de 0.05 (km), conforme podemos observar en la figura

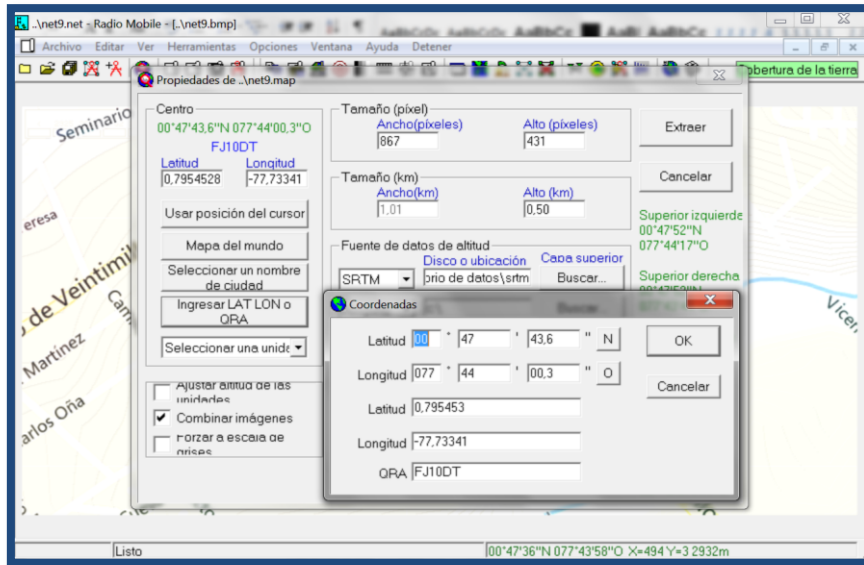


Figura 67. Agregación de Mapa en Radio Mobile

- b) Seleccionamos extraer y en la pantalla de combinación de imágenes, seleccionamos en (Internet Virtual Earth) e (Híbrido) y finalmente seleccionamos dibujar.

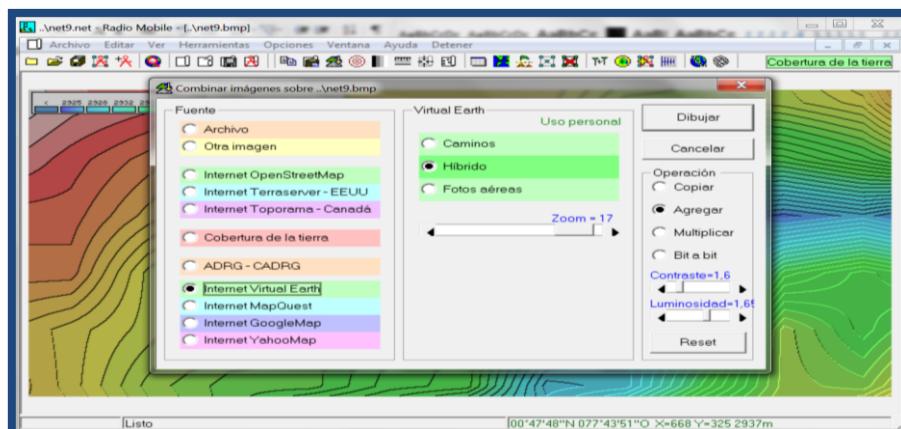


Figura 68. Combinación de imágenes para Extraer el Mapa

- c) Se ejecuta la operación de extracción del mapa con el lugar seleccionado a través de sus coordenadas.

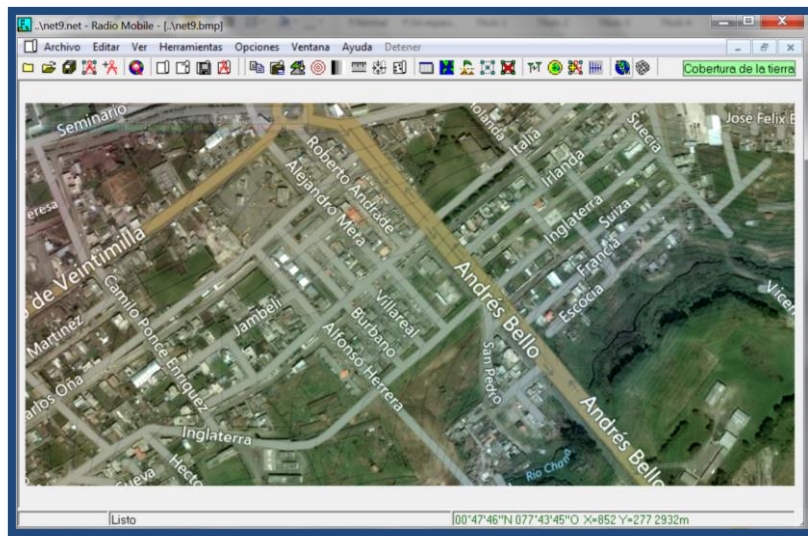


Figura 69. Lugar extraído en el programa Radio Mobile, a través de sus coordenadas

- d) Creamos las unidades AP-1 CDLA 19 DE NOVIEMBRE (Access Point) y STA (una estación móvil), cada una con su respectivas coordenadas y con los parámetros adecuados, como podemos observar en la Fig 70 y la ubicación de las unidades en el mapa representadas en la imagen 71.

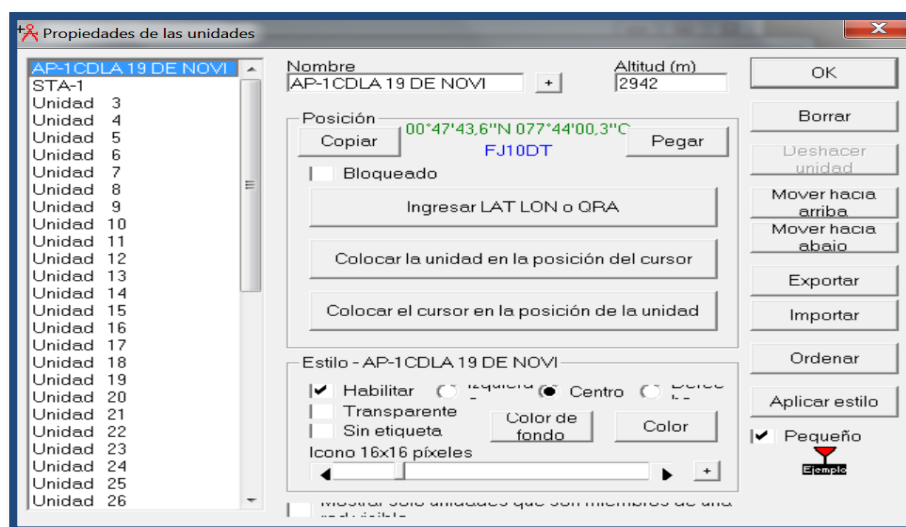


Figura 70. Creación de la Unidad AP-1CDLA 19 DE Noviembre

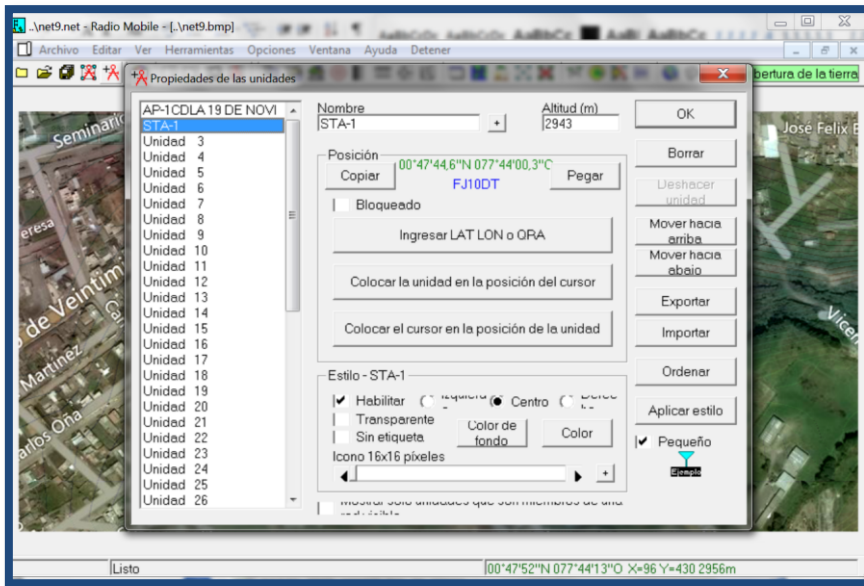


Figura 71. Creación de la Unidad STA-1

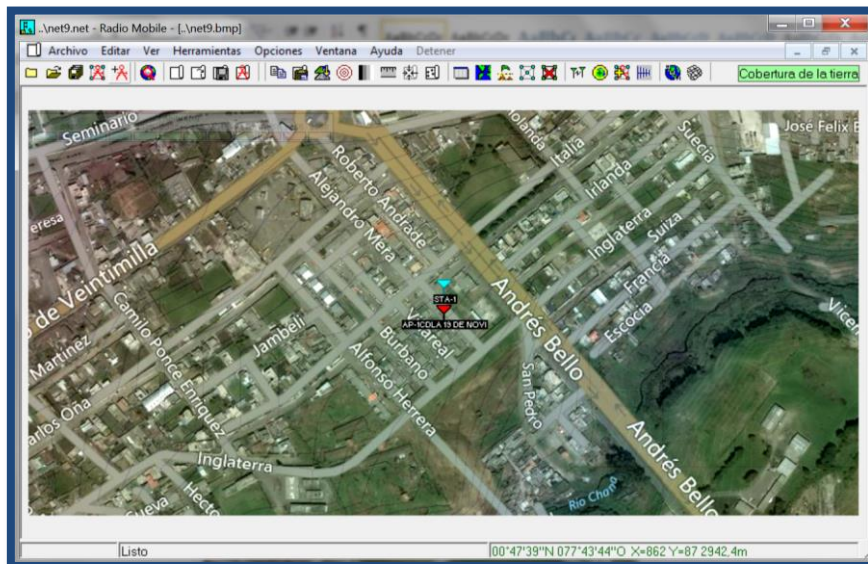


Figura 72. Ubicación de las Unidades creadas en el Mapa

e) Creación de la Red

Procedemos a parametrizar en Propiedades de las redes con los siguientes valores conforme se muestra en la figura 73.

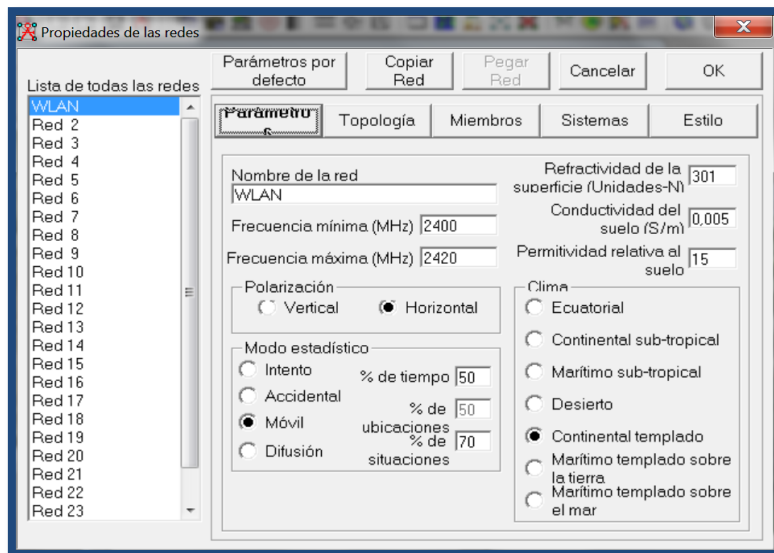


Figura 73. Ventana principal de la lista de las propiedades de las redes

- Frecuencia mínima (MHz): 2400
- Frecuencia máxima (MHz): 2420
- Polarización: horizontal
- Modo estadístico: Móvil

Valores seleccionados por defecto

- Refractividad de la Superficie (Unidades-N)=301
- Conductividad del Suelo(S/m)=0,005
- Permitividad relativa al suelo 15
- Clima= Continental Templado

f) Seleccionamos Topología y establecemos los valores (Visible y red de datos); lo que nos permitirá establecer una relación entre las estaciones master y esclavo.

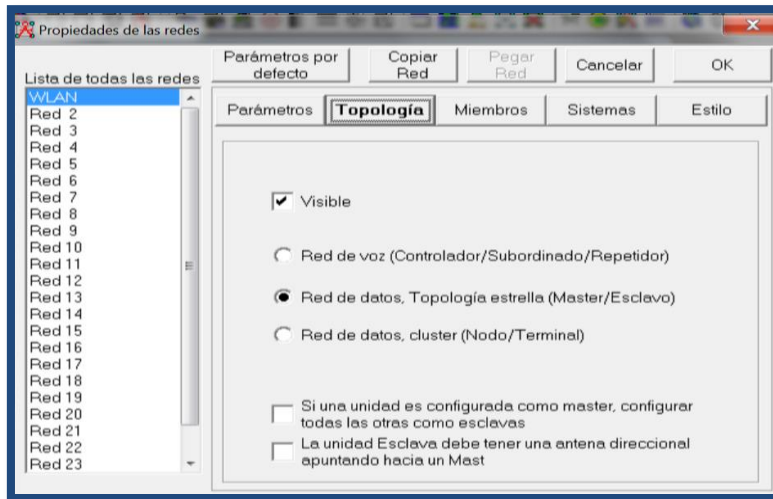


Figura 74. Ubicación de las Unidades en el Mapa

En la pestaña miembros especificamos las unidades y el rol que van a cumplir, es así que la unidad (AP-1) será (Master) y (STA-1) será (Esclavo) con un valor de la altura de la antena de 10m y 2m respectivamente.

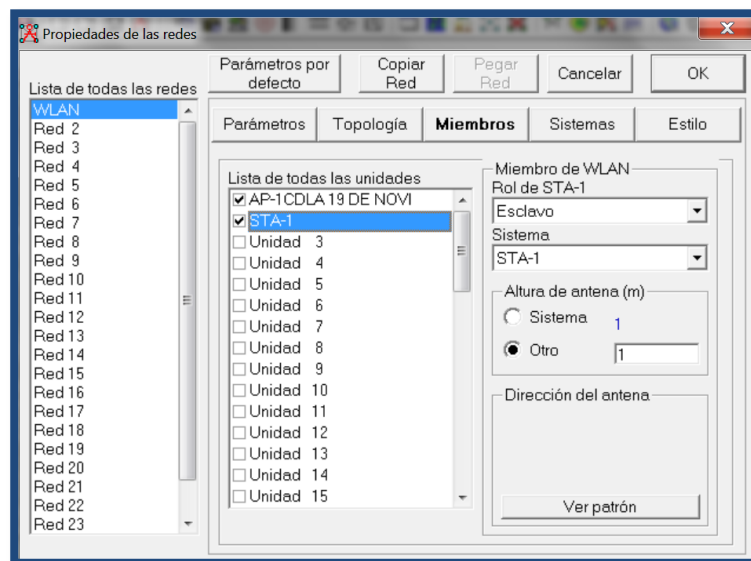


Figura 75. Ubicación de las Unidades en el Mapa

g) En la pestaña sistemas establecemos los parámetros para las unidades las cuales las podemos observar en la figura 76 y de igual manera para la configuración de la estación móvil en la figura 77.

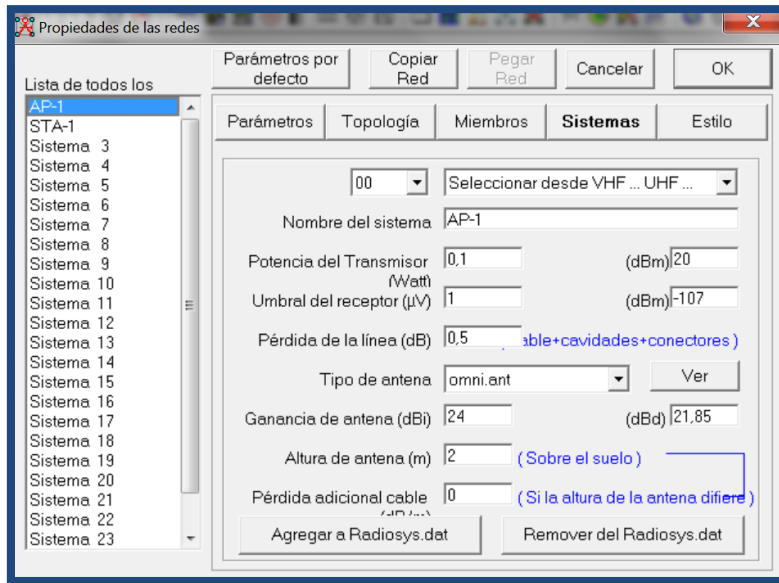


Figura 76. Ubicación de las Unidades en el Mapa

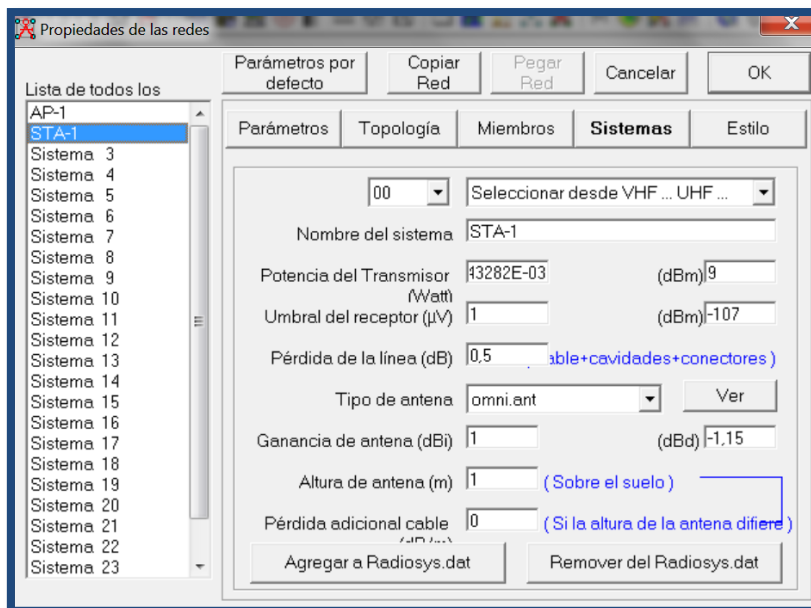


Figura 77. Ubicación de las Unidades en el Mapa

h) Finalmente seleccionamos la pestaña estilo y especificamos el modo de propagación

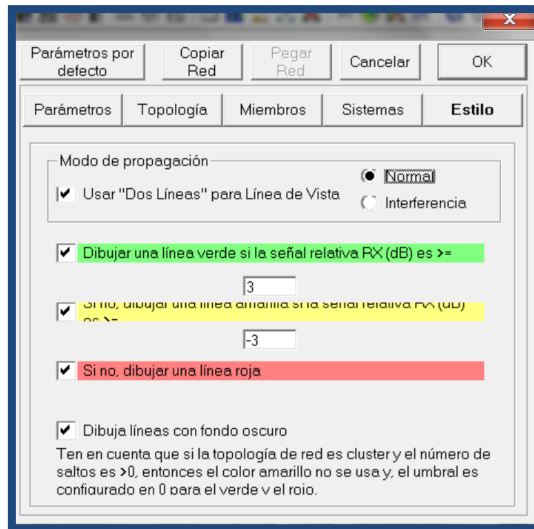


Figura 78. Ubicación de las Unidades en el Mapa

Como resultado se obtiene la gráfica del área de cobertura de 360 ° de los radios Cisco 1552EU utilizando los parámetros recomendados en las hojas de datos y en base a las condiciones climáticas del entorno.

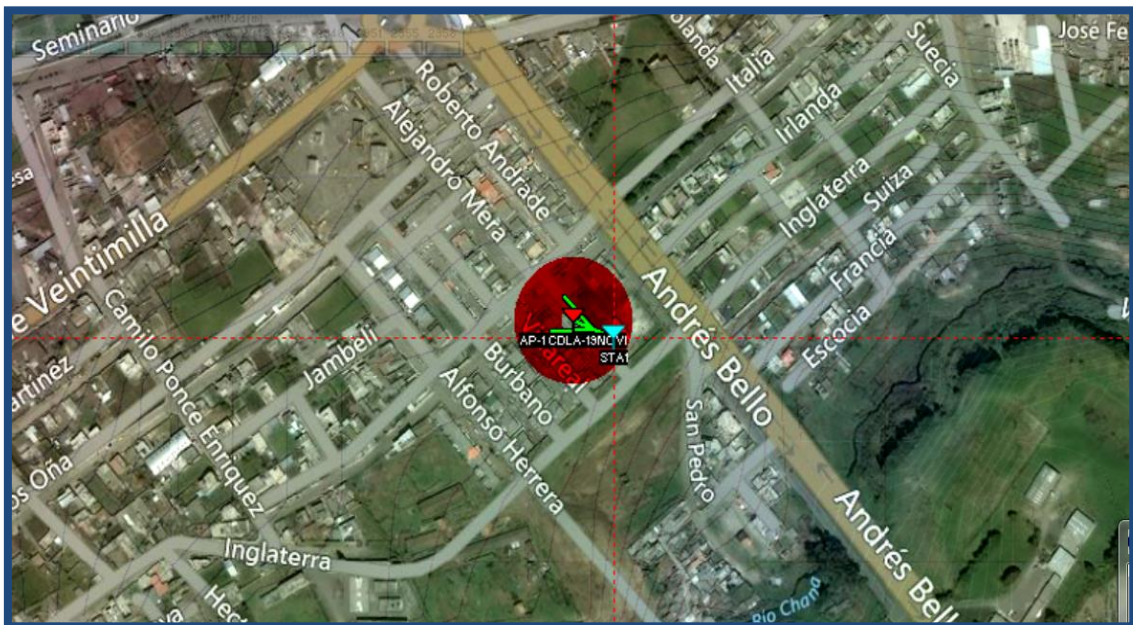


Figura 79. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-1 “Sector Parque Cdla. 19 de Noviembre”

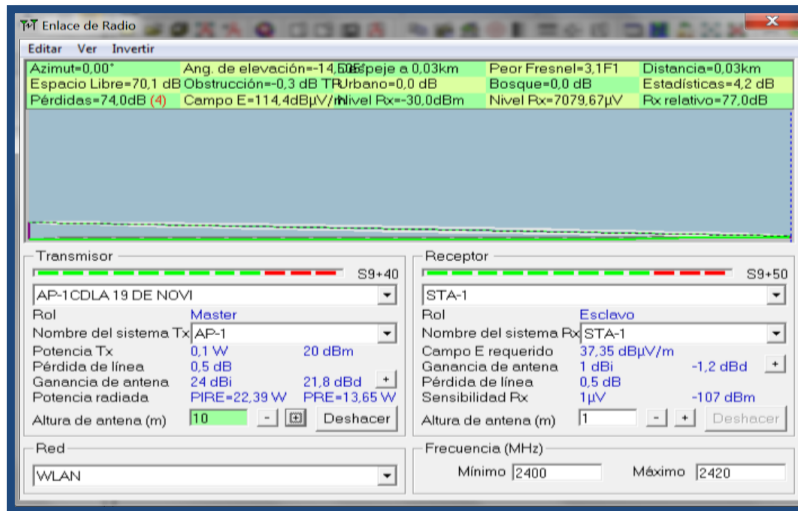


Figura 80. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-1



Figura 81. Fotografía Parque de la Cdla. 19 de Noviembre, ubicación AP Nro-1

4.40.2 Coordenadas y Cobertura AP-2

Estará ubicado en la parte central del parque recreacional, ubicado en el boulevard de la Avenida Universitaria en mismo que bridará de cobertura a los habitantes en tránsito de la ciudadela la Laguna 1, Laguna 2, las Tejerías y estudiantes de la UPEC.

Se determina el punto de ubicación del AP-2 en las coordenadas de latitud 00°.48´10.43" N y longitud de 0.77°43´54.45" W, conforme podemos observar en la figura 82.

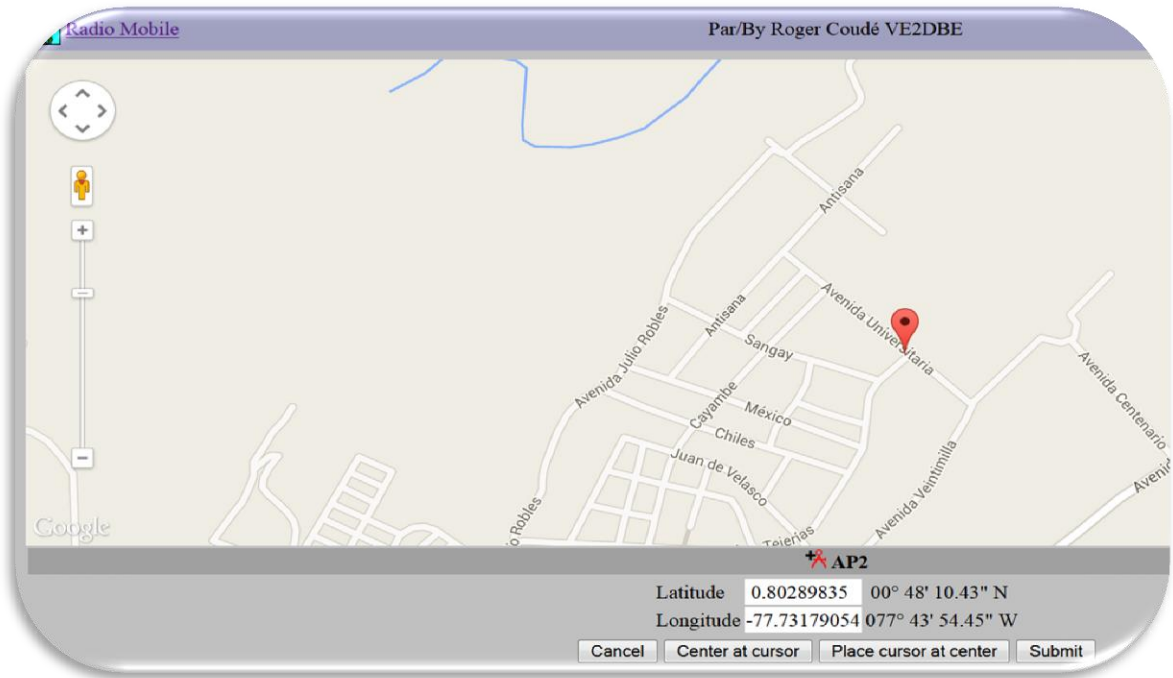


Figura 82. Coordenadas AP Nro-2 “Sector Boulevard Avenida Universitaria”

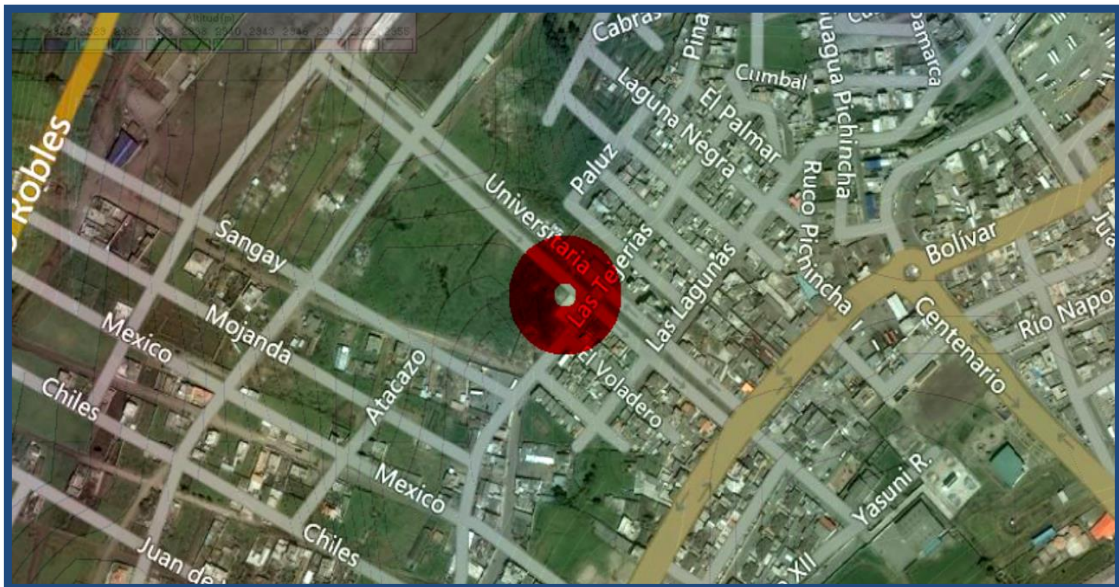


Figura 83. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-2 “Sector Boulevard Avenida Universitaria”

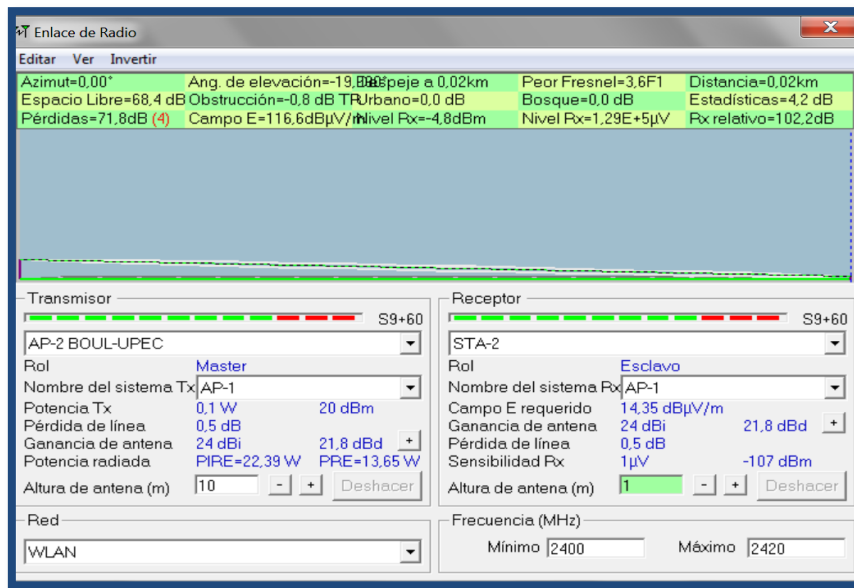


Figura 84. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-2



Figura 85. Fotografía Boulevard Avenida Universitaria ubicación del AP Nro-2

4.40.3 Coordenadas y Cobertura AP-3

El AP-3, estará ubicado en el sector noreste del parque recreacional denominado del ocho junto a la avenida el centenario.

Se determina el punto de ubicación del AP-3 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.48'05.68''N$ y longitud de $0.77^{\circ}43'40.75''W$, conforme podemos observar en la figura 86.

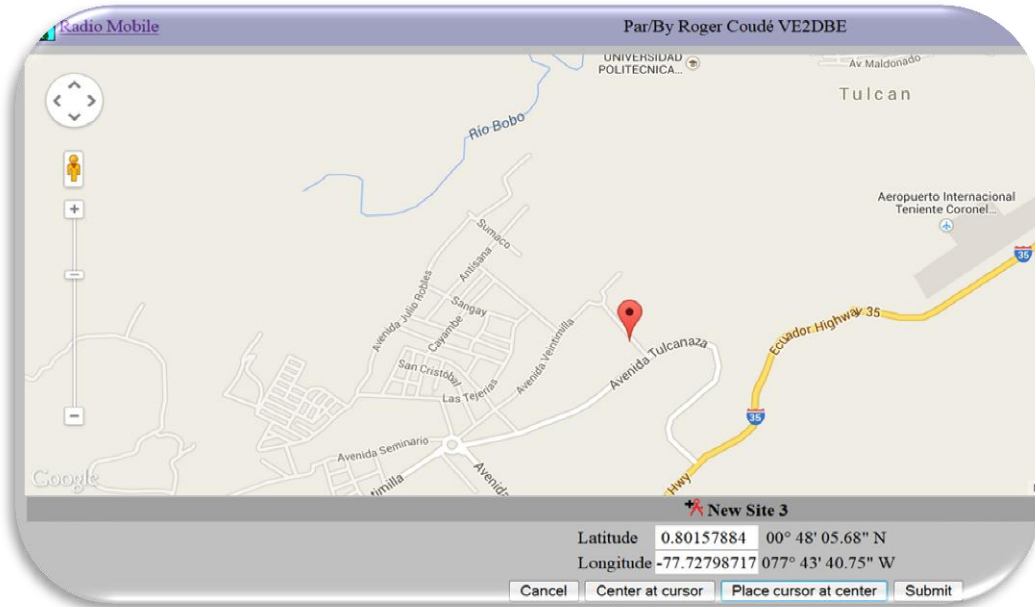


Figura 86. Coordenadas AP Nro-3 “Sector Parque del Ocho”

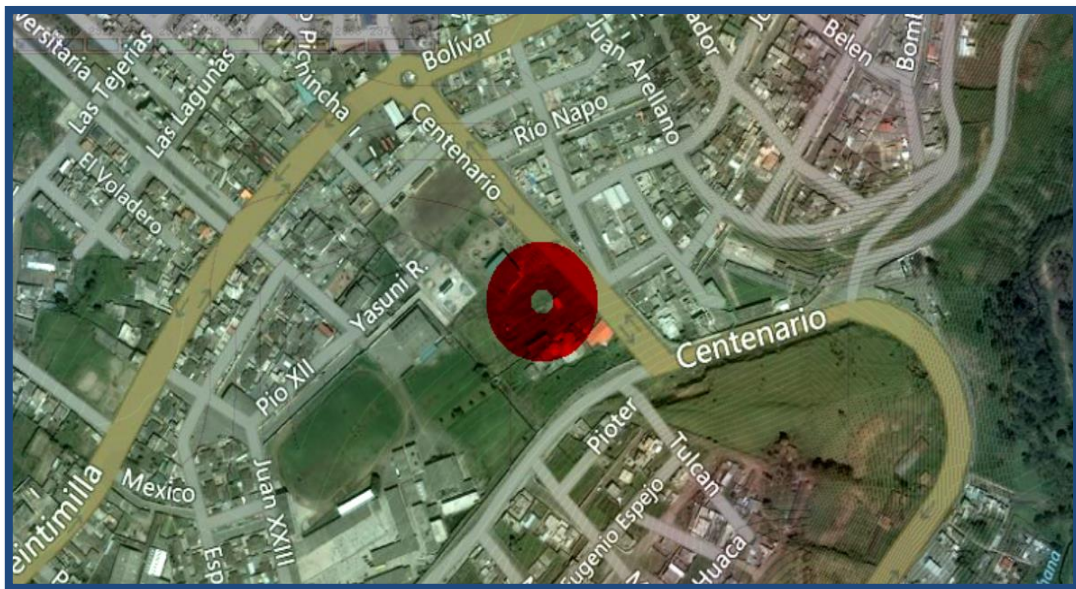


Figura 87. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-3 “Sector Parque del Ocho”

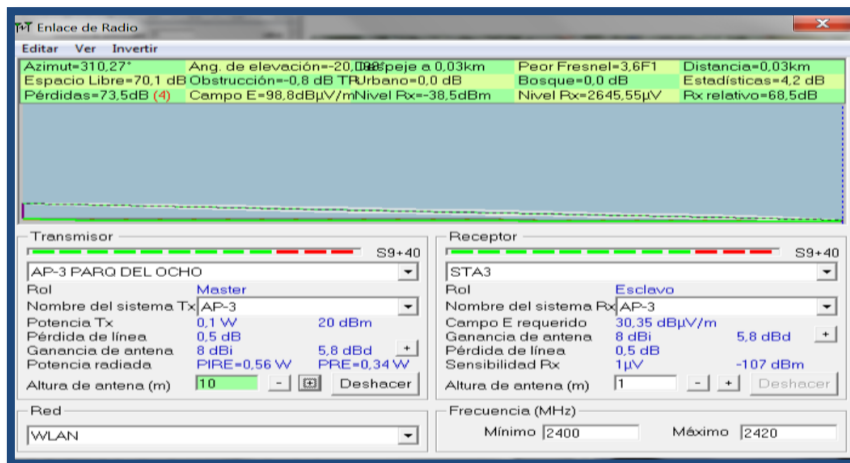


Figura 88. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-3



Figura 89. Fotografía Parque del Ocho ubicación del AP Nro-3

4.40.4 Coordenadas y Cobertura AP-4

El AP-4, estará ubicado en la parte central del parque recreacional denominado del ocho localizado en la avenida el centenario.

Se determina el punto de ubicación del AP-4 en las coordenadas de latitud 00°.48´06.03"N y longitud de 0.77°43´42.55"W, conforme podemos observar en la figura 90.

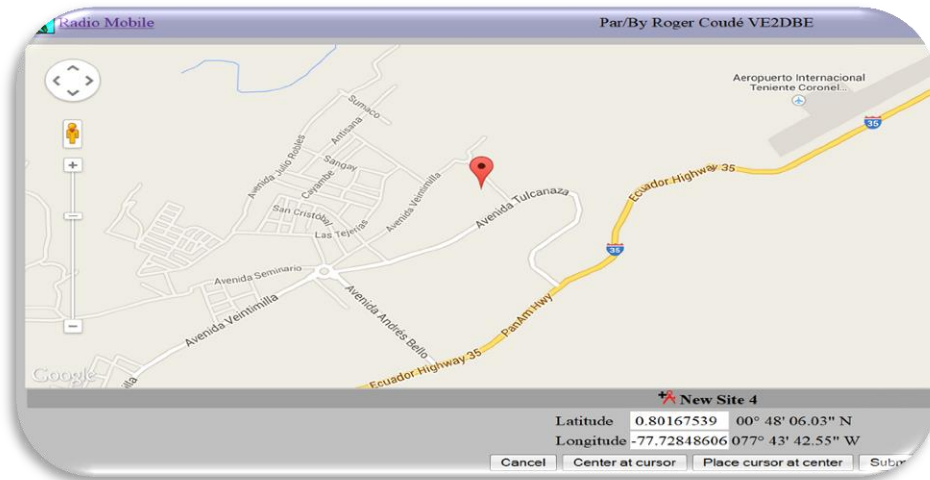


Figura 90. Coordenadas AP Nro-4 “Sector Centro Parque del Ocho”

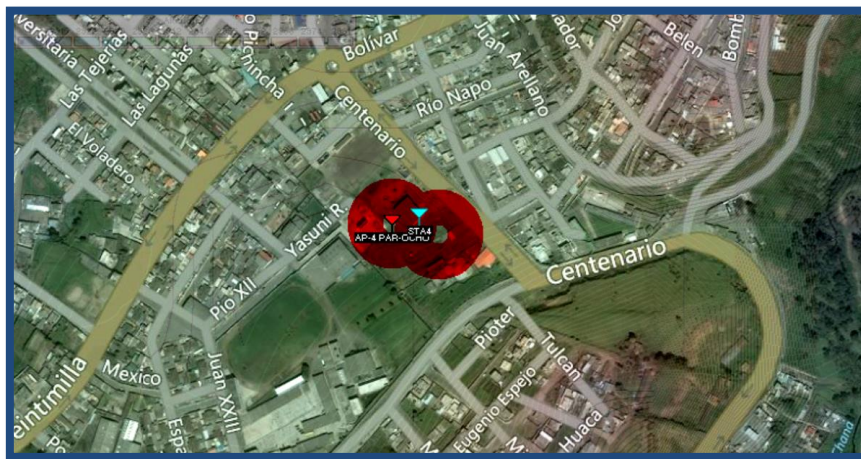


Figura 91. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-4 “Sector Centro Parque del Ocho”

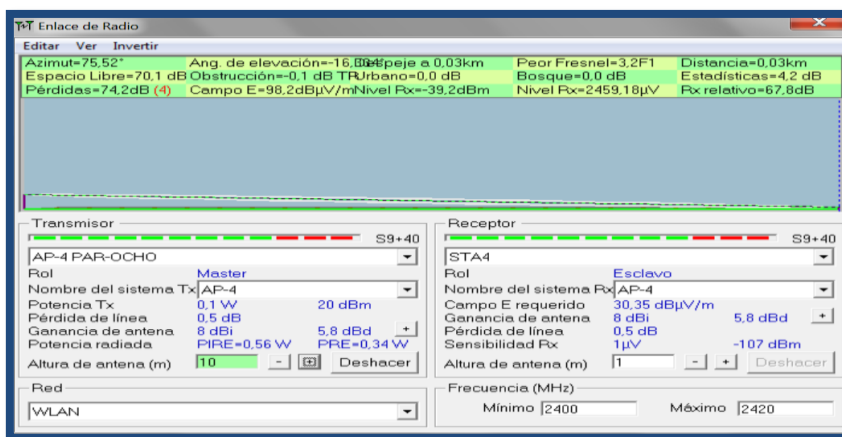


Figura 92. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-4



Figura 93. Fotografía Parque del ocho, ubicación AP Nro-4

4.40.5 Coordenadas y Cobertura AP-5

El AP-5, estará ubicado en la parte superior del Terminal Terrestre de la ciudad de Tulcán; entre las calles Ecuador y Rafael Arellano.

Se determina el punto de ubicación del AP-5 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.48'16.94''N$ y longitud de $0.77^{\circ}43'41.97''W$, conforme podemos observar en la figura 94.

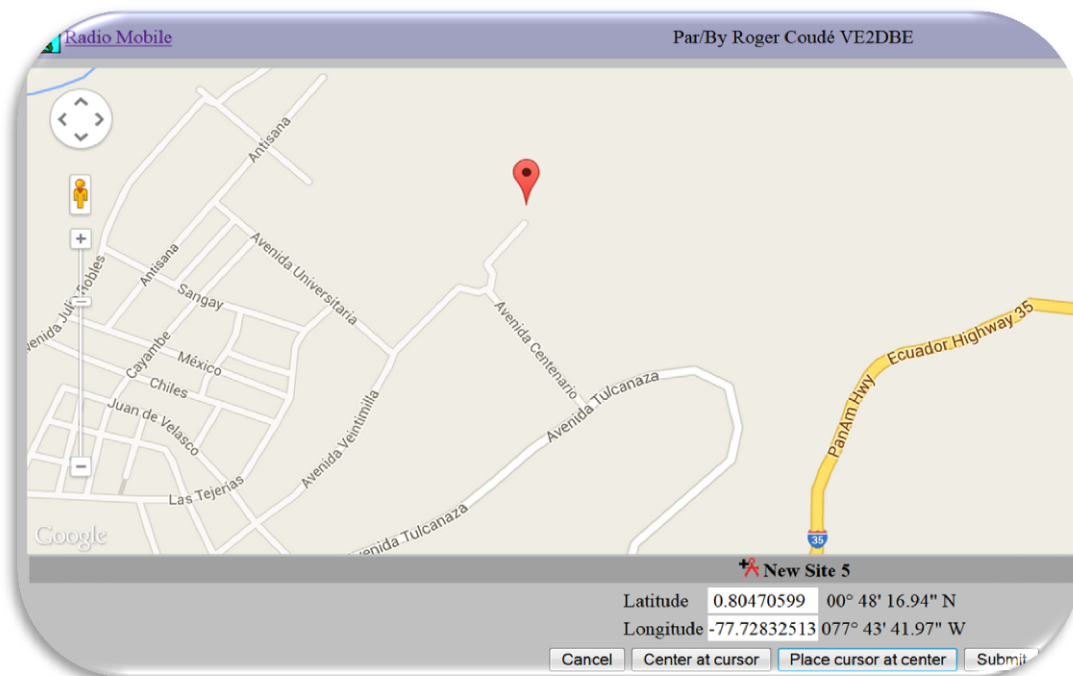


Figura 94. Coordenadas AP Nro-5 “Sector Terminal Terrestre P.S”



Figura 95. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-5 “Sector Terminal Terrestre P.S”

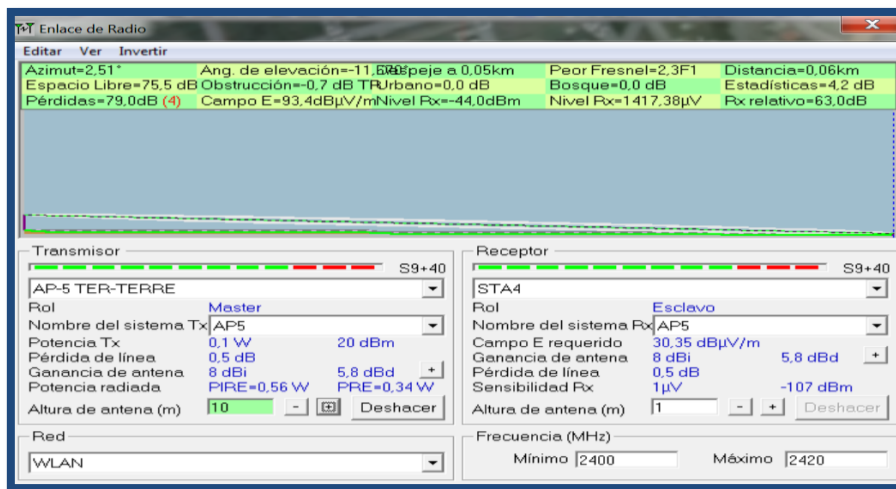


Figura 96. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-5



Figura 97. Fotografía Plazoleta Terminal Terrestre, ubicación AP Nro-5

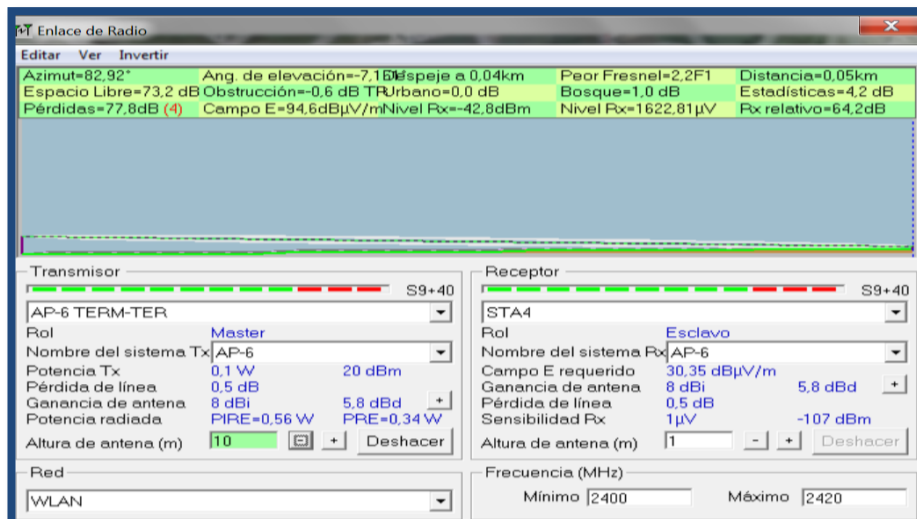


Figura 100. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-6



Figura 101. Fotografía Parqueadero del Terminal Terrestre, ubicación AP Nro-6

4.40.7 Coordenadas y Cobertura AP-7

El AP-7 se lo ubicará en el redondel del parque Padre Carlos, el mismo que se encuentra a pocos pasos del estadio olímpico de la ciudad de Tulcán.

Se determina el punto de ubicación del AP-7 en las coordenadas de latitud 00°.48´54.00”N y longitud de 0.77°43´04.00”W, conforme podemos observar en la figura 102.

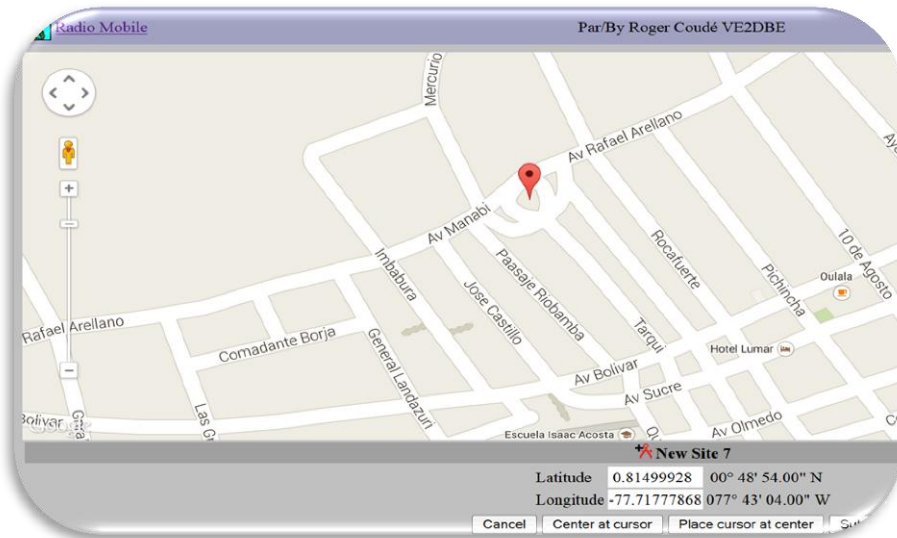


Figura 102. Coordenadas AP Nro7 “Sector Estadio Olímpico”

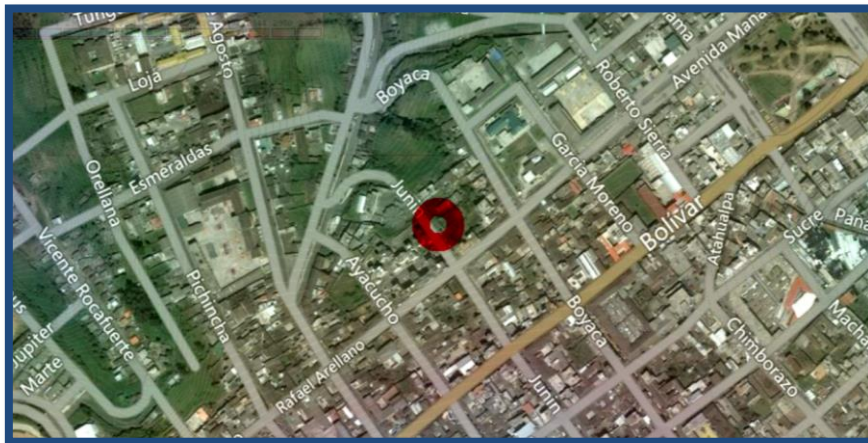


Figura 103. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-7 “Sector Estadio Olímpico”

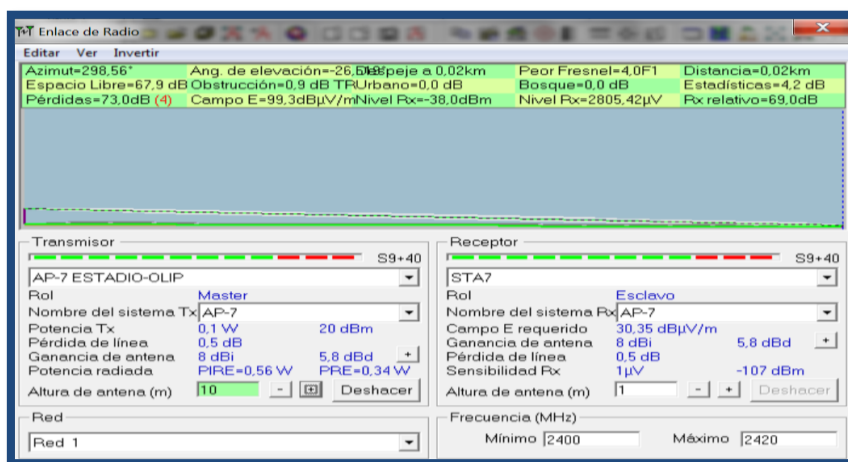


Figura 104, Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-7



Figura 105. Fotografía Sector Estadio Olímpico, ubicación AP Nro-7

4.40.8 Coordenadas y Cobertura del AP-8

El AP-8 se lo ubicará en el parque la concordia, sector centro de la ciudad, el cual es un espacio muy pequeño de descanso y dispone de un área de 50 m² y junto a él se encuentran locales comerciales, y espacio de descanso para la ciudadanía.

Se determina el punto de ubicación del AP-8 en las coordenadas de latitud 00°.48'51.62"N y longitud de 0.77°42'58.59"W, conforme podemos observar en la figura 106.

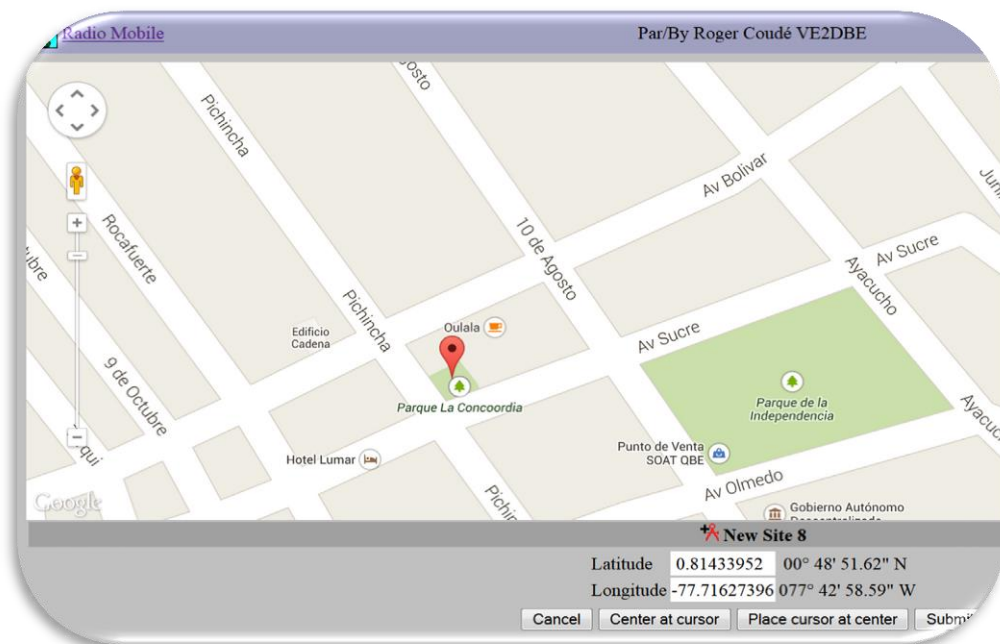


Figura 106. Coordenadas AP Nro-8 “Parque la Concordia”

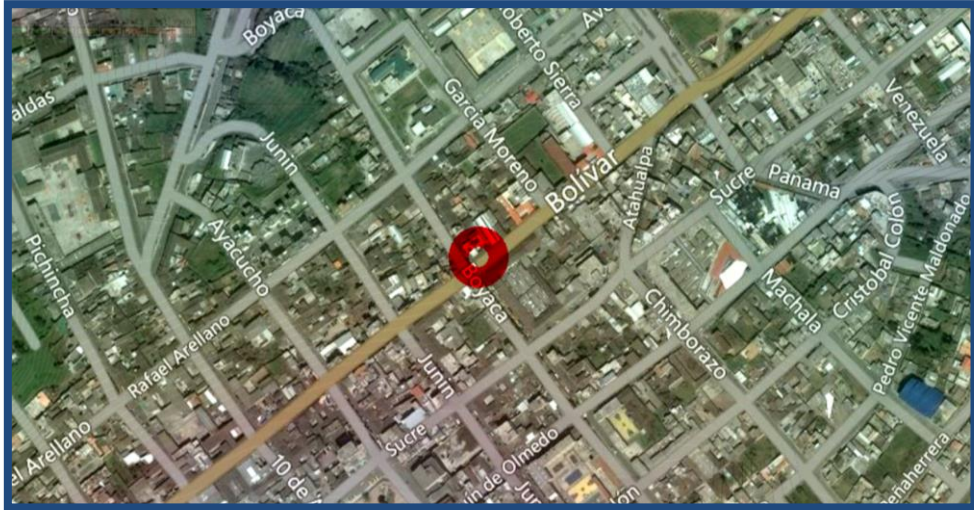


Figura 107. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-8 “Sector Parque La Concordia”

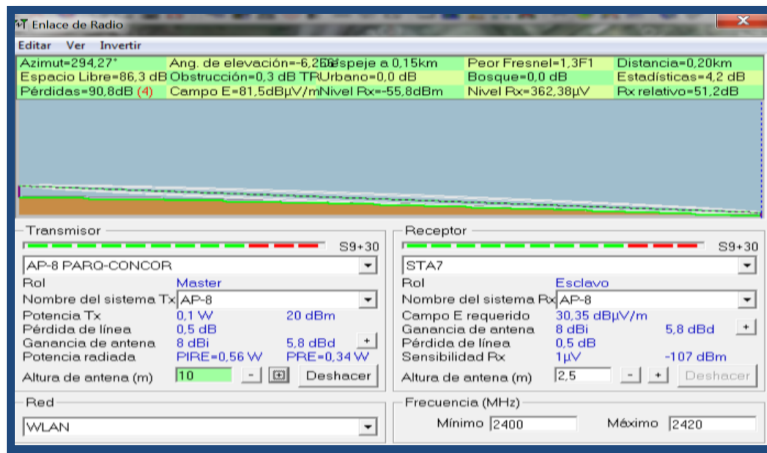


Figura 108. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-8



Figura 109. Fotografía Parque la Concordia, ubicación AP Nro-8

4.40.9 Coordenadas y Cobertura del AP-9

El AP9 estará ubicado en centro de la ciudad, en el ingreso principal al parque de la independencia por la calle sucre; frente a dicho parque se encuentra las instalaciones del Municipio de Tulcán y es el lugar de mayor afluencia de público, por lo que se encuentra varias oficinas de servicios tanto de entidades públicas como privadas; cabe indicar que en dicho lugar se encuentran ubicadas las cámaras del Sistema de Vigilancia Ecu 911, por lo que es considerado un lugar estratégico para brindar los servicios de una ciudad digital a través de la infraestructura de red y su cobertura de Internet en beneficio de la comunidad Tulcanaña.

Se determina el punto de ubicación del AP-8 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.48'51.62''N$ y longitud de $0.77^{\circ}42'56.66''W$, conforme podemos observar en la figura 110.

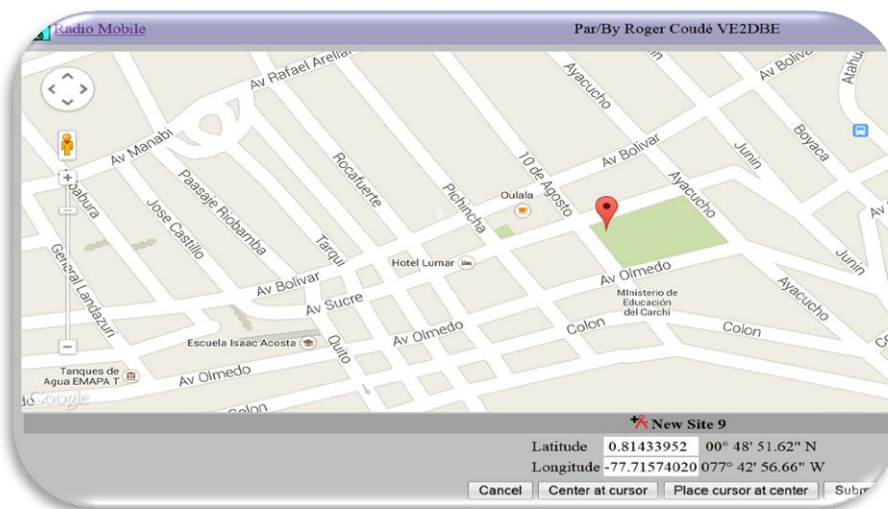


Figura 110. Coordenadas AP Nro-9 “Parque de la Independencia”



Figura 111. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-9 “Parque de la Independencia”

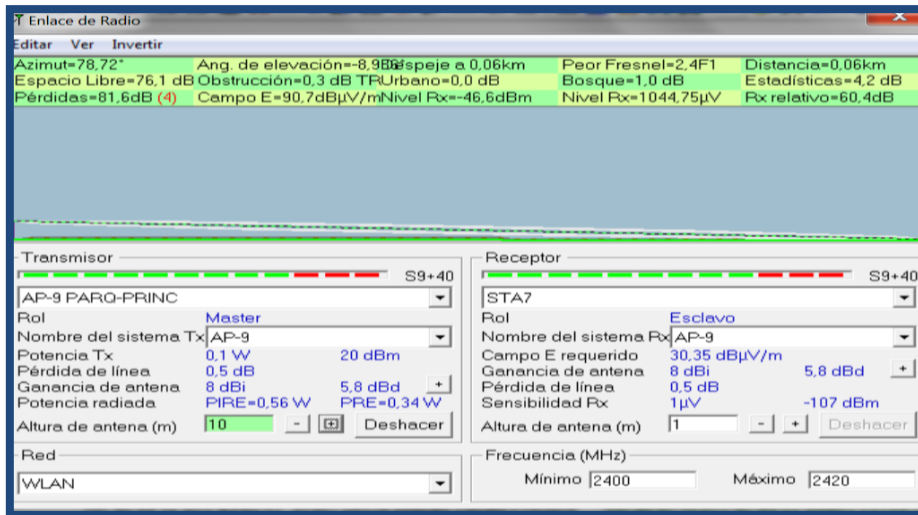


Figura 112. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-9



Figura 113. Fotografía Parque de la Independencia, ubicación AP Nro-9

4.40.10 Coordenadas y Cobertura del AP-10

El AP10, de igual manera de lo colocará en el extremo derecho del parque de la independencia, el mismo que brindará los servicios a usuarios de extremo inferior del parque.

Se determina el punto de ubicación del AP-8 en las coordenadas de latitud 00°.48'51.44"N y longitud de 0.77°42'54.73"W, conforme podemos observar en la figura 114.

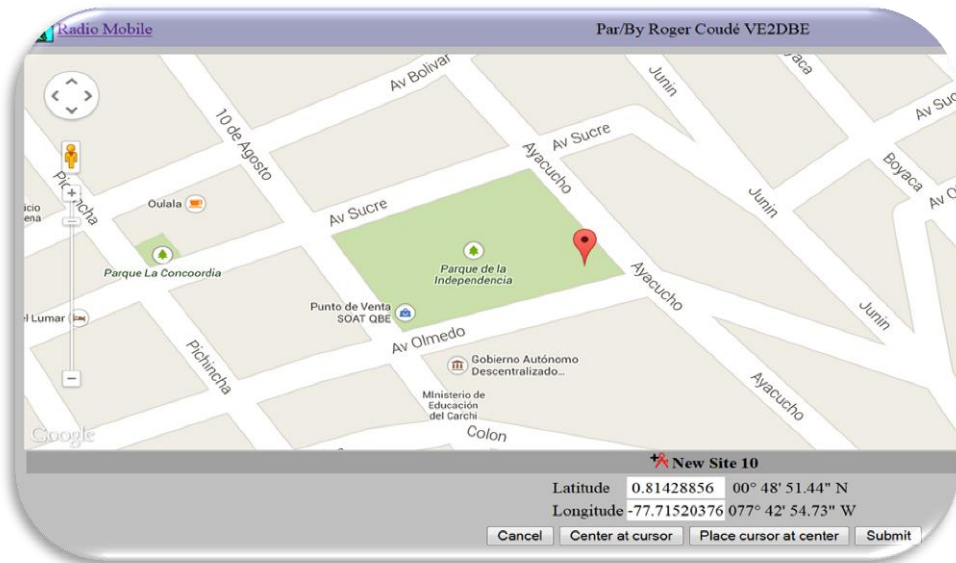


Figura 114. Coordenadas AP Nro-10 “Parque de la Independencia”

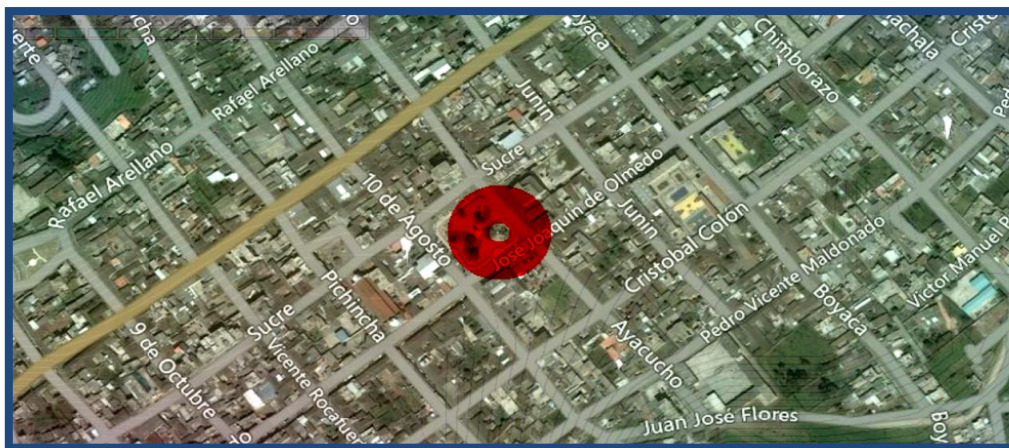


Figura 115. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-10 “Parque de la Independencia”

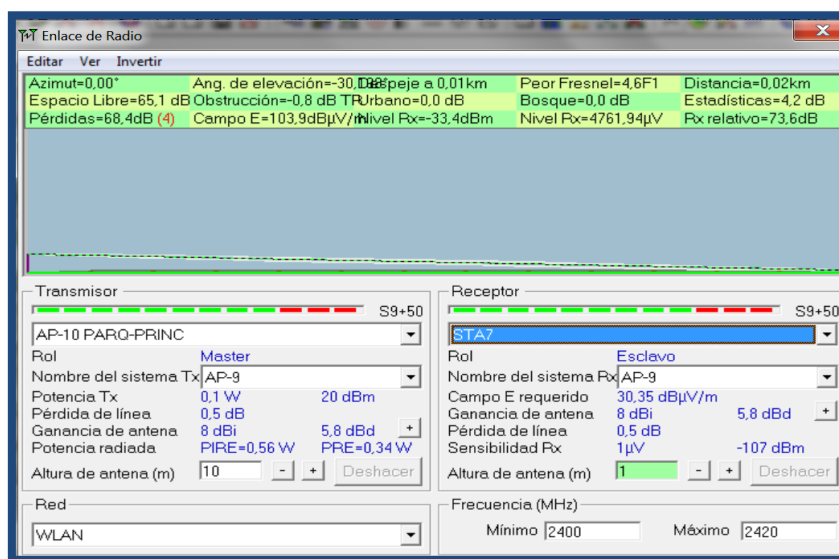


Figura 116. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-10

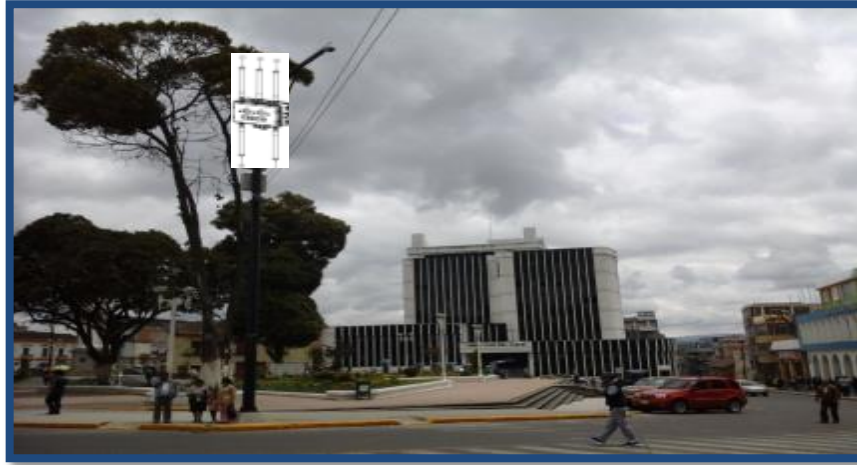


Figura 117. Fotografía Parque de la Independencia, ubicación AP Nro-10

4.40.11 Coordenadas y Cobertura del AP-11

Al AP-11, se lo ha considerado su ubicación en un lugar muy concurrente de ciudadanos que es en el interior de la nueva plazoleta del buen vivir ubicada en la calle Boyacá entre calle Bolívar y calle Sucre; logrando brindar el servicio a personas en tránsito como de igual manera a usuarios permanentes de las instalaciones de la plazoleta.

Se determina el punto de ubicación del AP-8 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.48'53.60''N$ y longitud de $0.77^{\circ}42'52.18''W$, conforme podemos observar en la figura 118.

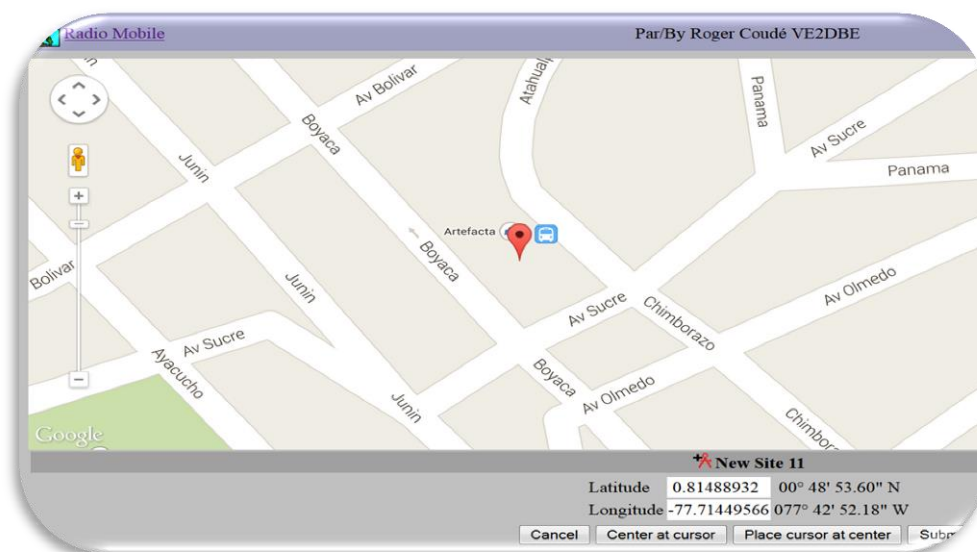


Figura 118. Coordenadas AP Nro-11 “Sector Plazoleta del Buen Vivir”



Figura 119. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-11 “Sector Plazoleta del Buen Vivir”

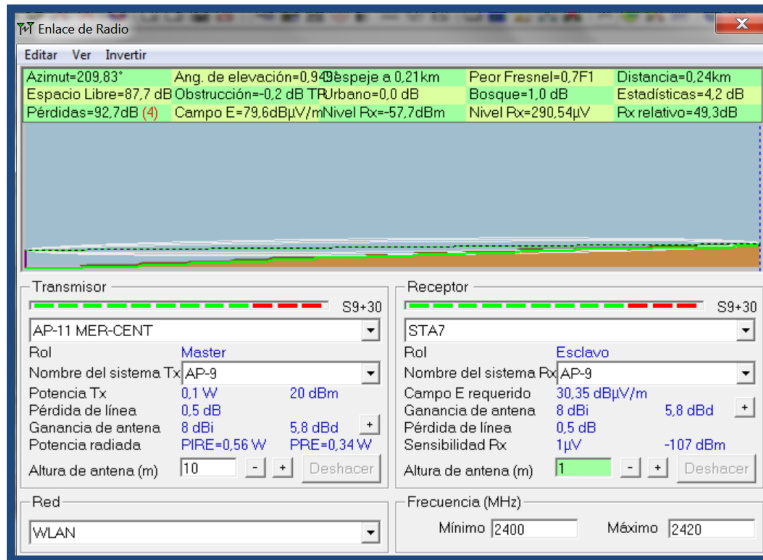


Figura 120. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-11



Figura 121. Fotografía Plazoleta del Buen Vivir ubicación AP Nro-11

4.40.12 Coordenadas y Cobertura del AP-12

El AP-12, se lo ubicará en el ingreso principal al parque Ayora que se lo realiza por la calle bolívar; dicho parque dispone de un área de 970m² y es una zona muy comercial y de permanente concurrencia de ciudadanos, por lo que se procedió a incluir en el diagrama 2 AP'S.

Se determina el punto de ubicación del AP-12 en las coordenadas de latitud 00° 48' 58.09" N y longitud de 0.77° 42' 50.37" W, conforme podemos observar en la figura 122.

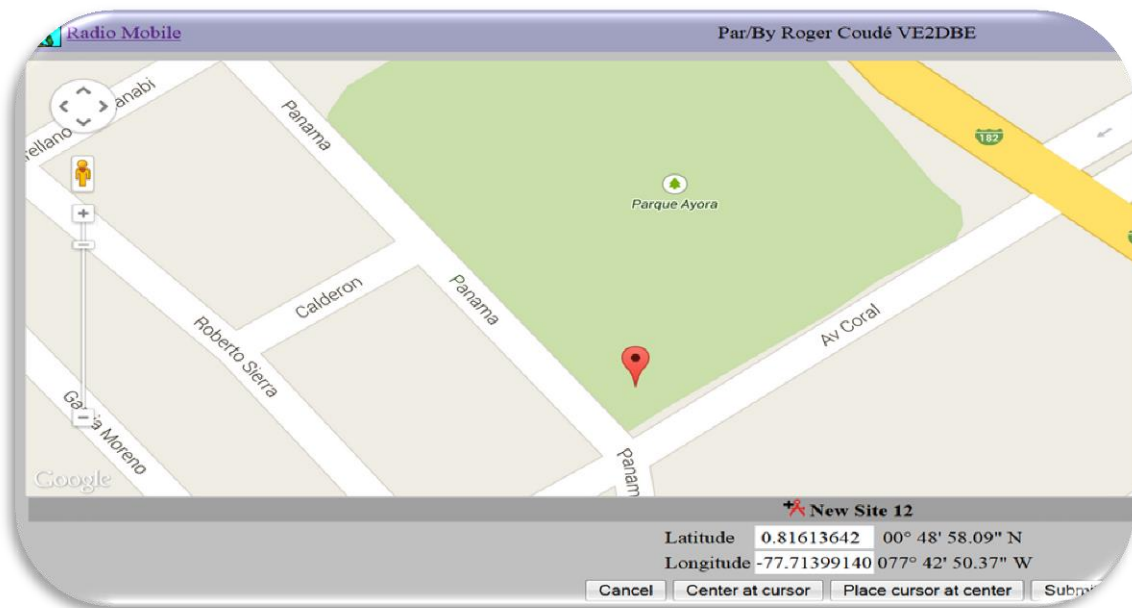


Figura 122. Coordenadas AP Nro-12 “Sector Parque Ayora”

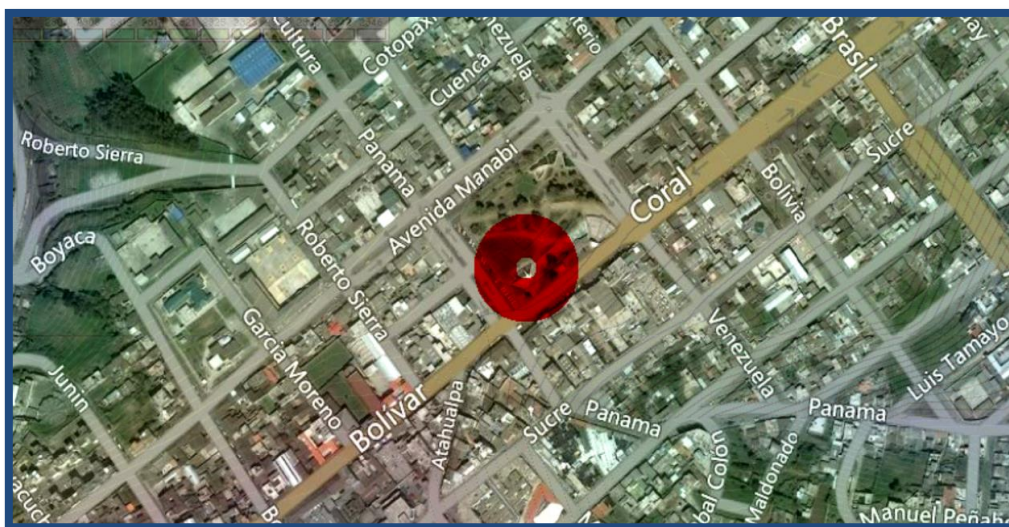


Figura 123. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-12 “Sector Parque Ayora”

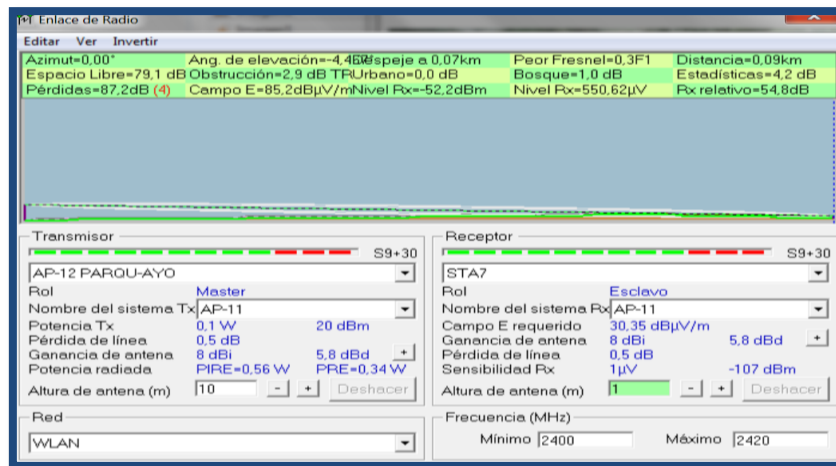


Figura 124. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-12



Figura 125. Fotografía Parque Ayora, ubicación AP Nro-12

4.40.13 Coordenadas y Cobertura del AP-13

El AP13, estará ubicado en el extremo izquierdo del Parque Ayora logrando cubrir y dar servicio a la otra área del parque.

Se determina el punto de ubicación del AP-13 en las coordenadas de latitud 00°.49'00.64"N y longitud de 0.77°42'52.32"W, conforme podemos observar en la figura 126.

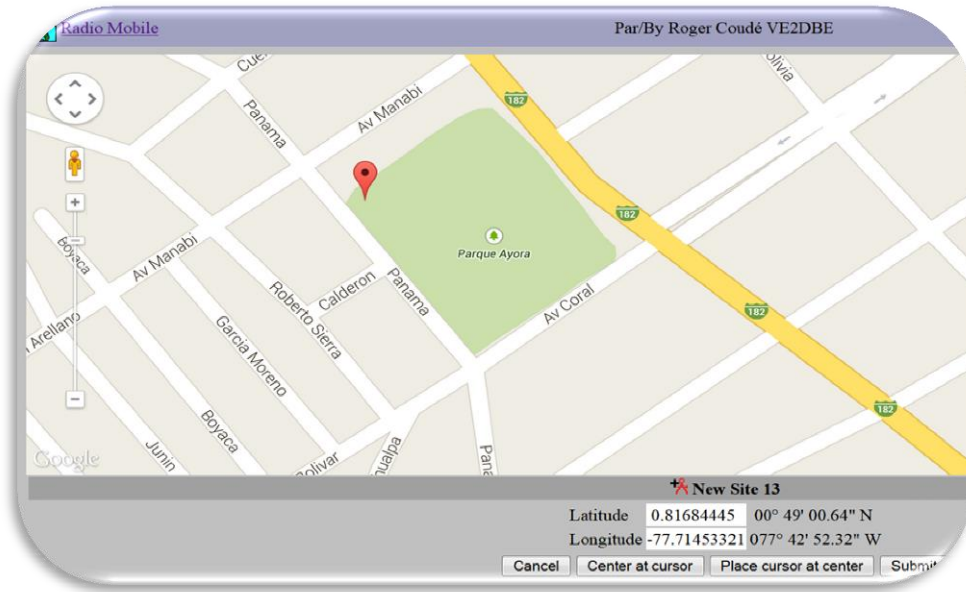


Figura 126. Coordenadas AP Nro-13 “Sector Parque Ayora”



Figura 127. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-13 “Sector Parque Ayora”

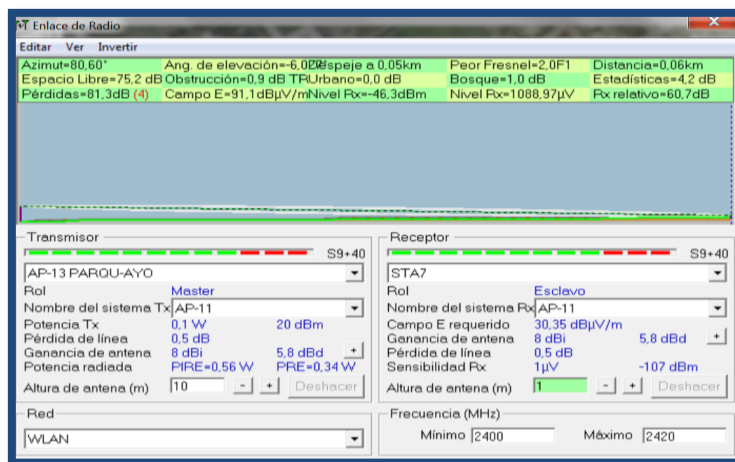


Figura 128. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-13



Figura 129. Fotografía Parque Ayora, ubicación AP Nro-13

4.40.14 Coordenadas y Cobertura del AP-14

El AP14 brindará el acceso a la red y sus servicios desde el sector del boulevard del Cementerio de Tulcán; que se encuentra en el Norte de la ciudad.

Se determina el punto de ubicación del AP-13 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.49'06.47''N$ y longitud de $0.77^{\circ}42'49.71''W$, conforme podemos observar en la figura 130.

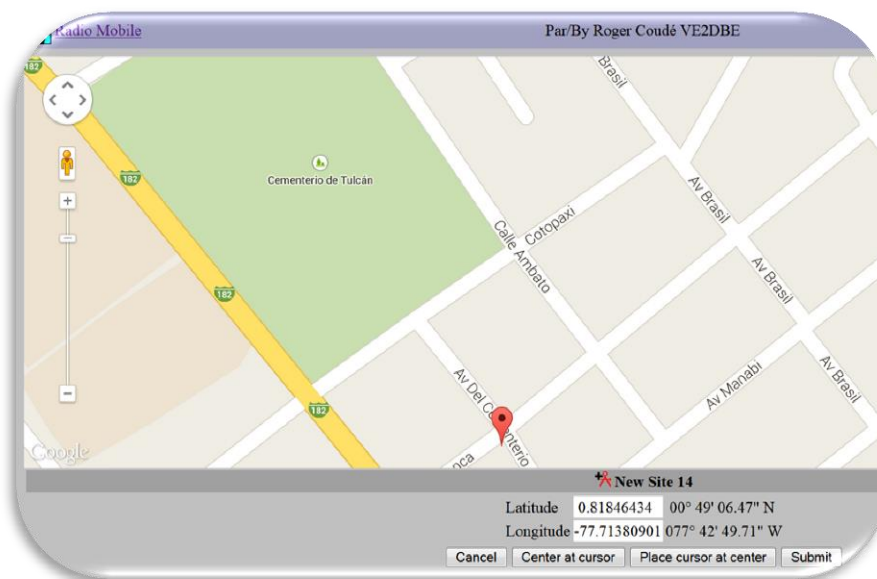


Figura 130. Coordenadas AP Nro-14 “Sector Cementerio de Tulcán”

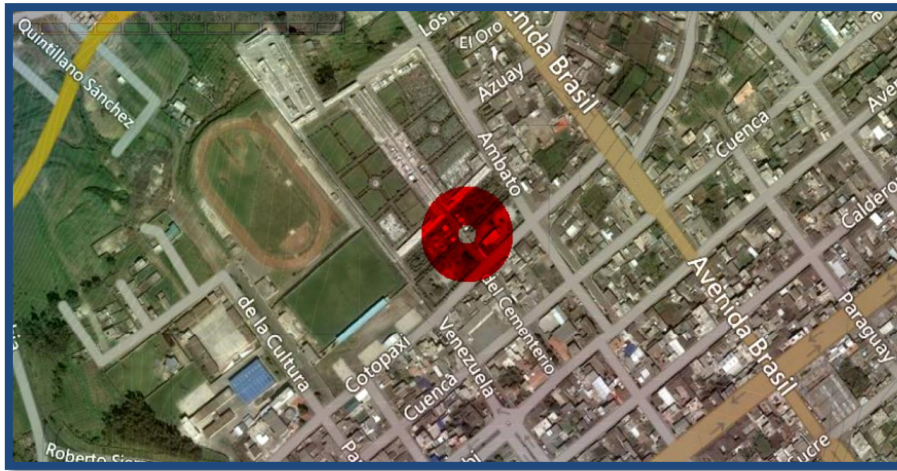


Figura 131. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-14 “Sector Cementerio de Tulcán”

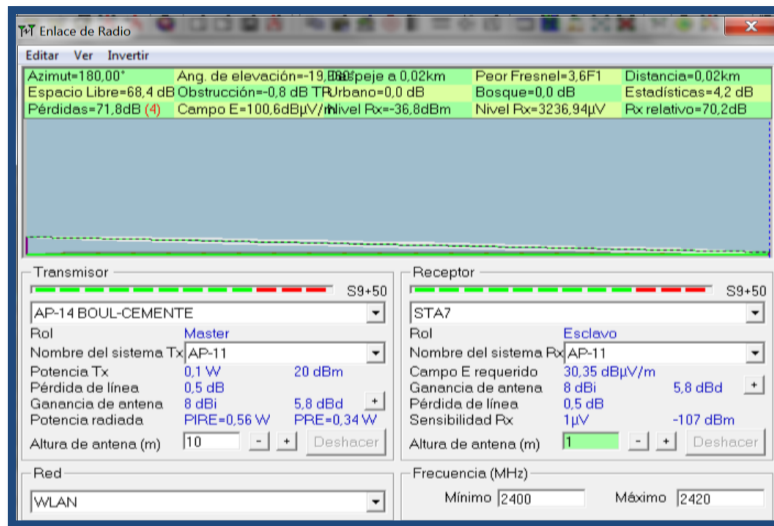


Figura 132. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-14



Figura 133. Fotografía Boulevard Cementerio de Tulcán, ubicación AP Nro. 14

4.40.15 Coordenadas y Cobertura del AP-15

El AP15 cubrirá los interiores del centro comercial popular, brindando el servicio a 50 usuarios fijos que disponen de locales comerciales en dicha área de cobertura y de igual manera a ciudadanos que se acercan a realizar sus compras y visitas al lugar.

Se determina el punto de ubicación del AP-15 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.48'53.69''N$ y longitud de $0.77^{\circ}42'50.18''W$, conforme podemos observar en la figura 134.

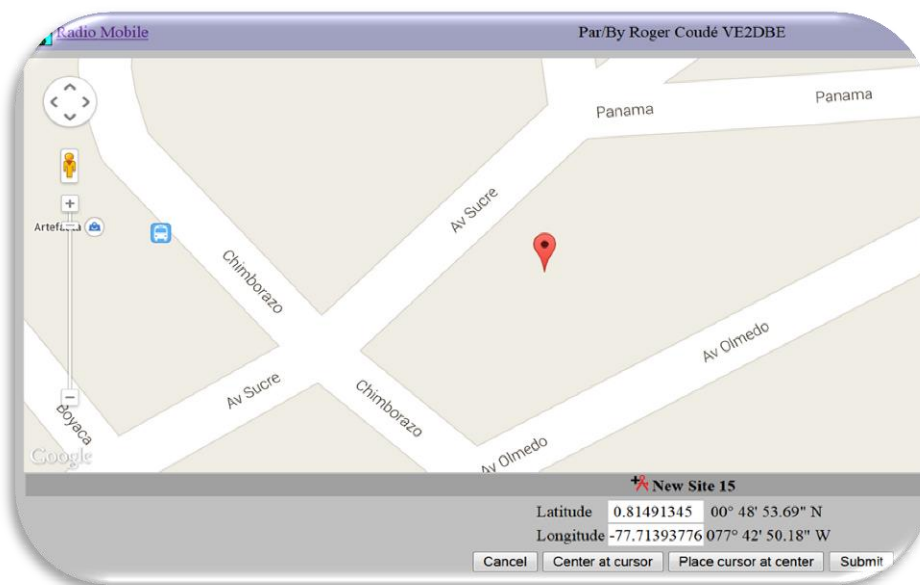


Figura 134. Coordenadas AP Nro-15 “Sector Centro Comercial Popular”

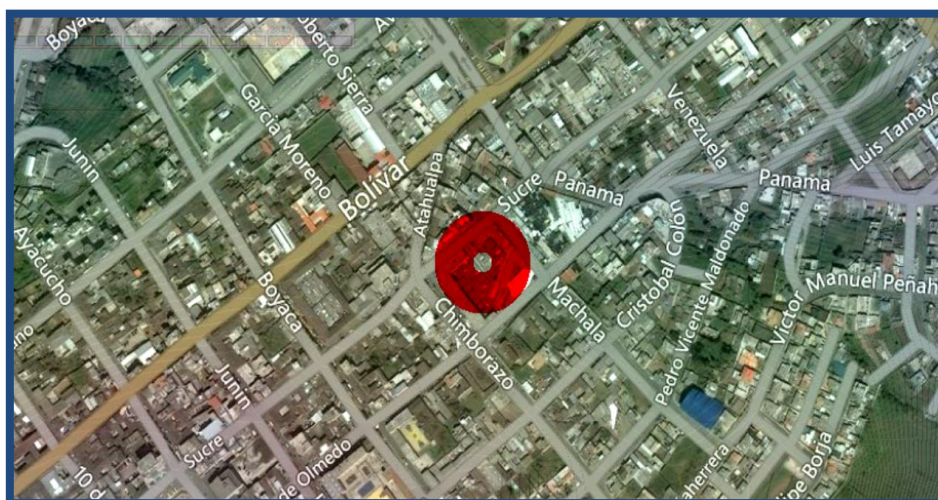


Figura 135. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-15 “Sector Centro Comercial Popular”

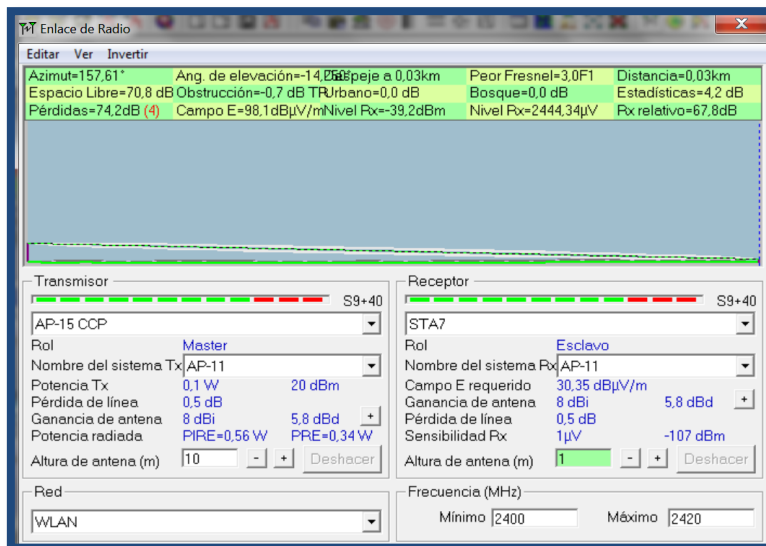


Figura 136. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-15



Figura 137. Fotografía Centro Comercial Popular, ubicación AP Nro. 15

4.40.16 Coordenadas y Cobertura del AP-16

El AP16 se identificó su ubicación en el extremo norte de la ciudad de Tulcán, cuyo servicio estará brindando a usuarios de 150 hogares que se acerquen al parque municipal que se encuentra en la ciudadela San Francisco.

Se determina el punto de ubicación del AP-16 en las coordenadas de latitud 00°.49'56.64"N y longitud de 0.77°42'50.18"W, conforme podemos observar en la figura 138.

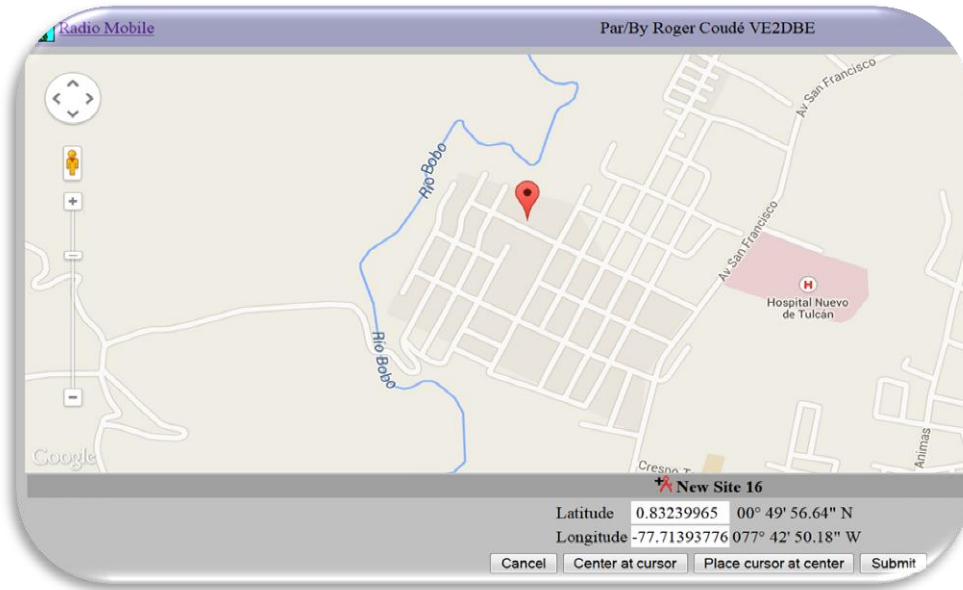


Figura 138. Coordenadas AP Nro-16 “Sector Cdla. Padre Carlos”

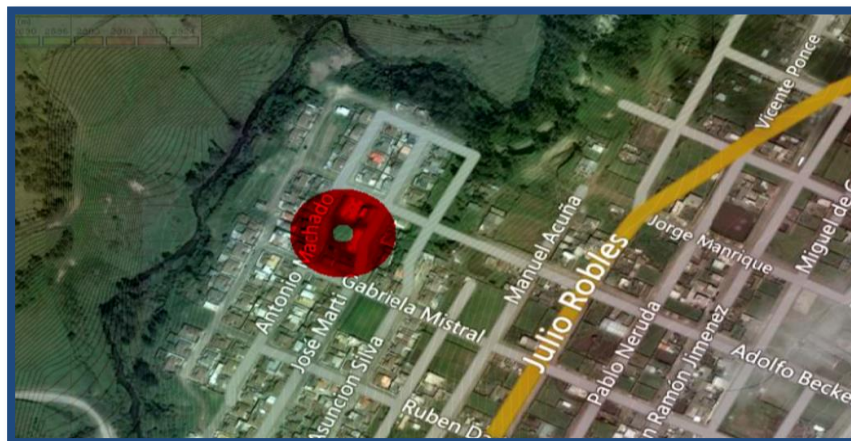


Figura 139. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-16 “Sector Cdla Padre Carlos”

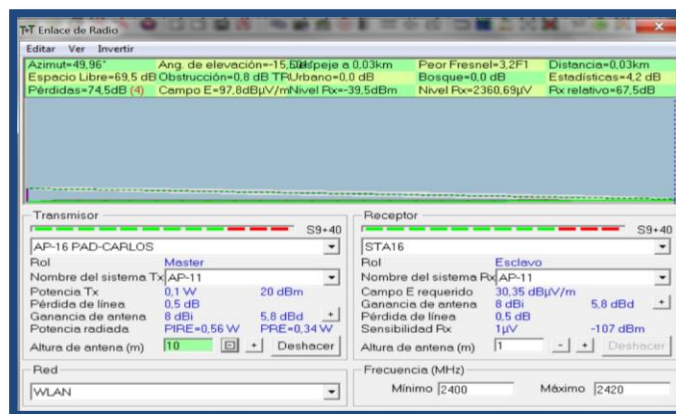


Figura 140. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-16



Figura 141. Fotografía Cdla Padre Carlos, ubicación AP Nro. 16

4.40.17 Coordenadas y Cobertura del AP-17

El AP17 estará ubicado en el exterior de las instalaciones del hospital de la ciudad de Tulcán; ubicado en la avenida San Francisco, al norte de la ciudad.

Se determina el punto de ubicación del AP-17 en las coordenadas de latitud $00^{\circ}.49'52.70''N$ y longitud de $0.77^{\circ}42'34.61''W$, conforme podemos observar en la figura 142.

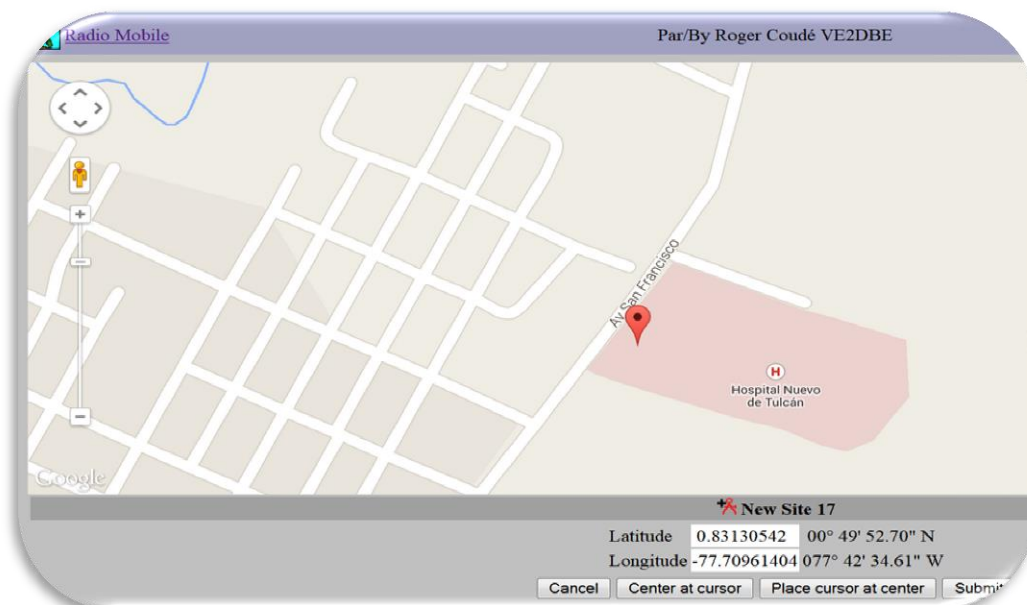


Figura 142. Coordenadas AP Nro-17 “Hospital de Tulcán”

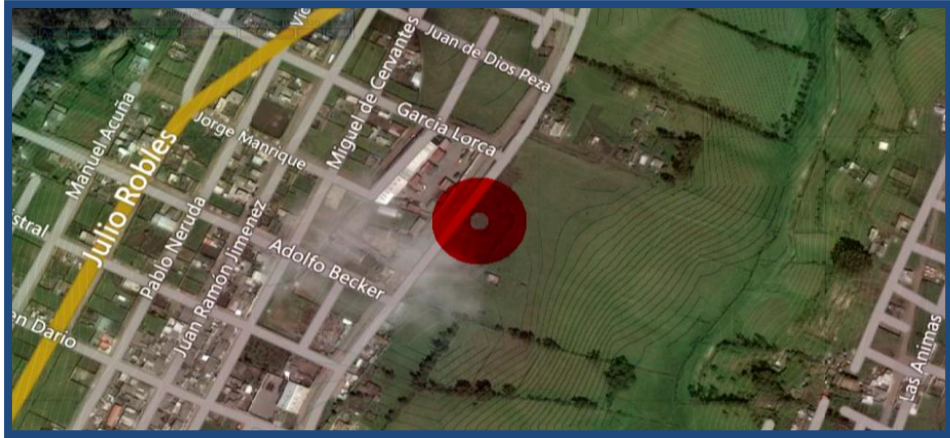


Figura 143. Gráfica del área de cobertura de 360° AP Nro-17 “Hospital de Tulcán”

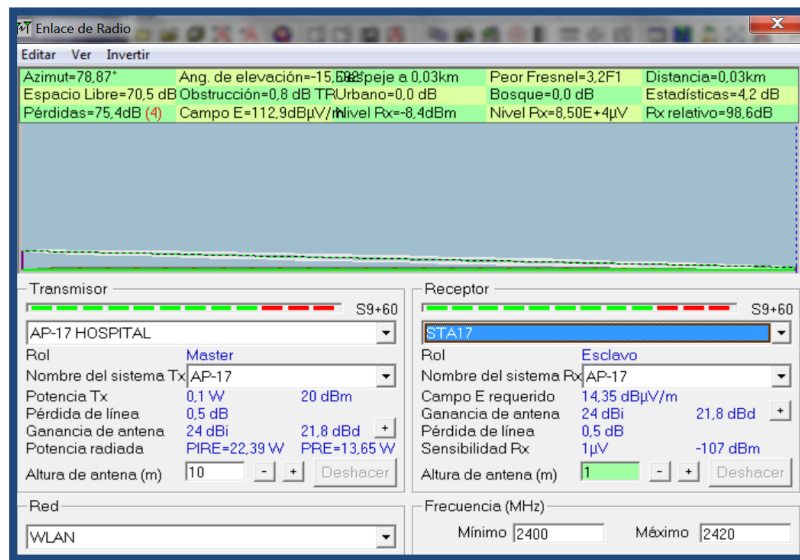


Figura 144. Gráfica de resultados de enlace al dispositivo móvil desde el AP Nro-17



Figura 145. Fotografía Hospital de Tulcán, ubicación AP Nro-17

4.41 Distancias entre el Data Center y los AP'S

Distancia en metros desde el GAD Municipal de Tulcán hacia los lugares de ubicación de los puntos de acceso.

MUNICIPIO DE TULCÁN	Nro AP	Sector Sur	Distancia en metros
	1	Cdla 19 de Noviembre	2515,17
	2	Bulevar UPEC	1896
	3	Parque del ocho	1636,7
	4	Parque del ocho	1609,05
	5	Terminal Terrestre	1402,38
	6	Terminal Terrestre	1392,66
		Sector Centro	Distancia en metros
	7	Estadio Olímpico	450,46
	8	Parque la Concordia	114,56
	9	Parque Principal	47,42
	10	Parque Principal	89,16
	11	Mercado Central	303,71
	12	Parque Ayora	637,45
	13	Parque Ayora	637,9
	14	Bulevar Cementerio	875,69
	15	Centro Comercial Popular	463,15
	Sector Centro	Distancia en metros	
16	Cdla Padre Carlos	2330,76	
17	Hospital de Tulcán	2341,71	

Tabla 53 Distancia en metros desde el GAD-Tulcán hacia la ubicación de los AP

CAPITULO V

5 ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se realizará un estudio general acerca del costo estimado de la red, se utilizará las variables económicas VAN y TIR para determinar la factibilidad de implementación del proyecto, todo esto basado en precios referenciales obtenidos del proveedor de equipos de telecomunicaciones de la Empresa EQUYSUM, hay que mencionar que este tipo de información es confidencial, por lo tanto los valores presentados son aproximados a los reales, también se debe tomar en cuenta que los costos varían dependiendo de la influencia de la oferta y demanda en el mercado.

En esta sección se dará un presupuesto referencial para la implementación, operación y mantenimiento del sistema, también el tiempo estimado en que se va a recuperar la inversión.

5.1 Introducción

En todo proyecto el aspecto económico es un pilar fundamental, y como el trabajo está orientado a brindar los servicios de cobertura inalámbrica que soporte los servicios de una ciudad digital, se considera como un proyecto de inversión, es decir que va a ser ejecutado a través de una entidad que espera recuperar dicha inversión y obtener ganancias con la implementación del mismo.

5.2 Estimación de Costos

De acuerdo con el diseño realizado en el capítulo IV, la red de acceso se estructura de la siguiente manera

La red diseñada consiste en la colocación de 17 Access Point, de los cuales todos requieren la instalación de la fibra óptica, dispositivos y equipos para la transmisión de datos.

El Nodo GAD-TULCÁN está considerado como la Estación Central de donde se realizara la conexión para todos Access Point.

Para la estimación de costos del proyecto se divide en varios grupos y estos se clasifican de la siguiente forma:

- Costos de Equipos
- Costos de Infraestructura
- Costos de Implementación
- Costos Totales estimados para la implementación del sistema.
- Costos de operación y mantenimiento

5.3 Estudio Financiero

A continuación se detalla los materiales y dispositivos a utilizarse para la realización del estudio financiero.

5.3.1 Costos de Equipos

Vamos a determinar los costos de los equipos para el Nodo GAD-TULCÁN y luego los costos de los equipos para La colocación de los AP'S; los costos que se presentan de los equipos son valores aproximados facilitados por el Proveedor de Equipos de la Empresa TOTALTEK.

5.3.2 Costos de equipos para el Nodo

El Nodo se encargara de transmitir la información de todos los usuarios que se conecten a los Access Point, en la Tabla se indican los costos de los equipos.

<i>EQUIPAMIENTO TÉCNICOS Y DE COMPUTO</i>			
<i>EQUIPO</i>	<i>COSTO UNITARIO (usd)</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO TOTAL(usd)</i>
Switch Core 4600 Capa 3	15000	1	15000
Rouster Cisco ASA	5800	1	5800
Administrador de Ancho de Banda Packet Shaper 7500	4500	1	4500
Cisco 5508 Series Wireless Lan Controler for up to 50 Aps	13450	1	13450
Switch 3560 E Series Catalys 12 puerto de fibra de 1Gb y 2 de 10Gb	7500	2	15000
Server Cisco UCS C22 M3 SFF, 1xE5-2403, ROM55, 1 Fuente 450W 8 Gb memoria, 2 Discos de 300 Gb SAS, 2 tarjetas de Red Gigabit	2647	1	2647
Outdoor AP Cisco Aironet-CAP 1552S EU-A-K9	2609	17	44353
Antenas OMNI direccional CISCO AIR-ANT2480V-N	292	51	14892
Kit de Montaje para Access Point Cisco AIR-ACCPMK1550	248	17	4216
Inyectores de poder sobre gigabit Cisco SB-PWR-INJ1-NA	65	17	1105
Computadores Portátiles	1200	2	2400
Computadoras de Escritorio Core i7marca HP	850	2	1700
Licencia de Windows 2012 Server para Directorio Activo	997	1	997

Pack de agregación de licencias para Access Point Cisco L-LIC-CT5508-25	412,8	17	7017,6
Total			133.077,60

Tabla 54. Lista y costos de equipos para el Nodo

EQUIPO PARA EL NODO			
EQUIPO	COSTO UNITARIO (USD)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
Convertor Óptico	75	17	1275
PatchCord Óptico	15	17	255
ODF 48 Puertos	150	1	150
PatchCord UTP	8	17	136
Tranceiver 10Gbase SFP	1200	4	4800
Tranceiver 1Gbase SFP 1Gbps	309	17	5253
Kit accesorios de fibra (Patchcord SC, Pigtailes)	45	34	1530
Total			13.399,00

Tabla 55. Lista y costos de equipos de Fibra Óptica para el Nodo

5.3.3 Costo de equipos para los Access Point

A continuación se detalla el costo de los equipos para la colocación de los AP'S; en la tabla se indica los costos estimados de los equipos para los diferentes AP'S.

EQUIPO PARA LA COLOCACIÓN EN LOS AP'S			
EQUIPO	COSTO UNITARIO (USD)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
Convertor Óptico	75	17	1275
PatchCord Óptico	15	17	255
ODF 2 Puertos	75	1	75
PatchCord UTP	8	17	136
Total			1.741,00

Tabla 56. Lista y costos de equipos de Fibra Óptica para los AP'S 1552S

5.3.4 Costo total de Equipos para la Red

La tabla muestra el costo Total de los equipos, tanto para el Nodo como para los AP'S.

<i>COSTO TOTAL DE EQUIPOS PARA EL NODO</i>	
<i>EQUIPO</i>	<i>COSTO TOTAL (USD)</i>
<i>Equipos Técnicos y de Cómputo</i>	<i>133.077,60</i>
<i>Equipos Nodo</i>	<i>1.816,00</i>
<i>Equipos para AP'S</i>	<i>1.741,00</i>
TOTAL (USD)	136.634,60

Tabla 57. Costo Total de equipos para el Nodo

5.3.5 Costos de materiales de Red e Infraestructura.

Dentro de la infraestructura se considera los costos de los materiales de red y de herrajes para los postes, pinzas de agarre y la fibra óptica.

<i>MATERIALES DE RED</i>			
<i>DISPOSITIVO</i>	<i>COSTO UNITARIO (usd)</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO TOTAL(usd)</i>
Rack	300	1	300
Patch Panel 24 Puertos completo	265,52	1	265,52
Jack cat 6 ^a	8,5	24	204
Fat Splate dobles	7,5	12	90
Rollos de cable utp cat 6 ^a	350	2	700
UPS trip lite	3500	1	3500
UPS dcp interactive	35	4	140
Kit de Material eléctrico	500	1	500
Total			5.699,52

Tabla 58. Lista y costos de materiales de Red e Infraestructura

<i>COTOS TOTALES DE INFRAESTRUCTURA</i>			
<i>MATERIAL</i>	<i>COSTO UNITARIO (USD)</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO TOTAL (USD)</i>
Herrajes	3	174	522,00
Pinzas	0,75	348	261,00

Mangas de Enpalme	95	4	380,00
Fibra Óptica de 24 Hilos	3,5	7731,82	27061,37
Fibra Óptica de 2 Hilos	3	5121,5	15364,5
Fusión de la Fibra Óptica	6	68	408,00
Cajas de exteriores	65	17	1105
Postes metálicos	850	17	14450
Colocación de bases	50	17	850
TOTAL			59.551,87

Tabla 59. Costos Totales de Infraestructura

COSTO TOTAL MATERIALES DE RED E INFRAESTRUCTURA	
EQUIPO	COSTO TOTAL (USD)
Materiales de Red	5.699,52
Costo de Infraestructura	59.551,87
TOTAL (USD)	65.251,39

Tabla 60. Costo Total de Materiales de red e Infraestructura

5.3.6 Costos de Implementación

El costo de implementación se lo considera al costo de la mano de obra, permisos municipales, movilización para la instalación de esta red y mantenimiento de la infraestructura de la red.

5.3.7 Mano de Obra y Movilización

Estos rubros corresponden a los honorarios del personal encargado del diseño e instalación de la red. Este costo se determina considerando los siguientes aspectos:

- El costo de instalación de la fibra óptica se lo considera a los valores que se gastará en los técnicos que realicen este trabajo.

Para la instalación de toda la red se requiere de 3 técnicos, el tiempo estimado para terminar los trabajos es de 30 días (trabajando 8 horas al día), se realizará la instalación de los 17AP´S durante los 30 días.

Un técnico de la empresa recibe mensualmente la remuneración de 500 dólares, por 160 horas trabajadas al mes, esto da un valor de 1500 dólares por los 3 técnicos contratados.

Los valores del Décimo Tercer y Cuarto Sueldo se obtienen según las leyes de trabajo vigentes en el Ecuador a Enero del 2015.

El costo de la movilización se la obtiene del consumo de combustible de las camionetas que se utilizan para movilizar las herramientas y el personal. El valor de combustible que se consume en promedio para estas instalaciones es de 5 dólares diarios por camioneta, como son 2 camionetas y se utilizaran por 30 días, la cantidad total se muestra en la Tabla 59.

COTOS DE MANO DE OBRA Y MOVILIZACIÓN			
INDICADOR	COSTO (USD)	CANTIDAD	TOTAL (USD)
Remuneración	500	3	1500,00
Décimo Tercer Sueldo	41,66	3	124,98
Décimo Cuarto Sueldo	19,87	3	59,61
Movilización	10	30	300
TOTAL			1.984,59

Tabla 61. Costo de mano de obra y movilización

5.3.8 Permisos Municipales

ESTUDIOS Y PERMISOS MUNICIPALES			
REQUERIMIENTO	COSTO UNITARIO (usd)	CANTIDAD	COSTO TOTAL(usd)
Permisos Municipales	500	1	500
Total			500,00

Tabla 62. Estudios y Permisos Municipales

5.3.9 Mobiliarios

MOBILIARIOS			
DISPOSITIVOS	COSTO UNITARIO (usd)	CANTIDAD	COSTO TOTAL(usd)
Teléfonos Cisco	285	2	570
Instalación líneas Telefónicas	60	1	60

Estaciones de Trabajo	125	2	250
Total			880,00

Tabla 63. Lista de precio de Mobiliario

5.3.10 Costo por Mantenimiento de la Red

COSTO POR MANTENIMIENTO DE LA RED			
REQUERIMIENTO	COSTO UNITARIO (usd)	MES	COSTO TOTAL(usd)
Mantenimiento Preventivo	500	4	2000
Mantenimiento Correctivo	1000	4	4000
Costos Eventuales	1000	4	4000
Total			10,000

5.3.11 Gasto Corriente

GASTO CORRIENTE				
CANTIDAD	REQUERIMIENTO	UNIDAD	MES	TOTAL
1	Contrato de Internet 20Mb	2150	12	25800
1	Alquiler de línea telefónica	30	12	360
50	Alquiler de postes EMELNORTE	5	12	3000
1	Pago de Luz	30	12	360
1	Pago de Agua	10	12	120
1	Difusión de servicios	600	12	7200
			TOTAL	36.840,00

Tabla 64. Gasto Corriente

5.3.12 Imprevistos

Se toma como imprevistos a costos de elementos pequeños que no se han considerado en los otros rubros, además de posibles variaciones de los precios en el tiempo que demora implementar el proyecto, se recomienda tomar un valor aproximado del 5% de la suma de los costos anteriores.

IMPREVISTOS		
INDICADOR	TOTAL (USD)	IMPREVISTOS 5% USD
Equipos	136.634,60	6831,73
Infraestructura	43.996,87	2199,8435
Mano de Obra y Movi.	1.984,59	99,2295

Permisos Municipales	500	25
Mobiliario	880	44
Mantenimiento de la Red	10000	500
Gasto Corriente	36.840,00	1842
TOTAL IMPREVISTOS		11.541,803

Tabla 65. Imprevistos

5.3.13 Costos Totales para la Implementación

Para determinar los costos totales estimados de la implementación del sistema debemos tomar en consideración los costos obtenidos anteriormente, cabe recalcar que este valor puede variar según la fecha de la implementación.

<i>COSTOS TOTALES ESTIMADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN</i>	
<i>INDICADOR</i>	<i>TOTAL (USD)</i>
Equipos	136.634,60
Infraestructura	43.996,87
Mano de Obra y Movi.	1.984,59
Permisos Municipales	500
Mobiliario	880
Mantenimiento de la Red	10.000
Gasto Corriente	36.840,00
Imprevistos(uds)	11.541,83
TOTAL	230.836,06

Tabla 66. Lista de Dispositivos de Red con sus precios referenciales

5.4 Indicadores Económicos

Para el cálculo de los indicadores económicos como son el VAN y TIR, es necesario calcular el Flujo de Caja donde se presentan los ingresos y egresos en períodos iguales.

5.5 Indicadores de Gestión

Para controlar la gestión propuesta, es necesario identificar varios índices financieros que nos permitirán controlar la salud económica y de gestión propuesta a la Institución, a través de la interpretación de los resultados; en general diremos que “los indicadores de liquidez relacionan activos con

pasivos, los índices de rentabilidad vinculan un resultado con un capital y los índices de actividad establecen generalmente algún tipo de rotación en relación a las ventas”. (Dumraunf., 2008)

5.5.1 Índice de Liquidez

Por medio de éste índice controlaremos la capacidad del GAD de Tulcán para hacer frente a cada dólar del pasivo corriente o deuda de corto plazo ocasionado por el Proyecto del Diseño de la Red Wi-Fi que proporcione los servicios de una ciudad de digital para Tulcán; y qué resultados se tendrá de la propuesta, en relación a la productividad generada. Por tanto presentamos el siguiente análisis de costo-beneficio, con la implementación de la unidad del departamento con los siguientes rublos:

Costo de la implementación de la propuesta:

Jefe de Redes y Telecomunicaciones			
	RMU	Meses	Total
Sueldo	1600,00	12	19200,00
Décimo Tercer	133,33	12	1600,00
Décimo Cuarto	340,00		340,00
Valor Total Anual			21.140,00

Tabla 67. Jefe de Redes y Telecomunicaciones

Asistente de Redes			
	RMU	Meses	Total
Sueldo	600,00	12	7200,00
Décimo Tercer	50,00	12	600,00
Décimo Cuarto	340,00		340,00
Valor Total Anual			8.140,00

Tabla 68. Asistente de Redes

Capacitación al Personal	
Mensual	Anual
100	1200

Tabla 69. Valor por Capacitación

RECURSOS HUMANOS	
INDICADOR	TOTAL (USD)
Jefe de Redes y Telecomunicaciones	21.140,00
Asistente de Redes	8.140,00
Capacitación del Personal	1200
TOTAL	30.480,00

Tabla 70. Valores Totales por Recursos Humanos

COSTOS TOTALES ESTIMADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	
INDICADOR	TOTAL (USD)
Equipos	136.634,60
Infraestructura	43.996,87
Mano de Obra y Movi.	1.984,59
Permisos Municipales	500,00
Mobiliario	880,00
Mantenimiento de la Red	10,000
Gasto Corriente	36.840,00
Imprevistos(uds)	11.541,83
Recursos Humanos	30.480,00
TOTAL	272.858,72

Tabla 71. Costos Totales Estimados para la Implementación

5.6 Valor presente Neto y Tasa Interna de Retorno (VAN-TIR)

El Valor Presente Neto consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que van a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés y compararlos con el importe inicial de la inversión; se está utilizando una tasa del 20% que es el interés al cual se está consiguiendo la financiación del proyecto.

Si $VAN > 0$: El proyecto es rentable

Si $VAN < 0$: El proyecto no es rentable

A la hora de elegir entre dos proyectos, elegiremos aquel que tenga el mayor VAN. Este método se considera el más apropiado a la hora de analizar la rentabilidad de un proyecto. Para ello se analizó los flujos de caja del proyecto.

5.7 FLUJO DE CAJA ACTUAL PROYECTADO - PROYECTO CIUDAD DIGITAL TULCÁN

DENOMINACION	DATOS PROYECTADOS					
	M-0	2013	2014	2015	2016	2017
INGRESOS						
OPERACIONALES		16.473.790,69	18.121.169,76	19.933.286,73	21.926.615,41	23.767.330,42
Ingresos Brutos		16.209.368,05	17.830.304,86	19.613.335,34	21.574.668,87	23.732.135,76
Ingresos Proyectados		264.422,64	290.864,90	319.951,39	351.946,53	35.194,65
NO OPERACIONALES		12.702.296,00	13.972.525,60	15.369.778,16	16.906.755,98	18.597.431,57
Transferencias Recibidas		12.702.296,00	13.972.525,60	15.369.778,16	16.906.755,98	18.597.431,57
TOTAL INGRESOS		29.176.086,69	32.093.695,36	35.303.064,89	38.833.371,38	42.364.761,99
COSTOS						
Costos de Ventas y Otros		425.523,79	468.076,17	514.883,79	566.372,16	623.009,38
TOTAL COSTOS		425.523,79	468.076,17	514.883,79	566.372,16	623.009,38
UTILIDAD BRUTA EN VENTAS		28.750.562,90	31.625.619,19	34.788.181,11	38.266.999,22	41.741.752,61
GASTOS OPERACIONALES		19.513.955,15	21.465.350,67	23.611.885,73	25.973.074,30	28.570.381,74
G. de Gestión		10.460.670,88	11.506.737,97	12.657.411,76	13.923.152,94	15.315.468,24
G. Financieros y Otros		323.152,38	355.467,62	391.014,38	430.115,82	473.127,40
G. Inversión	272.858,72					
Depreciación Acumulada		8.730.131,89	9.603.145,08	10.563.459,59	11.619.805,55	12.781.786,10
GASTOS NO OPERACIONALES		679.901,76	747.891,94	822.681,13	904.949,24	995.444,17
Inversiones en Obras en Proceso		5.159.602,08				
Transferencias Entregadas		679.901,76	747.891,94	822.681,13	904.949,24	995.444,17
TOTAL GASTOS		20.193.856,91	22.213.242,60	24.434.566,86	26.878.023,55	29.565.825,90
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO		8.556.705,99	9.412.376,59	10.353.614,25	11.388.975,67	12.175.926,71

15% de participación		1.283.505,90	1.411.856,49	1.553.042,14	1.708.346,35	1.826.389,01
UTILIDAD NETA OPERATIVA		7.273.200,09	8.000.520,10	8.800.572,11	9.680.629,32	10.349.537,70
Depreciación						
Amortización		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FLUJO DE CAJA OPERATIVO		7.273.200,09	8.000.520,10	8.800.572,11	9.680.629,32	10.349.537,70

Tabla 72. Flujo de Caja Actual Projectado

VAN	32.622.932,91
TIR	29,04

AÑOS	FLUJO NETO
Inv.Inicial	-251.316,06
1	7.273.200,09
2	8.000.520,10
3	8.800.572,11
4	9.680.629,32
5	10.349.537,70

El VAN de este proyecto es positivo; por cuanto concluimos que es un proyecto bastante viable: podemos analizar que el periodo de recuperación de la inversión inicial es de alrededor de un año, ya que al final de este periodo se está generando un flujo de efectivo mayor al de la inversión.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés que iguala el VAN a cero.

Si TIR > tasa de descuento (r): El proyecto es aceptable.

Si TIR < tasa de descuento (r): El proyecto no es aceptable.

La TIR de este proyecto es de 29,19% y la tasa de descuento es del 20% por tanto podemos concluir que el proyecto es aceptable.

<i>COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN-CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN</i>								
	PROYECCIÓN DE LA INVERSIÓN							
	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	TOTAL PROYECTADO	
CRECIMIENTO PROYECTADO DE LOS ABONADOS (PREDIOS URBANOS)	14120	14.134,12	14.148,25	14.162,40	14.176,56	14.190,74		
COSTO POR SERVICIO AL MES	1,50	TOTAL COSTO ANUAL INGRESOS						
TOTAL	21180	\$ 254.160,00	\$ 279.576,00	\$ 307.533,60	\$ 338.286,96	\$ 372.115,66	\$ 1.551.672,22	
CRECIMIENTO PROMEDIO DE LOS PREDIOS URBANOS CANTÓN TULCÁN	10%						\$ 1.300.356,16	UTILIDAD PROYECTADA A 5 AÑOS
Inversión Inicial	272.858,72							
Valor Estimado a Recaudar en el primer año	254.160,00							

De acuerdo con la información proporcionada por el Municipio de Tulcán (ver anexo 4), en el 2013 tuvo un superávit de \$7 millones, si se considera que el proyecto de implementación **DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN** que es del orden de \$ 273.000, es totalmente factible realizar, más aun considerando que se dispondría de una infraestructura de una ciudad moderna, para proporcionar servicios de gobierno electrónico en un ámbito del concepto de ciudad digital, de igual manera los gastos de operación que son marginales frente al presupuesto del Municipio, permitirá dar sustentabilidad al servicio proporcionados a través de la red producto de este trabajo de investigación.

5.8 Método de Proyección de Mercado

Para proyectar la cantidad de usuarios del servicio que el proyecto oferta, no se pudo utilizar el método de mínimos cuadrados, ya que no existe datos históricos sobre el consumo del servicio, pues al momento en la Ciudad de Tulcán no existe una infraestructura de red inalámbrica que soporte los servicios de Internet gratuito por parte del Gobierno Municipal, existiendo el servicio de internet corporativo ofertado por las operadoras de Claro, Movistar, TVcable, CNT, Telconet

5.9 Selección de los equipos Wi-Fi y componentes

Para la selección de los equipos a utilizarse se identificó que los mismos dispongan de las siguientes características.

- Equipos Wi-Fi que cumplan las enmiendas IEEE 802.11 b/g/n al estándar IEEE 802.11
- Equipos que cumplan con la certificación Wi-Fi, otorgada por la alianza Wi-Fi, y de igual manera deben permitir acatar las directrices locales estatales en cuanto a la emisiones de RF.
- Equipos Wi-Fi que soporten en ambientes exteriores y que dispongan de antenas externas.
- Que el dispositivo pueda funcionar como: Punto de acceso, puente inalámbrico, que soporte QoS, soporte Vlan, sean administrables, soporten Radius.
- Que dispongan de un nivel mínimo de sensibilidad de -84dbm.

- Que soporten una potencia de transmisión de 100 mW o más.

En el mercado existen diversidad de equipos Wi-Fi que difieren en precio y en características de acuerdo a las necesidades; a continuación las características de tres equipos de marcas reconocidas en el mercado y con las especificaciones antes mencionadas las podemos observar en el anexo 3.

5.10 Justificación de elección de los Equipos

En la tabla. Se muestra los precios y las principales características técnicas de los equipos Wi-Fi de marcas reconocidas en el mercado; cómo podemos apreciar el equipo de la marca CISCO cumple con todos los parámetros técnicos requeridos y los equipos Unifi y D-Link no cumple con algunos parámetros entre ellos, los equipos no permiten funcionar como puentes no raíz con clientes, configuración en malla y de igual manera tienen un perfil de rendimiento de aplicaciones para mediana empresas y soporta pocos usuarios; lo cual conllevaría a tener otro equipo en la red y el incremento en el costo de la red, de igual manera la velocidad es reducida y soportan menos usuarios concurrentes por equipo.

El equipo Cisco Aironet Serie 1552EU Outdoor Access Point/Bridge ofrece las mejores características técnicas y funcionales del dispositivo, proporcionando niveles de potencia superiores a los equipos de las otras marcas, así como características adicionales como puerto SFP para fibra óptica la más importante característica sin lugar a duda que garantizará una mayor velocidad a la hora de la transmisión de la información, de igual manera contar con un servidor Radius local y brindar mayor potencia y mayor área de cobertura.

Después de realizar el análisis comparativo de los equipos antes mencionados el equipo sugerido para la implementación es el equipo Cisco Aironet Serie 1552 Outdoor Access Point/Bridge aunque su costo es relativamente más elevado sin lugar a duda las características técnicas son las más adecuadas para el montaje de la infraestructura de la red para la ciudad digital de Tulcán; garantizando la portabilidad y escalabilidad del sistema de red.

5.11 Análisis Técnico de equipos a utilizarse.

Estos equipos son de la marca CISCO

5.11.1 Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E e capa 2-4

5.11.1.2 Características Principales

La serie de estos dispositivo proporciona un alto rendimiento; permitiendo seguridad, rendimiento de aplicaciones, movilidad y ahorro de energía por medio de una infraestructura que apoya a la virtualización y automatización, proporcionando márgenes de rendimiento, escalabilidad y servicios a un menor costo; además el conmutador Cisco 4500 dispone de una arquitectura de reenvío centralizado que permite la colaboración, virtualización y gestión operativa a través de las operaciones simplificadas y cuenta con puertos de TenGigabit Ethernet en enlaces ascendentes, soportando Power over Ethernet Plus (PoE+) y Universal (UPOE); Este dispositivo permite converger y controlar más fácilmente los datos del Protocolo de Internet (IP), streaming video, telefonía y aplicaciones basadas en Internet para una rentabilidad mejorada.



Figura 146. Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E

5.11.1.3 Características Técnicas

Ver anexo2

5.11.2 Switch Catalys Cisco 3560E Series

5.11.2.1 Características Principales

El dispositivo Switch Catalys Cisco 3560E Series se constituye en un hardware a nivel empresarial que ofrece servicios de red seguros y versatilidad en la

conectividad, dispone de acceso y agregación de interruptores independientes que facilitan el despliegue de aplicaciones convergentes seguras; posee la combinación de 10/100/1000 y alimentación a través de Ethernet (PoE), configuración con enlaces ascendentes 10 Gigabit Ethernet logrando mejorar la productividad al permitir y unificar las aplicaciones como la telefonía IP, inalámbricas y de video.



Figura 147. Switch Catalys Cisco 3560E Series

5.11.2.2 Características Técnicas

Ver anexo2

5.11.3 Wireless Lan Controles Serie 5500

5.11.3.1 Características Principales

Conmutador o controlador WLAN, puede manejar un conjunto de AP's y simplificar notablemente su gestión. Soporta normalmente prestaciones más avanzadas, lo que permite utilizarlo en diferentes aplicaciones con mayores tasas de seguridad. Este dispositivo de máximo rendimiento y escalabilidad admite hasta 500 puntos de acceso y 7000 clientes, además optimiza las redes inalámbricas, ofreciendo una mayor movilidad, mayor densidad de clientes y entrega más eficiente de rendimiento; esta controladora proporciona comunicación en tiempo real entre los puntos de accesos Cisco Aironet, ofreciendo seguridad centralizada a través de su sistema de prevención de intrusos (IPS).



Figura 148. Wireless Lan Controles Mod 5508 (Academy C.S, 2008)

5.11.3.2 Características Técnicas

Ver anexo2

5.11.4 AP Cisco Aironet 1552EU-x-K9 Series Outdoor Access Point

5.11.4.1 Características Principales

El punto de acceso 1552EU está compuesto por antenas omnidireccionales de doble banda CiscoAironet admite dos radios (2,4 Ghz y 5 Ghz) proporcionando acceso al cliente inalámbricos; este punto de acceso puede admitir velocidades de transmisión de datos de 1 a 300 Mb/s; Este punto de acceso permite la flexibilidad en la configuración de la radio, además de la interoperabilidad total con los clientes 802.11n, como unidad autónoma se puede montar en un poste.

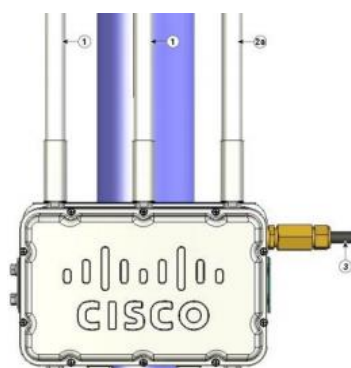


Figura 149. AP Outdoor CISCO 1552EU (Academy C.S, 2008)

1	Antena de 5 Ghz conectada a puerto de antena 1 (conector Tipo N) (Wifi TX/RX)	3	Conexión de fibra óptica
1	Antena de 2.4 Ghz conectada a puerto de antena 2 (conector Tipo N) (Wifi RX)		
2a	Antena de 2.4 Ghz conectada a puerto de antena 3 (conector Tipo N) (Wifi RX)		

Tabla 73. Partes y componentes del AP CISCO outdoor 1552EU

5.4.11.2 Características Técnicas

Ver anexo2

5.11.5 Server Cisco UCS C22 M3 SFF.

5.11.5.1 Características Principales.

El servidor Server Cisco UCS C22 M3 SFF, se constituye en un dispositivo de un solo sistema convergente que permite simplificar la administración a través de más núcleos y caché balanceados con unidades de capacidad de memoria y de discos amplias.



Figura 150, Servidor Cisco UCS

5.11.5.2 Características Técnicas

Ver anexo2

5.11.6 Fibra Óptica LAN AR INDOOR/OUTDOOR

5.11.6.1 Especificaciones Técnicas

Descripción.- Cable óptico constituido por fibras ópticas revestidas en material termoplástico. Sobre las fibras ópticas son aplicados elementos de tracción de hilos dieléctricos. Este núcleo es cubierto por una capa interna de material termoplástico y sobre esta capa es aplicada una cinta de acero corrugada para protección contra roedores. El conjunto es protegido por una capa externa en material termoplástico no propagante a la llama y resistente a intemperies.

Aplicaciones.

Ambiente de Instalación	Interno / Externo
Ambiente de Operación	Instalaciones en conductos eléctricos y cajas de pasaje subterráneos susceptibles a inundaciones temporarias.

Tabla 74. Aplicaciones de la Fibra Óptica

Normas Aplicables.

- ABNT NBR 14772
- ITU-T G 651
- ITU-T G652

Fibra Óptica SM (Monomodo), MM (Multimodo) OM1, OM2, OM3, OM4



Figura 151. Fibra óptica externa monomodo OM3

5.11.7 Paneles de conexión óptica y Bandejas de distribución

5.11.7.1 Características Principales

Las bandejas de distribución son aptas y versátiles en la administración de enlaces ópticos, los mismos que están constituidos con entradas posteriores para organizar el cable; además cuenta con organizadores de fibra y empalmes.



Figura 152. Bandeja de Fibra Óptica

5.12 Diagrama Físico de la Red

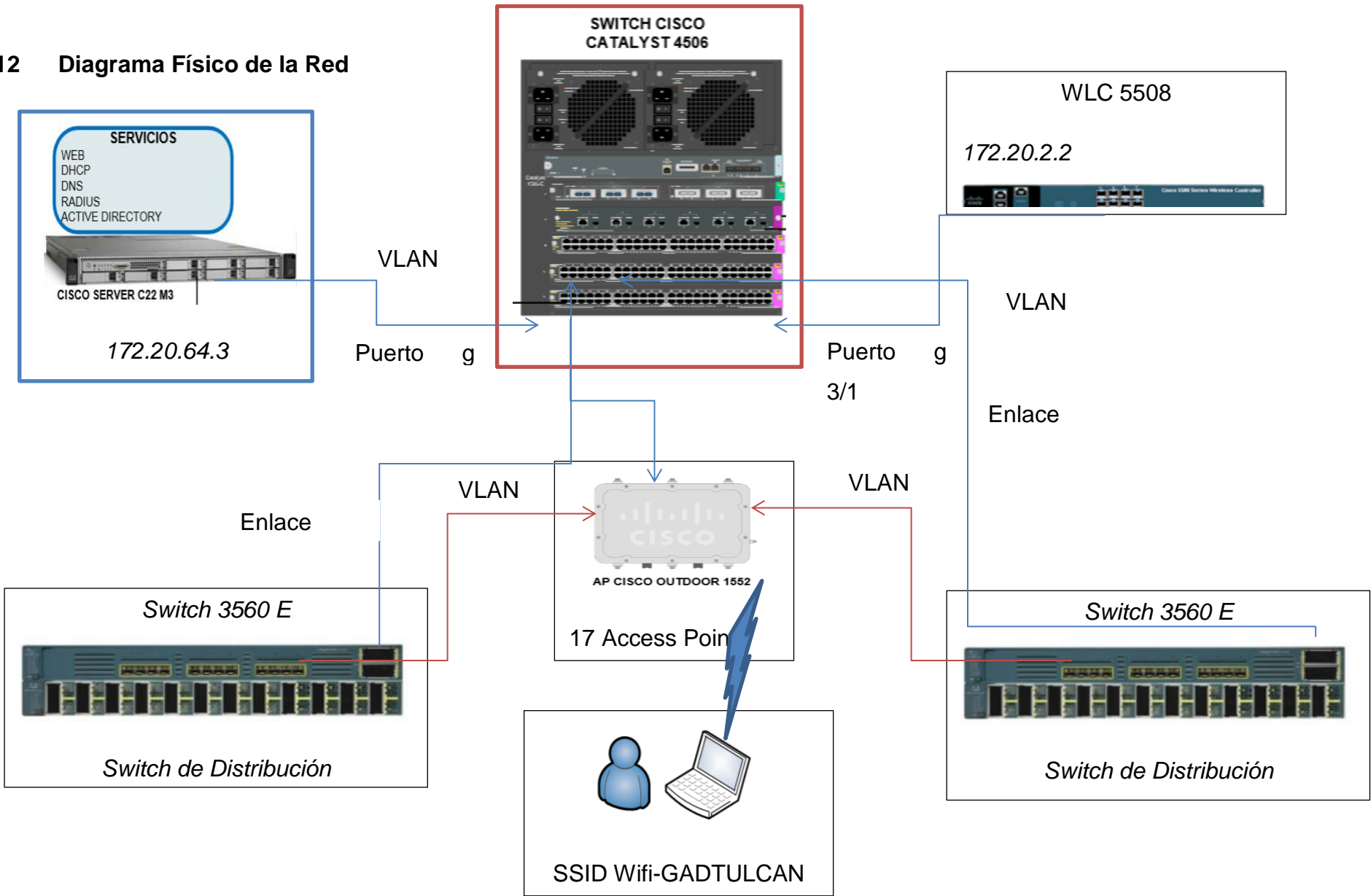


Figura 153. Topología Física de la Red Inalámbrica Ciudad digital Tulcán

5.13 Asignación de Vlan para los dispositivos de red

LAN	Descripción	Dirección de sub red	Mascara	Gateway
2	Equipo WLC Switch 3560E	172.20.2.0	255.255.255.0	172.20.20.1
64	Wireless WifiGADTULCAN	172.20.64.0	255.255.255.248	172.20.64.1

Tabla 75. Asignación de Direccionamiento de Vlan's

5.14 Definición del SSID para los usuarios de la ciudad de Tulcán

Los Access Point estarán configurados para irradiar el SSID Wifi-GADTULCAN la misma que requerirá de un usuario y un password para poder acceder a la red y al uso de los servicios; de igual manera y con la finalidad de segmentar la red inalámbrica en subredes y dar soporte al número de usuarios para el acceso a la red, se creó las siguientes VLAN's en el Switch CORE de la red.

- VLAN 2: Administración de equipos Wireless
- VLAN 64: SSID Wifi-GADTULCAN.

5.15 Administración de Equipos

Se utiliza el siguiente direccionamiento con configuración DHCP en la WLC 5508 para esta red.

- Red: 172.20.2.0
- Máscara: 255.255.225.0
- Gateway: 172.20.2.1

Para el caso de la red Wifi-GADTULCAN se tiene:

- Red: 172.20.64
- Máscara: 255.255.255.0
- Gateway: 172.20.64.1

5.16 Equipos a Instalarse

Equipos	Cantidad
Core Cisco 4506E	1
Switch 3560E (12 interfaces de fibra de 1Gb y 2 interfaces de 10Gb)	2
Controladora Cisco WLC 5508	1
Servidor Cisco C22 M3	1
AP Cisco Serie 1500 Mod1552E	17

Tabla 76. Equipos de dispositivos de Red a Instalarse

5.17 Direccionamiento AP'S CISCO Outdoor 1552EU

Nombre AP	Dirección IP	Interface del Switch	Dispositivo
AP1	172.20.2.10	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (1)
AP2	172.20.2.11	GigabyEthernet 0/2	Switch 3560E (1)
AP3	172.20.2.12	GigabyEthernet 0/3	Switch 3560E (1)
AP4	172.20.2.13	GigabyEthernet 0/4	Switch 3560E (1)
AP5	172.20.2.14	GigabyEthernet 0/5	Switch 3560E (1)
AP6	172.20.2.15	GigabyEthernet 0/6	Switch 3560E (1)
AP7	172.20.2.16	GigabyEthernet 0/1	Switch Core 4506E
AP8	172.20.2.17	GigabyEthernet 0/1	Switch Core 4506E
AP9	172.20.2.18	GigabyEthernet 0/2	Switch Core 4506E
AP10	172.20.2.19	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (2)
AP11	172.20.2.20	GigabyEthernet 0/3	Switch Core 4506E
AP12	172.20.2.21	GigabyEthernet 0/4	Switch Core 4506E
AP13	172.20.2.22	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (2)
AP14	172.20.2.23	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (2)
AP15	172.20.2.24	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (2)
AP16	172.20.2.25	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (2)
AP17	172.20.2.26	GigabitEthernet 0/1	Switch 3560E (2)

Tabla 77. Direccionamiento IP de Access Point 1552EU

5.18 Evaluación de rendimiento

La evaluación en redes inalámbricas está dada por el tiempo de descarga y acceso de los datos, esta estará ligada a la compresión que se realice sobre el canal principal en la red de distribución.

5.19 Seguridad en la Red

La seguridad es una política no solo de un paso, al contrario es un conjunto de normas que se aplican en diferentes niveles es importante entender y comprender el funcionamiento del nivel OSI.

Cuando hablamos de seguridad estamos hablando de los mecanismos que utilizaremos para brindar nuestra red a ataques externos o internos en la empresa, podemos utilizar los siguientes mecanismos.

- **Mantenga un perfil bajo**

No muestre el SSID. La mayoría de los routers difunden automáticamente los nombres de red predeterminados o SSID. La difusión de un SSID predeterminado es una señal de alerta de que su red probablemente no se encuentre bien protegida. Para evitarlo, cambie el SSID de su red. Si el router lo permite, desactive la función de difusión automática para que quien intente acceder a la red tenga que adivinar el nombre.

- **Cambie las contraseñas.**

Cambie inmediatamente el nombre de usuario y la contraseña administrativos. Las contraseñas seguras y los nombres difíciles desalientan a los hackers que buscan blancos fáciles.

- Utilización de un protocolo de seguridad WEP
- Utilización de cuentas respaldadas en un servidor Active Directory con Windows 2012 server.

- **Controle la red**

La mayoría de los AP'S inalámbricos tienen varias funciones de seguridad integradas.

Listas de control de acceso a medios (MAC, Media Access Control). Por medio de identificadores únicos (direcciones MAC) que distinguen cada

equipo, el AP limitará el acceso a la red a los dispositivos que especifique en su lista MAC.

- **Encriptación**

Codificar los datos que envía por la red inalámbrica dificulta el desciframiento a quien no tenga la clave. Asegúrese de que los dispositivos sean compatibles con la encriptación que utiliza y cambie la clave a menudo.

5.20 Configuración de un servidor de dominios usuarios

Microsoft con su familia de sistemas operativos de servidor desde Windows NT hasta la actualidad nos permite generar administración de redes en Dominio.

Pero que es dominio, un dominio es la estructura básica de administración de sistemas operativos Windows, básicamente este esquema podemos administrar y monitorear todos los elementos de nuestra red, pero nosotros lo utilizaremos para la operación de logeo de usuarios.

5.21 Configuración del protocolo WEPA2

La seguridad es un aspecto que cobra especial relevancia cuando hablamos de redes inalámbricas. Para tener acceso a una red cableada es imprescindible una conexión física al cable de la red. Sin embargo, en una red inalámbrica desplegada en una oficina un tercero podría acceder a la red sin ni siquiera estar ubicado en las dependencias de la empresa, bastaría con que estuviese en un lugar próximo donde le llegase la señal. Es más, en el caso de un ataque pasivo, donde sólo se escucha la información, ni siquiera se dejan huellas que posibiliten una identificación posterior.

El canal de las redes inalámbricas, al contrario que en las redes cableadas privadas, debe considerarse inseguro. Cualquiera podría estar escuchando la información transmitida. Y no sólo eso, sino que también se pueden inyectar nuevos paquetes o modificar los ya existentes (ataques activos). Las mismas precauciones que tenemos para enviar datos a través de Internet deben tenerse también para las redes inalámbricas.

Conscientes de este problema, el IEEE publicó un mecanismo opcional de seguridad, denominado WEP, en la norma de redes inalámbricas 802.11. Pero WEP, desplegado en numerosas redes WLAN, ha sido roto de distintas formas, lo que lo ha convertido en una protección inservible. Para solucionar sus deficiencias, el IEEE comenzó el desarrollo de una nueva norma de seguridad, conocida como 802.11i, que permitiera dotar de suficiente seguridad a las redes WLAN. El problema de 802.11i está siendo su tardanza en ver la luz. Su aprobación se espera para finales de 2004. Algunas empresas en vistas de que WEP (de 1999) era insuficiente y de que no existían alternativas estandarizadas mejores, decidieron utilizar otro tipo de tecnologías como son las VPNs para asegurar los extremos de la comunicación (por ejemplo, mediante IPSec). La idea de proteger los datos de usuarios remotos conectados desde Internet a la red corporativa se extendió, en algunos entornos, a las redes WLAN.

No ajena a las necesidades de los usuarios, la asociación de empresas Wi-Fi decidió lanzar un mecanismo de seguridad intermedio de transición hasta que estuviese disponible 802.11i, tomando aquellos aspectos que estaban suficientemente avanzados del desarrollo de la norma. El resultado, en 2003, fue WPA.

CAPITULO VI

6 IMPACTOS

Los principales impactos y beneficios que se piensa brindar con el desarrollo del Proyecto en el Diseño de la red Wi-Fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán son:

6.1 En el Aspecto Tecnológico

La tecnología es la organización y aplicación de conocimientos para lograr fines prácticos. Incluye manifestaciones físicas y lógicas como hardware y software, pero también técnicas intelectuales y procesos utilizados para resolver problemas y obtener resultados deseados.

El beneficio que se puede obtener utilizando tecnologías inalámbricas es:

- Los dispositivos Wireless ofrecen gran comodidad y movilidad

INDICADORES	NIVEL DE IMPACTOS	-3	-2	-1	0	1	2	3
Movilidad								x
Información Centralizada								x
Tecnología sin Cables								x
	Total							9
$\Sigma T=9$								
Nivel de Impacto Tecnológico NI=9/3=3								
Nivel de Impacto Tecnológico Alto Positivo								

Tabla 78. Indicadores Impactos Tecnológicos

- Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.

- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca *Wi-Fi* es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total.

6.1.1 Análisis en el Aspecto Tecnológico

La movilidad es uno de los principales beneficios en la implementación de redes inalámbricas es confort y la facilidad de crecimiento en este tipo de tecnología hacen que sea la de mayor crecimiento en el mundo tecnológico; hoy en día la mayor parte de servicios están ligados a tecnologías inalámbricas

6.2 En el Aspecto Social

- Relación con la comunidad
- Servicios básicos
- Calidad de vida

INDICADORES	NIVEL DE IMPACTOS	-3	-2	-1	0	1	2	3
1.- Relación con la comunidad								x
2.-Servicios Básicos								x
3.- Calidad de Vida								x
Total								9
$\Sigma T=9$								
Nivel de Impacto Social NI=9/3=3								
Nivel de Impacto Social Alto Positivo								

Tabla 79. Indicadores Impactos Sociales

La implementación de este tipo de tecnologías brinda a la sociedad un factor de calidad de vida en todos los sentidos, este tipo de redes, además se pueden beneficiar de otros como educación virtual infocentros sistemas de seguridad y monitoreo.

Este tipo de tecnología hace posible que hoy en día todos los establecimientos educativos cuenten con la misma oportunidades de formación a sus estudiantes, el acceso a Internet ya no es un privilegio es un derecho, por este medio se puede obtener información al día y actual.

Socialmente la implantación Proyecto en el Diseño de la red Wi-Fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán, hace posible mejorar el nivel de vida de forma directa e indirecta en sus habitantes, obtener beneficios en el acceso a la información

6.3 En lo Económico

INDICADORES	NIVEL DE IMPACTOS	-3	-2	-1	0	1	2	3
1.- Ingresos significativos para la Institución							x	
2.- Reducción de Gasto Energético							x	
3.- Ingresos para inversión en nuevas tecnologías								x
4.- Generación de nuevos servicios								x
Total							4	9
$\Sigma T=10$								
Nivel de Impacto Económico NI=10/4=2.5								
Nivel de Impacto Económico Alto Positivo								

Tabla 80. Indicadores Impactos Económicos

Nuestros principales usuarios serán los habitantes del cantón Tulcán, los micro empresarios, las empresas de producción los organismos de estado instituciones educativas.

Este proyecto está totalmente financiado con los ingresos propios que genere al brindar este servicio; la creación de un nuevo servicio genera ingresos, y debido a que la institución no es con fines de lucro las utilidades pueden ser dirigidas a la inversión de nuevas tecnologías.

6.4 Impacto General

INDICADORES	NIVEL DE IMPACTOS	-3	-2	-1	0	1	2	3
1.- Tecnológico								x
2.- Social								x
3.- Económico								x
Total								9
$\Sigma T=9$								
Nivel de Impacto Social NI=9/3=3								
Nivel de Impacto Social Alto Positivo								

Tabla 81. Indicadores Impacto General

6.4.1 Análisis

La propuesta de generar un Proyecto en el Diseño de la red Wi-Fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán, es un proyecto que tendrá a corto y mediano plazo un gran impacto positivo en lo tecnológico y en lo social (alto positivo)

Beneficio en nuestra sociedad Tulcanesa en los ámbitos: tecnológico, social y económico, que se verá reflejado en el bienestar y mejor estilo de vida de los habitantes debido al servicio de calidad a ofrecer.

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 Al finalizar la investigación se logró implementar una guía técnica bastante útil y clara acerca de los pasos a seguir y las consideraciones a tomar en el Diseño de la red Wi-Fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán.

7.1.2 La ciudadanía se muestra bastante interesada en hacer uso de estos servicios que le representará ahorro de tiempo y recurso.

7.1.3 Las redes inalámbricas pueden interactuar perfectamente con las redes Ethernet, permitiendo de esta manera aprovechar las ventajas de las redes cableadas junto con la funcionalidad y movilidad de las redes sin cables.

7.1.4 Distintos organismos (WECA, IEEE, ETSI, etc.) continúan trabajando en la búsqueda de soluciones para mejorar las limitaciones actuales de la tecnología inalámbrica. Su actividad garantiza que en los próximos años los aspectos de seguridad estarán plenamente resueltos desde la infraestructura de red.

7.1.5 Las redes inalámbricas en primera instancia son más costosas que las redes cableadas, pero debido a su barato mantenimiento y escalabilidad se convierten en soluciones más económicas que las redes Ethernet.

7.1.6 Es importante recalcar que en actualidad las ciudades tienden a crecer en forma dinámica por lo que la movilidad es un factor importante en los servicios, la implementación de sistemas de comunicación con tecnología inalámbrica mantiene un alto beneficio a las tareas diarias del ser humano, este tipo de tecnologías es el presente y futuro en las comunicaciones.

7.1.7 En la actualidad la gran mayoría de Instituciones y empresa están brindando la convergencia de servicios como es Internet, telefonía y IPTV,

vivimos un mundo lleno de retos y avances tecnológicos con miras sociales y productivas.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 Se recomienda que el GAD-Municipal de Tulcán implemente el proyecto que corresponde al “DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN”; lo que permitirá a la ciudadanía un mejor vivir al poder contar con espacios públicos con acceso a Internet logrando utilizar los servicios en línea que las Instituciones lo ofrecen y acercándonos más a lo que es la gobernanza electrónica.

7.2.2 La investigación realizada servirá de base a futuras generaciones para ampliar el estudio de servicios con tecnologías inalámbricas con la finalidad de llegar a implementar ciudades inteligentes.

7.2.3 Con el acceso a la red de voz y datos y todos sus servicios digitales en los diferentes lugares identificados en el proyecto de la ciudad de Tulcán, permitirá mejorar la calidad de vida de los habitantes a nivel social, educativo, cultural y económico.

7.2.4 Que se realice estudios de usuarios y de cobertura de la red inalámbrica para barrios y sectores sociales de la ciudad de Tulcán que así lo requieran para ampliar los servicios de la red de voz y datos.

7.2.5 Se lleve una estadística de los usuarios y servicios que hacen uso de la red inalámbrica con la finalidad de gestionar y administrar de mejor manera la red, es así que gracias a la infraestructura del proyecto propuesto, permitirá ampliar el ancho de banda para mayor trasmisión de la información.

7.2.6 Gestionar y administrar el ancho de banda por horarios, por días y clasificarlos por sector con la finalidad de mantener el performance de la red en

óptimas condiciones y hacer un buen uso del servicio de Internet contratado al proveedor.

7.2.7 Aplicar y configurar QoS en los dispositivos de red instalados, con la finalidad de mantener en óptimas condiciones los recursos de la red.

7.2.8 Realizar un análisis a futuro con tecnología Wimax sobre IP TV y VOIP que son los servicios de mayor demanda en los lugares físicamente separados.

7.2.9 Potenciar los servicios tecnológicos a través de la red de transporte y acceso con tecnología inalámbrica con miras a brindar soluciones de telefonía móvil IP y la convergencia de servicios digitales como internet, telefonía e IPTV.

7.2.10 Buscar la implementación de proyectos tecnológicos que aporten soluciones sociales en la ciudad de Tulcán, en el campo de los servicios digitales por medio de tecnologías inalámbricas.

7.2.11 Se recomienda comparar precios y características de los equipos antes de comprarlos, un factor muy importante es el valor agregado que ofrece cada fabricante independientemente de la marca, parámetros como que los radios sean multibanda, manejen QoS, servidor DHCP, entre otros son factores muy importantes que se deben analizar para realizar la mejor adquisición.

7.2.12 Cambiar los valores por defecto que están configurados en los AP, sobre todo lo que es nombre de usuario y clave de administrador, nombre del SSID y Broadcast de SSID. Esto ayudará a tener una red más segura y confiable.

7.2.13 No comprar equipos que pertenezcan a fabricantes que no tengan el sello de compatibilidad e interoperabilidad de la Wi-Fi Alliance, ya que esta es la única garantía que se tiene de que se pueden obtener los resultados establecidos por el estándar.

BIBLIOGRAFÍA.

- (AUTELSI), G. d. (Abril de 2006). Elementos Básicos para una Ciudad Digital. *Elementos Básicos para una Ciudad Digital*. Madrid, España: recuperado en:http://www.cities-localgovernments.org/committees/cdc/Upload/links_and_docs/elementos_basicosparaunaciudadigitaldeaultesi.pdf.
- Ariganello, E. (2011). Guía de estudio para la certificación CCNA 640-802. En E. Ariganello, *Guía de estudio para la certificación CCNA 640-802* (pág. 184). México D.F.: Alfaomega, 2nd Edición.
- Buettrich, S. (10 de 2007). *Sharing Internet Knowledge*. Obtenido de Sharing Internet Knowledge: http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf
- Carballar, J. A. (2004). *Como construir una red inalámbrica* . Madrid: RA-MA S.A 2 ed., Pág. 130.
- Comisión de Ciudades Digitales y del Conocimiento*. (s.f.). Recuperado el 11 de 07 de 2014, de Comisión de Ciudades Digitales y del Conocimiento: <http://www.cities-localgovernments.org/committees/cdc/>
- D., I. B. (2008). *Comunicaciones Celulares*. Quito.
- Dumraunf., G. L. (2008). *Finanzas Corporativas*. México: Raquel Franco Pág.59.
- Flickenger, R. (junio de 2007). *Google Libros*. Obtenido de Google Libros: <https://books.google.com.ec/books?id=rcITyVcY7ywC&printsec=frontcover&dq=isbn:0977809358&hl=es&sa=X&ei=mfHHVKrTMND9yQTXyYDYBw&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false>
- Flores, J. L. (02 de 2009). *Repositorio digital Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Repositorio digital Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1131/1/CD-1975.pdf> Pag 89

IMAGINAR. (s.f.). *Centro de Investigación para la sociedad de la Información.*

Obtenido de Centro de Investigación para la sociedad de la Información:

http://imaginar.org/iicd/index_archivos/TUS19/1_ciudades_digitales.pdf

José Capmany Franco, B. O. (2006). *Redes Ópticas.* Obtenido de Redes

Ópticas:

https://books.google.com.ec/books?id=ag_1jpXnjXcC&pg=PA130&dq=Multiplexores+Demultiplexores+wdm&hl=es&sa=X&ei=DiDJVLDAE4LhggStzIGwAg&ved=0CDUQ6AEwAw#v=onepage&q=Multiplexores%20Demultiplexores%20wdm&f=false

Perez, V. C. (2007). *Google Libros.* Obtenido de Google Libros:

<https://books.google.com.ec/books?id=y5s3XlaE46UC&pg=PA438&dq=margen+de+desvanecimiento&hl=es&sa=X&ei=PvnHVOfyL4SiyATpu4DoCw&ved=0CCYQ6AEwAg#v=onepage&q=margen%20de%20desvanecimiento&f=false> Pag 438

Radioenlaces. (2011). Obtenido de Tecnología Inalámbricas y diseño de Radio

Enlaces:

http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf

Sivalingam, K. M. (01 de 12 de 2000). *Google Libros.* Obtenido de Google

Libros:

<https://books.google.com.ec/books?id=3leeXj0VtJ4C&printsec=frontcover&dq=WDM&hl=es&sa=X&ei=6wDIVKmSMomVyASDh4GIBQ&ved=0CCYQ6AEwAA#v=onepage&q=WDM&f=false>

Technologies, A. (01 de 04 de 2002). Basic Concepts Of IEE 802.11 Wireless

Lan. *Basic Concepts Of IEE 802.11 Wireless Lan, Nota de aplicación 1380-2, Pag3.* USA, USA: Agilent Technologies.

TowerCoverage.com. (s.f.). Obtenido de TowerCoverage.com:

<http://www.cplus.org/rmw/rmonline.html>

Tulcán On-Line. (s.f.). Obtenido de Tulcán On-Line:
<http://www.tulcanonline.com/index.php/informacion.html?showall=&start=6>

UIT-T, P. (04 de 02 de 2005). *G.652 : Características de un cable de fibra óptica monomodo*. Obtenido de G.652 : Características de un cable de fibra óptica monomodo: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-200010-S/es>

vivienda, E. T. (10 de 12 de 2014). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf

ANEXOS

ANEXO 1 Configuración de dispositivos de red

- ✓ Configuración de dispositivos de la red (Switch Core y Switch's secundarios) utilizando PuTTY

Ejecutamos el programa utilizando el cable de consola a través del puerto COM3.

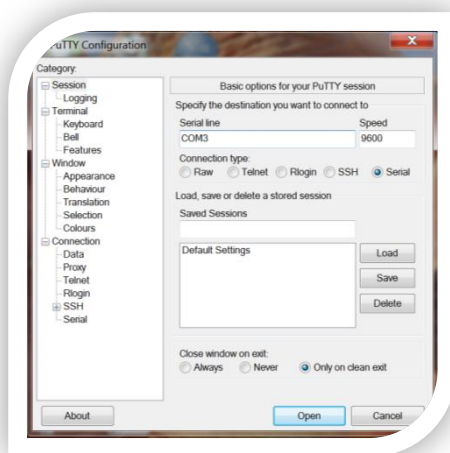


Figura 154. Interfaz de configuración Putty

Seleccionamos el puerto COM correspondiente y presionamos sobre Open

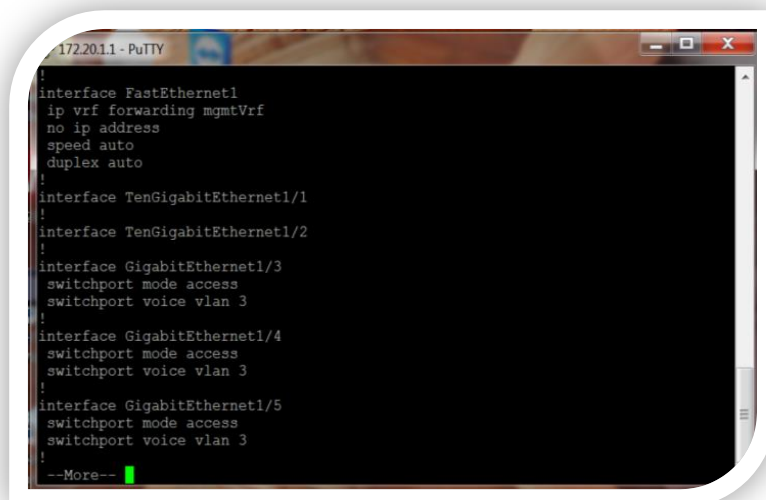


Figura 155. Inicio de Sesión por consola Core 4500

La siguiente configuración es válida para los modelos CISCO CATALYST 4503E, 2960X, 3560E

- CAMBIAR EL NOMBRE DEL SWITCH

```
Switch>enable
Switch# configure terminal
Switch (config) # hostname CORE-GADTULCAN
CORE-GADTULCAN (config) #end
CORE-GADTULCAN #
```

CONFIGURACIÓN DE PASSWORD PARA INGRESO A CONSOLA

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # line console 0
CORE-GADTULCAN (config-line)# password gadtulcan
CORE-GADTULCAN (config-line)# login
CORE-GADTULCAN (config-line)# end
CORE-GADTULCAN #
```

HABILITANDO TELNET

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # line vty 0 4
CORE-GADTULCAN (config-line)# password gadtulcan
CORE-GADTULCAN (config-line)# login
CORE-GADTULCAN (config-line)# end
CORE-GADTULCAN #
```

HABILITANDO SSH

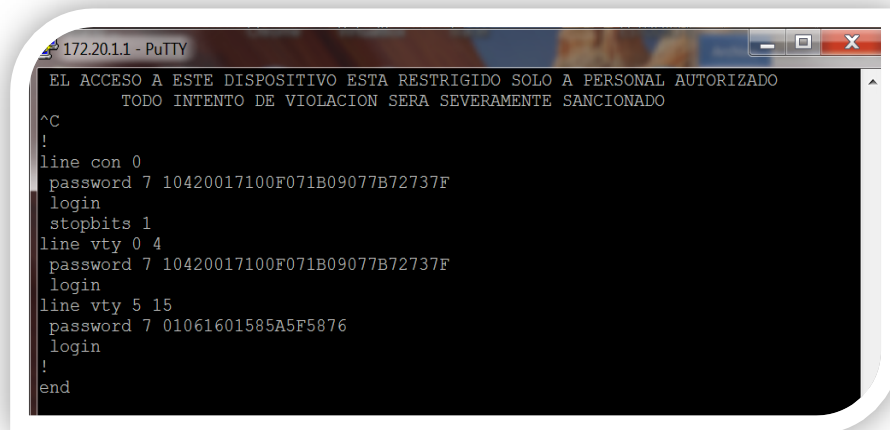
```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # username gad password gadtulcan
CORE-GADTULCAN (config)# ip ssh version 2
CORE-GADTULCAN (config) # line vty 0 4
CORE-GADTULCAN (config-line)# login local
CORE-GADTULCAN (config-line)# transport input ssh
```

```
CORE-GADTULCAN (config-line)# end
CORE-GADTULCAN #
```

CONTRASEÑA ENCRIPADA

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config)# service password-encryption
CORE-GADTULCAN (config)# end
CORE-GADTULCAN #
```

VERIFICANDO



```
172.20.1.1 - PuTTY
EL ACCESO A ESTE DISPOSITIVO ESTA RESTRIGIDO SOLO A PERSONAL AUTORIZADO
TODO INTENTO DE VIOLACION SERA SEVERAMENTE SANCIONADO
^C
!
line con 0
 password 7 10420017100F071B09077B72737F
 login
 stopbits 1
line vty 0 4
 password 7 10420017100F071B09077B72737F
 login
line vty 5 15
 password 7 01061601585A5F5876
 login
!
end
```

Figura 156. Fragmento de configuración de Switch password y contraseña encriptados

COPIAR CONFIGURACIÓN A NVRAM

```
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
Destination filename [startup-cnfig]?
Building configuration.....
[ok]
CORE-GADTULCAN #
```

BANNER

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config)# banner motd c
Enter Text message. End with the character `c`
*****EL ACCESO A ESTE DISPOSITIVO ESTÁ
RESTRINGIDO SOLO A PERSONAL AUTORIZADO TODO INTENTO DE VIOLACIÓN
```

SERÁ SEVERAMENTE SANCIONADO*****

banner motd c

CONFIGURACIÓN SWITCH CORE CISCO CATALYST 4503E

El Switch CORE-GADTULCAN con funcionalidad de capa 2 y 3 cumple con la tarea primordial de ser el servidor de la VLAN's y por ende es el equipo que realiza el enrutamiento intervlan (IP ROUTING) para la conectividad total de la red; para lo cual para hacer posible el servicio de VLA's se utilizó el protocolo propietario de CISCO VTP (VLAN TRUNKING PROTOCOL).

CONFIGURACIÓN DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO EN EL CORE-GADTULCAN

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config)# ip routing
CORE-GADTULCAN (config)# vtp mode server
CORE-GADTULCAN (config)# vtp domain gad-tulcan
```

VERIFICANDO: show vtp status

Configuration Revision: en todos los equipos que escucha VTP debe ser el mismo.

Number of existing VLANs: número de VLANs creadas.

VTP Operating Mode: el modo de funcionamiento configurado para el equipo.

VTP Domain Name: nombre del dominio VTP, este nombre lo conocen todos los miembros VTP.

CONFIGURACIÓN DE ENLACES TRONCALES

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # interface GigabitEthernet 24/24
CORE-GADTULCAN (config-if) # switchport mode trunk
CORE-GADTULCAN (config-if) # switchport trunk native vlan 99
CORE-GADTULCAN (config-if) # no shutdown
```

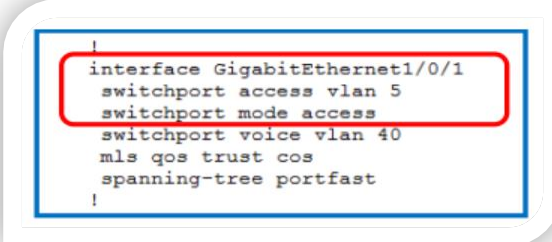
```
CORE-GADTULCAN (config-if) # end
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
```

VERIFICANDO: show running-config

CONFIGURACIÓN DE PUERTOS EN MODO ACCESO

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # interface GigabitEthernet 3/24
CORE-GADTULCAN (config-if) # switchport mode access
CORE-GADTULCAN (config-if) # switchport access vlan 3
CORE-GADTULCAN (config-if) # no shutdown
CORE-GADTULCAN (config-if) # end
CORE-GADTULCAN (config-if) #
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
```

VERIFICANDO: show running-config



```
!
interface GigabitEthernet1/0/1
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport voice vlan 40
mls qos trust cos
spanning-tree portfast
!
```

Figura 157. Configuración de Puerto en modo acceso

CREAR VLAN'S

Los siguientes comandos sólo se ejecutan en el SWITCH SERVER VTP

(CORE-GADTULCAN)

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # vlan 3
CORE-GADTULCAN (config-vlan) # name WIFIGADTULCAN
CORE-GADTULCAN (config-vlan) # exit
CORE-GADTULCAN (config) # do write
Building configuration.....
```

VERIFICANDO: utilizamos el commando **show vlan**

```

DATACENTER-2>enable
DATACENTER-2#sh vlan

VLAN Name                                Status
-----
1    default                                active
2    admin_equipos                          active
3    servidores                              active
4    gestion_tecnologica                     active
5    prefectura                              active
6    PROCURADURIA                           active
7    PLANIFICACION                           active
8    GESTION-TECNICA                          active
9    RELACIONES-PUBLICAS                       active
10   ADMIN-GENERAL                            active
11   INFRAESTRUCT-FISICA                       active
12   DESARROLLO-ECONOM                         active
13   FAS                                       active
14   WIFI                                       active
15   WIFI-EXTERNA                             active
16   BODEGA                                    active
30   INVITADOS                                active
31   RELOJES-BIOM                              active
32   CAMARAS                                  active
40   TELEFONIA                                active
101  ENLACE-EQUIPOS                            active

```

Figura 158. Comando Show VLAN

GATEWAYS DE VLAN'S

```

CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # int vlan 3
CORE-GADTULCAN (config-if) # ip address 172.20.3.1 255.255.255.0
CORE-GADTULCAN (config-if) # description WIFIGADTULCAN
CORE-GADTULCAN (config-if) # no shutdown
CORE-GADTULCAN (config-if) # do write
Building configuration.....
CORE-GADTULCAN #

```

VERIFICANDO: show running-config

```

!
interface Vlan5
description prefectura
ip address 172.16.5.1 255.255.255.0
!
interface Vlan6
description procuraduria
ip address 172.16.6.1 255.255.255.0
!
interface Vlan7
description planificacion
ip address 172.16.7.1 255.255.255.0
!
interface Vlan8
description gestion-tecnica
ip address 172.16.8.1 255.255.255.0
!

```

Figura 159. Gateway de VLANs

INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN DEL SWITCH

Aplicamos el mismo procedimiento para los otros switches, las direcciones IP de estos estarán dentro de la VLAN 1

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # int vlan 1
CORE-GADTULCAN (config-if) # ip address 172.20.1.10 255.255.255.0
CORE-GADTULCAN (config-if) # no shutdown
CORE-GADTULCAN (config-if) # do write
Building configuration.....
```

VERIFICANDO: show running-config

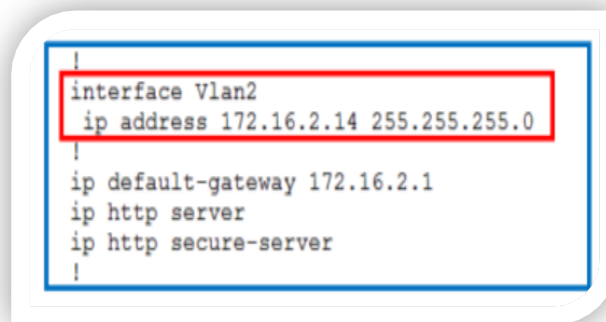
A screenshot of a network switch's configuration interface. The text is displayed in a monospaced font. A red rectangular box highlights the configuration for 'interface Vlan2', specifically the line 'ip address 172.16.2.14 255.255.255.0'. Below this, other configuration lines are visible: 'ip default-gateway 172.16.2.1', 'ip http server', and 'ip http secure-server'. The entire screenshot is enclosed in a white rounded rectangle with a blue border.

Figura 160. Dirección IP para administrar el Switch

CONFIGURACIÓN DE DHCP PARA UNA VLAN

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config) # ip dhcp pool wifi
CORE-GADTULCAN (dhcp-confi) # network 172.20.5.0 255.255.255.0
CORE-GADTULCAN (dhcp-config) # default-router 172.20.5.1
CORE-GADTULCAN (config-config) # dns-server 200.93.216.2
CORE-GADTULCAN (config) # exit
CORE-GADTULCAN (config) # ip dhcp excluded-address 172.20.5.1
172.20.5.10
CORE-GADTULCAN (config) # end
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
```

CORE-GADTULCAN #

VERIFICANDO: show running-config

```
!
username gpicore password 0 gpicore
no aaa new-model
ip subnet-zero
no ip domain-lookup
ip domain-name gpicore.com
ip dhcp excluded-address 172.16.15.1 172.16.15.20
!
ip dhcp pool wifi
 network 172.16.15.0 255.255.255.0
 default-router 172.16.15.1
 dns-server 8.8.8.8
!
!
```

Figura 161. Configuración DHCP en el CORE-GADTULCAN

Con el comando: show dhcp binding se observa las direcciones IP asignadas por el servidor DHCP.

```
CORE-GPI#show ip dhcp binding
IP address      Client-ID/      Lease expiration
                Hardware address
172.16.15.21    00D0.976B.2632  --
172.16.15.22    0007.ECDA.2163  --
172.16.15.23    00E0.B09D.A3D7  --
CORE-GPI#
```

Figura 162. Asignación de IP por el server DHCP

CONFIGURACIÓN DEL SWITCH DE ACCESO (SWITCH 2960 X)

El Switch de acceso de la serie CISCO CATALYST utiliza VTP como protocolo de información de VLANs debe ser configurado como CLIENTE.

CONFIGURACIÓN DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN (config)# vtp mode client
CORE-GADTULCAN (config)# end
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
CORE-GADTULCAN #
```

VERIFICANDO: sh vtp status

```
DATACENTER-2>enable
DATACENTER-2#sh vtp status
VTP Version                : 2
Configuration Revision      : 60
Maximum VLANs supported locally : 255
Number of existing VLANs   : 25
VTP Operating Mode         : Client
VTP Domain Name            : gpi_2012
VTP Pruning Mode          : Disabled
VTP V2 Mode                : Disabled
VTP Traps Generation      : Disabled
MD5 digest                 : 0x49 0x64 0x70 0x72 0x22 0x88 0x22 0x2E
Configuration last modified by 172.16.2.1 at 3-1-93 00:06:24
DATACENTER-2#
```

Figura 163. Switch en modo CLIENTE

```
CORE-GPI>enable
CORE-GPI#sh vtp status
VTP Version                : 2
Configuration Revision      : 60
Maximum VLANs supported locally : 1005
Number of existing VLANs   : 25
VTP Operating Mode         : Server
VTP Domain Name            : gpi_2012
VTP Pruning Mode          : Disabled
VTP V2 Mode                : Disabled
VTP Traps Generation      : Disabled
MD5 digest                 : 0x49 0x64 0x70 0x72 0x22 0x88 0x22 0x2E
Configuration last modified by 172.16.2.1 at 3-1-93 00:06:24
Local updater ID is 172.16.2.1 on interface V12 (lowest numbered VLAN interface found)
CORE-GPI#
```

Figura 164. Número de revisión igual al del CORE-GADTULCAN

Con el comando: Show vlan, se observa que el switch CLIENTE aprendió las VLANs del Switch (CORE)

```
DATACENTER-2>enable
DATACENTER-2#sh vlan
VLAN Name-----Status
1 default-----active
2 admin_equipos active
3 servidores active
4 gestion_tecnologica active
5 prefectura active
6 PROCURADURIA active
7 PLANIFICACION active
8 GESTION-TECNICA active
9 RELACIONES-PUBLICAS active
10 ADMIN-GENERAL active
11 INFRAESTRUCT-FISICA active
12 DESARROLLO-ECONOM active
13 PAS active
14 WIFI active
15 WIFI-EXTERNA active
16 BODEGA active
30 INVITADOS active
31 RELAJES-BIOM active
32 CAMARAS active
40 TELEFONIA active
101 ENLACE-EQUIPOS active
```

Figura 165. Comando Show vlan

CONFIGURACIÓN DE ENLACES TRONCALES

CORE-GADTULCAN >enable

CORE-GADTULCAN # configure terminal

```
CORE-GADTULCAN (config) # interface GigabitEthernet 0/1
CORE-GADTULCAN (config-if) # switchport mode trunk
CORE-GADTULCAN (config-if) # switchport trunk native vlan 99
CORE-GADTULCAN (config-if) # no shutdown
CORE-GADTULCAN (config-if) # end
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
```

VERIFICANDO: show running-config



```
!
interface GigabitEthernet1/0/47
switchport trunk native vlan 2
switchport mode trunk
channel-group 1 mode active
!
interface GigabitEthernet1/0/48
switchport trunk native vlan 2
switchport mode trunk
channel-group 1 mode active
!
interface GigabitEthernet1/0/49
!
```

Figura 166. Fragmento de configuración SWITCH CORE-GADTULCAN

INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN DE SWITCH CORE 3560E

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal

CORE-GADTULCAN (config) # int vlan1
CORE-GADTULCAN (config-if) # ip address 172.20.1.20 255.255.255.0
CORE-GADTULCAN (config-if) # no shutdown
CORE-GADTULCAN (config-if) # do write
Building configuration.....
```

VERIFICANDO: show running-config

DEFAULT GATEWAY

El Default-Gateway en el CORE-GADTULCAN es 172.20.1.1

```
CORE-GADTULCAN (config) # ip default-gateway 172.20.1.1
CORE-GADTULCAN (config) # do write
```

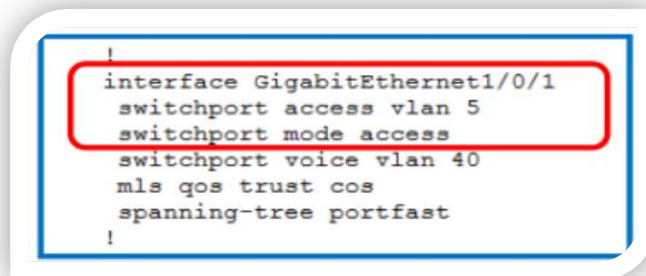
Buiding configuration.....
CORE-GADTULCA #

PUERTO EN MODO ACCESO

UN PUERTO

```
CORE-GADTULCAN >enable  
CORE-GADTULCAN # configure terminal  
CORE-GADTULCAN(config) # interface GigabitEthernet 0/1  
CORE-GADTULCAN(config-if) # switchport mode access  
CORE-GADTULCAN(config-if) # switchport access vlan 3  
CORE-GADTULCAN(config-if) # no shutdown  
CORE-GADTULCAN(config-if) # end  
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
```

VERIFICANDO: show running-config



```
!  
interface GigabitEthernet1/0/1  
  switchport access vlan 5  
  switchport mode access  
  switchport voice vlan 40  
  mls qos trust cos  
  spanning-tree portfast  
!
```

Figura 167. Puerto en modo ACCESO

ASIGNAR VARIOS PUERTOS A UNA VLAN

```
CORE-GADTULCAN >enable  
CORE-GADTULCAN # configure terminal  
CORE-GADTULCAN(config) # interface range GigabitEthernet 0/1 -10  
CORE-GADTULCAN(config-if-range) # switchport mode access  
CORE-GADTULCAN(config-if-range) # switchport access vlan 3  
CORE-GADTULCAN(config-if-range) # no shutdown  
CORE-GADTULCAN(config-if-range) # end  
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config  
CORE-GADTULCAN #
```

VERIFICANDO: show running-config

```
!
interface GigabitEthernet1/0/2
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport voice vlan 40
mls qos trust cos
spanning-tree portfast
!
interface GigabitEthernet1/0/3
switchport access vlan 5
switchport trunk native vlan 10
switchport mode access
switchport voice vlan 40
mls qos trust cos
spanning-tree portfast
!
interface GigabitEthernet1/0/4
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport voice vlan 40
mls qos trust cos
spanning-tree portfast
!
interface GigabitEthernet1/0/5
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport voice vlan 40
mls qos trust cos
spanning-tree portfast
!
```

Figura 168. Configuración de varios puertos

CONFIGURACIÓN DE PUERTOS PARA ACCESO A LA VLAN DE VOZ

Para configurar los puertos que soporten VLAN DE DATOS y al mismo tiempo la VLAN DE VOZ se configuró utilizando la VOICE VLAN CISCO de la siguiente manera.

```
CORE-GADTULCAN >enable
CORE-GADTULCAN # configure terminal
CORE-GADTULCAN(config) # interface GigabitEthernet 1/0/4
CORE-GADTULCAN(config-if) # switchport voice vlan 40
CORE-GADTULCAN(config-if) # mls qos trust cos
CORE-GADTULCAN(config-if) # no shutdown
CORE-GADTULCAN(config-if) # end
CORE-GADTULCAN # copy running-config startup-config
```

VERIFICANDO: show running-config

```
!
interface GigabitEthernet1/0/4
  switchport access vlan 5
  switchport mode access
  switchport voice vlan 40
  mls qos trust cos
  spanning-tree portfast
!
```

Figura 169, Cisco Voice Vlan

Configuración que se la puede agregar al momento de ASIGNAR UN PUERTO A UNA VLAN, el comando spanning-tree portfast se agrega automáticamente para acotar los tiempos de Listening y Learning de STP a casi nada por tratarse de un tráfico sumamente delicado (tráfico de voz).

✓ **Configuración de la Controladora de Access Point Cisco WLC 5508.**

El usuario de la controladora es: gadtulcan2014

El password: #gadtulcan!2014

Carga de Licencia para incremento de Access Point

Para el incremento del número de Access Point a ser gestionados por la controladora se debe de obtener el pack (Product Authorization Key), cuya extensión es .lic; posteriormente procedemos a ingresar el pack en la controladora; para subir el archivo.lic es necesario realizarlo por TFTP, y reiniciar la controladora WLC y verificar el número de licencias subidas y se procede a reiniciar la controladora.

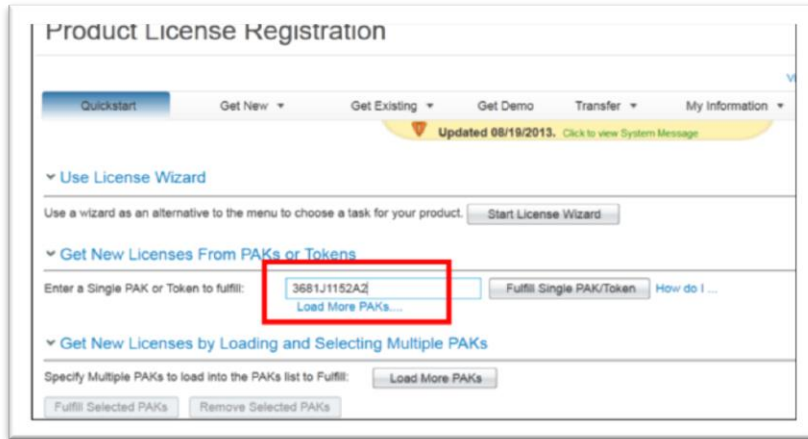


Figura 170, Obtener una nueva licencia desde el PAK



Figura 171, Carga de licencia para Access Point

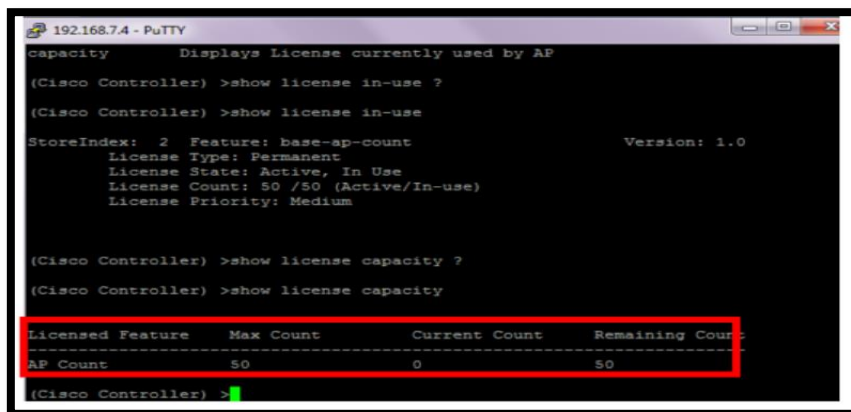


Figura 172. Verificación del número de licencias para los Access Point

Enlace Trunk WLC-SWITCH CORE

```
172.20.11 - PuTTY
interface GigabitEthernet3/7
description ENLACE CORE-COLISEO
switchport trunk native vlan 99
switchport mode trunk
}
interface GigabitEthernet3/8
description ENLACE-WLC
switchport trunk native vlan 99
switchport trunk allowed vlan 2,64,96
switchport mode trunk
}
interface GigabitEthernet3/9
switchport mode access
switchport voice vlan 3
}
interface GigabitEthernet3/10
switchport mode access
switchport voice vlan 3
}
interface GigabitEthernet3/11

CORE-UPEC#copy run start
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
```

Figura 173. Puerto en modo TRUNK para enlace entre WLC y SWITCH CORE

Configuración de las Interfaces

En la pestaña CONTROLLER, seleccionamos INTERFACES e ingresamos la dirección IP de la WLC 5508, mascara, Gateway, habilitar “Enable Dynamic AP Management”, y dirección del servidor DHCP para el caso de la red 172.20.2.0 el DHCP se configur en la controladora y la IP es la 172.20.2.2. (IP interfaz MANAGEMENT).

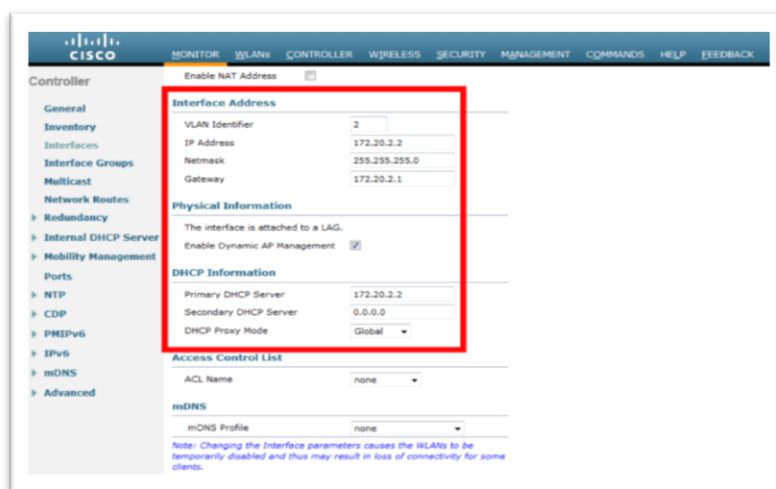


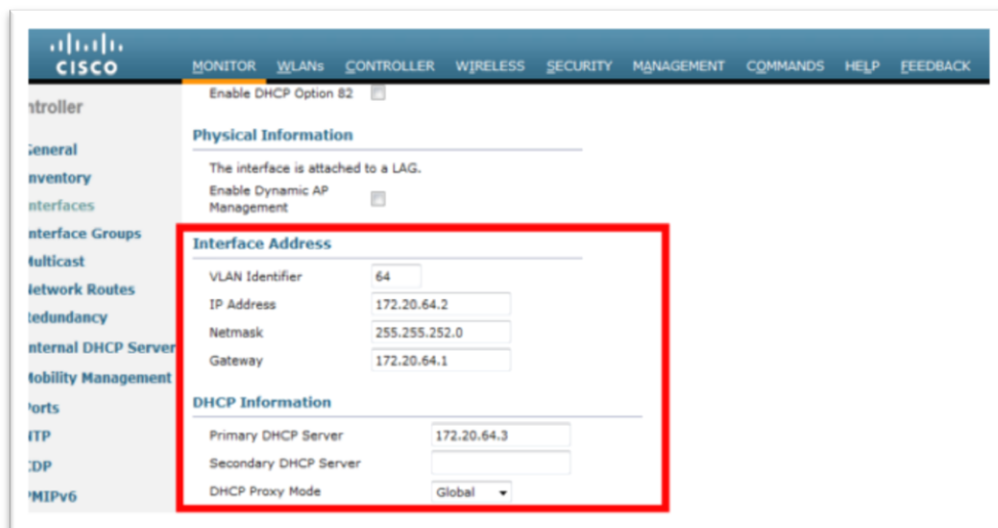
Figura 174. Configuración de la Interfaz MANAGEMENT

Además se crean las interfaces virtuales para casa uno de los perfiles de SSID, como por ejemplo Wifi-GADTULCAN.



Interface Name	VLAN Identifier	IP Address	Interface Type	Dynamic AP Management
management	2	172.20.2.2	Static	Enabled
redundancy-management	2	0.0.0.0	Static	Not Supported
redundancy-port	untagged	0.0.0.0	Static	Not Supported
service-port	N/A	192.168.1.1	Static	Disabled
Wifi-GADTULCAN	64	172.20.64.2	Dynamic	Disabled

Figura 175. Creación de Interfaces Virtuales para Wifi-GADTULCAN



Enable DHCP Option 82

Physical Information

The interface is attached to a LAG.

Enable Dynamic AP Management

Interface Address

VLAN Identifier: 64
IP Address: 172.20.64.2
Netmask: 255.255.252.0
Gateway: 172.20.64.1

DHCP Information

Primary DHCP Server: 172.20.64.3
Secondary DHCP Server:
DHCP Proxy Mode: Global

Figura 176. Parámetros de configuración para la interfaz virtual Wifi-GADTULCAN

Configuración de DHCP en la WLC 5508

Este servicio de DHCP es únicamente para la red de los equipos de la red (Access Point y Controladora); para el caso de las redes inalámbricas creadas Wifi-GADTULCAN este servicio se encuentra en el Servidor conjuntamente con los servicios: DNS, RADIUS, WEB y ACTIVE DIRECTORY.

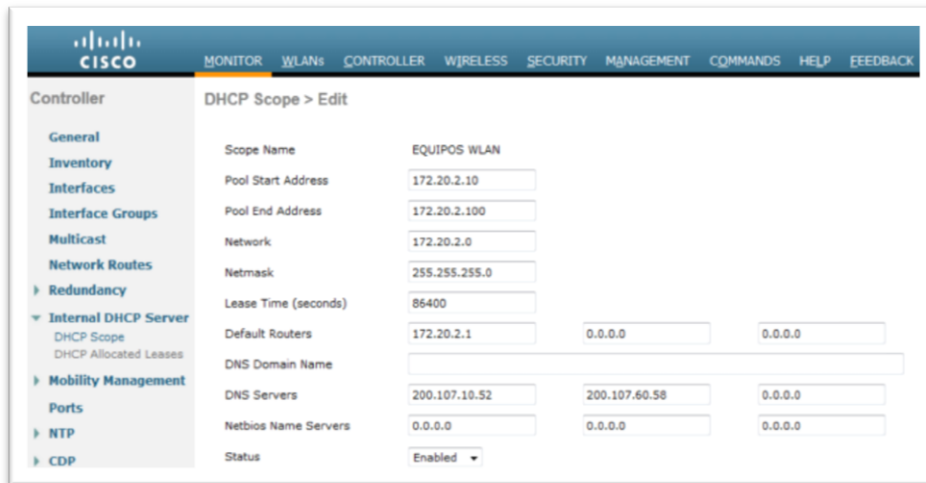


Figura 177. Parámetros de configuración de Servicio

Habilitar DHCP Proxy

Con la finalidad de reenviar las solicitudes de DHCP de los usuarios otro servidor DHCP. En la pestaña CONTROLLER, opción Advanced-DHCP.

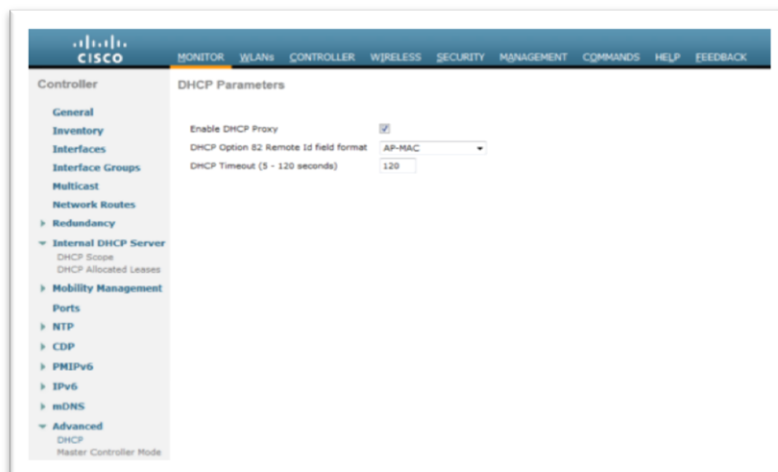


Figura 178. Enabe DHCP Proxy

En la pestaña CONTROLLER, opción Advanced-Master Controller Mode, habilitamos Master Controller Mode con la finalidad de configurar la controladora WLC coo maestro para los Access Point.

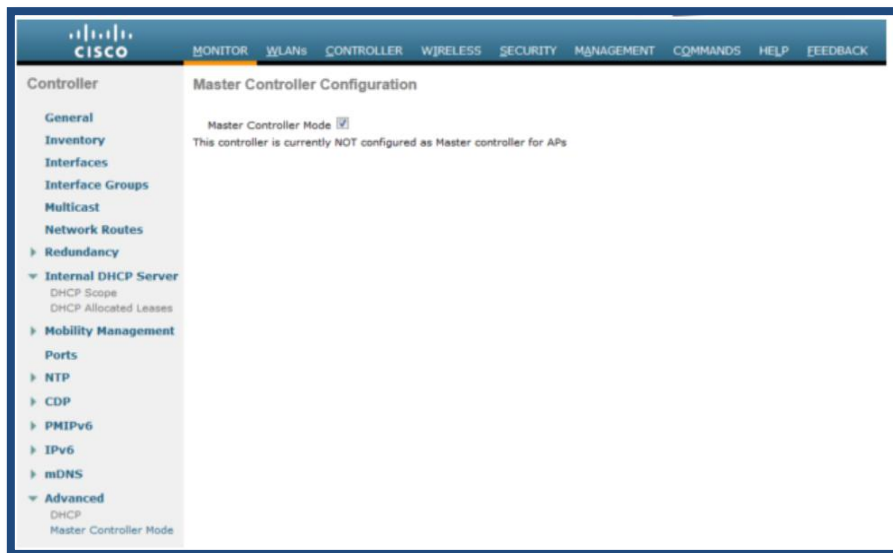


Figura 179. Configuración de la WLC en modo MASTER

Creación de los SSID

A través de las siguientes imágenes se presenta el mecanismo de creación de la Wifi-GADTULCAN en la pestaña WLANs se crean cada uno de estos perfiles.

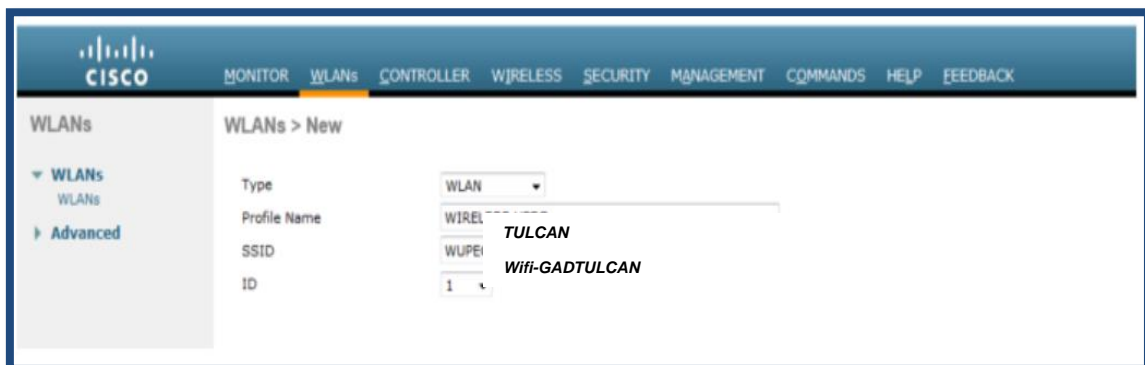


Figura 180. Creación del SSID Wifi-GADTULCAN

Una vez creados los perfiles o SSID es necesario enlazar a las interfaces virtuales correspondientes en este caso Wifi-GADTULCAN, habilitando el STATUS, RADIO POLICY, BROADCAST SSID

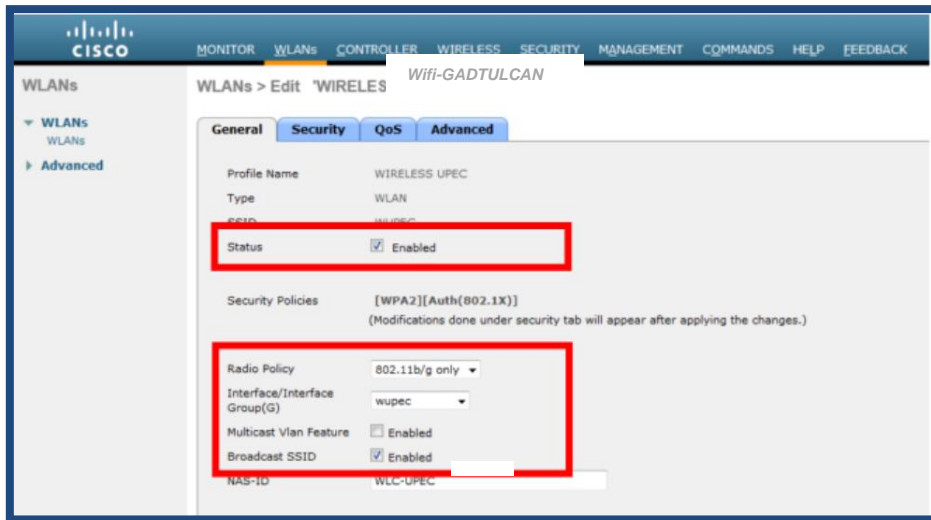


Figura 181. Configuración de WLAN con SSID Wifi-GADTULCAN

Configuración del Servicio de Autenticación de los Usuarios en la Red Inalámbrica

Se procede a la habilitación de la ACL, la cual será utilizada para el perfil que tenga el mecanismo de autenticación como es el caso de Wifi-GADTULCAN.

En la pestaña SECURITY, opción Access Control Lists, hacemos click y agregamos una nueva acl, en este caso la nombramos como “acceso web”.

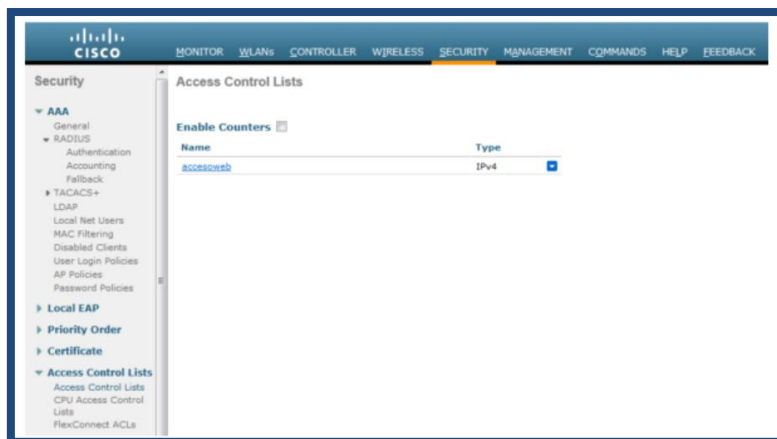


Figura 182. Creación de ACL

Esta ACL tiene dos reglas una para INBOUND y otra para OUTBOUND.

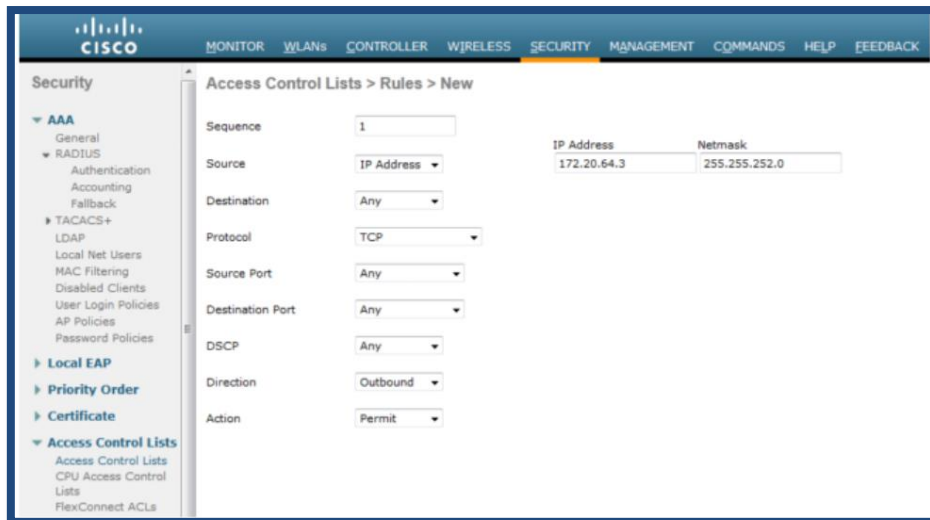


Figura 183. Regla OUTBOUND para ACL

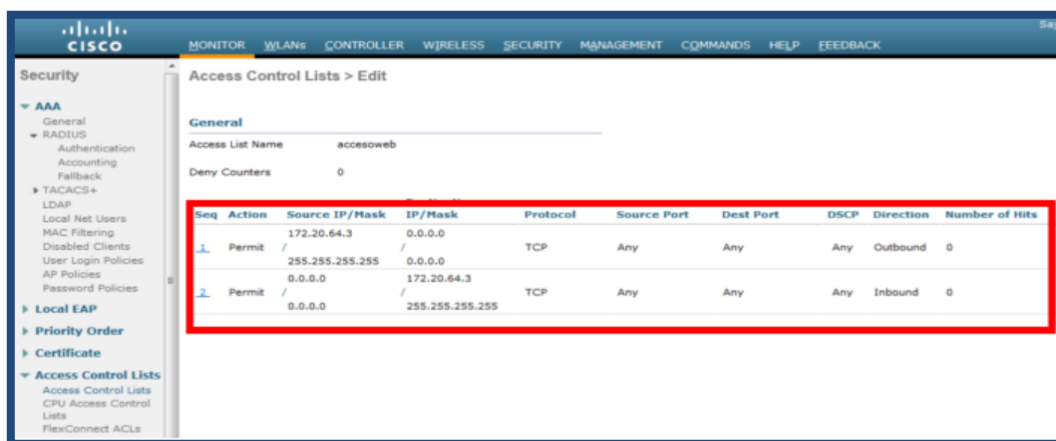


Figura 184, Reglas configuradas en ACCESOWEB

Habilitando RADIUS

Con la finalidad de indicar la dirección IP del servidor RADIUS, puerto en cuanto a: AUTHENTICATION Y ACCOUNTING. En la pestaña SECURITY, opción RADIUS hacer click sobre Authentication y habilitar este servicio indicando dirección IP y puerto del servidor.

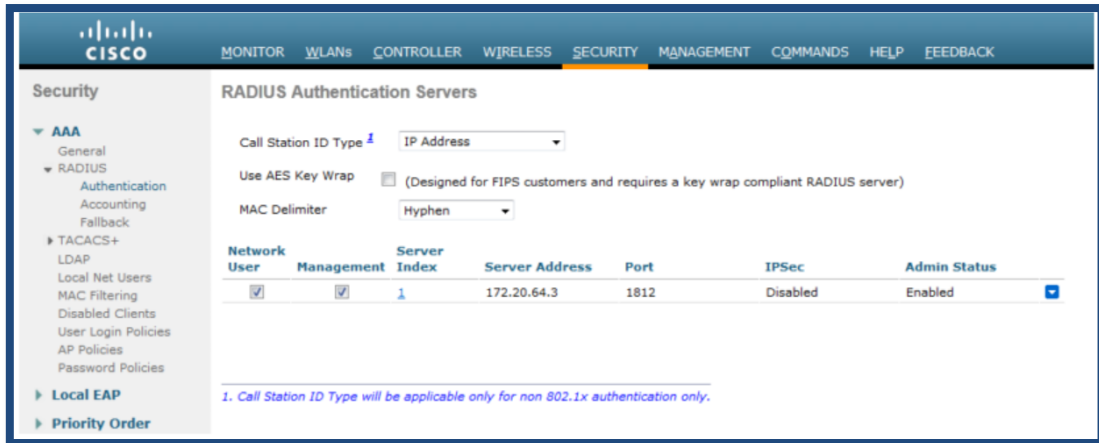


Figura 185, Radius Authentication

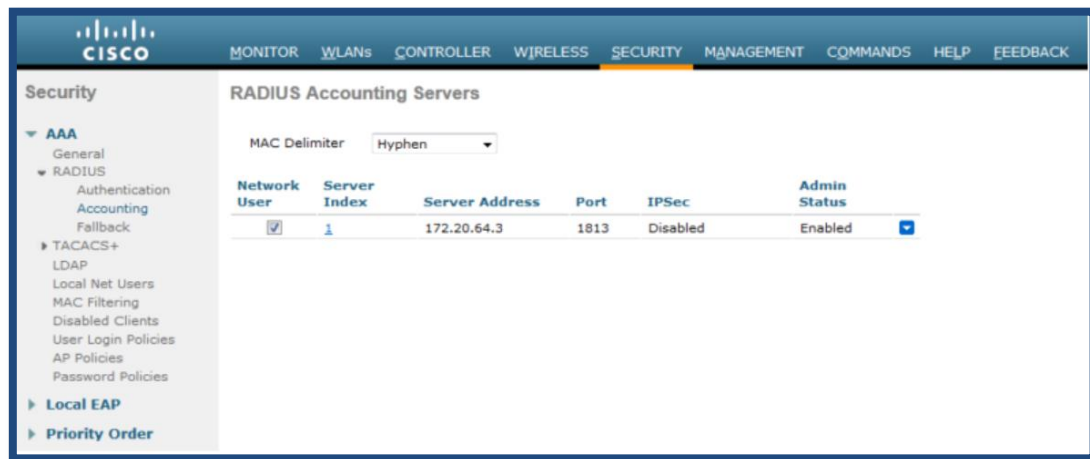


Figura 186. Radius Accounting

Configuración de Wifi-GADTULCAN para autenticación con el servidor

En WLAN's elegir Wifi-GADTULCAN y modificar los siguientes parámetros

- Deshabilitar la seguridad en capa 2, hacemos click sobre SECURITY opción LAYER 2 y seleccionamos NONE.
- Hacemos click sobre la opción LAYER3, hacer click sobre Web Policy y sobre Authentication
- En Preauthentication ACL seleccionar la ACL anteriormente creada "acesoweb"
- Habilitar Over-ride Global config
- En Web Auth type seleccionar External (Re-direct to external server)

- Indicar la URL del servidor donde está almacenada la página Web para la autenticación del usuario.

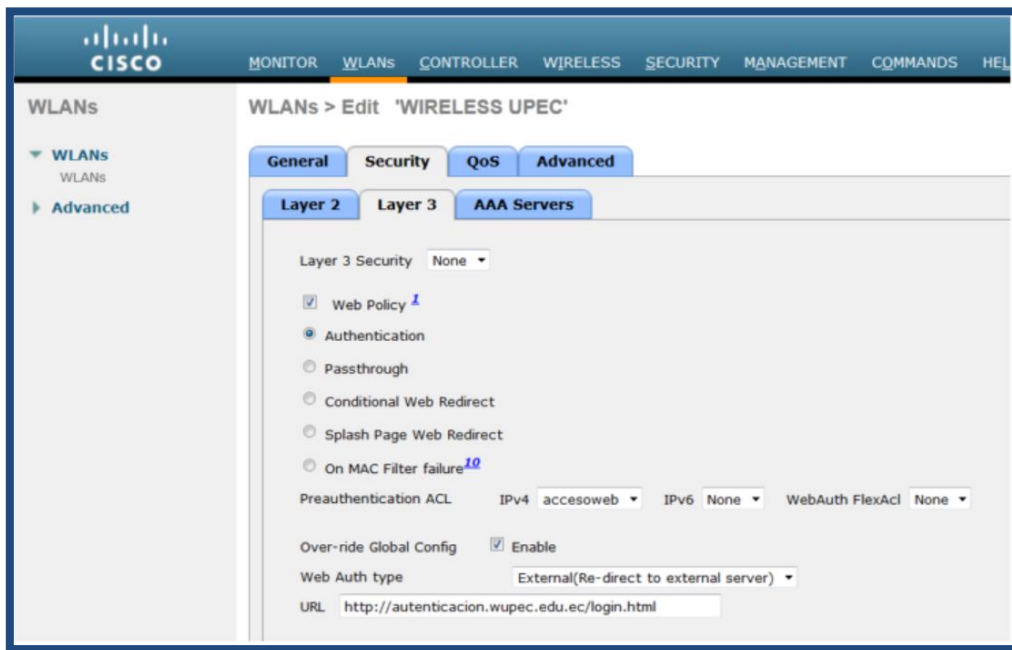


Figura 187. Configuración de Autenticación para Wifi-GADTULCAN

En la pestaña WLAN's, elegir Wifi-GADTULCAN sobre la opción SECURITY hacer click sobre AAA Servers y verificar lo siguiente.

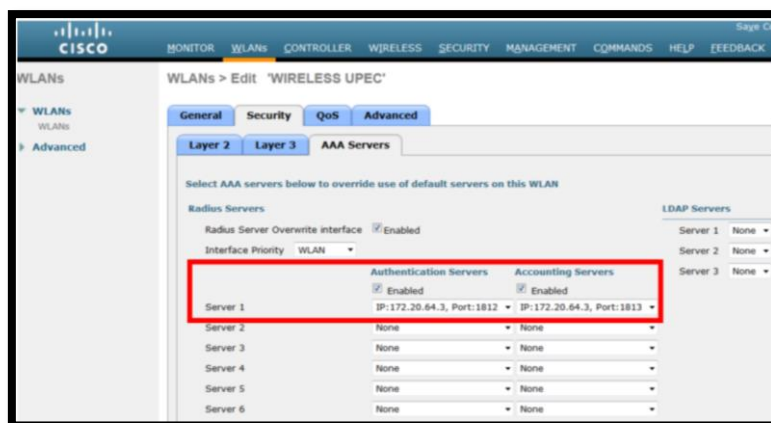


Figura 188. AAA Servers

Ordenamos el mecanismo de Autenticación

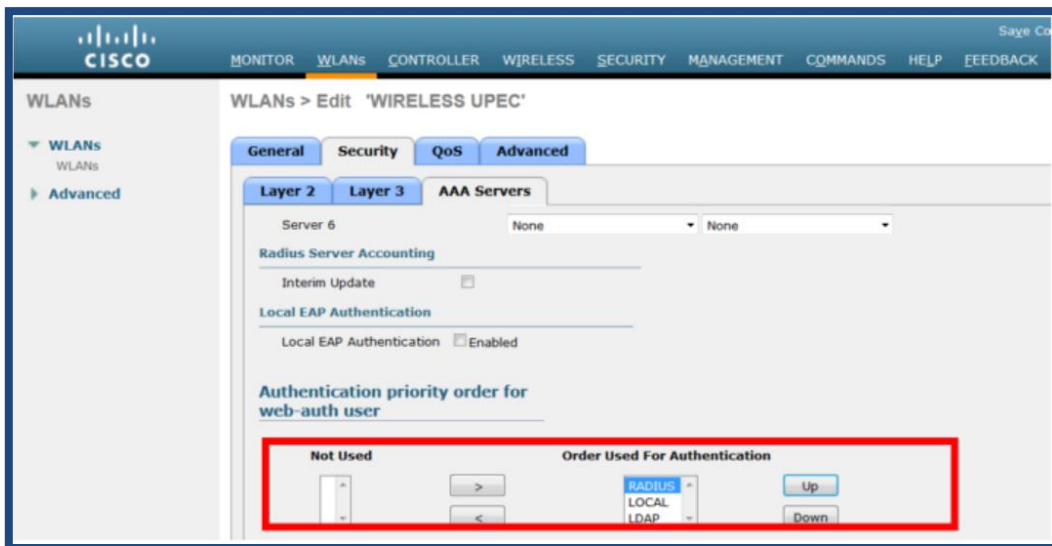


Figura 189. Ordenando el mecanismo de Autenticación

Listado de APs enlazados a la controladora WLC

En la pestaña WIRELESS, opción Access Point se puede visualizar todos los APs enlazados a la controladora WLC 5508 y su estado operacional en este caso "Enabled", también se puede hacer click sobre cada uno de los APs y configurarlos individualmente por ejemplo en los siguientes parámetros.

- En general: se puede asignar la IP estática, máscara, Gateway y Servidor DNS y no se debe olvidar habilitar el Admin Status "Enabled", es levantar las antenas de los Access Point.
- Haciendo click sobre la pestaña Advanced se puede configurar los siguientes aspectos: habilitar SSH o Telnet y asignar a que grupo pertenece, en este caso al default group le permite mostrar todos los SSID creados. Si se desea que un AP solo muestre un SSID aquí se debe seleccionar el grupo para irradiar el Wifi-GADTULCAN

AP Name	AP Model	AP MAC	AP Up Time	Admin Status
AP2-ADMIN-PA2-IJZ	AIR-LAP1131AG-A-K9	50:3dre5:5a:36:62	6 d, 11 h 28 m 59 s	Enabled
AP1-ADMIN-PB-DR	AIR-LAP1141N-A-K9	c4:64:13:5b:90:fe	6 d, 11 h 22 m 15 s	Enabled
AP14-EDIF1-HOLD	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:f3:e5:ee	6 d, 11 h 23 m 35 s	Enabled
AP4-ADMIN-PA2-DR	AIR-LAP1131AG-A-K9	50:3dr:e5:da:21:7e	6 d, 11 h 23 m 40 s	Enabled
AP2-AULAS1-PB-DR	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:f3:e5:ca	6 d, 11 h 27 m 44 s	Enabled
AP1-AULAS1-PB-IJZ	AIR-LAP1262N-A-K9	fc:99:47:2d:18:7c	6 d, 11 h 24 m 42 s	Enabled
AP9-ADMIN-PB-CENTRAL	AIR-LAP1131AG-A-K9	e0:5f:b9:f8:ce:4e	6 d, 11 h 21 m 31 s	Enabled
DATACENTERAPEXTERNO1-1552	AIR-CAP1552EU-A-K9	ec:e1:a9:30:bc:fc	6 d, 11 h 21 m 00 s	Enabled
AP5-AULAS1-PA2-DR	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:f3:ef:9a	6 d, 11 h 20 m 58 s	Enabled
AP3-ADMIN-RECTORADO	AIR-LAP1131AG-A-K9	58:8d:09:ae:eb:7a	6 d, 11 h 20 m 02 s	Enabled
AP6-AULAS1-PA2-IJZ	AIR-LAP1262N-A-K9	4c:4e:35:e6:10:df	6 d, 11 h 19 m 56 s	Enabled
AP4-AULAS1-PA1-IJZ	AIR-LAP1262N-A-K9	bc:16:65:77:d5:fa	6 d, 03 h 03 m 09 s	Enabled
AP18-BIBLIOTECA-PA	AIR-CAP1602I-A-K9	c0:67:af:ca:94:61	6 d, 01 h 13 m 56 s	Enabled
AP19-BIBLIOTECA-HEMEROTECA	AIR-CAP1602I-A-K9	c0:67:af:ca:94:3e	6 d, 01 h 13 m 50 s	Enabled
AP8-ADMIN-PB-LAB	AIR-LAP1041N-A-K9	fc:99:47:1d:aa:0f	6 d, 01 h 11 m 38 s	Enabled
APd48c.b54e.ab51	AIR-LAP1041N-A-K9	d4:8c:b5:4e:ab:51	6 d, 01 h 10 m 10 s	Disabled
AP10-AULAS2-PA1-DR	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:f2:73:d4	4 d, 04 h 25 m 15 s	Enabled
APEXTERNO2-1552	AIR-CAP1552EU-A-K9	ec:e1:a9:31:3c:1c	4 d, 01 h 57 m 13 s	Enabled
AP15-AULAS2-PB-LAB-IJZ	AIR-LAP1262N-A-K9	4c:4e:35:e6:11:33	4 d, 04 h 23 m 46 s	Enabled
AP12-AULAS2-PA2-DR	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:94:10:b5	4 d, 04 h 24 m 19 s	Enabled
AP16-EXTERIOR-ED-AULAS2-PB	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:f2:73:d4	4 d, 04 h 23 m 30 s	Enabled
AP7-AULAS2-PB-IJZ	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:73:46:b0	4 d, 02 h 27 m 35 s	Enabled
AP8-AULAS2-PB-DR	AIR-LAP1262N-A-K9	ac:f2:c5:94:10:ba	4 d, 02 h 27 m 45 s	Enabled
AP3-AULAS1-PA1-DR	AIR-LAP1262N-A-K9	fc:99:47:d5:39:65	0 d, 07 h 57 m 35 s	Enabled

Figura 190. Access Point enlazado a la WLC 5508

Field	Value	Field	Value
AP Name	APd48c.b54e.ab51	Primary Software Version	7.4.100.0
Location	default location	Backup Software Version	0.0.0.0
AP MAC Address	d4:8c:b5:4e:ab:51	Predownloaded Status	None
Base Radio MAC	64:d8:14:b3:c9:a0	Predownloaded Version	None
Admin Status	Disable	Predownload Next Retry Time	NA
AP Mode	local	Predownload Retry Count	NA
AP Sub Mode	None	Boot Version	12.4.23.3
Operational Status	REG	IOS Version	15.2(2)JB#
Port Number	LAG	Mini IOS Version	7.3.1.73
Venue Group	Unspecified	IP Config	
Venue Type	Unspecified	IP Address	172.20.2.33
Venue Name		Static IP	<input checked="" type="checkbox"/>
Language		Static IP	172.20.2.33
		Netmask	255.255.255.0
		Gateway	172.20.2.1
		DNS IP Address	0.0.0.0
		Domain Name	
Time Statistics			
UP Time	6 d, 00 h 58 m 23 s		
Controller Associated Time	6 d, 00 h 57 m 08 s		
Controller Association Latency	0 d, 00 h 01 m 14 s		

Figura 191. Configuración individual de un AP

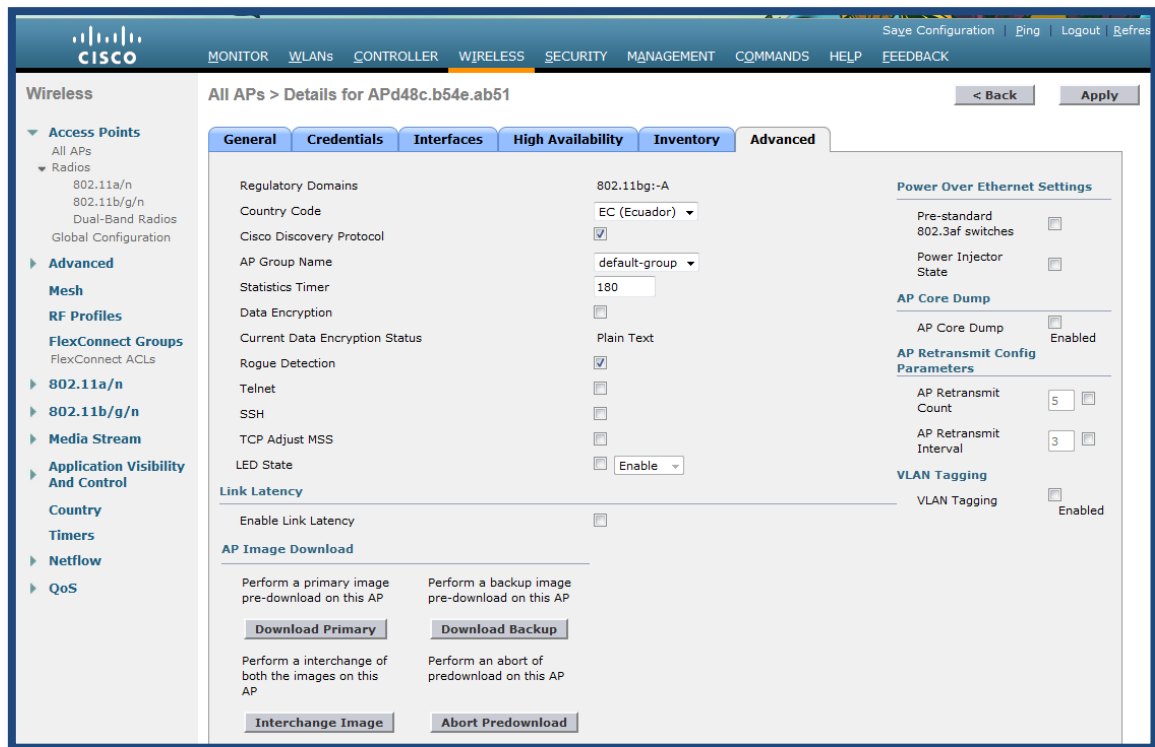


Figura 192. Configuración avanzada de un AP

Configuración del Servidor Radius

Los protocolos PEAP que utiliza TLS (Transport Layer Security) que significa capa segura de transporte y esquemas de seguridad basados en el sistema operativo Windows 2012 server como servidor RADIUS (IAS) porque se utiliza certificados de autenticación y la configuración de los clientes.

PEAP es un método de autenticación que utiliza TLS para mejorar la seguridad de otros protocolos de autenticación EAP

PEAP ofrece las siguientes ventajas:

- Un canal de cifrado para proteger los métodos EAP que se ejecutan en PEAP.
- Material de claves dinámicas generado desde TLS
- Reconexión rápida (capacidad de reconexión a un punto de acceso inalámbrico mediante claves de sesión almacenadas en la caché, lo que permite moverse rápidamente entre puntos de accesos inalámbrico) y autenticación de servidor, que puede utilizarse para la protección contra la implementación de puntos de acceso inalámbrico no autorizados.

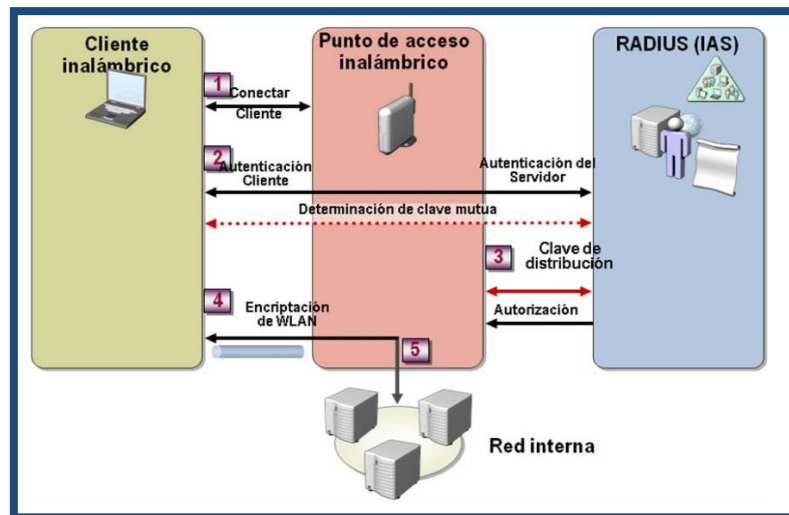


Figura 193, Esquema de Autenticación a través de Servidor RADIUS

Con la finalidad de proceder a configurar el servidor de autenticación para la red inalámbrica se contemplar las siguientes configuraciones.

- Configuraciones generales de Windows server 2012
- Instalación y configuración de Servidor Web
- Instalación y configuración de servidor Active Directory
- Instalación y configuración de Servidor DNS
- Instalación y configuración de Servidor DHCP
- Instalación y configuración de servidor de Directivas de Redes

Configuraciones Generales del Windows 2012 Server

Configuración de dirección IP del equipo, nombre del dominio y grupo de trabajo.

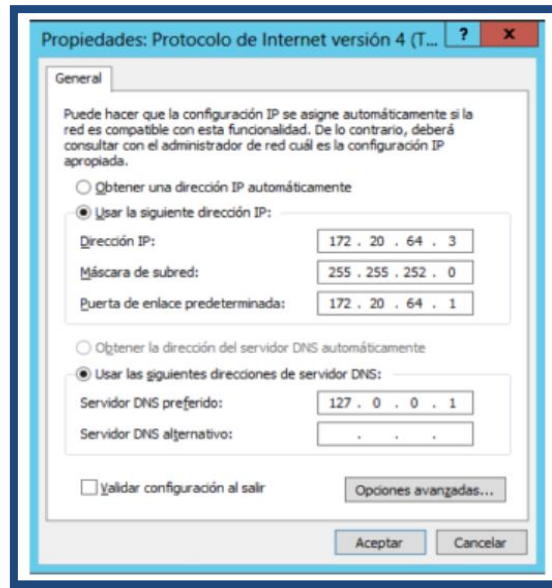


Figura 194, Asignación de dirección IP al Servidor

Configuración de nombre, dominio y grupo de trabajo del servidor

- Ir a panel de control /sistema y seguridad /sistema
- Cambio de configuración

Instalación y configuración de Servidor Web

Seleccionamos los roles del servidor que se requiere agregar en este caso Servidor Web (IIS)

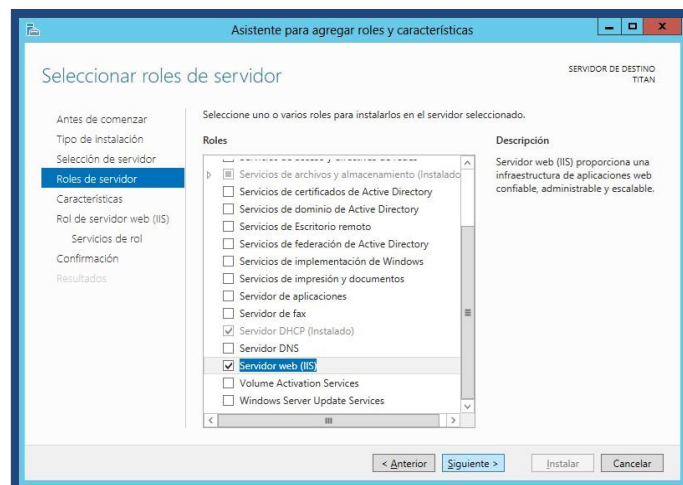


Figura 195, Selección de Rol de Servidor

- Seleccionamos el servicio de rol del servidor Web

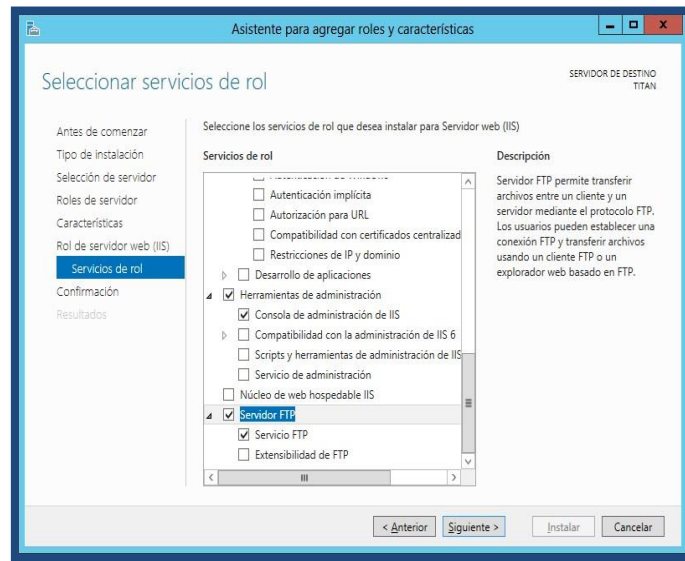


Figura 196. Rol del servidor

- Seleccionamos siguiente; y confirmamos las opciones, pudiendo aceptar el reinicio automático del sistema en caso necesario, y pulsamos el botón Instalar.

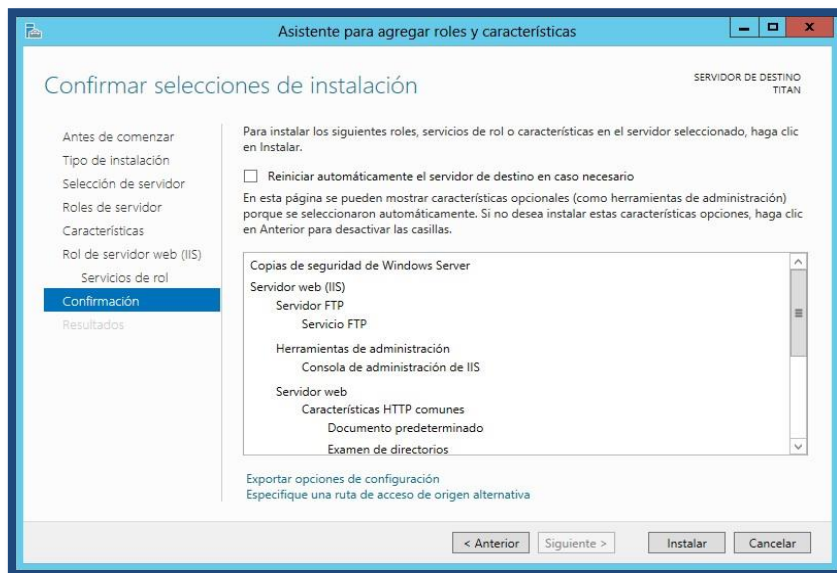


Figura 197. Confirmación del Progreso de Instalación del rol

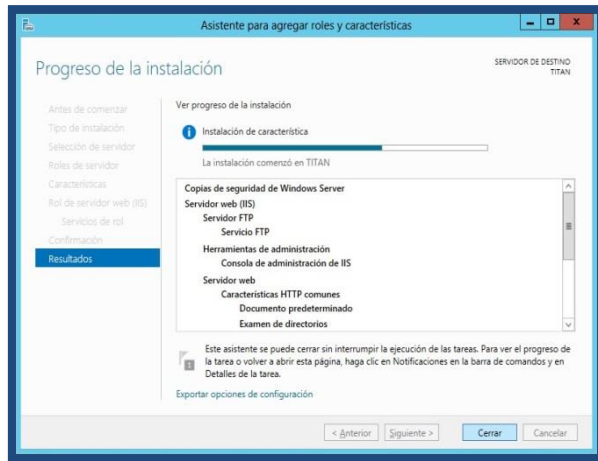


Figura 198. Progreso de Instalación del rol

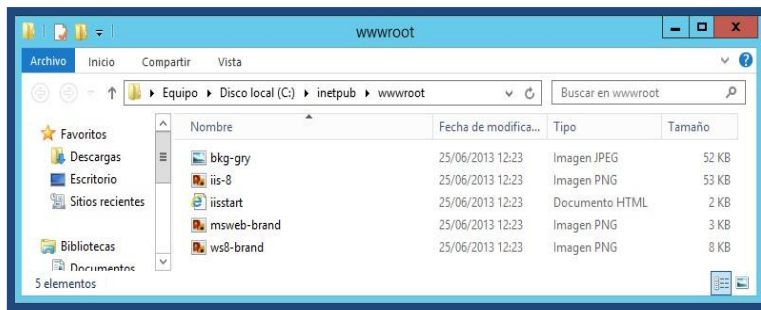


Figura 199. Copiar el archivo html en el directorio c:/inetpub/www.root/login

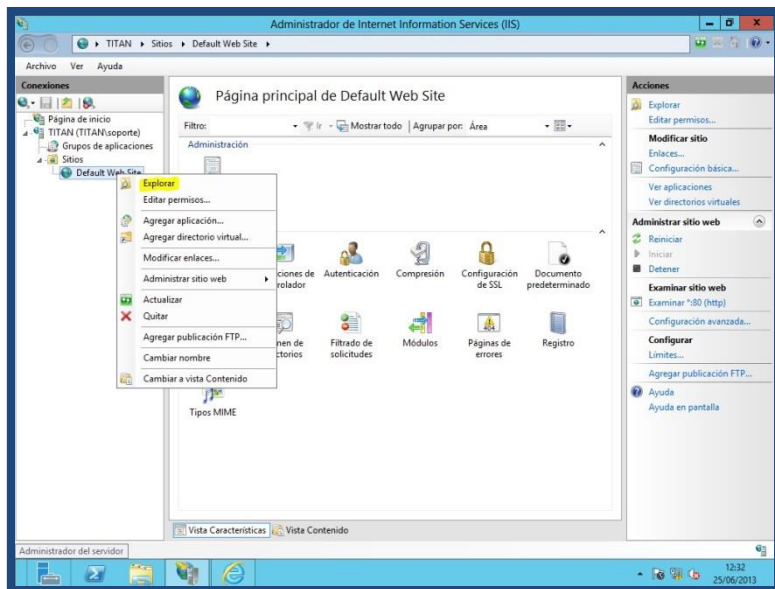


Figura 200. Ventana de administración del IIS

Especificamos los datos necesarios para el sitio Web

- Nombre del Sitio: autenticación
- Grupo de Aplicación: autenticación

- Ruta de acceso física: C:\inetpub\wwwroot\login
- Enlace tipo: http
- Dirección IP: 172.20.64.3
- Puerto 80
- Nombre del host: www.gattulcan.gob.ec

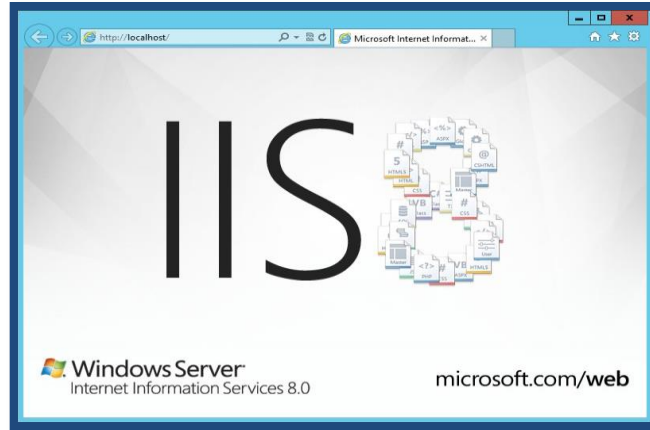


Figura 201. Pantalla de verificación de Configuración de Servidor IIS

Instalación y Configuración de Active Directory



Figura 202. Seleccionamos la opción Agregar roles y características

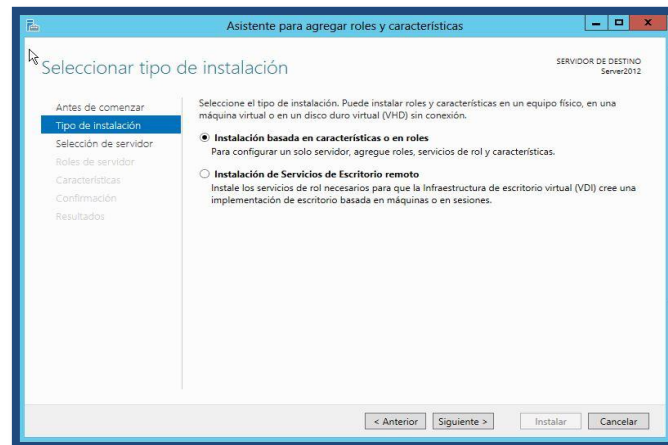


Figura 203. Instalación en roles

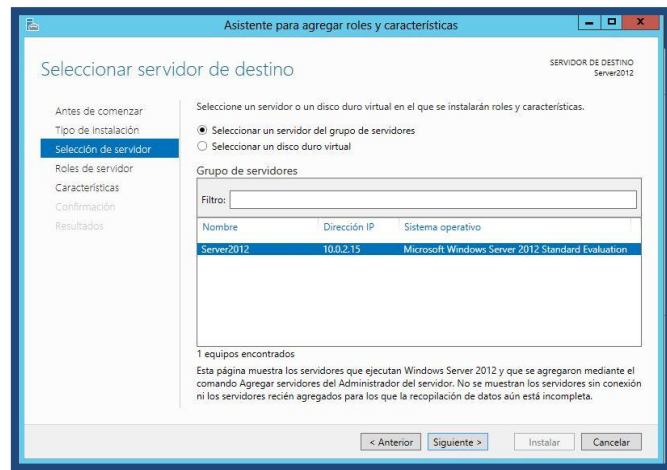


Figura 204. Seleccionamos el servidor, en este caso Server2012

Instalación de Active Directory

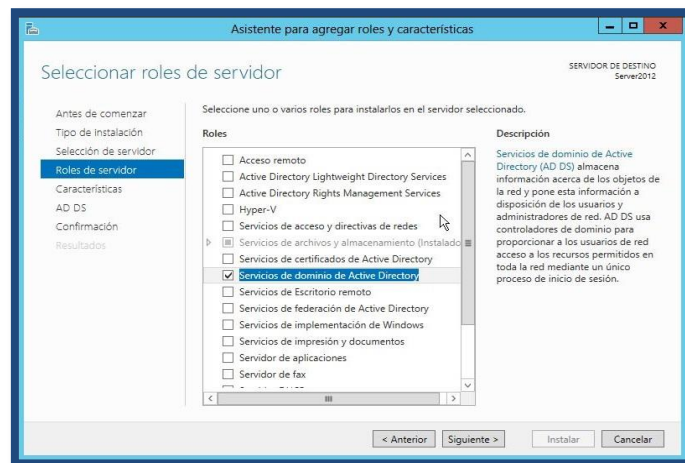


Figura 205. Instalación de los Servicios de dominio de Active Directory

- Ahora nos muestra las características que necesitamos instalar.

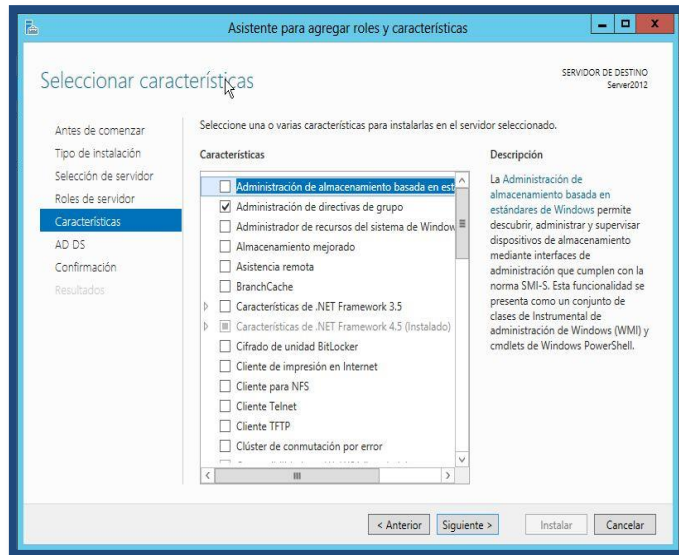


Figura 206. Selección de las características a instalar en el Servidor

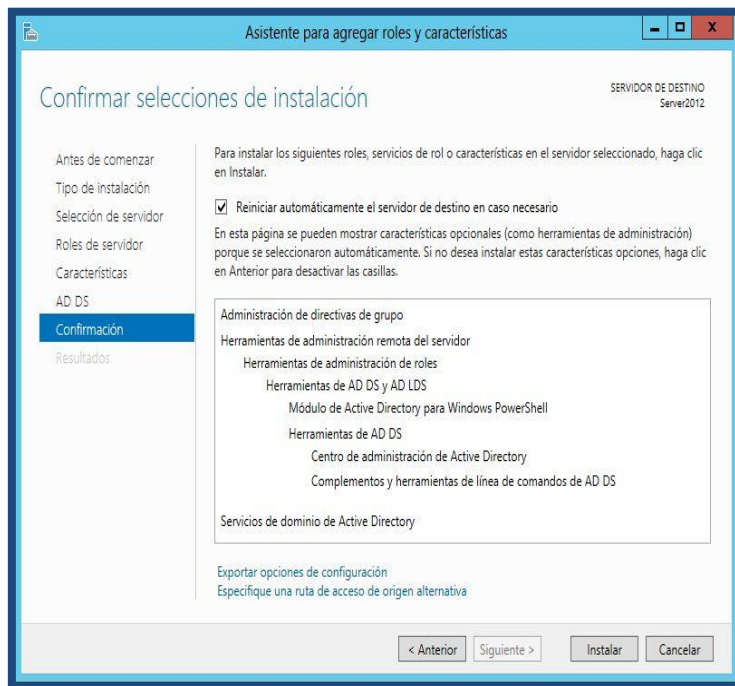


Figura 207. Resumen de instalación de las Herramientas

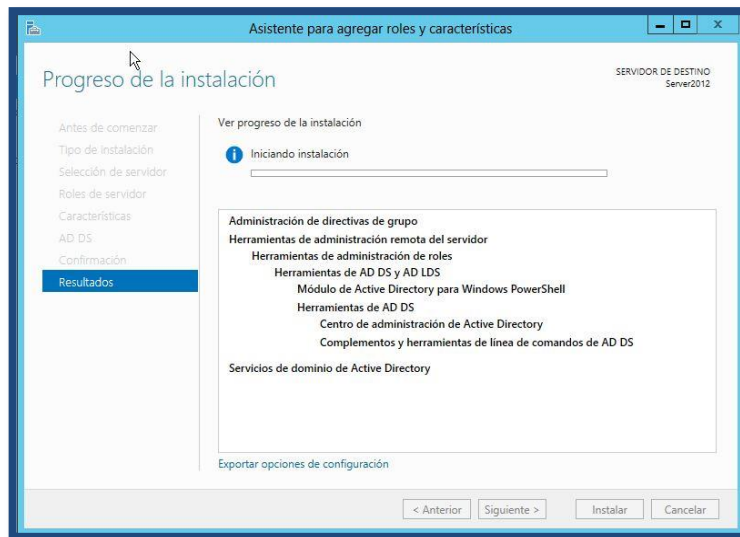


Figura 208. Progreso de instalación

- Una vez ha terminado de realizar las gestiones, nos deja promover este servidor a controlador de dominio.

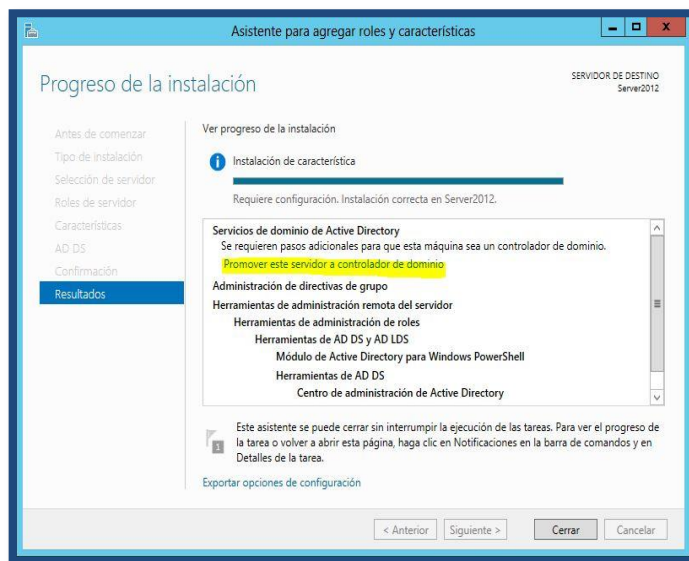


Figura 209. Resultados de instalación del Servidor Active Directory

- Agregamos un nuevo bosque el cual consiste en uno o más dominios que comparten un esquema común y un catálogo global; de igual manera un bosque constituye la barrera de seguridad y administración de todos los objetos que residen en él

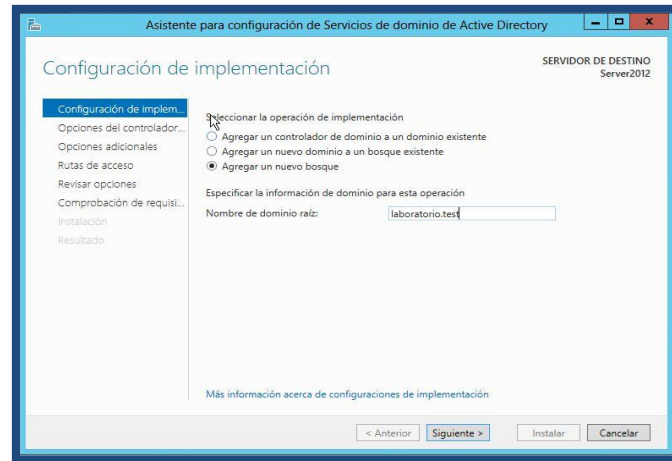


Figura 210. Selección de agregación de un nuevo Bosque

- Opciones de controlador de dominio, niveles funcionales desde 2003 en adelante, seleccionamos Windows Server 2012.

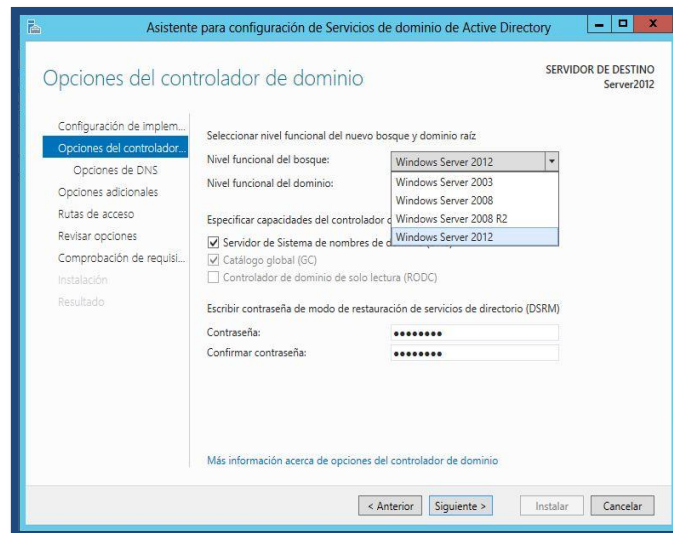


Figura 211. Selección de Controlador de dominio Windows Server 2012

- Pide crear una zona DNS; que permita resolver las peticiones de nombres asociados a dominios en direcciones IP.

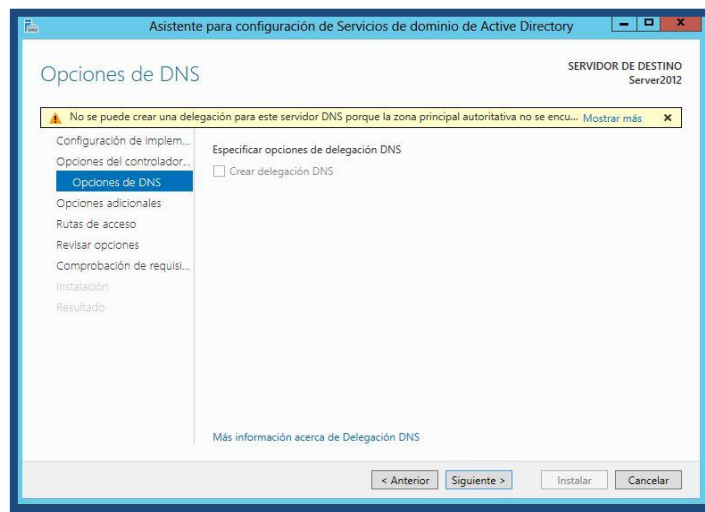


Figura 212, Instalación de Opciones de DNS

- Nombre Netbios (Network Basic Input/Output System) quién permitirá a las aplicaciones 'hablar con la red'.

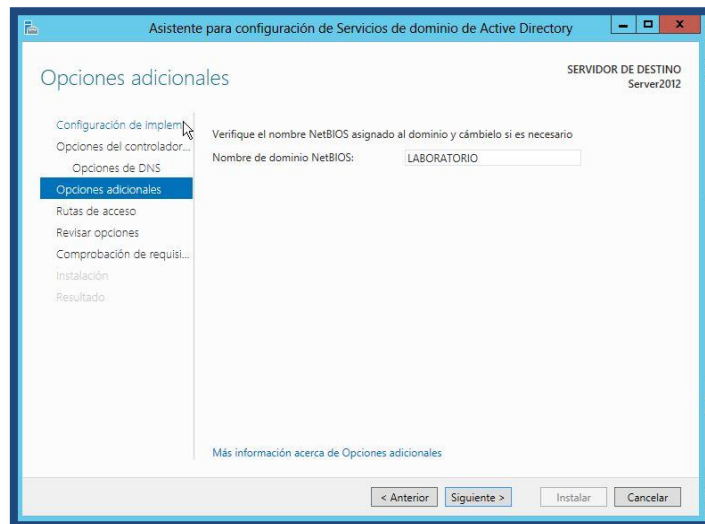


Figura 213. Instalación de Netbios

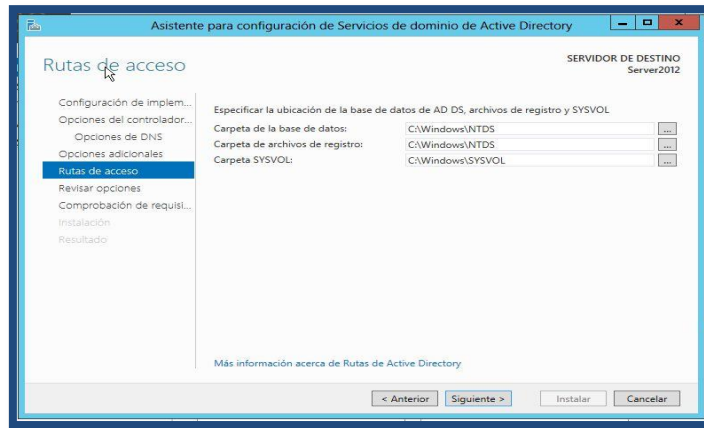


Figura 214. Generación de espacio y las carpetas de las bases de datos a instalarse.

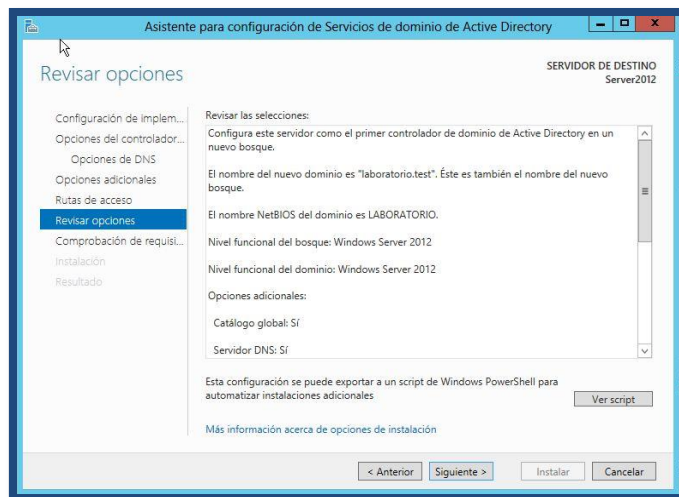


Figura 215. Resumen de las opciones

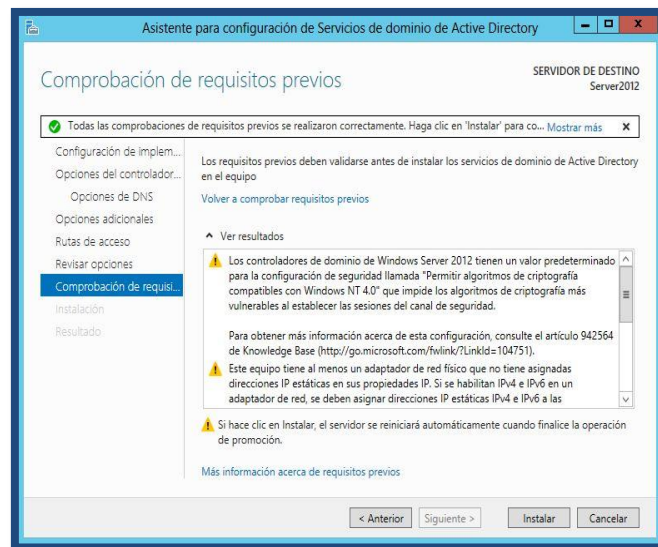


Figura 216. Comprobación de requisitos previos

- Crear las directivas de red, las cuales se constituyen en conjuntos de condiciones, restricciones y valores de configuración que permite designar.

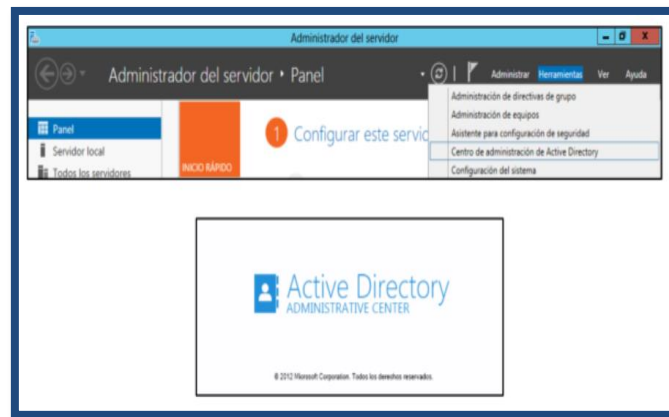


Figura 217. Centro de administración de Active Directory

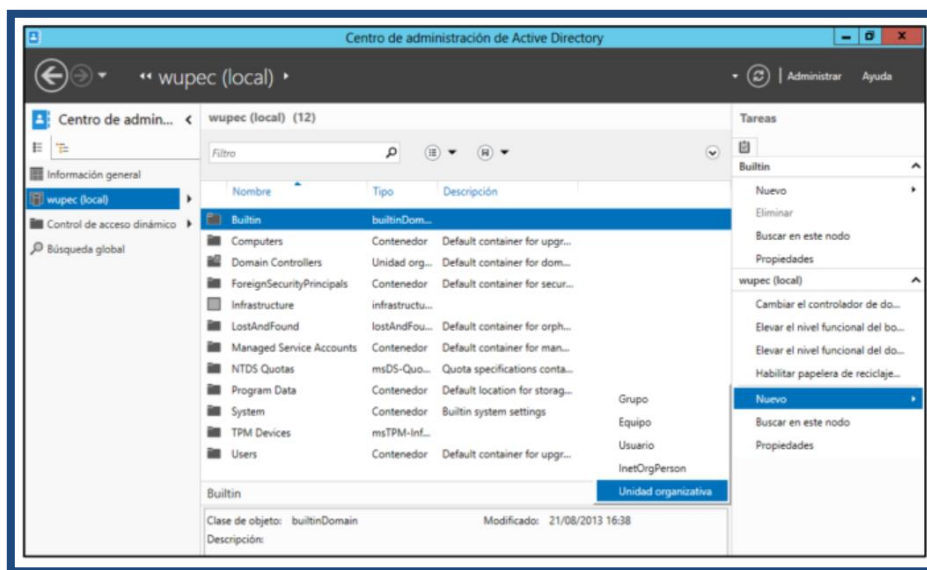


Figura 218. Creación de la nueva Unidad Organizativa dentro del dominio

- Visualizamos la consola de usuarios y equipos para la creación de usuarios dentro de cada Unidad Organizativa.

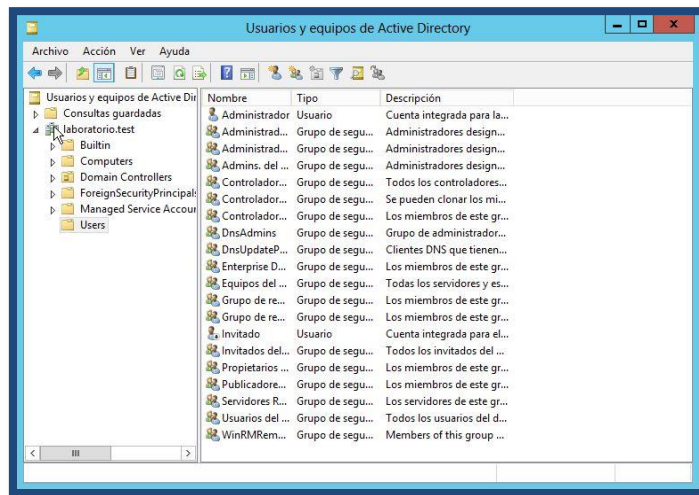


Figura 219. Usuarios dentro de cada unidad organizativa

✓ Instalación y configuración de servidor DNS

Un servidor DNS es una base de datos distribuida que se usa para traducir los nombres de dominio en IP's; la cual implica agregar el rol del servidor DNS al servidor Windows Server 2012 existente.

- Vamos a **herramientas** y seleccionamos **DNS**.

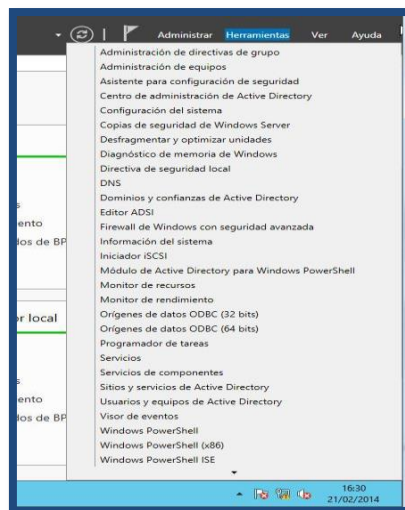


Figura 220. Acceso a la configuración del Servidor DNS

- Al abrir la ventana del administrador de DNS, podemos ver la zona de búsqueda directa. Es la zona del dominio interno.
- Al hacer un click en el botón derecho encima del servidor y vamos a propiedades, podemos ver las interfaces

- En él vemos las interfaces que están disponibles en nuestra red LAN.

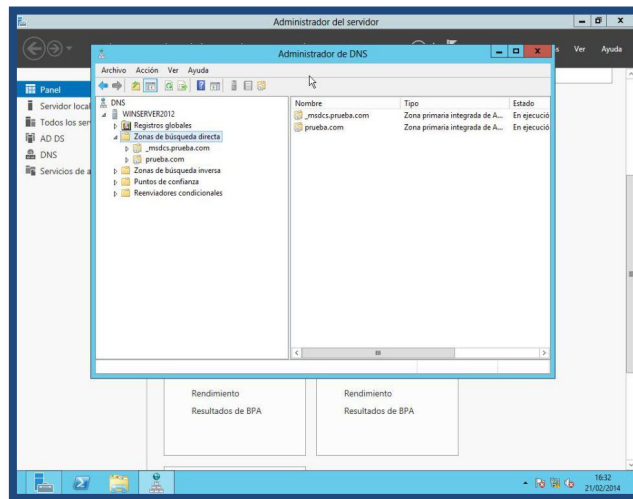


Figura 221. Interfaz de administrador de DNS

- Si vamos a la pestaña **reenviadores**, vemos que servidores DNS se van a encargar de las peticiones que no son solucionadas por el servidor internet. Típicamente las peticiones exteriores: Internet.

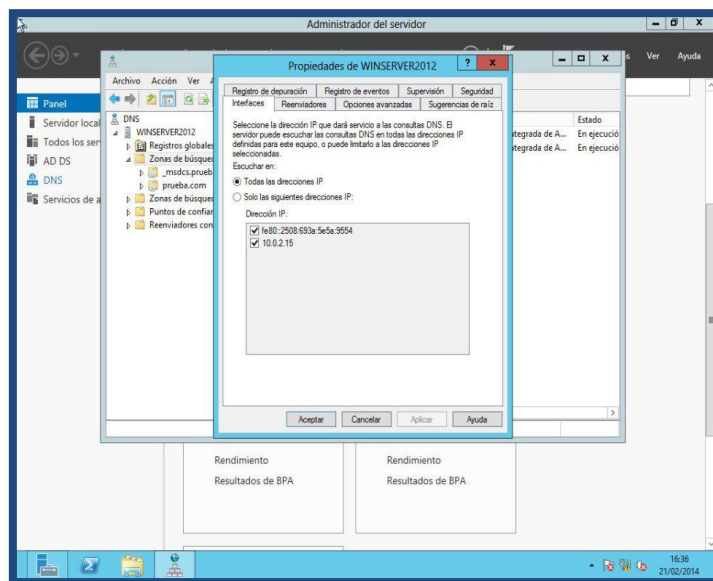


Figura 222. Pantalla de configuración de propiedades de Windows Server 2012

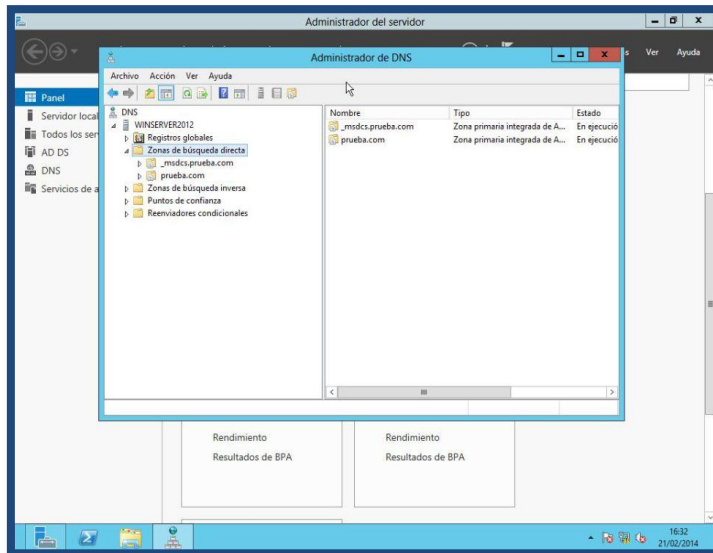


Figura 223. Acceso a la configuración de la zona de búsqueda directa

- En estos momentos tenemos una zona de búsqueda directa, pero también configuraremos una zona de búsqueda inversa, para que solventar las peticiones inversas, es decir, aquellas que ante una IP se desee obtener el nombre real.

Para ello realizamos los siguientes pasos:

- Vamos a **zonas de búsqueda inversa**, y **zona nueva** y seguimos los pasos.

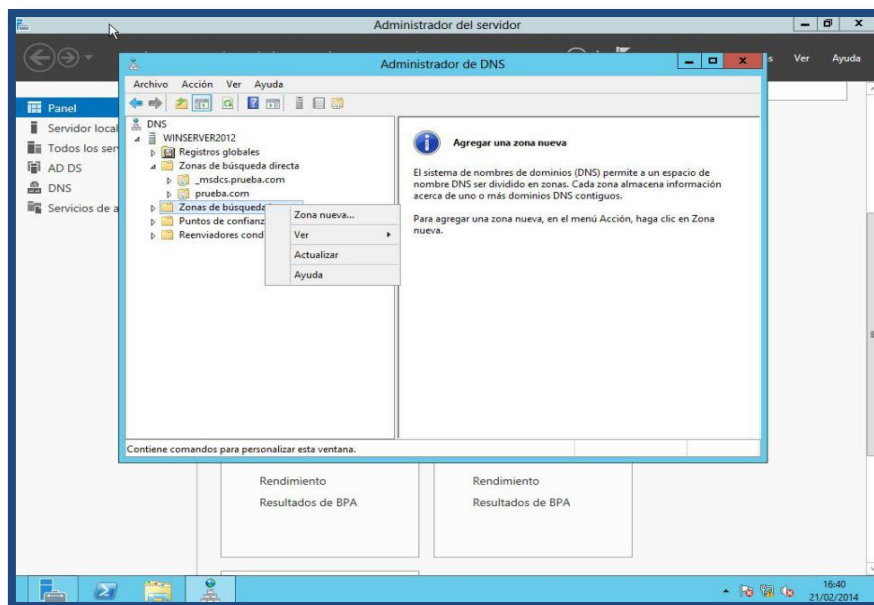


Figura 224. Acceso a la configuración de la zona de búsqueda inversa

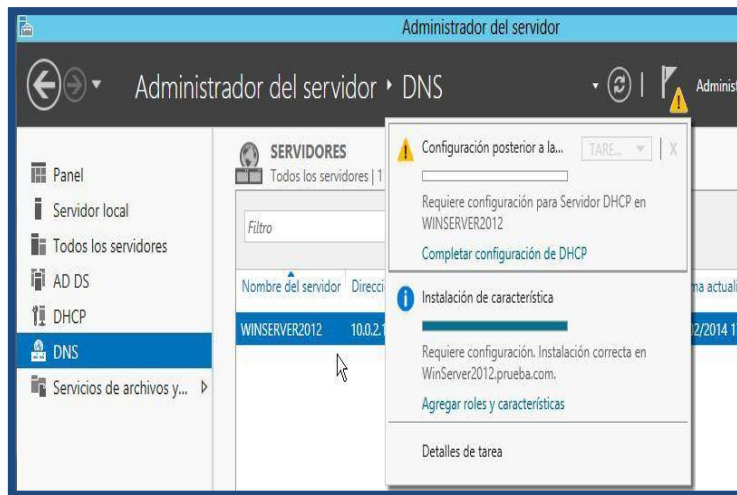


Figura 225. Acceso a la revisión del administrador del servidor DNS

- Una vez finalizado este punto, es necesaria una configuración básica, para lo cual seleccionamos propiedades de configuración y luego escogemos DHCP. Al abrir la ventana, lo primero es crear un ámbito nuevo.

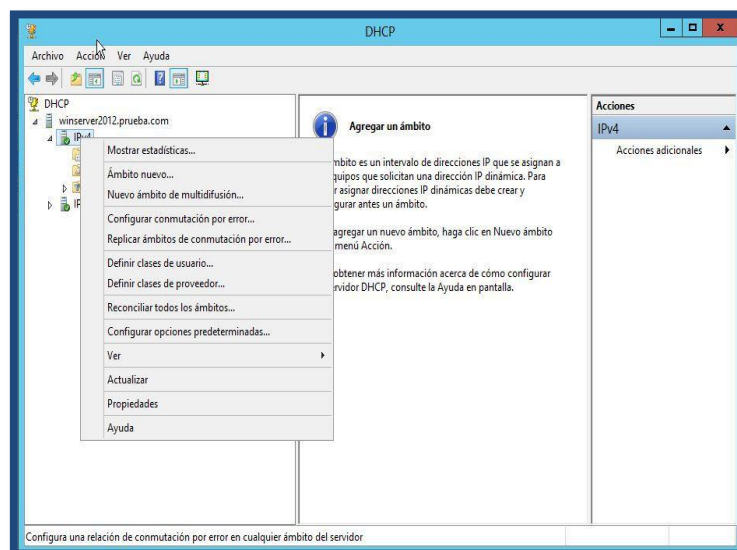


Figura 226. Creación de un ámbito nuevo

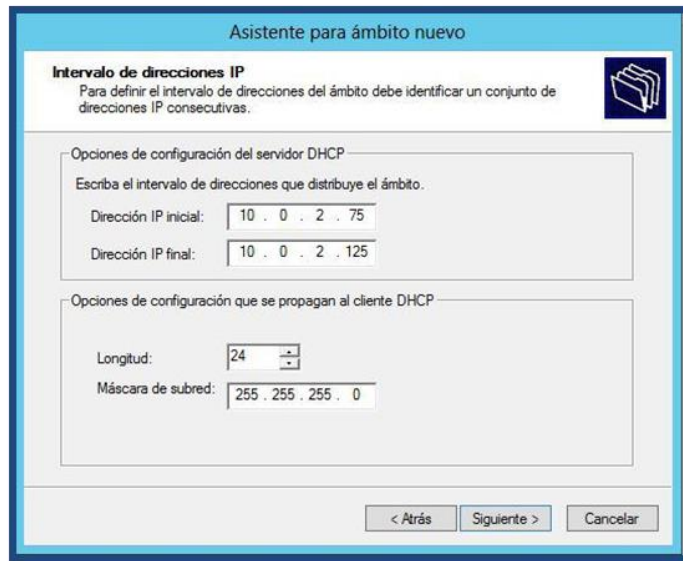


Figura 227. Asignación de un rango de intervalo de direcciones IP

Si lo deseamos podemos agregar exclusiones y si lo deseamos el tiempo de concesiones.

- En este caso serán 12 horas.

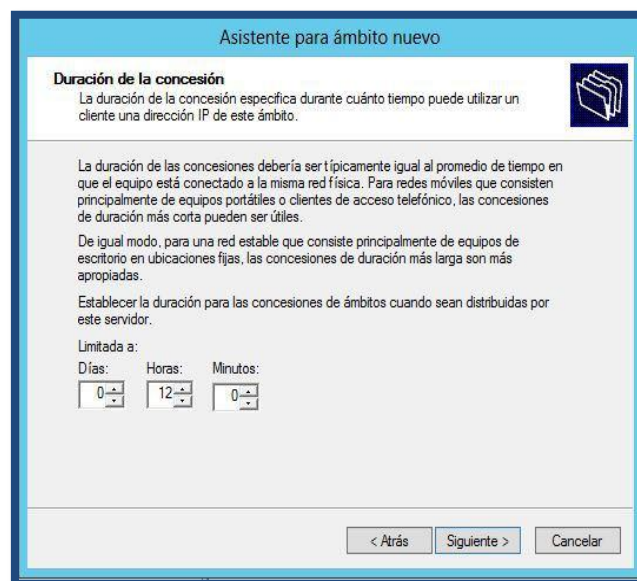


Figura 228. Configuración de la duración de concesiones

Por último el configurador, nos solicitará los datos de la puerta de enlace y servidores DNS; y si deseamos reservar una dirección IP para una máquina en particular, iremos en “reservas”, y nos solicitará los datos de la máquina. La

MAC de la tarjeta de red del cliente. Para conocerla en la máquina cliente ejecutar ipconfig/all.

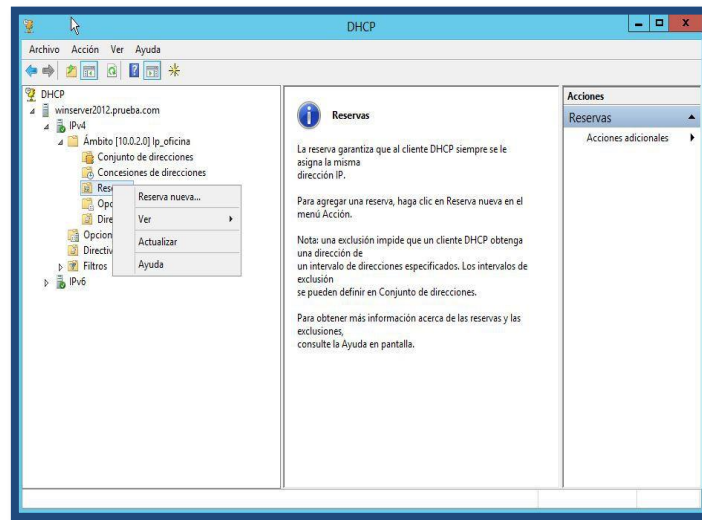


Figura 229. Pantalla de configuración para la reserva de una dirección IP

✓ Instalación y configuración de DHCP

Para ello será necesario disponer de un Windows Server 2012 con el rol DHCP instalado y activo.

Entramos en **Herramientas administrativas -> DHCP**. Como podemos observar, el nombre del servidor donde vamos a proceder a la configuración Pulsamos sobre **IPv4** y seleccionamos **Ámbito nuevo**.

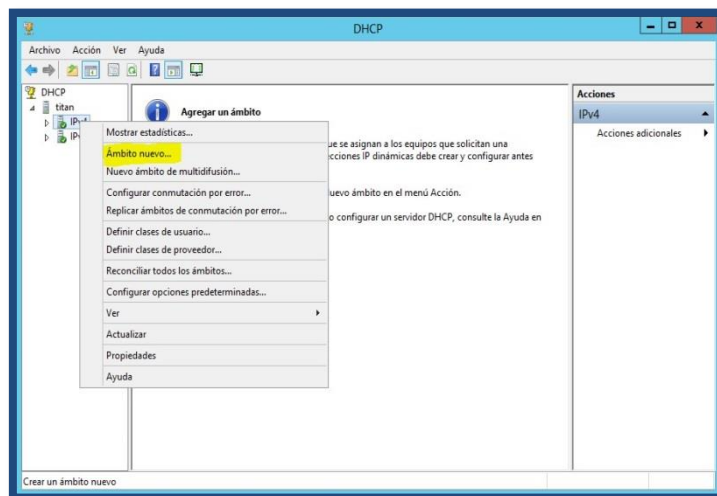


Figura 230. Creación de un nuevo ámbito en DHCP

Aparecerá un asistente de configuración, donde deberemos especificar un nombre para el ámbito, que hemos llamado **MiDireccionamiento**.

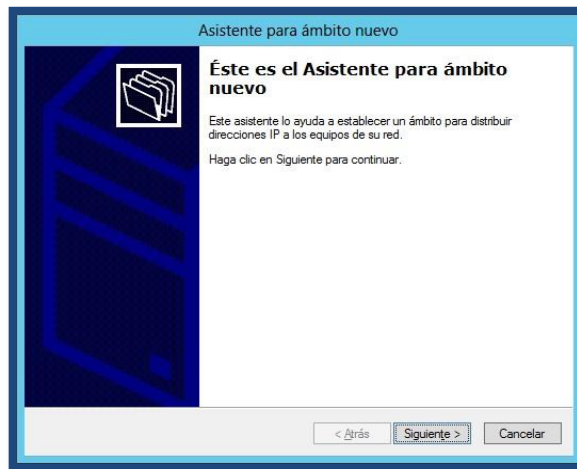


Figura 231. Configuración de ámbito nuevo en el servidor DHCP

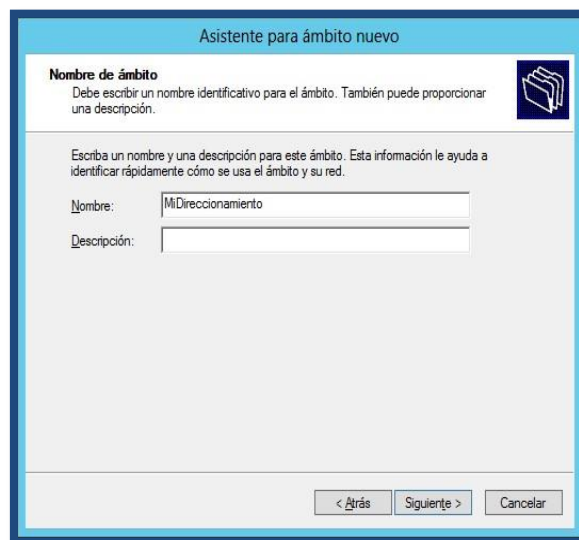


Figura 232. Asignación del nombre de ámbito nuevo

Configuramos la dirección IP inicial y final para el ámbito. En este caso, hemos configurado un ámbito de **51 direcciones**, desde la **192.168.0.100** hasta la **192.168.0.150**. Igualmente, configuramos la máscara de subred que queremos se propague a los clientes del servicio; en este caso la **255.255.255.0**, con **24 bits a 1** (esta opción es por defecto).

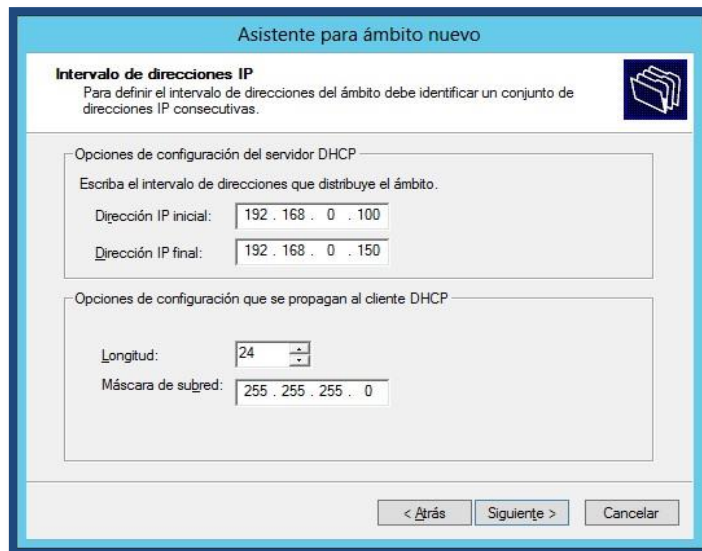


Figura 233. Asignación de Intervalo de direcciones dinámicas

En la siguiente pantalla se podrán excluir direcciones que no queramos que el servidor pueda ofrecer, dentro del ámbito configurado. Nosotros hemos excluido desde la **192.168.0.120** a la **192.168.0.125** a modo de ejemplo.

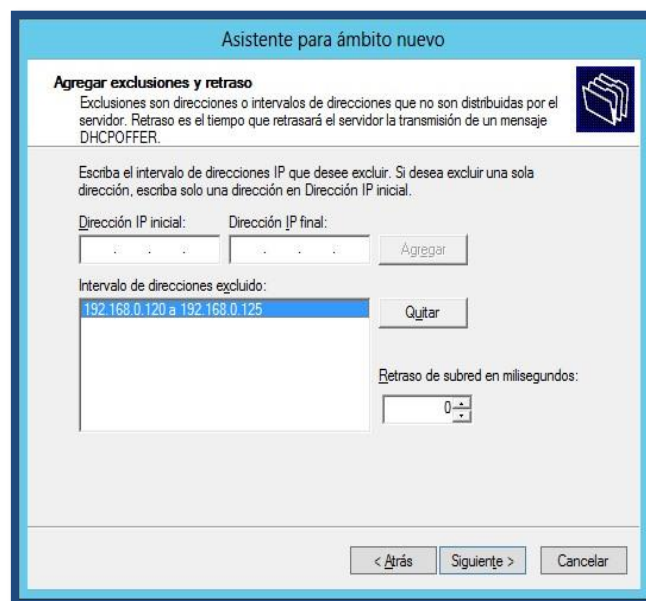


Figura 234. Configuración de exclusión de direcciones

- Para configurar cada asignación estática DHCP deberemos desplegar el ámbito creado y pulsar con el botón derecho en **Reserva nueva**.

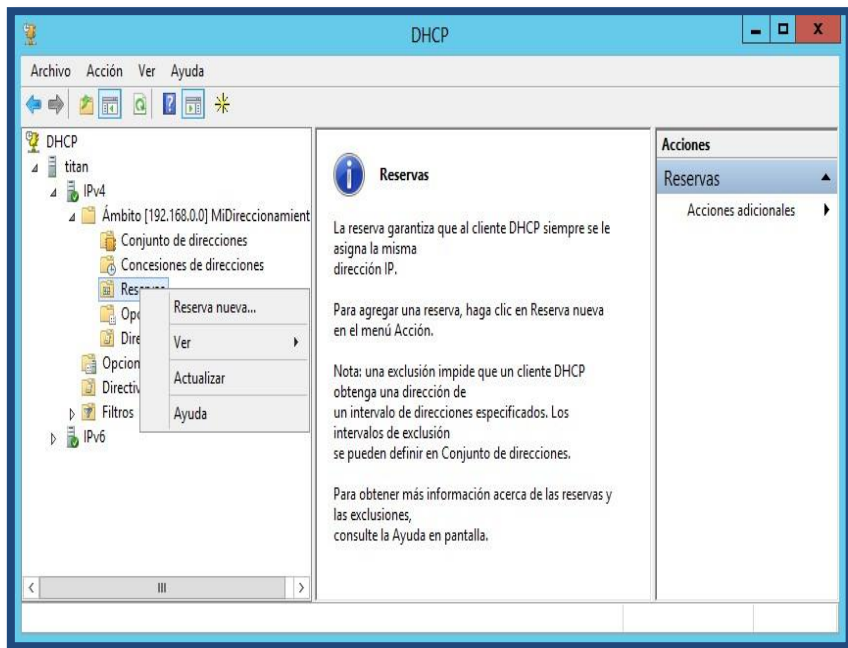


Figura 235. Configuración de una nueva reserva

- Configuraremos un nombre, dirección IP dentro del ámbito y una dirección física (MAC) para cada reserva.

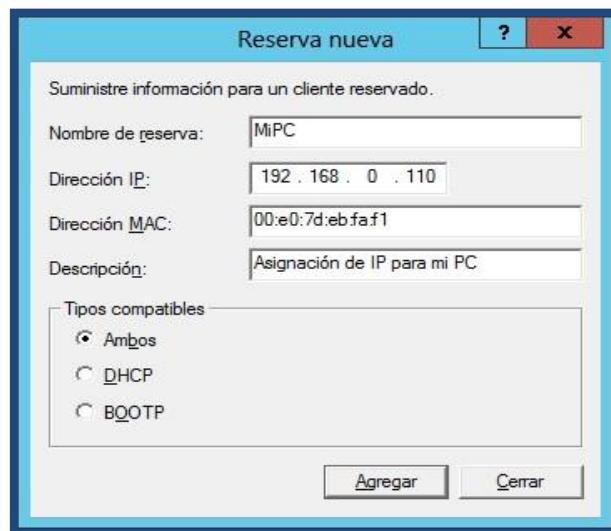


Figura 236. Configuración de una reserva nueva

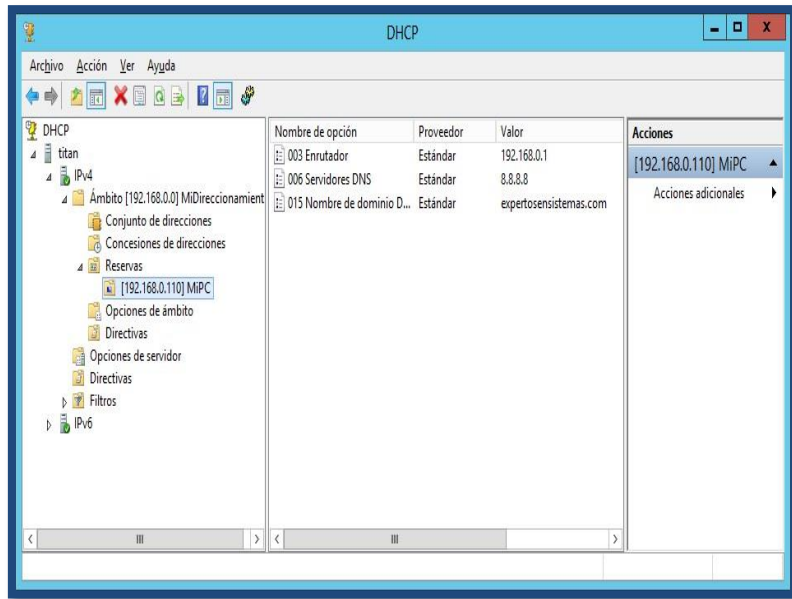





Figura 237. Resultado global tras la configuración

ANEXO 2 Tabla comparativa de Características de Access Point

CARACTERISTICAS	Cisco Aironet 1500 AIR-CAP Mod 1552E-x-k9 Outdoor Access Point/Bridge 	UniFi UAP- Outdoor 	D-Link (DWL- 7700AP) 
Enmiendas	IEEE b/g/n	IEEE b/g/n	IEEE 802.11 a/b/g
Certificación Wi-Fi	Si	Si	Si
Velocidades en Mbps	802.11b: 1,2,5.5,11 802.11g: 6,9,12,18,24,36,48,54 802.11n: 15,30,90,120,150,300	150+	802.11 b: 1,2,5.5,11 802.11 a/g: 6,9,12,18 24,36,48,54
Banda de Frecuencia	2.4 Ghz o 5 Ghz	2.4 Ghz	2.4000 – 24835 Ghz 5.15 Ghz a 5.35Ghz 5.725 Ghz a 5,825 Ghz
Equipo de Exterior (outdoor)	Si	si	si
Modos de operación	<ul style="list-style-type: none"> • AP • Puente inalámbrico • Puente punto a multipunto • Malla inalámbrica punto a multipunto 	AP Puente inalámbrico	AP Puente inalámbrico
Soporte para antenas Externas	Si, Seis conexiones de antenas externas <ul style="list-style-type: none"> • Antenas 2.4 Ghz, 5Ghz o de doble banda • Tres conectores de antena de tipo N para radios de 2,4 Ghz. • Tres conectores para antenas de 5Ghz 	Si (viene con dos antenas externas de 6 dBi de ganancia cada una)	Si (viene con dos antenas de 5 dBi de ganancia cada una)
Administración	Vía ventana SNMP v1,v2 y v3	Vía ventana SNMP v1,v2 y v3	Vía ventana SNMP v1,v2 y v3

	Web (http) Telnet	Web (http) Telnet	Web (http) Telnet
Perfil de rendimiento de Aplicaciones	De clase empresarial Alta densidad de cliente. HD Video/VDI	De clase semiempresarial, rendimiento de voz/video/	De clase semiempresarial mediana densidad de clientes
SFP Fibra	si	No	No
Soporte de PoE	si	si	si
Soporte de QoS	si	no	no
Soporte VLAN	si	si	si
Servidor Radius	si(radius local)	si	no
Servidor DHCP	si	si	si
Seguridades	Algoritmo de seguridad soportados: EAP, EAP-TLS, EAP-TTLS, LEAP, TKIP, WPA, WPA2, (IEEE 802.11i) Acl, Control de direcciones MAC	WEB, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, (IEEE 802.11i)	WPA, WPA2 (IEEE 802.11i)
Clientes Concurrentes	100+	50	50
Potencia Max TX	28 dBm	27 dBm	20 dBm
Precio	1400 USD	1100 USD	929,99 USD

Tabla 82. Tabla comparativa de Características de AP'S

Características Técnicas de los equipos a utilizarse.

Estos equipos son de la marca CISCO

- **Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E e capa 2-4**

Características Técnicas

• Dispone de 6 módulos para transceiver de fibra óptica de TenGigabitEthernet.
• También dispone de 12 módulos para transceiver de fibra óptica GigabitEthernet.
• De igual manera dispone de 3 módulos de 48 puertos de red GigabitEthernet.
• Escalable hasta 384 puertos Gigabit de cobre, 200 puertos de fibra gigabit, o 104 puertos 10-Gigabit en sistemas de conmutación no virtual de modo (VSS).
• 116 Poder universal de Ethernet (UPOE) (60 W), 240 PoE + (30W) fuente de alimentación de 9000 W.

- Admite hasta 250 puntos de acceso y 4000 clientes en un despliegue sin controlador multi-switch.
- Control de aplicaciones y calidad de servicio.



Figura 238, Switch Core Serie 4500-E modelo 4506-E e

- **Switch Catalys Cisco 3560E Series**

Características Técnicas

- | |
|--|
| • Diez segundos 10 Gb de actualización |
| • Soporte para dispositivos 802.11n |
| • Configuración con un máximo de 20W PoE por puerto |
| • Disponen de ventilador y fuente de alimentación modular con respaldo externo disponible |
| • Fuentes de alimentación modulares redundantes duales y ventiladores para Cisco Catalyst 3560E |
| • Enrutamiento de multidifusión, enrutamiento IPv6, y la lista de control de acceso (ACL) en el hardware |
| • Puerto de administración Ethernet |



Figura 239, Switch Cisco Catalyst 3560E

- **Wireless Lan Controles Serie 5500**

Características Técnicas

Wireless Lan Controles 5500	Especificaciones
Wireless	802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, WMM / 802.11e, 802.11h, 802.11n
conmutación enrutamiento	IEEE 802.3 10BASE-T, 802.3u especificación IEEE 100 BASE-TX, 1000BASE-T. 1000BASE-SX, 1000-BASE-LH, IEEE 802.1Q Vtagging, y IEEE 802.1AX agregación de enlaces.
Estándares de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • WPA • IEEE 802.11i (WPA2, RSN) • RFC 2451 ESP-CBC modo de cifrado Algoritmos • RFC 4347 datagramas de la capa de transporte Sec
Autenticación, Autorización, y contabilidad (AAA)	<ul style="list-style-type: none"> • RFC 2865 RADIUS de autenticación • RFC 2866 RADIUS Contabilidad • RFC 2867 RADIUS túnel Contabilidad • RFC 2869 Extensiones RADIUS • RFC 3576 Extensiones de autorización dinámica a RADIUS



Figura 240, Wireless LAN Controller

- **AP Cisco Aironet 1552EU-x-K9 Series Outdoor Access Point**

Características Técnicas

AP Cisco Aironet 1552EU-x-K9 Series Outdoor Access Point	Especificaciones
	2 x 3 de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) con dos flujos

Capacidades 802.11n	espaciales <ul style="list-style-type: none"> • canales de 20 y 40 MHz • velocidades de datos PHY de hasta 300 Mbps • agregación de paquetes: A-MPDU (Tx / Rx), A-MSDU (Tx / Rx) • 802.11 selección dinámica de frecuencias (DFS) • diversidad desplazamiento cíclico apoyo (CSD)
ISA100 Capacidades Router Backbone	Enrutador backbone ISA100.11a ofrece: <ul style="list-style-type: none"> • radios 802.15.4 con receptores de diversidad (1 Tx, Rx 2) • Diseñado para cumplir con las especificaciones ISA100.11a • receptor IR externo para la recepción de las claves de red seguras del dispositivo compatible con IrDA
Tasas de Datos soportados	802.11a; 6,9,12,18,24,36,48, and 54 Mbps
	802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps
	802.11n data rates (2.4 GHz and 5 GHz):
Interfaz de red	10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45) <ul style="list-style-type: none"> • Fiber SFP
Ganancia de la Antena	External Dual-Band antenas omnidireccionales (AIRANT2547V-N-HZ) 4 dBi (2,4 GHz), 7 dBi (5 GHz) <ul style="list-style-type: none"> • externa de 2,4 GHz antenas omnidireccionales (AIR-ANT2450V-N-HZ) 5 dBi
Cumplimiento	Seguridad <ul style="list-style-type: none"> • puente / malla inalámbrica Certificados digitales X.509 Autenticación de dirección MAC <ul style="list-style-type: none"> • Estándares de cifrado avanzado (AES), Protocolo de Integridad de Clave Temporal (TLIP) 802.11i, Wi-Fi Protected Access (WPA2), WPA <ul style="list-style-type: none"> • autenticación 802.1X, incluido el Protocolo de autenticación extensible y EAP protegido (EAP-PEAP), EAP Transporte Lauer Seguridad (EAP-TLS), EAP-TLS canalizado (EAP-TTLS), y Cisco LEAP • Estándares de cifrado avanzado (AES), Protocolo de Integridad de Clave Temporal (TLIP) • pasarela VPN • Seguridad IP (IPsec), Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP) • filtrado de direcciones MAC

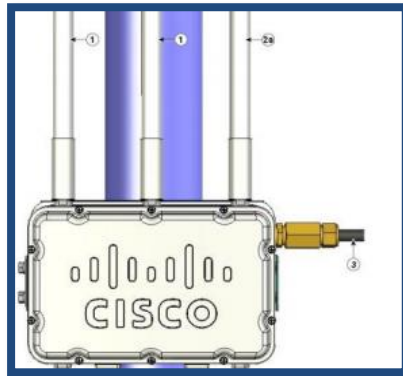


Figura 241. AP Outdoor CISCO 1552EU (Academy C.S, 2008)

1	Antena de 5 Ghz conectada a puerto de antena 1 (conector Tipo N) (Wifi TX/RX)	3	Conexión de fibra óptica
1	Antena de 2.4 Ghz conectada a puerto de antena 2 (conector Tipo N) (Wifi RX)		
2a	Antena de 2.4 Ghz conectada a puerto de antena 3 (conector Tipo N) (Wifi RX)		

Tabla 83. Partes y componentes del AP CISCO outdoor 1552EU

- **Server Cisco UCS C22 M3 SFF.**

Características Técnicas

Tipo de chasis	Rack (1U)
Memoria Ram	8192 MB
Numero de Procesadores	1
Procesador	2400MHz
Tipo de Memoria Interna	DDR3
Ranuras de Memoria	12 Dimm
Tipo de Procesador	Intel Xeon
Ancho Profundidad y altura	430x660 4x43,2mm
Ethernet LAN RJ-45 cantidad de puertos	3
Cantidad de puertos USB	6
Puertos VGA	1

Bus del Sistema	1333 MHz
Puerto Señal	1
Número de núcleo de procesador	6
Interfaz de disco duro	Serial Altachet SCSI SAS

Tabla 84. Características Técnicas del Servidor Cisco UCS C22

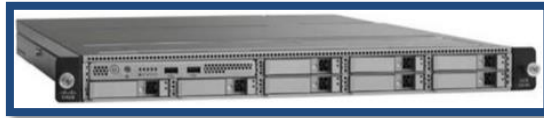


Figura 242, Servidor Cisco UCS

ANEXO 3 Formato de oficios presentados como parte de la recopilación de la información

Oficio Nro. 15-OF

Tulcán, 07 de agosto de 2014

Señor.

Ing. Julio Robles

ALCALDE DE LA CIUDAD DE TULCÁN

Presente.

De mi consideración.

Reciba un cordial y atento saludo, sin antes desearle toda clase éxitos en las funciones que Usted, muy acertadamente desempeña.

*Por medio del presente, me permito agradecerle por la colaboración recibida y de la manera más comedida, Yo Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro portador de la cédula Nro: 040102111-8 egresado de la Maestría en Redes y Comunicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y con la finalidad de continuar realizando el análisis financiero del proyecto de Investigación que es netamente académica de mi tesis la cual lleva por tema "**DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN**", me permito solicitarle de la manera más cordial, se autorice a quién corresponda la siguiente información:*

- *Balance General del Municipio de Tulcán por el año 2013*
- *Estado de Resultados del mismo periodo.*
- *Número de Predios Urbanos de la ciudad de Tulcán*
- *Estadísticas de cobros de los predios urbanos por meses hasta la fecha.*

En espera de su favorable atención le anticipo mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente,

Ing. Jairo Hidalgo G

Egresado PUCE

Oficio Nro. 02-OF

Señor.

Dr. Marco Ortega

DIRECTOR DE SALUD DEL CARCHI

Señora.

Msc. Emerita Salas

DIRECTORA DE EDUCACIÓN DE LA ZONA 1

Señorita.

Lic Karla de la Vega

DIRECTORA DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL CARCHI

Señor.

Sociologo Ramiro Almeida

DIRECTOR DE LA CASA DE LA CULTURA DEL CARCHI

Señor.

Lic Edwin Sánchez

SECRETARIO GENERAL DEL SINDICATO DE CHOFERES DEL CARCHI

Señor.

Econ Guillermo Herrera

PREFECTO DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

Señor.

Crnl. E.M. Victor H Cartagena

COMANDANTE DE POLICÍA CARCHI Nº 10

Señora.

Ing Rita Pozo

ADMINISTRADORA DE EMELNORTE TULCÁN

Señora.

Msc. Emerita Salas

DIRECTORA DE EDUCACIÓN DE LA ZONA 1

ANEXO 3 Formato de Encuesta Aplicada



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

ENCUESTA QUE TIENE POR OBJETIVO INVESTIGAR LA VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA EL DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi QUE PROPORCIONE LOS SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN.

Encuesta dirigida a Propietarios de domicilios de la Ciudad de Tulcán y público en general

1. ***Usted, dispone del servicio de internet en su domicilio? SI NO***
2. ***Dispone de un smartphone (teléfono inteligente) con plan de datos? SI NO***
3. ***Usted, conoce de Instituciones públicas o privadas que oferten servicios digitales vía web (Ejm: transferencias interbancarias, consulta de saldos, pago de servicios básicos, consulta de notas estudiantiles, acceso a bibliotecas virtuales, descarga de formularios, solicitud de citas médicas, matriculas estudiantiles en línea, solicitud de créditos etc) SI NO***
4. ***Si su respuesta es positiva indique el nombre de la Institución que oferta estos servicios_____***
5. ***Usted, utiliza canales digitales(vía web) para realizar sus operaciones financieras o personales SI NO***
6. ***Si su respuesta es positiva indique cuáles son los servicios que utiliza y con qué Institución realiza dichas operaciones_____***

7. ***Visita y utiliza páginas Web´s gubernamentales y académicas (SRI, IESS, Pág. De Municipios, Univeridades, Colegios etc)? SI NO***

8. Si su respuesta es positiva indique cuáles son las páginas que más visita y su principal motivo?_____

9. Las páginas Web's gubernamentales y de Instituciones y empresas locales de nuestra ciudad de Tulcán, le proporcionan los servicios que Usted necesita y busca? SI NO

10. El lugar y la frecuencia en horas con la que Usted, utiliza el Internet y sus servicios es:	Diariamente horas	Semanalmente horas	Mensualmente horas	de vez en cuando horas	Nunca
Casa					
Trabajo u oficina					
Centro de Estudios (Colegio, Universidad)					
Lugares de Acceso Gratuito (parques bulevares etc)					
Otros lugares					

11. El uso y el objetivo del Internet frecuentemente es para:? Por favor indique por qué?.	<i>Diariamente</i>	<i>Semanalmente</i>	<i>Mensualmente</i>	<i>de vez en cuando</i>	<i>Nunca</i>
<i>Transferencias on-line</i>					
<i>Pago se servicios Municipales</i>					
<i>Consulta de páginas gubernamentales</i>					
<i>Investigación, consultas, Entretenimiento, compras etc</i>					
<i>Reservas de citas Médicas</i>					
<i>Consultas en bibliotecas virtuales</i>					
<i>Generación de créditos IESS</i>					
<i>Pago de impuestos</i>					
<i>Visita de Redes sociales</i>					
<i>Otros propósitos</i>					
<i>Por qué?</i>					

12. A realizado Usted, capacitaciones vía Internet:? SI NO

13. Si su respuesta es afirmativa indique el nombre de la Institución que le brindó este servicio? _____

14. Conoce Usted, de lugares públicos en nuestra ciudad de Tulcán que brinden el servicio de Internet gratuito (parques, plazoletas, bulevares, entidades públicas etc). SI NO

15. Si su respuesta es afirmativa indique en donde? _____

16. A tenido algún inconveniente en conectarse a Internet en algún lugar público de la ciudad de Tulcán? _____

17. Indique el motivo principal de utilizar Internet en lugares públicos (parques, plazoletas, bulevares, entidades públicas etc)? _____

18. Le gustaría contar con un servicio de Internet de banda ancha en lugares públicos (Parques, plazoletas, bulevares etc). SI No

19. El pago de los servicios Municipales (agua potable, predio urbano, permisos de funcionamiento, de construcción etc) los realiza a través de:

Transferencia vía web Pago en entidades financieras Pago en las oficinas municipales con tarjeta de crédito otros _____

20. La atención en el pago de los servicios municipales por parte de los funcionarios es? Muy buena buena regular mala

21. El tiempo que le demanda el pago de los servicios municipales es?

de 10 a 30 minutos 1 hora 2 horas 3 horas 4 horas más de 4 horas

22. Cree Usted, que con la implementación de la mayoría de los servicios en línea (vía WEB) tanto de empresas particulares como municipales le facilitaría el acceso y pagos de los mismos? SI NO

23. Le gustaría que nuestra ciudad cuente con servicios de una “Ciudad Digital” (Integración on line de Sistemas de Administración Pública, Sistema Educativo, Seguridad, Salud, Emergencias, Tramites ante el Gobierno Local, Gestión de Servicios Públicos Municipales, Tele Educación, Telemedicina, Acción Social y Cultural) a través del acceso inalámbrico a Internet desde cualquier parte de nuestra ciudad? SI No

ANEXO 4 Estados Financieros del GAD DE TULCÁN año 2013

GOBIERNO MUNICIPAL DE TULCÁN									
BALANCE DE COMPROBACION									
Del 01 de Enero de 2013 al 31 de Diciembre de 2013									
C U E N T A S									
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	SALDOS INICIALES		FLUJOS		SUMAS		SALDOS FINALES	
		DEUDOR	ACREEDOR	DÉBITOS	CRÉDITOS	DÉBITOS	CRÉDITOS	DEUDOR	ACREEDOR
625.02	Renta De Arrendamientos De Bienes			242,813.71	242,813.71	242,813.71	242,813.71		
625.02.02	Rentas de Edificios Locales y Residencias			237,435.71	237,435.71	237,435.71	237,435.71		
625.02.04	Rentas de Maquinarias y Equipos			5,378.00	5,378.00	5,378.00	5,378.00		
625.04	Multas			140,410.59	140,410.59	140,410.59	140,410.59		
625.04.02	Infracciones a Ordenanzas Municipales			37,565.97	37,565.97	37,565.97	37,565.97		
625.04.04	Incumplimiento de Contrato			102,844.62	102,844.62	102,844.62	102,844.62		
625.24	Otros Ingresos No Clasificados			126,308.52	126,308.52	126,308.52	126,308.52		
625.24.99	Otros no Especificados			126,308.52	126,308.52	126,308.52	126,308.52		
626	TRANSFERENCIAS RECIBIDAS			12,702,296.00	12,702,296.00	12,702,296.00	12,702,296.00		
626.01	Transferencias Corrientes Del Sector Publico			1,426,107.25	1,426,107.25	1,426,107.25	1,426,107.25		
626.01.01	Transferencias del Gobierno Nacional			1,101,794.82	1,101,794.82	1,101,794.82	1,101,794.82		
626.01.00	Transferencias de Cuentas o Fondos Especiales			324,312.43	324,312.43	324,312.43	324,312.43		
626.21	Transferencias De Capital Del Sector Publico			10,431,542.67	10,431,542.67	10,431,542.67	10,431,542.67		
626.21.01	Transferencias del Gobierno Central			9,857,689.95	9,857,689.95	9,857,689.95	9,857,689.95		
626.21.02	Transferencias de Entidades Descentralizadas y f			155,000.00	155,000.00	155,000.00	155,000.00		
626.21.08	Transferencias de Cuentas o Fondos Especiales			418,852.72	418,852.72	418,852.72	418,852.72		
626.23	Donaciones De Capital Del Sector Externo			51,941.68	51,941.68	51,941.68	51,941.68		
626.23.02	Donaciones de Gobiernos y Organismos Guberna			51,941.68	51,941.68	51,941.68	51,941.68		
626.30	Reintegro del IVA			792,704.40	792,704.40	792,704.40	792,704.40		
626.30.02	Del Presupuesto General del Estado a Gobiernos			792,704.40	792,704.40	792,704.40	792,704.40		
63	GASTOS DE GESTIÓN			10,460,670.88	10,460,670.88	10,460,670.88	10,460,670.88		
631	INVERSIONES PUBLICAS			6,726,400.06	6,726,400.06	6,726,400.06	6,726,400.06		
631.53	Inversiones En Bienes Nacionales De Uso Publico			6,726,400.06	6,726,400.06	6,726,400.06	6,726,400.06		
633	REMUNERACIONES			2,386,035.47	2,386,035.47	2,386,035.47	2,386,035.47		
633.01	Remuneraciones Basicas			1,420,614.05	1,420,614.05	1,420,614.05	1,420,614.05		
633.01.05	Remuneraciones Unificadas			1,420,614.05	1,420,614.05	1,420,614.05	1,420,614.05		
633.02	Remuneraciones Complementarias			173,365.19	173,365.19	173,365.19	173,365.19		
633.02.03	Decimo Tercer Sueldo			126,089.19	126,089.19	126,089.19	126,089.19		
633.02.04	Decimo Cuarto Sueldo			47,276.00	47,276.00	47,276.00	47,276.00		
633.04	Subsidios			354,776.94	354,776.94	354,776.94	354,776.94		
633.04.99	Otros Subsidios			10,360.99	10,360.99	10,360.99	10,360.99		
633.05	Remuneraciones Temporales			10,360.99	10,360.99	10,360.99	10,360.99		
633.05.13	Encargos			272,171.11	272,171.11	272,171.11	272,171.11		
633.06	Aportes Patronales A La Seguridad Social			159,426.51	159,426.51	159,426.51	159,426.51		
633.06.01	Aporte Patronal			112,744.60	112,744.60	112,744.60	112,744.60		
633.06.02	Fondo de Reserva			164,747.19	164,747.19	164,747.19	164,747.19		
633.07	Indemnizaciones			154,747.19	154,747.19	154,747.19	154,747.19		
633.07.99	Otras Indemnizaciones			355,309.82	355,309.82	355,309.82	355,309.82		
634	BIENES Y SERVICIOS DE CONSUMO								

Figura 243, Balance de Comprobación Gastos de Gestión GAD-Tulcán

GOBIERNO MUNICIPAL DE TULCÁN									
BALANCE DE COMPROBACION									
Del 01 de Enero de 2013 al 31 de Diciembre de 2013									
C U E N T A S									
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	SALDOS INICIALES		FLUJOS		SUMAS		SALDOS FINALES	
		DEUDOR	ACREEDOR	DÉBITOS	CRÉDITOS	DÉBITOS	CRÉDITOS	DEUDOR	ACREEDOR
634.01	Servicios Basicos			96,816.96	96,816.96	96,816.96	96,816.96		
634.01.04	Energia Elect rica			49,806.37	49,806.37	49,806.37	49,806.37		
634.01.05	Telecomunicaciones			46,162.16	46,162.16	46,162.16	46,162.16		
634.01.06	Servicios de Correo			948.43	948.43	948.43	948.43		
634.02	Servicios Generales			149,600.61	149,600.61	149,600.61	149,600.61		
634.02.04	Impresion Reproduccion y Publicaciones			40,449.02	40,449.02	40,449.02	40,449.02		
634.02.06	Eventos Publicos y Oficiales			576.00	576.00	576.00	576.00		
634.02.07	Difusion, Informacion, y Publicidad			107,842.09	107,842.09	107,842.09	107,842.09		
634.02.08	Servicios de Vigilancia			733.50	733.50	733.50	733.50		
634.03	Traslados Instalaciones Viaticos y Substenci			7,621.95	7,621.95	7,621.95	7,621.95		
634.03.01	Pasajes al Interior			172.50	172.50	172.50	172.50		
634.03.03	Viaticos y Substancias En El Interior			3,333.59	3,333.59	3,333.59	3,333.59		
634.03.04	Viaticos y Substancias en el Externo			4,115.86	4,115.86	4,115.86	4,115.86		
634.04	Instalacion, Mantenimiento y Reparaciones			9,349.54	9,349.54	9,349.54	9,349.54		
634.04.03	Gastos en Mobiliarios			2,225.59	2,225.59	2,225.59	2,225.59		
634.04.04	Gastos en Maquinarias y Equipos			3,908.32	3,908.32	3,908.32	3,908.32		
634.04.05	Gastos en Vehiculos			3,215.63	3,215.63	3,215.63	3,215.63		
634.05	Arrendamiento De Bienes			14,754.67	14,754.67	14,754.67	14,754.67		
634.05.02	Arrendamientos de Edificios Locales y Residenci			16,364.37	16,364.37	16,364.37	16,364.37		
634.06	Contratacion De Estudios E Investigaciones			1,176.00	1,176.00	1,176.00	1,176.00		
634.06.03	Servicios de Capacitacion			1,176.00	1,176.00	1,176.00	1,176.00		
634.07	Gastos En Informatica			59,625.72	59,625.72	59,625.72	59,625.72		
634.07.04	Mantenimiento de Sistemas Informaticos			24,452.63	24,452.63	24,452.63	24,452.63		
634.08	Bienes De Uso Y Consumo Corriente			8,108.94	8,108.94	8,108.94	8,108.94		
634.08.03	Combustibles y Lubricantes			2,712.13	2,712.13	2,712.13	2,712.13		
634.08.04	Materiales De Oficina			4,324.39	4,324.39	4,324.39	4,324.39		
634.08.05	Materiales de Aseo			20,019.63	20,019.63	20,019.63	20,019.63		
634.08.07	Materiales de Impresion Fotografia Reproduccion			8.00	8.00	8.00	8.00		
634.08.13	Repuestos y Accesorios			8.00	8.00	8.00	8.00		
634.08.99	Otros Bienes de Usos y Consumo			323,152.38	323,152.38	323,152.38	323,152.38		
635	GASTOS FINANCIEROS Y OTROS			7,444.87	7,444.87	7,444.87	7,444.87		
635.01	Impuestos, Tasas y Contribuciones			7,444.87	7,444.87	7,444.87	7,444.87		
635.01.02	Tasas Generales			243,735.31	243,735.31	243,735.31	243,735.31		
635.02.01	Intereses Deuda Publica Interna			243,735.31	243,735.31	243,735.31	243,735.31		
635.02.01	Intereses al Sector Publico Financiero			71,972.20	71,972.20	71,972.20	71,972.20		
635.04	Seguros, Comisiones Financieras Y Otros			63,499.38	63,499.38	63,499.38	63,499.38		
635.04.01	Seguros			6,794.08	6,794.08	6,794.08	6,794.08		
635.04.03	Comisiones Bancarias			1,179.29	1,179.29	1,179.29	1,179.29		
635.04.06	Costas Judiciales								

Figura 244, Balance de Comprobación Gastos Financieros GAD-Tulcán

GOBIERNO MUNICIPAL DE TULCÁN
BALANCE DE COMPROBACION
 Del 01 de Enero de 2013 al 31 de Diciembre de 2013

Página 11

C U E N T A S		SALDOS INICIALES		FLUJOS		SUMAS		SALDOS FINALES	
		DEUDOR	ACREEDOR	DÉBITOS	CRÉDITOS	DÉBITOS	CRÉDITOS	DEUDOR	ACREEDOR
618.03	Resultado Del Ejercicio Vigente			10,469,861.84	16,293,948.78	10,469,861.84	16,293,948.78		
619	DISMINUCION PATRIMONIAL	6.74		6,178,042.99		6,178,049.73		6,178,049.73	
619.91	(-) Disminucion De Disponibilidades			150.00		150.00		150.00	
619.93	(-) Disminucion De Existencias	6.74		9,001.88		9,008.62		9,008.62	
619.94	(-) Disminucion De Bienes Larga Duracion			6,168,891.11		6,168,891.11		6,168,891.11	
62	INGRESOS DE GESTION			16,209,368.05	16,209,368.05	16,209,368.05	16,209,368.05		
621	Impuestos			1,345,982.58	1,345,982.58	1,345,982.58	1,345,982.58		
621.01	Impuestos Sobre Renta , Utilidades Y Gananc.			299,030.74	299,030.74	299,030.74	299,030.74		
621.01.02	A la Utilidad por la venta de Predios Urbanos			299,030.74	299,030.74	299,030.74	299,030.74		
621.02	Impuesto Sobre La Propiedad			815,508.74	815,508.74	815,508.74	815,508.74		
621.02.01	Predios Urbanos			404,913.26	404,913.26	404,913.26	404,913.26		
621.02.02	Predios Rústicos			67,383.96	67,383.96	67,383.96	67,383.96		
621.02.06	Alcabalas			227,971.51	227,971.51	227,971.51	227,971.51		
621.02.07	Activos Totales			115,240.01	115,240.01	115,240.01	115,240.01		
621.03	Impuesto Sobre El Consumo De Bienes Y Serv			183.80	183.80	183.80	183.80		
621.03.12	A los Espectaculos Publicos			183.80	183.80	183.80	183.80		
621.07	Impuestos Diversos			231,259.30	231,259.30	231,259.30	231,259.30		
621.07.04	Patentes Comerciales Industriales Y De Servicios			222,628.21	222,628.21	222,628.21	222,628.21		
621.07.09	Reajuste De Precios En La Contratacion			8,631.09	8,631.09	8,631.09	8,631.09		
623	TASAS Y CONTRIBUCIONES			1,650,356.65	1,650,356.65	1,650,356.65	1,650,356.65		
623.01	Tasas Generales			1,135,082.32	1,135,082.32	1,135,082.32	1,135,082.32		
623.01.02	Acceso a Lugares Públicos			173,564.90	173,564.90	173,564.90	173,564.90		
623.01.03	Ocupacion de lugares Publicos			26,262.11	26,262.11	26,262.11	26,262.11		
623.01.07	Venta de Bases			1,975.10	1,975.10	1,975.10	1,975.10		
623.01.08	Prestacion de Servicios			255,263.53	255,263.53	255,263.53	255,263.53		
623.01.09	Rodaje de Vehiculos Motorizados			133,981.29	133,981.29	133,981.29	133,981.29		
623.01.10	Control y Vigilancia Municipal			20,705.00	20,705.00	20,705.00	20,705.00		
623.01.16	Recoleccion de basura			240,384.22	240,384.22	240,384.22	240,384.22		
623.01.18	Aprobacion de planos e inspeccion de construccion			99,021.45	99,021.45	99,021.45	99,021.45		
623.01.99	Otras Tasas Generales			183,924.72	183,924.72	183,924.72	183,924.72		
623.03	Tasas Por Derechos			8,651.78	8,651.78	8,651.78	8,651.78		
623.03.02	Sector Industrial y Comercial			31.25	31.25	31.25	31.25		
623.03.04	Sector Turistico y Hotelero			8,620.53	8,620.53	8,620.53	8,620.53		
623.04	Contribuciones			506,622.55	506,622.55	506,622.55	506,622.55		
623.04.99	Otras Contribuciones			506,622.55	506,622.55	506,622.55	506,622.55		
624	VENTA DE BIENES Y SERVICIOS			1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00		
624.23	Ventas De Inmuebles De Administracion			1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00		
624.23.01	Ventas de Terrenos			509,532.82	509,532.82	509,532.82	509,532.82		
625	RENTAS DE INVERSIONES Y OTROS								

Figura 245, Balance de Comprobación Ingresos y Otros GAD-Tulcán