



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA TELECOMUNICACIONES

**“MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE QoS DE LOS ACCESS POINTS
GRATUITOS DEL CORREDOR TURÍSTICO 2 DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA PARA PLANTEAR UNA
PROPUESTA DE MEJORA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTORES:

BRYAN ALEXANDER GAIBOR AMBI

CÉSAR AUGUSTO PARRA LOGROÑO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA TELECOMUNICACIONES

**“MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE QoS DE LOS ACCESS POINTS
GRATUITOS DEL CORREDOR TURÍSTICO 2 DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA PARA PLANTEAR UNA
PROPUESTA DE MEJORA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTORES: BRYAN ALEXANDER GAIBOR AMBI

CÉSAR AUGUSTO PARRA LOGROÑO

DIRECTOR: Ing. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba – Ecuador

2022

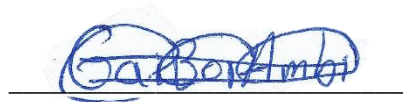
© 2022, Bryan Alexander Gaibor Ambi & César Augusto Parra Logroño

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

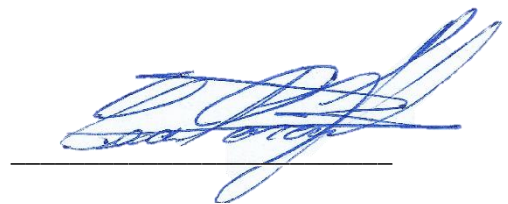
Nosotros, Bryan Alexander Gaibor Ambi y César Augusto Parra Logroño declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos bajo la dirección del Ingeniero José Enrique Guerra Salazar. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 25 de NOVIEMBRE de 2022



Bryan Alexander Gaibor Ambi
C.I:020182640-1



Cesar Augusto Parra Logroño
C.I:060510526-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Propuesta Tecnológica, “**MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE QoS DE LOS ACCESS POINTS GRATUITOS DEL CORREDOR TURÍSTICO 2 DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA PARA PLANTEAR UNA PROPUESTA DE MEJORA**”, realizado por los señores: **BRYAN ALEXANDER GAIBOR AMBI y CÉSAR AUGUSTO PARRA LOGROÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Vinicio Ramos Valencia
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

2022-11-25

Ing. José Enrique Guerra Salazar
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

2022-11-25

Ing. Paul David Moreno Avilés PhD
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

2022-11-25

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada a Dios por darme la vida, y permitirme alcanzar esta meta junto a mi madre por darme el apoyo incondicional la que ha guiado mi camino siempre con la frente en alto, a mi padre que me supo guiar de la manera adecuada través de todo mi proceso de educación, con los valores y principios necesarios para formarme como un ciudadano de bien al servicio de la sociedad.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Electrónica Telecomunicaciones y Redes por los conocimientos impartidos y el apoyo brindado por cada uno de mis maestros que mediante su conocimiento supieron compartirlo de la mejor manera, dándome así las bases necesarias para el desarrollo del conocimiento.

Bryan

El presente trabajo de integración curricular se lo dedico en primer lugar a Dios por darme la vida, a mi Padre que me guio, instruyo e inculco los valores que me forjaron como persona, así como la determinación de cumplir las metas que me propongo. A mi Madre que ha sido la luz y la fuerza en mis momentos de necesidad, que me acompaña y aconseja en cada etapa de vida para convertirme en una mejor persona.

A mis hermanos David, Rommel e Israel, quienes han puesto su esfuerzo, apoyo y confianza en mí, gracias a su amor, consejos, tiempo y energía que me alentaron cada día para poder culminar mis estudios universitarios.

A los docentes de la Facultad de Informática y Electrónica por compartir su conocimiento tanto a mí como a mis compañeros, al apoyarnos cuando surgía alguna petición académica, que de esta manera nos formaron como profesionales que aporten a un mejor futuro a la sociedad.

César

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Santísima Virgen de La Nube y a la Santísima Virgen de Lourdes, por permitirme culminar esta etapa de mi vida. De manera muy especial a mis amados padres quienes con su enseñanza y ejemplo han hecho de mí una persona de bien, gracias padres por todo el gran sacrificio y amor brindado. Agradecer a mis hermanos, quienes han sido mis segundos padres y mejores amigos, el apoyo de ellos ha sido esencial para alcanzar este logro.

Con una expresión de gratitud para el Ing. José Guerra quien con nobleza y entusiasmo puso su esfuerzo y dedicación para guiarme con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación logrando en mí que llegue a terminar con éxito el trabajo de integración curricular. A mi compañero Cesar ya que juntos hemos puesto todo nuestro empeño y dedicación para culminar este trabajo.

Como no agradecer a mis profesores quienes aportaron con un granito de arena durante toda mi carrera profesional para culminar con éxito.

Bryan

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera universitaria, por ser la fortaleza en momentos de debilidad y entregarme las fuerzas necesarias para culminar con bien esta etapa de mi vida. A mis padres por siempre guiarme, apoyarme y corregirme en mis errores desde niño para convertirme en una persona útil para la sociedad. A mis queridos hermanos que siempre han estado para mí cuando los he necesitado apoyándome, guiándome y aconsejándome para superar las etapas más duras en mi vida. A mis amigos tanto de la facultad como fuera de ella que durante esta etapa nos apoyamos mutuamente para avanzar y obtener más conocimientos que nos ayudara en la etapa estudiantil.

Con una expresión de gratitud para el Ing. José Guerra quien con paciencia y entusiasmo puso su esfuerzo y dedicación para guiarnos con sus conocimientos y experiencia, así de esta manera mi compañero Bryan como mi persona culminar con éxito el presente trabajo de integración curricular.

A mis Docentes que formaron el eslabón para seguir avanzando y prosperando en la vida estudiantil que paso y vendrá, así de esta manera seguir avanzando para convertirme en una persona que piensa siempre en el futuro.

César

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xix
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xx
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxi
RESUMEN.....	xxii
SUMMARY	xxiii
INTRODUCCIÓN	XXIII

CAPITULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1. ANTECEDENTE.....	3
1.1.1. <i>Usa-Georgia</i>	3
1.1.2. <i>Barcelona-España</i>	4
1.1.3. <i>Ciudad De México</i>	4
1.1.4. <i>Colombia</i>	4
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2.1. <i>Diagnóstico del problema</i>	5
1.2.2. <i>Sistematización del problema</i>	5
1.3. JUSTIFICACIÓN	5
1.3.1. <i>Justificación teórica</i>	5
1.3.2. <i>Justificación aplicativa</i>	6
1.4. OBJETIVOS.....	8
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	8
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	8
1.5. METODOLOGÍA.....	8
1.5.1. <i>Diagnóstico del problema</i>	8
1.5.2. <i>Marco teórico</i>	8
1.5.3. <i>Marco metodológico</i>	9

1.5.4.	<i>Marco de análisis e interpretación de resultados</i>	9
1.5.5.	<i>Propuesta tecnológica</i>	9

CAPITULO II

2.	MARCO TEÓRICO	10
2.1.	UIT (UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES)	10
2.2.	SERIE-E	11
2.2.1.	<i>Rec. UIT-T E.360.1</i>	11
2.2.2.	<i>Rec. UIT-T E.360.4</i>	13
2.2.3.	<i>Rec. UIT-T E.360.5</i>	14
2.2.4.	<i>Rec. UIT-T E.360.7</i>	15
2.3.	SERIE F	16
2.3.1.	<i>Rec. UIT-T F.733</i>	16
2.3.2.	<i>Rec. UIT-T F.700</i>	17
2.4.	SERIE G	17
2.4.1.	<i>Rec. UIT-T G.1010</i>	17
2.5.	SERIE J	20
2.5.1.	<i>Rec. UIT-T J.281</i>	21
2.6.	SERIE X	22
2.6.1.	<i>Rec. UIT-T X.641</i>	23
2.6.2.	<i>Calidad de servicio</i>	23
2.6.3.	<i>Relación entre la calidad de servicio y la calidad de funcionamiento de la red</i>	24
2.6.4.	<i>Requisitos de QoS</i>	24
2.7.	SERIE Y	25
2.7.1.	<i>Rec. UIT-T Y.1540</i>	25
2.7.2.	<i>Rec. UIT-T Y.1541</i>	28
2.7.3.	<i>Rec. ITU-T Y-1543</i>	30
2.7.4.	<i>Rec. ITU-T Y.1545</i>	32
2.8.	ESTÁNDAR 802.11	34
2.9.	ACCESS POINT OUTDOOR ARUBA 270 SERIES	35
2.10.	HARDWARE DE GEORREFERENCIACIÓN	37
2.10.1.	<i>Spectra Precision Mobile Mapper 50</i>	37
2.10.2.	<i>Ashtech Spectra Precisión DGPS GIS Mobile Mapper 120 GETAC</i>	37
2.10.3.	<i>Spectra Precision Ashtech Mobile Mapper 20 GIS GPS surveying instrument</i>	38

2.10.4.	<i>Cheapest Price eTrex 30x Handheld GPS</i>	38
2.10.5.	<i>Rtk Brand Receiver Cheap Land Surveying Equipamiento v200 Gps Rtk Gns</i> <i>Price Rtk</i>	38
2.10.6.	<i>Gps Survey Equipment China Brand South RTK G1 Using Trimble Board</i>	38
2.11.	SOFTWARES ANALIZADORES DE REDES WIFI	40
2.11.1.	<i>Fing</i>	40
2.11.2.	<i>Net Signal</i>	40
2.11.3.	<i>Speed Test by ookla</i>	40
2.11.4.	<i>Wifi Heatmap</i>	41
2.11.5.	<i>Ping Tools</i>	41
2.12.	SOFTWARE PARA SIMULACIÓN DE REDES	44
2.12.1.	<i>Packet Tracer</i>	44
2.12.2.	<i>Gns3</i>	44
2.13.	SOFTWARE ESTADÍSTICO	46
2.13.1.	<i>Excel</i>	46
2.13.2.	<i>SPSS</i>	46

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	48
3.1.	ESTUDIO DE LA ZONA DE INTERÉS	48
3.2.	DISEÑO DE LA RED RIOBAMBA DIGITAL EN EL SOFTWARE AUTOCAD	55
3.2.1.	<i>Creación del mapa georreferenciado de la zona de estudio</i>	55
3.2.2.	<i>Modelo de la red GPON</i>	56
3.2.3.	<i>Tendido de la fibra</i>	58
3.2.4.	<i>Red feeder</i>	58
3.2.5.	<i>Diseño de la red de distribución</i>	61
3.2.6.	<i>Red de Dispersión</i>	65
3.2.7.	<i>Red de Canalización</i>	65
3.3.	PRESUPUESTO ÓPTICO	66
3.3.1.	<i>Cálculo de pérdida de potencia</i>	67
3.3.2.	<i>Balance de potencia óptica</i>	69
3.4.	SIMULACIÓN DE LA POTENCIA ENTREGADA MEDIANTE EL SOFTWARE DE COMUNICACIONES ÓPTICAS OPTISYSTEM	71
3.4.1.	<i>Simulación para el usuario más cercano</i>	73

3.4.2.	<i>Simulación para el usuario más lejano.</i>	73
3.5.	SIMULACIÓN DEL MAPA DE CALOR GENERADO POR LA RED RIOBAMBA DIGITAL.	74
3.5.1.	<i>Etapa de diseño</i>	75
3.5.2.	<i>Simulación de la antena 5GHz Omni-Aruba</i>	77
3.5.3.	<i>Ingreso de las ubicaciones de los Access Point de la red Riobamba Digital.</i>	79
3.5.4.	<i>Configuración de los Access Point de la red Riobamba Digital</i>	80
3.5.5.	<i>Cobertura de la red</i>	80
3.5.6.	<i>Predicción de zonas superpuestas</i>	99
3.6.	SIMULACIÓN DEL TRÁFICO DE UNA PORCIÓN DE RED	103
3.6.1.	<i>Pruebas de conectividad y generación de tráfico</i>	104

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	109
4.1.	MEDICIÓN DE LA QOS DE LOS ACCESS POINTS.	109
4.1.1.	<i>Ap_San_Francisco_18978.</i>	111
4.1.2.	<i>Ap_San_Alfonso_234241-API.</i>	115
4.1.3.	<i>Ap_San_Alfonso_15493-AP2</i>	118
4.1.4.	<i>Ap_Plaza_Roja_3238403</i>	122
4.1.5.	<i>Ap_Parque_Maldonad_O_3607171-AP2</i>	126
4.1.6.	<i>Ap_Parque_La_Libertad_2320548</i>	130
4.1.7.	<i>Ap_Parq_Gral_Barriga_501807</i>	134
4.1.8.	<i>Ap_Parque_21_Abril_3151998-Ap2</i>	138
4.1.9.	<i>Ap_Parque_21_Abril_2477826-Ap3</i>	142
4.1.10.	<i>Ap_Villa_Maria_2408001</i>	146
4.1.11.	<i>AP_Parque_21_Abril_2500041-API</i>	150
4.1.12.	<i>Ap_Municipio_Riobamba_17922</i>	154
4.1.13.	<i>AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778</i>	158
4.1.14.	<i>AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2</i>	162
4.1.15.	<i>Ap_Hospital_Alfonso_V_89041</i>	166

CAPITULO V

5.	PROPUESTA TECNOLÓGICA (GESTIÓN DEL PROYECTO)	176
5.1.	PROPUESTA DE MEJORA	176
5.1.1.	<i>Simulación de una porción de red en el software GNS3</i>	198
5.1.2.	<i>Diseño de la red Riobamba Digital con las características de la propuesta de mejora</i> <i>203</i>	
5.1.3.	<i>Estimación del porcentaje de población cubierta por el servicio de la red Riobamba</i> <i>Digital actual vs la propuesta de mejora</i>	204
5.2.	RESUMEN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	206
5.3.	ESTUDIO ECONÓMICO	207
5.3.1.	<i>Costo de implementación de la Red Feeder</i>	207
5.3.2.	<i>Costo de implementación de la Red de Distribución</i>	208
5.3.3.	<i>Costo de implementación de la Red de Dispersión</i>	208
5.3.4.	<i>Otros gastos de implementación</i>	209
5.3.5.	<i>Inversión total del proyecto</i>	210
	CONCLUSIONES	211
	RECOMENDACIONES	212
	BIBLIOGRAFÍA	213
	ANEXOS	217

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Zonas de servicio <i>wifi</i> “Riobamba Digital” del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.	2
Tabla 1-2:	Modelos de tráfico para variaciones de la carga.....	12
Tabla 2-2:	Parámetros de señalización y de intercambio de información requeridos para soportar los métodos de encaminamiento.	13

Tabla 3-2: Parámetros de señalización y de intercambio de información requeridos para soportar los métodos de encaminamiento.	14
Tabla 4-2: Calidad de funcionamiento por categorías de QoS de usuario extremo.	18
Tabla 5-2: Cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones audio y video. .	19
Tabla 6-2: Cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de datos.	20
Tabla 7-2: Intensidad mínimas de señal.	23
Tabla 8-2: Definiciones de clase de QoS de red IP y objetivos de rendimiento de la red.	29
Tabla 9-2: Clases de QoS.	29
Tabla 10-2: Clases QoS de red provisional.	30
Tabla 11-2: Tamaño del paquete de la sonda para las clases de QoS de red seleccionadas. ..	32
Tabla 12-2: Parámetros de QoS.	33
Tabla 13-2: Ancho de banda necesario para Navegación	34
Tabla 14-2: Perfiles de prueba de servicio.	34
Tabla 15-2: Niveles de deterioro por perfil de prueba de servicio.	35
Tabla 16-2: Propiedades del equipó Aruba 275.	36
Tabla 17-2: Rendimiento de RF del equipo Aruba 270 serie outdoor Access Points.	37
Tabla 18-2: Características de los <i>Hardware</i> s de Georreferenciación.	39
Tabla 19-2: Tabla comparativa de <i>softwares</i> analizadores de redes <i>wifi</i>	42
Tabla 20-2: Características de la App Ping Tools.	43
Tabla 21-2: Requerimientos de hardware para el <i>software</i> GNS3 en un sistema operativo Windows.	44
Tabla 22-2: Tabla comparativa de <i>softwares</i> simuladores de red	45
Tabla 23-2: Tabla comparativa de <i>softwares</i> estadísticos.	47
Tabla 1-3: Información de los Access Points.	48
Tabla 2-3: Características de los Access Points obtenidos por los equipos de medición.	51
Tabla 3-3: Horas de aglomeración de personas en los Access Point	52
Tabla 4-3: Pozos identificados georreferenciados en la red.	54
Tabla 5-3: Propiedades de mapa.	55
Tabla 6-3: Características de las NAP A3, NAP A2 y NAP A1	63
Tabla 7-3: Características de las NAP A4 y NAP A5.	63
Tabla 8-3: Características de las NAP B3, NAP B2 y NAP B1.	65
Tabla 9-3: Características de la NAP C1	65
Tabla 10-3: Valores de atenuación GPON.	66
Tabla 11-3: Distancias de las redes.	67
Tabla 12-3: Presupuesto Óptico en dB.	67
Tabla 13-3: Longitudes de la red para el AP más cercano y lejano.	68

Tabla 14-3:	Pérdidas de potencias para cada AP.	70
Tabla 15-3:	Cuadro resumen del balance de potencia óptica (dBm).	70
Tabla 16-3:	Cuadro resumen del balance de potencia óptica (dBm).	74
Tabla 17-3:	Predicciones de cobertura disponibles en Atoll.....	81
Tabla 18-3:	Predicciones de cobertura disponibles en Atoll.....	94
Tabla 19-3:	Rango de intensidad de señal recibida por kilómetro cuadrado en el radio de análisis.....	97
Tabla 20-3:	Media y desviación estándar generada por la cobertura de los Access Point.	99
Tabla 21-3:	Porcentaje de potencia para AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.....	101
Tabla 22-3:	Porcentaje de potencia para AP en El Municipio de Riobamba.....	102
Tabla 23-3:	Conexión de los equipos según sus interfaces.....	104
Tabla 1-4:	Proceso estadístico en el AP_San_Francisco_18978.	112
Tabla 2-4:	Proceso estadístico en el AP_San_Alfonso_234241-AP1.....	116
Tabla 3-4:	Proceso estadístico en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.....	120
Tabla 4-4:	Proceso estadístico en el AP_Plaza_Roja_3238403.....	124
Tabla 5-4:	Proceso estadístico en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.....	128
Tabla 6-4:	Proceso estadístico en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.	132
Tabla 7-4:	Proceso estadístico en el AP_Parq_Gral_Barriga_501807.....	136
Tabla 8-4:	Proceso estadístico en el AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.....	140
Tabla 9-4:	Proceso estadístico en el AP_PARQUE_21_ABRIL_2477826-AP3.....	144
Tabla 10-4:	Proceso estadístico en el AP_Parque_Villa_Maria_2408001.	148
Tabla 11-4:	Proceso estadístico en el AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.	152
Tabla 12-4:	Proceso estadístico en el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.	156
Tabla 13-4:	Proceso estadístico en el AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778.....	160
Tabla 14-4:	Proceso estadístico en el AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.....	164
Tabla 15-4:	Proceso estadístico en el AP_Hospital_Alfonso_V_89041.....	168
Tabla 16-4:	Resumen del Ping Mínimo	171
Tabla 17-4:	Resumen del Ping Máximo	172
Tabla 18-4:	Resumen de Latencia.....	173
Tabla 19-4:	Resumen de Jitter	173
Tabla 20-4:	Resumen de la Velocidad	174
Tabla 21-4:	Resumen de Potencia de Señal	174
Tabla 22-4:	Resumen de Pérdida de Paquetes	175
Tabla 1-5:	Características del equipo UAP-AC-Mesh-5G.....	177
Tabla 2-5:	Ubicación y frecuencia De Los Aps De Riobamba Digital.....	180

Tabla 3-5: Rango de intensidad de señal recibida por kilómetro cuadrado en el radio de análisis.	196
Tabla 4-5: Media y desviación estándar generadas por la cobertura de los Access Point.	198
Tabla 5-5: Conexión de los equipos según sus interfaces.....	199
Tabla 6-5: Descripción de las modificaciones del diseño de la red Riobamba Digital.....	203
Tabla 7-5: Número de habitantes en las parroquias urbanas Velasco y Maldonado.....	204
Tabla 8-5: Número de habitantes beneficiado por la red Riobamba Digital.....	204
Tabla 9-5: Número de habitantes beneficiado por la red Riobamba Digital de la propuesta de mejora	205
Tabla 10-5: Resumen de la propuesta de mejora	206
Tabla 11-5: Presupuesto de la Red Feeder.....	208
Tabla 12-5: Presupuesto de la Red de Distribución.....	208
Tabla 13-5: Presupuesto de la Red de Dispersión.....	209
Tabla 14-5: Otros gastos de implementación.....	210
Tabla 15-5: Inversión total del proyecto	210

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2 : Modelo de ingeniería de tráfico.	11
Ilustración 2-2 : Transmisión multicanal de señales.	21
Ilustración 3-2 : Ejemplos de redes de acceso.....	22
Ilustración 4-2 : Relación de conceptos acerca de QoS.	24
Ilustración 5-2 : Cuatro puntos de vista sobre QoS.....	25
Ilustración 6-2 : Modelo de rendimiento en capas para el servicio IP.	26
Ilustración 7-2 : Eventos de retardo de transferencia de paquetes IP (ilustrado para la transferencia de un extremo a otro de un solo paquete IP).	28
Ilustración 8-2 : Variación del retardo de paquetes IP de 2 puntos.....	28
Ilustración 9-2 : Red de paquetes de extremo a extremo.....	32
Ilustración 1-3 : Planimetría de la zona.....	56
Ilustración 2-3 : Modelo de la red GPON.	57
Ilustración 3-3 : Código de la OLT.	58
Ilustración 4-3 : Código del cable de la red feeder.....	59

Ilustración 5-3 : Centralita CNT.....	60
Ilustración 6-3 : Manga Troncal MT0/Splitter de primer nivel.....	61
Ilustración 7-3 : FDB01/Splitters de segundo nivel.	62
Ilustración 8-3 : FDB02/Splitter de segundo nivel.....	64
Ilustración 9-3 : Esquema de una red GPON.	66
Ilustración 10-3 : Red feeder en <i>OptiSystem</i>	71
Ilustración 11-3 : Red de distribución en <i>OptiSystem</i>	71
Ilustración 12-3 : Red de dispersión en <i>OptiSystem</i>	72
Ilustración 13-3 : Analizador de Espectro Óptico.	72
Ilustración 14-3 : Analizador del diagrama de ojo.	73
Ilustración 15-3 : Simulación del AP más cercano.	73
Ilustración 16-3 : Simulación del AP más lejano.	74
Ilustración 17-3 : Global Mapper/Imagen Digital.	75
Ilustración 18-3 : Configuración de las coordenadas de trabajo del <i>software</i>	76
Ilustración 19-3 : Demografía de la zona de interés cargado en el <i>software</i> Atoll.....	77
Ilustración 20-3 : Visualización del mapa 2D de Riobamba en el <i>software</i> Atoll.	77
Ilustración 21-3 : Ingreso de los parámetros de la antena Aruba.	78
Ilustración 22-3 : Patrón de radicación horizontal cargado en el software Atoll.	78
Ilustración 23-3 : Patrón de radiación vertical cargado en el software Atoll.	79
Ilustración 24-3 : Ingreso de los lugares de ubicación para los transmisores en el software Atoll.	79
Ilustración 25-3 : Generar una nueva predicción en el software Atoll.....	82
Ilustración 26-3 : Leyenda de cobertura generada por los Access Point.....	83
Ilustración 27-3 : Mapa de calor del AP_San_Francisco_18978.	84
Ilustración 28-3 : Mapa de calor del AP_San_Alfonso_234241-AP1.	85
Ilustración 29-3 : Mapa de calor del AP_San_Alfonso_15493-AP2.	85
Ilustración 30-3 : Porcentaje de potencia por km ² para AP_Plaza_Roja_3238403.....	86
Ilustración 31-3 : Porcentaje de potencia por km ² para AP en El Parque Maldonado.	87
Ilustración 32-3 : Mapa de calor del AP_Parque_la_Libertad_2320548.	87
Ilustración 33-3 : Mapa de calor del AP_Parq_Gral_Barriga_501807.	88
Ilustración 34-3 : Mapa de calor – AP2 en El Parque 21 de Abril.....	89
Ilustración 35-3 : Mapa de calor – AP3 en El Parque 21 de Abril.....	89
Ilustración 36-3 : Mapa de calor – AP en Villa María	90
Ilustración 37-3 : Mapa de calor – AP en El Parque 21 de Abril Iglesia	91
Ilustración 38-3 : Mapa de calor del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.	91
Ilustración 39-3 : Mapa de calor del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778.....	92

Ilustración 40-3 : Mapa de calor del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.....	93
Ilustración 41-3 : Mapa de calor del AP_Hospital_Alfonso_V_89041.	93
Ilustración 42-3 : Predicción de zonas superpuestas.	100
Ilustración 43-3 : Predicción de zonas superpuestas.	100
Ilustración 44-3 : Predicción de zonas superpuestas.	101
Ilustración 45-3 : Predicción de zonas superpuestas.	102
Ilustración 46-3 : Simulación del tráfico de la red	103
Ilustración 47-3 : Tráfico generado por el WebTerminal-1.	104
Ilustración 48-3 : Tráfico generado por el WebTerminal-3.	105
Ilustración 49-3 : Tráfico generado por el WebTerminal-4.	105
Ilustración 50-3 : Tráfico generado por el WebTerminal-5.	106
Ilustración 51-3 : Prueba 1 de ping del host Ubuntu.	106
Ilustración 52-3 : Prueba 2 de ping del equipo Ubuntu.....	107
Ilustración 53-3 : Prueba 2 de ping del equipo Ubuntu.....	108
Ilustración 1-4 : Esquema del proceso de medición de los para metros de QoS de los Access Point.	110
Ilustración 2-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Francisco_18978.....	111
Ilustración 3-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_San_Francisco_18978.	114
Ilustración 4-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_San_Francisco_18978.	114
Ilustración 5-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Alfonso_234241-AP1.	115
Ilustración 6-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_San_Alfonso_234241-AP1	118
Ilustración 7-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_San_Alfonso_234241-AP1.....	118
Ilustración 8-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.	119
Ilustración 9-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_San_Alfonso_15493-AP2.	122
Ilustración 10-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_San_Alfonso_15493-AP2.....	122
Ilustración 11-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Plaza_Roja_3238403.	123
Ilustración 12-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_PLAZA_ROJA_3238403.....	126

Ilustración 13-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Plaza_Roja_3238403.....	126
Ilustración 14-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.....	127
Ilustración 15-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.....	130
Ilustración 16-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.	130
Ilustración 17-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.	131
Ilustración 18-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_la_Libertad_2320548.....	134
Ilustración 19-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_la_Libertad_2320548.	134
Ilustración 20-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Parq_Gral_Barriga_501807.	135
Ilustración 21-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parq_Gral_Barriga_501807.....	138
Ilustración 22-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parq_Gral_Barriga_501807.....	138
Ilustración 23-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	139
Ilustración 24-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.....	142
Ilustración 25-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.....	142
Ilustración 26-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Parque_21_Abril_2477826-Ap3.....	143
Ilustración 27-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3.....	146
Ilustración 28-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3.....	146
Ilustración 29-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Villa_Maria_2408001.	147
Ilustración 30-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_Villa_Maria_2408001.....	150

Ilustración 31-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_Villa_Maria_2408001.	150
Ilustración 32-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	151
Ilustración 33-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.....	154
Ilustración 34-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.....	154
Ilustración 35-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.	155
Ilustración 36-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.	158
Ilustración 37-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.	158
Ilustración 38-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	159
Ilustración 39-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778.	162
Ilustración 40-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778.....	162
Ilustración 41-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.....	163
Ilustración 42-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.....	166
Ilustración 43-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.....	166
Ilustración 44-4 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Hospital_Alfonso_V_89041.	167
Ilustración 45-4 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_HOSPITAL_ALFONSO_V_89041	170
Ilustración 46-4 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_HOSPITAL_ALFONSO_V_89041	170
Ilustración 1-5 : Equipo UAP-AC-Mesh-5G con sus tipos de antenas.	177
Ilustración 2-5 : Localización de los AP en los postes de la empresa eléctrica.	179
Ilustración 3-5 : Mapa cobertura del AP_Parque_Villa_Maria_2408001 generado por el <i>software</i> Atoll.....	181

Ilustración 4-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_Villa_Maria_2408001 generado por el <i>software</i> Atoll.	182
Ilustración 5-5 : Mapa cobertura del AP_San_Francisco_18978 generado por el <i>software</i> Atoll.	182
Ilustración 6-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP-SanFrancisco18978 generado por el <i>software</i> Atoll.	183
Ilustración 7-5 : Mapa cobertura del AP_San_Alfonso_15493-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.	183
Ilustración 8-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_San_Alfonso_15493-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.	184
Ilustración 9-5 : Mapa cobertura del AP-Parque21Abril2500041 generado por el <i>software</i> Atoll.	184
Ilustración 10-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP-Parque21Abril2500041 generado por el <i>software</i> Atoll.	185
Ilustración 11-5 : Mapa cobertura del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.	185
Ilustración 12-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.	186
Ilustración 13-5 : Mapa cobertura del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3 generado por el <i>software</i> Atoll.	186
Ilustración 14-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3 generado por el <i>software</i> Atoll.	187
Ilustración 15-5 : Mapa cobertura del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778 generado por el <i>software</i> Atoll.	187
Ilustración 16-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778 generado por el <i>software</i> Atoll.	188
Ilustración 17-5 : Mapa cobertura del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.	188
Ilustración 18-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.	189
Ilustración 19-5 : Mapa cobertura del AP_Plaza_Roja_3238403 generado por el <i>software</i> Atoll.	189
Ilustración 20-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Plaza_Roja_3238403 generado por el <i>software</i> Atoll.	190
Ilustración 21-5 : Mapa cobertura del AP_Parque_la_Libertad_2320548 generado por el <i>software</i> Atoll.	190

Ilustración 22-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_la_Libertad_2320548 generado por el <i>software</i> Atoll.	191
Ilustración 23-5 : Mapa cobertura del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.....	191
Ilustración 24-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 generado por el <i>software</i> Atoll.....	192
Ilustración 25-5 : Mapa cobertura del AP_Parq_Gral_Barriga_501807 generado por el <i>software</i> Atoll.....	192
Ilustración 26-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parq_Gral_Barriga_501807 generado por el <i>software</i> Atoll.....	193
Ilustración 27-5 : Mapa cobertura del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1 generado por el <i>software</i> Atoll.....	193
Ilustración 28-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1 generado por el <i>software</i> Atoll.	194
Ilustración 29-5 : Mapa cobertura del AP_Hospital_Alfonso_V_89041 generado por el <i>software</i> Atoll.....	194
Ilustración 30-5 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Hospital_Alfonso_V_89041 generado por el <i>software</i> Atoll.....	195
Ilustración 31-5 : Topología de la red.	199
Ilustración 32-5 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 1	200
Ilustración 33-5 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 3	200
Ilustración 34-5 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 4	201
Ilustración 35-5 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 5	201
Ilustración 36-5 : Prueba de ping 1.	202
Ilustración 37-5 : Prueba de Ping 2.	202

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3: Atenuación total del presupuesto óptico.....	67
Ecuación 2-3: Balance de Potencia Óptica	69

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AP	Punto de Acceso (<i>Access Point</i>)
ATM	Modo de Transferencia Asíncrona (<i>Asynchronous transfer mode, ATM</i>)
BGP	Protocolo de puerta de enlace fronteriza (<i>Border Gateway Protocol</i>)
DCHP	Protocolo de configuración dinámica de host (<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>)
DEM	Modelo de elevación digital (<i>Digital Elevation Models</i>)
FTP	Protocolo de transferencia de archivos (<i>File Transfer Protocol</i>)
FTTB	Fibra hasta el edificio (<i>Fiber to the basement</i>)
FTTH	Fibra hasta el hogar (<i>Fiber to the home</i>)
GoS	Grado de servicio (<i>Grade of service</i>)
GPON	Red óptica pasiva con capacidad Gigabit (<i>Gigabit-capable Passive Optical Network</i>)
ICMP	Protocolo de mensajes de control de Internet (<i>Internet Control Message Protocol</i>)
IETF	Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos (<i>National Institute of Statistics and Censuses</i>)
IP	Protocolo de internet (<i>Internet Protocol</i>)
IPDV	Jitter, variación de retraso de paquete (<i>Packet delay variation</i>)
IPER	Relación de error de bit en la recepción (<i>Receive Bit Error Ratio</i>)
IPLR	Relación entre tramas enviadas y tramas de respuesta perdidas (<i>Relationship between frames sent and response frames lost</i>)
IPRE	Base de transferencia de paquetes IP (<i>IP Packet Transfer Base</i>)
IPRR	Proporción de paquetes entrantes fuera de servicio (<i>Ratio of incoming packets out of order</i>)
IPTD	El retardo de transferencia de paquetes IP (<i>IP xxualit transfer delay</i>)
IPTV	Latencia de extremo a extremo (<i>End to end latency</i>)
ISO	Organización Internacional de Normalización (<i>Internacional Organization for Standardization</i>)
IT	Tecnología de la información (<i>Information technology</i>)
LL	Capas inferiores, (<i>Lower layers</i>)

MAC	Protocolo de acceso al medio (<i>Media Access Protocol</i>)
MINTEL	Ministerio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (<i>Ministry of Telecommunications and the Information Society</i>)
MP	Puntos de medición (<i>Measuring points</i>)
MPLS	Conmutación de etiquetas multiprotocolo (<i>Multiprotocol Label Switching</i>)
OLT	Terminal de línea óptica (<i>Optical Line Terminal</i>)
ONU	Unidad de red óptica (<i>Optical Network Unit</i>)
OSPF	Abrir el camino más corto primero (<i>Open Shortest Path First</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>Quality of Service</i>)
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real (<i>Real-time Transport Protocol</i>)
SLA	Acuerdos de nivel de servicio (<i>Service level agreement</i>)
TCP	Protocolo de control de transmisión (<i>Transmission Control Protocol</i>)
TDM	Multiplexación por división de tiempo (<i>Time Division Multiplexing</i>)
TE	Ingeniería de tráfico (<i>Traffic engineering</i>)
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación (<i>Technology of the information and communication</i>)
TMOF	Funciones operacionales de gestión de tráfico (<i>Operational traffic management functions</i>)
UDP	Protocolo de datagrama de usuario (<i>User Datagram Protocol</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones (<i>International Telecommunication Union</i>)
VLAN	Redes de área local virtuales (<i>Virtual Local Area Networks</i>)
VoIP	Voz sobre Protocolo de Internet (<i>Voice Over Internet Protocol</i>)
WLAN	Red de área local inalámbrica (<i>Wireless local xxiiual network</i>)

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.....	217
ANEXO B.....	218
ANEXO C.....	219
ANEXO D.....	226
ANEXO E.....	227
ANEXO F.....	228
ANEXO G.....	229
ANEXO H.....	236

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la medición y análisis de la calidad de servicio (QoS) de los puntos de acceso (Access Point) gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba, con la finalidad de plantear una propuesta de mejora. Se realizó la revisión documental de los parámetros de calidad de servicio indicados en las recomendaciones, normas y estándares vigentes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Con los softwares: Autocad, Optisystem, Atoll y Gns3 se realizaron las simulaciones que emulan el comportamiento de la red, adicionalmente se midieron los parámetros establecidos en cada uno de los Access Point del corredor turístico 2, los cuales son: ping mínimo, ping máximo, latencia, fluctuación del retardo (jitter), velocidad de subida, velocidad de descarga, potencia de la señal y pérdida de paquetes, por medio de la aplicación móvil Ping Tools. Tras analizar los valores simulados y calculados con el software estadístico SPSS, se los contrastó con los establecidos en las recomendaciones de la UIT, de este modo se verifica que los datos cumplen con los requerimientos que aseguran una comunicación íntegra y libre de errores. Finalmente, se determina las flaquezas de la red mediante el proceso analítico para lo cual se plantea una propuesta de mejora y estudio económico, esta se enfoca en: el tipo de Access Point utilizado en la red, las locaciones de los Access Point y ancho de banda autorizado por usuario, asegurando un rendimiento que supere las limitaciones de la red actual.

Palabras clave: <REDES DE DATOS>, <ANÁLISIS DE LA RED>, <CALIDAD DE SERVICIO (QoS)>, <MEDICIÓN DE PARÁMETROS>, <ACCESS POINT (HARDWARE)>.


D.B.R.A.I.
Ing. Cristóbal Castillo



2219-DBRA-UPT-2022

SUMMARY

In the present work, the measurement and analysis of the quality of service (QoS) of the free access points (Access Point) of the tourist corridor 2 of Riobamba city was carried out, in order to propose an improvement proposal. The documentary review of the quality-of-service parameters indicated in the current recommendations, norms and standards of the International Telecommunication Union (ITU) was carried out. With the software: Autocad, Optisystem, Atoll and Gns3, the simulations that emulate the behavior of the network were carried out, additionally, the parameters established in each of the Access Points of the tourist corridor 2 were measured, which are: minimum ping, maximum ping, latency, delay fluctuation (jitter), upload speed, download speed, signal strength and packet loss, through the Ping Tools mobile application. After analyzing the simulated and calculated values with the SPSS statistical software, they were contrasted with those established in the ITU recommendations, thus verifying that the data meet the requirements that ensure complete and error-free communication. Finally, the weaknesses of the network are determined through the analytical process for which a proposal for improvement and economic study is proposed, this focuses on: the type of Access Point used in the network, the locations of the Access Points and width of authorized band per user, ensuring performance that exceeds the limitations of the current network.

Keywords: <DATA NETWORKS>, <NETWORK ANALYSIS>, <QUALITY OF SERVICE (QoS)>, <PARAMETERS MEASUREMENT>, <ACCESS POINT (HARDWARE)>.



MSc. Wilson G. Rojas

NOMBRE Y FIRMA

PROFESOR C.I

0602361842

INTRODUCCIÓN

Una zona *wifi* (*del inglés, Wireless Fidelity*) es un sistema de malla mediante el cual se instalan varios dispositivos que se comunican entre sí cubriendo áreas moderadas, dicha zona facilita a la población un acceso gratuito a Internet. Una vez que la zona esté en funcionamiento requiere un mantenimiento continuo, si bien el mantenimiento es mínimo se vuelve necesario para controlar y corregir deterioros o fallas del servicio que pueden o no surgir al transcurrir el tiempo (Town, 2014 págs. 1-6).

Las zonas *wifi* gratuitas surgen con mayor frecuencia con el contexto de turismo, estudio y comercio ya que más de la mitad del mundo tiene acceso a un teléfono en la actualidad, la tendencia de navegar en internet, en las redes sociales, cuentas de banco, correos electrónicos se vuelven más frecuente. Las ciudades de todo el mundo están invirtiendo grandes cantidades de dinero para proporcionar zonas *wifi* en lugares públicos como plazas, centros comerciales, parques u otros sitios, debido a que investigaciones revelan que al promover un avance tecnológico se impacta principalmente al crecimiento del sector económico del país, además ayuda alcanzar la era en la que toda persona este conectada mediante internet en todo momento (Durán, 2014 pág. 4).

Estas zonas deben proporcionar un servicio de calidad, si bien tienen limitaciones al ser libre de acceso, se vuelve vital para cubrir necesidades o requerimientos de la población, al asegurar que el servicio de internet gratuito brindado a los habitantes sea de calidad y esto genera directamente un crecimiento económico.

Por este motivo se realiza la siguiente propuesta tecnológica que parte con el estudio de los parámetros de calidad de servicio de internet, las telecomunicaciones, sus estándares y normativas vigentes que se encuentran indicados en las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Se establece los requerimientos que deben cumplir un servicio de internet para ser de calidad.

Mediante las mediciones de los parámetros de calidad del servicio de internet existentes en las diferentes zonas *wifi*, se realiza el análisis de los resultados obtenidos, que cumplen con los requerimientos que garantiza un servicio de calidad al usuario. Finalmente, se efectúa el estudio económico y se elabora la propuesta de mejora de QoS de internet que ofrecen los Access Points (AP) *wifis* gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba como se describe a continuación en la Tabla 1

Tabla 1: Zonas de servicio *wifi* “Riobamba Digital” del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.

N.º	LOCACIÓN	DIRECCIÓN
1	Parque Maldonado	1era Constituyente y 5 de Junio
2	Parque 21 de abril (Loma de Quito)	Argentinos y Miguel Ángel León
3	Coliseo Teodoro Gallegos (Patio de Comidas)	José Veloz y Pichincha
4	Plaza Roja	Juan Larrea y José de Orozco
5	Plaza General Barriga	Av. Miguel A. León y 1era Constituyente
6	Escalinatas Loma de Quito	Juan Montalvo entre Orozco y Veloz
7	Edificio Municipio de Riobamba	1era Constituyente y 5 de Junio
8	Hospital Alfonso Villagómez	Orozco y España
9	Mercado San Alfonso	Argentinos y 5 de Junio
10	Parque La Libertad	1era Constituyente y Alvarado
11	Mercado San Francisco	10 de Agosto y Velasco
12	Parque Villa María	José de Orozco y Loja

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Para el desarrollo de la investigación se utiliza combinaciones de métodos teóricos y técnicas de investigación que ayuden a obtener información relacionada con la medición y análisis de QoS de los Access Points gratuitos, con el propósito de diseñar un plan de mejora para el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.

El método histórico-lógico se emplea en el estudio de la evolución de los sistemas electrónicos y *softwares*, los cuales se utiliza para la medición y análisis de QoS de los Access Points con una necesaria sistematización, para aplicar la información bibliográfica y experimental al diseño del sistema de los Access Points gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba con un incremento en el rendimiento de QoS.

Mediante los métodos empíricos como la experimentación se realiza la simulación y comprobación de los diversos bloques que conforman el sistema y una detallada medición, para la evaluación de las variables durante la implementación práctica de la investigación y con la observación, para la validación de los datos obtenidos y la propuesta de mejora.

Por último, los métodos estadísticos procesan e interpretan los resultados obtenidos para contrastarlos con los parámetros definidos para un servicio de calidad.

CAPITULO I

DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El crecimiento de la industria en los servicios de telecomunicaciones es, tal vez, el más rápido de todos en la última década. Existe jugadores pequeños y grandes en esta industria, cada uno tratando de crear un nicho para sí mismo. No obstante, en los últimos años hubo un avance reciente, tanto a nivel mundial como nacional, en el uso, la demanda y la implementación de los servicios de telecomunicaciones y de la tecnología de la información (TI). Junto con el uso de internet, representan oportunidades para que las empresas logren ventajas competitivas estratégicas a comparación con su competencia y puedan facilitar el movimiento de bienes y servicios de los productores a los clientes (Berisha, 2015).

Conforme (González, Carmona, & Rivas, 2007, pág. 11), “Vivimos en un mundo cada vez más globalizado y competitivo, en el que las organizaciones desarrollan sus actividades en un entorno continuamente cambiante y donde la oferta de un determinado producto o servicio suele ser superior a su demanda”, con lo manifestado se concluye que el cliente puede optar por alguna de las diversas alternativas de compra que le brinda el mercado.

Cada vez son más las ciudades alrededor del mundo cuyos gobiernos están incorporando zonas *wifi* en espacios públicos para sus habitantes y turistas. No se trata solamente de una conexión gratuita a internet, sino que detrás de esta iniciativa existen objetivos de organización y mejora de la calidad de la experiencia en la ciudad.

¿Cuáles son estos beneficios? ¿Por qué los gobiernos municipales están incorporando estos servicios? Podrán ver a continuación que los beneficios de convertir a las ciudades en ciudades inteligentes tienen un impacto positivo en toda la sociedad como lo hacen notar las investigaciones realizadas en distintas ciudades como se muestra a continuación.

1.1.1. Usa-Georgia

La investigación en Georgia en Estados Unidos expresa que es necesario mejorar la velocidad de todas las redes mientras los usuarios están en la zona de cobertura gratuita, utilizan ese *wifi* y abandonan el tráfico de las redes de sus operadoras. Cuando los usuarios encuentran una red *wifi* que les dé la posibilidad de navegar a buena velocidad sin utilizar los datos de su línea telefónica, prefieren utilizarla, por lo que las redes de las operadoras se descongestionan y mejora la velocidad y la calidad de conexión a internet de todas las líneas (Clark J, 2015).

1.1.2. Barcelona-España

La investigación realizada en España expone que es necesario informar y difundir anuncios importantes en muchos casos la instalación de redes *wifi* se acompaña con el desarrollo de aplicaciones que envían notificaciones a los usuarios, ya que permiten consultar rápidamente información importante sobre la vida en la ciudad, como pronósticos climáticos o información sobre el estado de los servicios y el transporte público. Esto puede evitar embotellamientos al dar al usuario la posibilidad de tomar otros caminos y ayuda al ciudadano a optimizar su tiempo.

Además de la inclusión digital la posibilidad de acceder a una conexión de buena calidad sin tener que pagar por los datos móviles consumidos es de gran ayuda para aquellas personas de recursos escasos, que se ven muy perjudicadas al tener que desembolsar grandes cantidades de dinero en la conexión de sus celulares a lo largo de todo el día. Con las redes municipales, todos los ciudadanos pueden informarse, comunicarse y realizar tareas imprescindibles hoy en día, sin sentir un impacto tan grande en el bolsillo (Fernández M,2014).

1.1.3. Ciudad De México

Como lo muestra la investigación en ciudad de México la misma que incentiva el uso de espacios públicos donde la instalación de puntos de conexión *wifi* en lugares como parques, estaciones de distintos medios de transporte o bibliotecas, incentivan la concurrencia a estos espacios para estudiar, trabajar o reunirse, y a participar con más frecuencia de los ambientes compartidos con otros ciudadanos y generar un crecimiento en la armonía y compañerismo de los habitantes (Matus Ruiz, M., & Ramírez Autrán, R, 2013).

1.1.4. Colombia

En la investigación realizada en Bogotá Colombia indica que se creó una nueva fuente de ingresos a los gobiernos municipales, con las aplicaciones que permiten crear espacios publicitarios para ser vendidos a empresas. Esto formó una nueva oportunidad de recaudación de dinero para los gobiernos, lo que significa más recursos para invertir en mejorar la infraestructura y los servicios de la ciudad. Además, en otros casos se optó por dar conexión gratuita durante un período de tiempo, y luego de transcurrir ese plazo cobrar una tarifa, lo cual ayuda a solventar los gastos de este servicio (Benítez-Gutiérrez, 2017).

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Diagnóstico del problema

¿Cómo medir y analizar la QoS de los Access Point gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba para plantear una propuesta de mejora?

1.2.2. Sistematización del problema

- ¿Cuáles son los parámetros que determinan la calidad de servicio en los Access Point *wifi* gratuitos, sus normativas y estándares vigentes?
- ¿Qué requerimientos de calidad de servicio deben cumplir los Access Point *wifi* gratuitos que integran el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba?
- ¿Cuál es el *hardware* y/o *software* que permitirá medir los parámetros de calidad de servicio actual en los Access Point *wifi* gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba?
- ¿Determinar si los parámetros medidos de la QoS de los Access Point *wifi* gratuitos, cumplen con los requerimientos definidos de calidad?
- ¿Cuál es el estudio económico de la propuesta de mejora de la QoS de los Access Point *wifi* gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

El internet es conocido como la red que conecta a otras redes y dispositivos para intercambiar información. La tasa de usuarios que utiliza este servicio en el mundo ha alcanzado los 4660 millones de personas, lo que representa al 59.5% de 7830 millones de personas (Galeano, 2022).

La necesidad de acceder a este servicio es cada vez mayor por su capacidad de almacenar información de todo tipo, a través de internet podrán acceder a información relacionada con: música, arte, cultura, medicina, literatura, política, ingeniería entre otro tipo de información. El Ecuador se encuentra en el puesto 107 del mundo en la utilización del servicio de internet, según el INEC en el año 2016 el 55.6% de la población ha utilizado internet, de las cuales el área urbana ha utilizado el 63.8% de la población mientras que el 38% ha utilizado en áreas rurales (INEC, 2016). El Ministerio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), planeo promover las llamadas “Ciudades Digitales” que son espacios con servicios modernos y en los que la ciudadanía interactúa con Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) (INEC, 2016).

En el 2015, Riobamba ganó el concurso nacional de innovación “INNOVATIC, AGENDAS DIGITALES 2015” promovido por MINTEL. Desde aquel entonces el ministerio brinda apoyo y asesoría para que Riobamba se consolide como una “Ciudad Digital”. El municipio de la capital de la provincia de Chimborazo implementó más de 130 Access Points ubicados en varios sectores de la urbe que abarca las 11 parroquias rurales y puntos estratégicos de Riobamba (ARCOTEL, 2015).

En mayo de 2015 el municipio de Riobamba inauguró el proyecto “Riobamba, Ciudad Digital” comenzado con la instalación de Access Point en 4 sitios públicos: el edificio del municipio de Riobamba, el parque Sucre, el mercado la Merced y el parque Guayaquil, en estos sitios se instalaron 10 equipos para la transmisión de datos de la compañía Telconet (El Comercio, 2015). Las personas pueden acceder a internet hasta dos horas en cada zona *wifi*, indicando mensualmente alrededor de 20000 a 30000 conexiones al servicio de internet gratuito con el propósito de realizar consultas de temas inherentes a cultura, turismo, comercio, tránsito, ocio, entretenimiento, formación, entre otros, siendo utilizado la mayoría de las veces para redes sociales (Chamorro, y otros, 2015).

Por este motivo es importante medir la QoS (*del inglés, Quality of service*), puesto que provee mecanismos para priorizar los paquetes de datos, voz y video, dando un mejor servicio a un grupo de usuarios o aplicaciones. Al obtener los parámetros de calidad mínimos requeridos para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios las cuales son observables y/o mensurables (ITU, 2001 pág. 6) se puede realizar un análisis de los parámetros y determinar si dicha calidad de servicio presente en los Access Points *wifi* gratuitos en el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba cumple con los requisitos mínimos para catapultar a Riobamba a la nueva utopía digital, esto en vista de que este servicio promete impulsar a la ciudad a una nueva era de avance tecnológico el servicio debe ser superior a la calidad mínima establecida en las recomendaciones de la UIT.

1.3.2. Justificación aplicativa

La presente propuesta tecnológica surge por la necesidad de verificar la QoS de los Access Points *wifis* gratuitos existentes en el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba que conforman la red Riobamba Digital, fruto de esta nueva era el servicio de internet es primordial ya que esto facilita trámites y operaciones digitales. Las modalidades de trabajo y estudio online solicita cada vez más anchos de banda de operación con el fin de mejorar el servicio.

La primera etapa radica en la investigación teórica de la propuesta tecnológica, está se centra en la recolección de información sobre la calidad de servicio, se identifica las normas y parámetros que rigen los dispositivos y redes inalámbricas.

Para esta recolección se parte con el estudio de las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones) que estén relacionadas al análisis de QoS; lo que significa que se analiza cómo se aplica y como se lleva a cabo la calidad de servicio en redes IP, VoIP, inalámbricas, WLAN, telefonía celular, entre otras. La información que se recopile en esta investigación se clasifica y se determina cuál es aplicable y eficiente para determinar la calidad de servicio en la red Riobamba Digital específicamente el corredor turístico 2.

La segunda etapa consiste en la investigación de los requerimientos que deben cumplir las redes inalámbricas *wifi* de los Access Points gratuitos para garantizar un servicio de calidad mínimo admisible, esta investigación establece la guía con la que se compara los parámetros establecidos en la primera etapa.

La tercera etapa se analiza el *hardware y/o software* que se utiliza para realizar las mediciones de los parámetros que determinan la calidad de servicio. Esta etapa se fundamenta en la elección del *hardware y/o software* que permita medir todos los parámetros que están establecidos en la etapa número uno. La segunda parte de la etapa número tres consiste en realizar la parte técnica de la propuesta tecnológica, la que corresponde a la medición de la calidad de servicio. Para este proceso se utiliza el *software y/o hardware* que se determina en la primera parte de la etapa número tres. Las mediciones se realizan en cada una de las zonas que ofrecen el servicio por medio de los Access Points *wifi* gratuitos presentes en el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.

La cuarta etapa del proyecto se basa en analizar los parámetros de la calidad de servicio que ofrecen los Access Points *wifi* gratuitos presentes en el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba que serán obtenidos a través de la medición del *software y/o hardware* en la segunda parte de la etapa número tres. Estos parámetros se analizan concernientemente a los requerimientos que serán establecidos en la etapa número dos de la propuesta tecnológica, los cuales garantizan un servicio de calidad. Para realizar estos análisis se apoyan en *software* estadísticos que permitan dar un mejor entendimiento detallado de la calidad del servicio existente en la zona.

La quinta y última etapa consiste en elaborar una propuesta para mejorar la calidad de servicio, esto se fundamenta en el análisis estadístico realizado por los *softwares* utilizados en la cuarta etapa, esta propuesta de mejora consta con un estudio económico la cual se realizará en la segunda parte de la quinta etapa.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Medir y analizar la QoS de los Access Points gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba para plantear una propuesta de mejora.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar los parámetros que determinan la calidad de servicio de los Access Points *wifi*, sus normativas y estándares vigentes.
- Definir los requerimientos de la calidad de servicio que deben cumplir los Access Points *wifi* gratuitos que integran el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.
- Seleccionar el *Hardware* y/o *Software* que permitirá medir los parámetros de calidad de servicio de los Access Points *wifi* gratuitos presentes en el corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.
- Analizar la QoS de los Access Points *wifi* gratuitos, para determinar si los parámetros medidos cumplen con los requerimientos definidos de calidad.
- Elaborar y realizar un estudio económico para la propuesta de mejora de la QoS de los Access Points *wifi* gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba.

1.5. Metodología

Para este trabajo de integración curricular con característica de propuesta tecnológica, se tendrá una metodología basada en cinco capítulos:

1.5.1. Diagnóstico del problema

En el capítulo I es necesario investigar sobre los antecedentes a nivel mundial los mismos que ayudan al planteamiento del problema de la propuesta tecnológica a desarrollar, juntamente con su justificación para poder cumplir con los objetivos.

1.5.2. Marco teórico

En el Trabajo de Integración Curricular en el capítulo II es necesario contar con información relevante de distintas fuentes, herramientas y estrategias; entre las cuales se consulta las recomendaciones de la UIT, bibliotecas físicas y virtuales, se indaga sobre los métodos de captación de datos, como la observación que por las limitaciones de la investigación será de la manera más precisa posible y a la vez se lleva a cabo la investigación de los equipos y aplicaciones existentes con sus diferentes informaciones.

1.5.3. Marco metodológico

El proyecto se diseñó en función directa de los problemas, necesidades o demandas que se detectaron en la investigación y análisis ya mencionados. Para el Capítulo III la selección de la muestra para dicha investigación y análisis se hizo en base a los datos entregados por el Municipio de Riobamba.

Se decidió realizar un diseño de la red física mediante un *software* para diseño de redes en el mismo que se ubicaron todos los puntos a estudiar analizando así la capacidad que se debe tener en cuenta para el manejo y administración del ancho de banda, el número de usuarios y las aplicaciones acorde con las necesidades que refleje la investigación contemplada en este proyecto. A continuación se procede a realizar el análisis de la comunicación óptica donde se deberá tener en cuenta el presupuesto óptico para una mejor QoS en el proyecto existente del sitio para determinar el área de cobertura mediante un *software* que refleje los mapas de calor donde se desea proporcionar conectividad inalámbrica, finalizando con una elección de la ubicación de los equipos, la orientación de la antena, la potencia de los puntos de acceso, el patrón de radiación de las antenas y la frecuencia finalizando con una correcta asignación de canales que depende de la tecnología 802.11 escogida.

1.5.4. Marco de análisis e interpretación de resultados

En la documentación se plasman los resultados de los pasos anteriores en un *software* estadístico que detalla las mediciones obtenidas para poder compararlas con el escenario actual y el establecido en las Recomendaciones de la UIT para una excelente QoS. Los datos conseguidos en las mediciones se presentarán utilizando tablas y gráficos con un análisis de resultados.

Una vez obtenida toda la información requerida en base a los resultados se realizó una evaluación de la situación actual; nivel de equipos, configuración, distribución donde se analizó e interpretó los resultados de los datos obtenidos

1.5.5. Propuesta tecnológica

Luego, para los fines de crear una propuesta a base de mejora se tendría en cuenta que todos los parámetros establecidos en los capítulos anteriores con la finalidad de poder evaluar las necesidades de la red y/o comprobar la QoS ofrecido por el Municipio de la ciudad de Riobamba se encuentra dentro de los umbrales establecidos por la UIT, así mismo se analizaría los datos obtenidos en el proyecto, con esto se podrá detectar las fallas existentes en el sistema actual mediante simulaciones que satisfaga la QoS respecto a los parámetros establecidos y finalmente se realiza el estudio económico adecuado para la implementación de la propuesta tecnológica.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se realiza la revisión bibliográfica y documental de los temas relacionados con la medición y análisis de QoS, con la finalidad de obtener los parámetros de calidad en las zonas *wifi*. Para lo cual se recopila la información de las recomendaciones de la UIT, de la serie E, F, G, J, X, Y relacionadas al estudio de QoS también en el estándar 802.11 en el cual está orientado a la tecnología *wifi* y al estudio de las características de los *Access Points* implementados en la red Riobamba Digital, se establece el *hardware* y/o *software* para el proceso de medición de QoS de los APs, por consiguiente se determina y compara si cumple con los umbrales de QoS establecidos en las recomendaciones y poder formular una propuesta de mejora de servicio que satisfaga las necesidades de QoS.

1.6. UIT (Unión Internacional De Telecomunicaciones)

Es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación – TIC. Fundada en 1865 para facilitar la conectividad internacional de las redes de comunicaciones, atribución del plano mundial del espectro de frecuencias radioeléctricas y las órbitas de satélite, elaboran las denominadas normas técnicas que garantizan la interconexión armoniosa de redes y tecnologías, priorizan mejorar el acceso a las TIC para las comunidades insuficientemente atendidas del mundo entero. Cada vez que se realiza una llamada telefónica a través del móvil, o se accede al internet o él envió de un correo electrónico, se está haciendo uso la labor de la UIT. La UIT está comprometida para conectar a toda la población mundial, donde quiera que viva o habite una persona y cualesquiera que sean sus medios. A través de su labor, protegen y apoyan el derecho de toda persona a comunicarse (UIT, 2017).

En este punto se recopila y analiza las recomendaciones de UIT que están dedicadas al mejoramiento de la QoS encontradas en la página oficial de la UIT en unas de sus secciones las mismas que están ordenadas en grupos de series de la A hasta Z cada grupo de series se orienta a diferentes conceptos.

Las recomendaciones son fundamentales para el funcionamiento de las actuales redes de TIC. Sin las normas de la UIT actualmente no se podría efectuar llamadas telefónicas, el acceso a internet, los protocolos de transporte, la compresión de voz y vídeo, las redes domésticas y otros muchos aspectos de las TIC, dependen de centenares de normas de la UIT para poder funcionar a escala local y mundial. (UIT, 2016)

1.7. Serie-E

Es el estudio de la explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y los factores humanos que involucran al servicio. Luego del análisis de esta serie las recomendaciones que presentan información relevante acerca de la QoS son:

1.7.1. Rec. UIT-TE.360.1

Se refiere al encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico, conexos para redes multiservicios basadas en el protocolo internet, modo de transferencia asíncrono y multiplexación por división en el tiempo. La ingeniería de tráfico (TE, *del inglés, traffic engineering*) es una función de red indispensable la cual controla una respuesta de la red. La clase de servicio que es entregado por el proveedor determina el conjunto de características de un servicio que son descritas por los parámetros de identidad del servicio, requisitos de capacidad del enlace, calidad de servicio y umbral de tráfico existente en la red.

El grado de servicio (GoS, *grade of service*) que es soportado por el flujo depende de diferentes variables especificadas en el diseño de una red, estas son usadas para proporcionar una medida idónea de un grupo de recursos en condiciones específicas. Las normas de grado de servicio ya son valores de los parámetros asignados como objetivos o conocido como valores de umbral (Ferguson, y otros, 1998).

Modelo de ingeniería de tráfico. - La Ilustración 1-2 indica un modelo para la ingeniería de tráfico de red, la casilla central representa la red, esta puede tener diversos tipos de arquitecturas, configuraciones y tablas de encaminamiento utilizadas. Las funciones mostradas en la Ilustración 1-2 son coherentes con la definición de TE empleada por (TEWG) del (IETF).

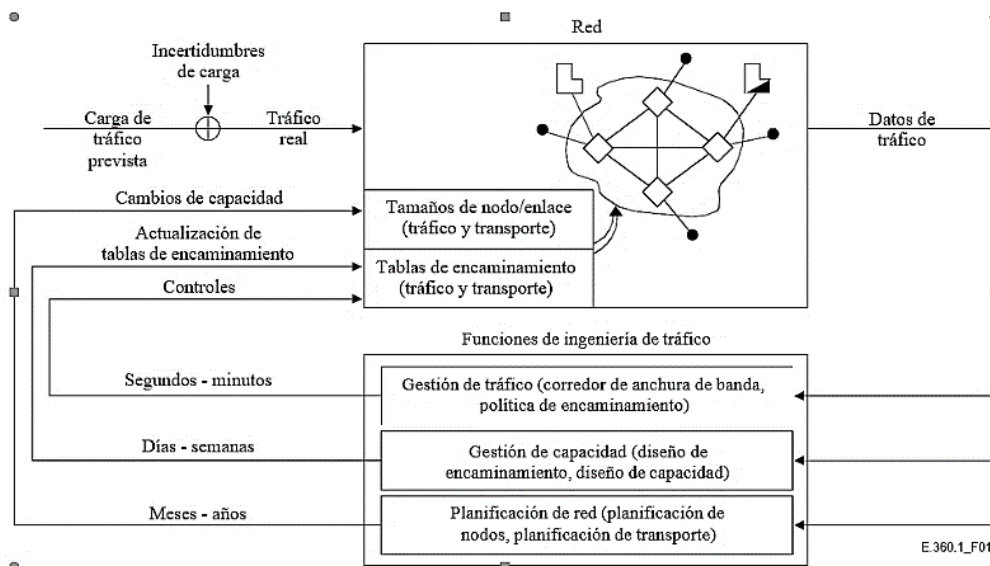


Ilustración 1-0 : Modelo de ingeniería de tráfico.

Fuente: (UIT, 2002 pág. 10)

La TE de internet optimiza el funcionamiento de redes operacionales, abarca la medición, modelado, caracterización, control de tráfico de internet y la aplicación de técnicas para lograr objetivos específicos de calidad de funcionamiento, incluidos el funcionamiento fiable y expedito del tráfico a través de la red (UIT, 2002 págs. 10-15).

Tabla 1-0: Modelos de tráfico para variaciones de la carga.

Constante de tiempo de las variaciones del tráfico	Ejemplos de variación de la carga para la gestión de tráfico	Modelo de tráfico ilustrativo para la gestión de capacidad	Repercusión sobre la capacidad
Minuto por minuto	Fluctuaciones de tráfico aleatorias en tiempo real. Tráfico de desbordamiento en ráfaga. Sobrecargas concentradas (causadas por llamadas a estaciones de radio/TV, catástrofes naturales, etc.). Sobrecargas generales. Congestión de tráfico causada por fallo de la red (por ejemplo, corte de fibras fallo de nodo).	Modelo estocástico. Normalmente con 2 parámetros (media y varianza). Excluido el tráfico de sobrecarga concentrada y general. Excluido el tráfico con fallo de la red	Capacidad de carga de tráfico en la hora cargada (excluye el tráfico de sobrecarga concentrada, de sobrecarga general y el tráfico con fallo de red .)
Hora por hora	Cresta diaria del tráfico comercial. Cresta vespertina del tráfico (de consumidor) basado en Web. Cresta de fin de semana/vespertina del tráfico móvil (de consumidor).	Modelo determinístico. Valor medio que varía en un tiempo promedio de 20 días. Diseño de varias horas.	Capacidad de varias horas.
	Mañana de lunes más cargada para el tráfico diurno comercial comparada con una mañana promedio. Tarde de domingo más cargada para el tráfico basado en Web comparado con una tarde promedio.	Modelos estocásticos; Normalmente con 2 parámetros (media y varianza)	Capacidad día por día.
Semana por semana	Variaciones estacionales invierno/verano. Errores de previsión.	Modelo estocástico. Normalmente con 2 parámetros (media y varianza). Diseño de encaminamiento de flujos y capacidad máxima.	Capacidad de reserva.

Fuente: (UIT, 2002 pág. 15)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Tabla 1-2 se resumen ejemplos de modelos que pueden ser utilizadas en la representación de variaciones de tráfico consideradas en la recomendación con valores variantes del constante tiempo. Tomando en cuenta en la medición y caracterización del tráfico de datos como el basado en la web (UIT, 2002 págs. 10-15).

1.7.2. Rec. UIT-TE.360.4

Expone acerca del encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos, métodos y requisitos de la gestión de tablas de encaminamiento, la generación automática de estas tablas basadas en la topología de la red. Es información utilizada para aplicar las reglas de diseño de las tablas de encaminamiento con el fin de determinar opciones de trayecto de tráfico (UIT, 2005 págs. 8-15).

Gestión de tablas de encaminamiento para redes basadas en IP. - Las redes basadas en IP generalmente usan el protocolo para abrir el camino más corto primero (OSPF, *del inglés, Open Shortest Path First*) o en la actualidad el protocolo IS-IS (protocolos de enrutamiento dinámico) para el encaminamiento intradominios. Por otra parte, el protocolo de puerta de enlace frontera (BGP, *del inglés, Border Gateway Protocol*) y EGP (*Protocolo de Gateway exterior*), ambos protocolos han sido diseñados para el encaminamiento de paquetes de tráfico de distintos tipos de dominios(UIT, 2005 págs. 8-15).

Dentro de OSPF o IS-IS, cada nodo IP aplica el mecanismo de intercambio de topología de actualización de estado del enlace, de esta manera construyen su tabla de encaminamiento o enrutamiento por el trayecto más corto, se compara las direcciones IP de destino con la concordancia más larga en la tabla y determinan así el trayecto más corto al destino para cada paquete IP (UIT, 2005 págs. 15-35).

Tabla 2-0: Parámetros de señalización y de intercambio de información requeridos para soportar los métodos de encaminamiento.

Tecnología de red IP (Normas IETF)	Métodos de encaminamiento				
	Encaminamiento de llamadas	Encaminamiento de conexión			
		Encaminamiento fijo	Encaminamiento dependiente del tiempo	Encaminamiento dependiente del estado	Encaminamiento dependiente del estado
E.164-AESA, INRA, IPADR, CIC	ER, BNA OSPF, BGP, MPL	DTL/ER, CBK/BNA	ER, BNA OSPF, BGP, MPLS	DTL / ER, CBK / BNA	

Fuente: (UIT, 2005 pág. 12)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Tabla 3-0: Parámetros de señalización y de intercambio de información requeridos para soportar los métodos de encaminamiento.

Gestión de recursos orientada a QoS			Gestión de tablas de enrutamiento			
Asignación y protección del ancho de banda	Encaminamiento con prioridad	Puesta en cola con prioridad	Actualización de topología	Actualización del estado	Indagación del estado	Encaminamiento recomendado
QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD OSPF, BGP, MPLS	DoS OSPF, BGP, MPLS	DIFFSERV OSPF, BGP, MPLS	HOLA, LSA OSPF, BGP, MPLS	LSA OSPF, BGP, MPLS	RQE	RRE

Fuente: (UIT, 2005 pág. 13)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 2-2 y 3-2 resume los métodos de señalización e intercambio requeridos para el enrutamiento. Estos parámetros y métodos de intercambio son necesarios dentro de cada tipo de red e incluso para el interfuncionamiento entre otros tipos de redes.

1.7.3. Rec. UIT-TE.360.5

Considera el encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de TE conexos, describe y analiza las arquitecturas de red de transporte de acuerdo con la tecnología evolutiva para redes de banda ancha integradas. El encaminamiento de transporte dinámico ofrece ventajas de simplicidad de diseño y robustez en caso de variaciones de la carga y fallos de la red

Diseño de red de transporte fiable. - En caso de fallo de enlaces, nodos u otros elementos de red, la red diseñada debe proporcionar mecanismos de supervivencia para satisfacer los niveles de funcionamiento requeridos, por este motivo se presenta modelos de enrutamiento o encaminamiento con el fin de proporcionar servicio para el restablecimiento del tráfico en caso de cualquier fallo (UIT, 2005 págs. 12-18).

Los objetivos básicos de estos modelos son aumentar la diversidad de enlaces y la capacidad de protección de transporte de tráfico cuando sea esta necesaria de modo que se cumpla el objetivo de robustez de señal que abarca el nivel de restablecimiento de tráfico cuando se produce un fallo en la red. El proceso de restablecimiento de transporte realiza la operación de restablecer la capacidad de reabastecimiento, es una implementación mediante un sistema centralizado hasta que se agota la capacidad que tiene para establecerse (UIT, 2005 págs. 25-35).

1.7.4. Rec. UIT-T E.360.7

Se encuentra orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos, requisitos operacionales para la gestión del tráfico y de la capacidad, que comprenden la previsión, la supervisión del funcionamiento y el ajuste de la red a corto plazo.

La gestión de tráfico se enfoca en la vigilancia y control de la red basada en MPLS/TE, también examina la interacción de los gestores de tráfico con otros sectores de trabajo responsables del funcionamiento de redes MPLS. Las funciones de gestión de tráfico deben ser ejecutadas en un centro de trabajo centralizado como se explica en la Rec. UIT-T E.360.4, por funciones operacionales de gestión de tráfico (TMOF) (UIT, 2005 págs. 10-15).

Supervisión de la calidad de funcionamiento en tiempo real. - La vigilancia de la red MPLS/TE se efectúa mediante la supervisión del par de nodos con el desbordamiento de anchura de banda supervisada en todos los momentos. Los gestores de tráfico son los encargados de identificar las peticiones de conexión que pueden ser reencaminadas, por tanto, conocen la ubicación de las concentraciones más fuertes de intentos de encaminamiento de llamadas bloqueadas. Desde el punto de vista de los ingresos por servicios, la diferencia entre un 1% y un 10% de bloqueo/retardo en un par de nodos puede favorecer la concentración en la situación de bloqueo/retardo de 1% porque hay que reencaminar más peticiones de conexión. TMOF-BBP debe visualizar también todas las excepciones que hay con la visualización del umbral automático, que visualiza todo lo que rebasa el umbral presente, por ejemplo, un 1% de desbordamiento de anchura de banda/retardo o una o más peticiones de conexión bloqueadas, en cinco minutos. En el último caso, esta visualización muestra las peticiones de conexión bloqueadas totales y no sólo los pares de nodos con el porcentaje más alto (UIT, 2005 págs. 15-20).

Control de red. - La red basada en MPLS/TE necesita controles automáticos incorporados en el procesamiento de nodos y también tiene controles automáticos y manuales, la complejidad de las redes MPLS/TE requiere reforzar controles totalmente automáticos que sean fiables y robustos. DOC y DBR deben responder automáticamente dentro del programa de soporte lógico del nodo. Para DBR, la respuesta automática puede estar acoplada, por ejemplo, con dos niveles de umbral de reserva de anchura de banda, representados por la magnitud de la anchura de banda en reposo en un enlace basado en MPLS/TE. Los niveles de reserva de anchura de banda DBR deben ser funciones automáticas del tamaño de enlace (UIT, 2005 págs. 15-20).

Diseño de red. - Dadas las cargas de un par de nodos de la red basada en MPLS, se estiman las cargas de nodo a nodo para cada carga de tráfico de nodo de ruta principal a nodo de ruta principal cada hora, incluida la variabilidad de minuto en minuto y la variación de día en día, más los parámetros de control TE (UIT, 2005 págs. 20-25).

1.8. Serie F

Muestra el estudio de servicios de telecomunicación no telefónicos. El análisis de esta serie de recomendaciones presenta información relevante acerca de los requisitos del servicio dan respuesta a las demandas de las distintas clases de usuarios que contribuyen a la intercomunicación entre los sistemas de servicios ofrecidos por diferentes operadores de telecomunicaciones o entre los equipos de diversos fabricantes

1.8.1. Rec. UIT-T F.733

Define el servicio de conferencia multimedia basado en las redes con Protocolo Internet (IP). El servicio ofrece comunicación en tiempo real entre diversos usuarios ubicados en distintos lugares de una red IP. En esta recomendación se presentan la descripción del servicio, el modelo funcional, los casos de aplicación y los requisitos del servicio de conferencia multimedia por IP. (UIT, 2009 págs. 9-15).

Requisitos de una conferencia multimedia por IP. -El usuario podrá iniciar una conferencia de multipunto a petición o reservar una conferencia de diversas maneras. Por ejemplo, el usuario podrá reservar una conferencia o iniciar una conferencia instantánea desde el terminal o conectarse al servidor de gestión de conferencias y enviar la información de la conferencia o llamar al operador del proveedor de servicios (UIT, 2009 págs. 15-16). A continuación, se presentan los siete requisitos de una conferencia multimedia por IP:

1. Audio, vídeo y texto en tiempo real interactivos, voz y vídeo nítidos y con distribución sin saltos.
2. El usuario podrá acceder a la conferencia multimedia desde cualquier parte, si procede.
3. El usuario podrá participar en la conferencia con distintos caracteres: convocador (controlador), presidente, participante, participante auditor y anónimo.
4. Los usuarios podrán solicitar la prolongación y la terminación de la conferencia, durante la misma, antes de la hora de terminación programada.
5. Los terminales podrán incorporarse a una conferencia multimedia con distintos códecs y velocidades.
6. Es necesario que se soporte la función de transferencia de datos, por ejemplo, podrá utilizarse el uso compartido de documentos, la coordinación, el tablón de anuncios electrónico y la demostración de transparencias.
7. Los usuarios podrán controlar terminales remotos, tales como la cámara, el micrófono, etc.

1.8.2. Rec. UIT-T F.700

Estudia y se enfoca en marco para los servicios multimedios. Proporciona una metodología para configurar servicios multimedios de manera oportuna y da respuesta a las necesidades tanto de los usuarios finales como de los proveedores de servicio. La metodología se basa en un enfoque modular, que utiliza un conjunto establecido de elementos constitutivos independientes de la red u otras capacidades de comunicaciones que el UIT-T está desarrollando (UIT, 2000 págs. 11-22).

Calidad de servicio. - Es fundamental para el usuario y puede ser esencial en numerosas aplicaciones. Otros parámetros de calidad/funcionamiento se definen en el nivel de tareas de comunicación o el de servicio (UIT, 2000 págs. 11-22)..

Son ejemplos de parámetros de calidad los siguientes:

1. En el nivel de medios componentes.
2. Resolución de la imagen.
3. En el nivel de tareas de comunicación: retardo diferencial para la sincronización de audio y vídeo.

1.9. Serie G

Se encamina en el estudio de los sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales. Luego del análisis de esta serie las recomendaciones que presenta la información relevante acerca de la QoS son las siguientes:

1.9.1.1. Rec. UIT-T G.1010

Indica las necesidades de calidad de funcionamiento que son determinadas por el usuario se han convertido en un reto importante para las redes alámbricas e inalámbricas con IP ya que proporciona la calidad de servicio adecuada para los diferentes servicios, exige un conocimiento profundo de los requisitos de calidad de funcionamiento de los servicios y las aplicaciones. El punto de partida que determina estas necesidades de calidad de funcionamiento debe ser el usuario (UIT, 2001 págs. 6-10).

Clasificación de los requisitos de calidad de funcionamiento por categorías de calidad de servicio de usuario extremo. -En base a los requisitos de calidad de funcionamiento determinados en la Tabla 4-2, se puede clasificar las diversas aplicaciones en función de la pérdida de paquetes y la transmisión en un sentido.

La correspondencia se formaliza como se muestra en la Tabla 4-2, para proporcionar un modelo recomendado de categorías QoS de usuario extremo, donde las cuatro áreas de retardo reciben nombres de un tipo de interacción de usuario específica. Cabe indicar que cada categoría se puede seguir desglosando para suministrar una gama de niveles de calidad para un servicio determinado (UIT, 2001 págs. 6-10).

Tabla 4-0: Calidad de funcionamiento por categorías de QoS de usuario extremo.

Aplicaciones	Tolerancia a errores	Categoría QoS	Retardo	Pérdida de paquetes (%)
Audio	Si	Oportuno	10 s	3
Voz en conversación	Si	Interactivo	100 ms	4
Mensajería vocal	Si	Pronta respuesta	2 s	4
Audio en tiempo real	Si	Oportuno	10 s	3
Video	Si	Interactivo	100 ms	4
Videoteléfono	Si	Pronta respuesta	2 s	4
Video en un sentido	Si	Oportuno	10 s	4
Datos	No	Oportuno	10 s	Nula
Navegación en la web	No	Pronta respuesta	2 s	Nula
Gran volumen de datos	No	Oportuno	10 s	Nula
Comercio electrónico	No	Pronta respuesta	2 s	Nula
Modo dirigido/control	No	Interactivo	100 ms	Nula
Imagen fija	No	Oportuno	10 s	Nula
Juegos interactivos	No	Interactivo	100 ms	Nula
Telnet	No	Interactivo	100 ms	Nula
Correo electrónico	No	Pronta respuesta	2 s	Nula
Mensajería instantánea	No	Pronta respuesta	2 s	Nula
Aplicaciones de soporte	No	No crítico	100 s	Nula
Fax	Si	No crítico	100 s	2
SMS	Si	No crítico	100 s	2
Correo electrónico (Servidor a servidor)	No	Pronta respuesta	2 s	Nula
Usenet	No	No crítico	100 s	Nula

Fuente: (UIT, 2001 pág. 6)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Objetivos de calidad de funcionamiento. -En base a la información de la bibliografía, en la Tabla 5-2 se indican objetivos adecuados de calidad de funcionamiento para aplicaciones audio y vídeo, así como los parámetros clave y valores de objetivo para la calidad de funcionamiento de estos servicios a través de la red.

Tabla 5-0: Cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones audio y video.

Medio	Aplicación	Grado de simetría	Velocidades de datos típicas	Parámetros claves y valores de objetivo para la calidad de funcionamiento.		
				Tiempo de transmisión en un sentido	Variación de retardos	Perdida de información.
Audio	Voz en conversación	Dos sentidos	4-64 kbit/s	Preferido < 150 ms	< 1 ms	Relación de perdida de paquetes (PLR) < 3%
Audio	Mensajería vocal	Principalmente en un sentido.	4-32 kbit/s	< 1s para reproducción < 2s para grabación.	< 1 ms	PLR < 3%
Audio	Audio en tiempo real de gran calidad.	Principalmente en un sentido	16-128 kbit/s (Nota 3)	< 10s	<< 1 ms	PLR < 1%
Video	Videoteléfono	Dos sentidos	16-384 kbit/s	Preferido < 150ms	-----	PLR < 1%
Video	Un sentido	Un sentido	16-364 kbit/s	<10 s	-----	PLR < 1%

Fuente: (UIT, 2001 pág. 8)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Tabla 6-2 se indican objetivos adecuados de calidad de funcionamiento para aplicaciones de datos en un medio simple, así se determina si un canal portador puede transmitir los datos de una aplicación determinada. Por ejemplo, un canal con un tiempo de transmisión en un sentido de un segundo no puede soportar eficazmente comunicaciones naturales en tiempo real, como el servicio de voz y Telnet. Además, aunque se redujera el tiempo de transmisión en un sentido a 100 ms, la transmisión por Telnet se verá afectada si hay pérdida de información, puesto que la pérdida de tan sólo un carácter causa degradación.

Tabla 6-0: Cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de datos.

Medio	Aplicación	Grado de simetría	Velocidades de datos típicas	Parámetros clave y valores de objetivo para la calidad de funcionamiento	
				Tiempo de transmisión en un sentido	Perdida de información
Datos	Navegación en la web HTML	Principalmente un sentido	10 KB	Preferido < 2 s/página Aceptable < 4 s/página	Nula
Datos	Transferencia y recuperación de gran volumen de datos.	Principalmente un sentido	10 KB-10 MB	Preferido < 15 s Aceptable < 60 s	Nula
Datos	Servicios de transacciones de alta prioridad, como comercio electrónico, ATM.	Dos sentidos	< 10 KB	Preferido < 2 s Aceptable < 4 s	Nula
Datos	Medio dirigido	Dos sentidos	1 KB	< 250 ms	Nula
Datos	Imagen fija	Un sentido	< 100 KB	Preferido < 15 s Aceptable < 60 s	Nula
Datos	Juegos interactivos	Dos sentidos	< 1 KB	< 200 ms	Nula
Datos	Telnet	Dos sentidos (asimétrico)	< 1 KB	< 200 ms	Nula
Datos	Correo electrónico (acceso a servidor)	Principalmente un sentido	< 10 KB	Preferido < 2 s Aceptable < 4 s	Nula
Datos	Correo electrónico (transferencia de servidor a servidor)	Principalmente un sentido	< 10 KB	Puede ser varios minutos	Nula
Datos	Fax (“tiempo real”)	Principalmente un sentido	1 KB	< 30 s/página	<10 ⁻⁶ BER
Datos	Fax (almacenamiento y retransmisión)	Principalmente un sentido	10 KB	Pueden ser varios minutos	<10 ⁻⁶ BER
Datos	Transacciones de baja prioridad	Principalmente un sentido	< 10 KB	< 30 s	Nula
Datos	Usenet	Principalmente un sentido	Puede ser 1 MB o más	Pueden ser varios minutos	Nula

Fuente: (UIT, 2001 pág. 9)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.10. SERIE J

La implementación masiva de redes de acceso ópticas de banda ancha en los últimos tiempos permite a los consumidores utilizar anchuras de banda para velocidades de 100 Mbit/s, o incluso superiores, a un coste asequible. Con estos anchos de banda se pueden transmitir señales de vídeo de alta calidad, como HDTV. El Protocolo Internet se emplea normalmente en las redes de fibra de banda ancha. En la presente recomendación se establecen los requisitos de un sistema de transmisión multicanal de señales de vídeo a través de redes de fibra óptica basadas en IP, incluidas las redes de televisión por cable con arquitectura de alto nivel (UIT, 2005 págs. 18-23).

1.10.1. Rec. UIT-T J.281

Para facilitar la comprensión de los requisitos del sistema a continuación se explican brevemente los componentes de la Ilustración 2-2 para una transmisión multicanal de señales.

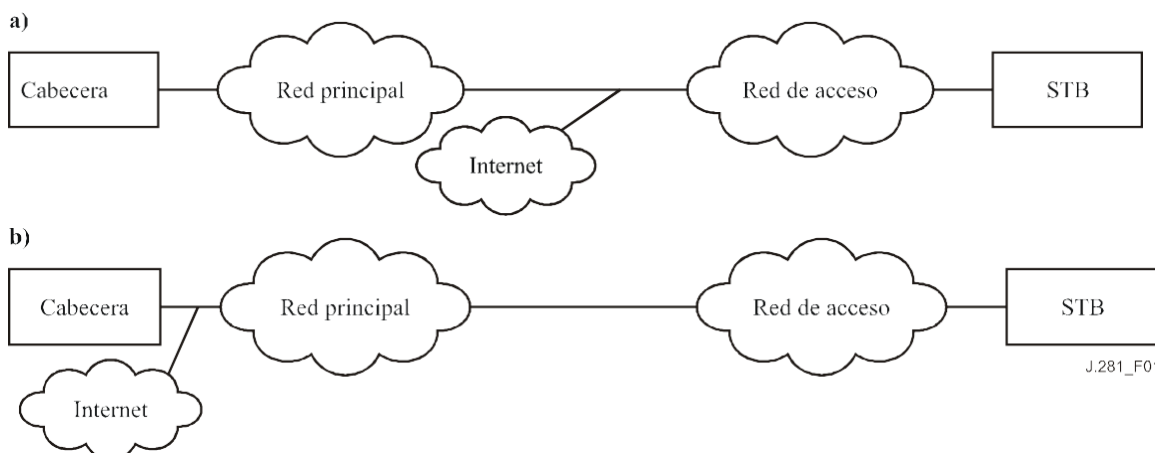


Ilustración 2-0 : Transmisión multicanal de señales.

Fuente: (UIT, 2005 pág. 3)

Cabecera. -Desempeña una función similar a la cabecera de Televisión por Cable (CATV, del inglés, *Cable Television*). Coordina las señales de vídeo y produce trenes de transporte, también se encarga de la encapsulación en paquetes IP. Debe haber, como mínimo, una cabecera en cada sistema y puede haber en el sistema dos o más cabeceras (UIT, 2005 págs. 18-23)

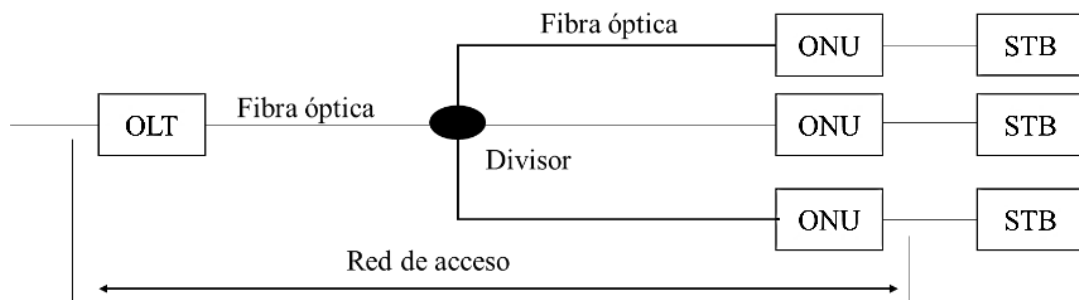
Red principal. -Es responsable del transporte de los paquetes IP inyectados hacia cada red de acceso con una calidad de transferencia suficiente. Dispone de la anchura de banda, funciones de calidad de servicio y/o arquitectura de red adecuadas a fin de garantizar la calidad necesaria para los servicios de transmisión de vídeo, por oposición al tráfico generado por las aplicaciones internet convencionales, como *www* y correo electrónico (UIT, 2005 págs. 18-23).

Red de acceso. -Conecta el decodificador con la red principal que dispone de suficiente ancho de banda para los servicios de vídeo. También conecta los equipos en los locales del cliente a internet (UIT, 2005 págs. 18-23).

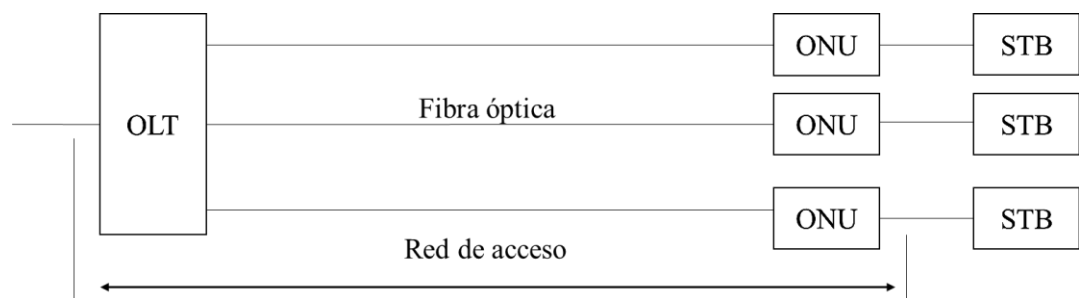
Este apartado considera, que la red de acceso es una red FTTx. Hay diversas arquitecturas FTTx disponibles, y sus semejanzas pueden causar confusión. La presente recomendación se centra en la fibra hasta la vivienda (FTTH, del inglés *Fibre to the Home*) en la que, por definición, la unidad de red óptica (ONU, del inglés *Optical Network Unit*) está instalada dentro de los hogares, y en la fibra hasta el edificio (FTTB, del inglés *Fibre to the Building*), en la que la ONU está instalada en un edificio (UIT, 2005 págs. 18-23).

En la Ilustración 3-2 se muestran ejemplos de redes de acceso. La red de acceso (a) está formada por un terminal de línea óptica (OLT, del inglés *Optical Line Terminal*), una ONU y la fibra óptica que las conecta. En algunos casos, puede insertarse un divisor entre la ONU y el OLT. En

determinadas Recomendaciones o normas, en particular las recomendaciones del UIT-T de la serie G, como las Rec. UIT-T G.983 y G.984, la red de fibra óptica entre el OLT y la ONU se denomina red de distribución óptica (ODN) (UIT, 2005 págs. 18-23).



(a) Red óptica pasiva



(b) Red óptica en estrella simple

Ilustración 3-0 : Ejemplos de redes de acceso.

Fuente: (UIT, 2005 pág. 4).

Conexión a Internet. -Con este sistema se realiza una conexión a internet. Pueden prepararse diversos puntos de conexión para los servicios de internet. El punto de conexión entre la red de acceso y la red principal, que se muestra en la Ilustración 3-2-(a), es un ejemplo de ello. La ubicación del punto de conexión como se observa en la Ilustración 3-2-(a) facilita el mantenimiento de la calidad de servicio en la red principal.

Un punto de conexión puede estar ubicado en la cabecera o en la red principal, como se muestra en la Ilustración 3-2-(b). En este caso, la red principal debe poder mantener la calidad de transmisión de los servicios de vídeo (UIT, 2005 pág. 23).

1.11. SERIE X

Define las redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad. Luego del análisis de esta serie, las recomendaciones, que presentan información relevante acerca de la QoS con el objetivo de completar y aclarar la descripción de la calidad de servicio contenida en el modelo de referencia básico de la interconexión de sistemas abiertos.

1.11.1. Rec. UIT-T X.641

Presenta una base común para el desarrollo y mejora de normas que especifican o hacen referencia a los requisitos o mecanismos de calidad de servicio (QoS) en un entorno de tecnología de la información (IT, *del inglés, information technology*). Ofrece un medio para desarrollar o mejorar normas relativas a la calidad de servicio y proporciona conceptos, términos que ayudarán a mantener la consistencia de las normas conexas.

La gestión de QoS es importante, no sólo en las comunicaciones OSI, sino también en un contexto mucho más amplio, y que es conveniente promover un enfoque común de la QoS que pueda extenderse a otras arquitecturas de IT y de comunicaciones, al procesamiento distribuido en general y al procesamiento distribuido abierto (ODP, *del inglés, open distributed processing*) en particular (UIT, 1997 págs. 4-12).

De esta recomendación se extrae información detallada sobre las intensidades mínimas de señal que se encuentran recopiladas en la Tabla 7-2.

Tabla 7-0: Intensidad mínimas de señal.

Intensidad de la señal	Calificado	Usos adecuados
-30 dBm	Excelente	Esta es la máxima intensidad de la señal alcanzable y será apropiada para cualquier situación de uso.
-50 dBm	Excelente	Este excelente nivel de señales adecuado para todos los usos de la red.
-65 dBm	Muy Bueno	Recomendado para smartphones y tablets.
-67 dBm	Muy Bueno	Esta intensidad de señal será suficiente para voz sobre IP y streaming de video.
-70 dBm	Aceptable	Este nivel es la intensidad mínima de la señal requerida para asegurar una entrega de paquetes fiables y le permitirá navegar por la web e intercambiar correos electrónicos.
-80 dBm	Malo	Permite la conectividad básica, pero la entrega de paquetes no estables.
-90 dBm	Muy malo	Un ruido que inhibe la mayoría de las funciones.
-100 dBm	Pobre	Ruido total.

Fuente: (UIT, 1997 pág. 4)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.11.2. Calidad de servicio

En la actualidad no solo se usa el termino calidad de servicio (QoS) en el ámbito de las telecomunicaciones, del cual proviene, sino también en servicios de banda ancha, inalámbricos, y multimedios, los cuales usan IP. En las redes y sistemas que se están diseñando en la actualidad, se tiene más en cuenta la calidad de funcionamiento de extremo a extremo que es requerida por el usuario.

Según la definición de la ISO 8402 la calidad es:” El total de las características de una entidad que afectan su habilidad para satisfacer necesidades declaradas e implícitas”. De igual manera según la ISO 900 define la calidad como el “El grado en el que un conjunto de características inherentes que satisface los requisitos” (UIT, 1997 pág. 18).

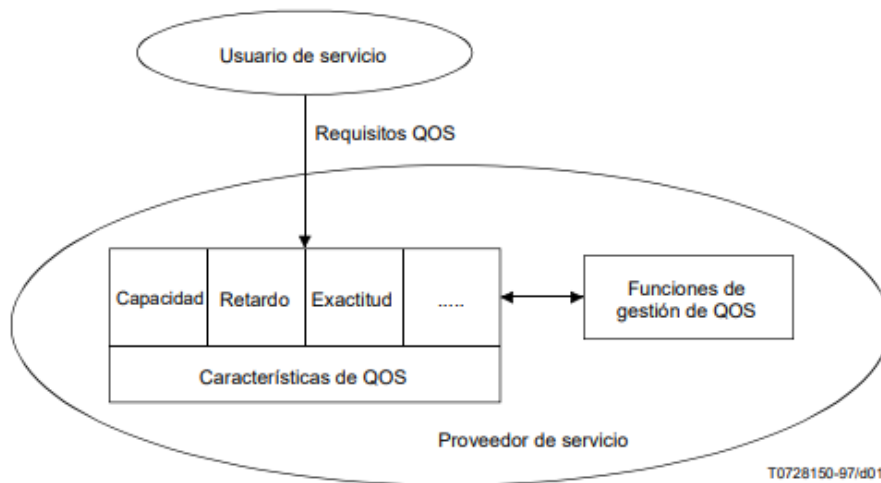


Ilustración 4-0 : Relación de conceptos acerca de QoS.

Fuente: (UIT, 1997 pág. 6)

En la Ilustración 4-2 muestra las características de QoS que relaciona algún concepto en un sistema, servicio o recurso, que puede identificarse y cuantificarse. Indica la verdadera situación subyacente de un elemento, por oposición a cualquier medición o parámetro de control. Las características de QoS se definen independientemente del medio por el que se representan o controlan (UIT, 1997 pág. 18).

1.11.3. Relación entre la calidad de servicio y la calidad de funcionamiento de la red

La calidad de funcionamiento de la red contribuye a la QoS que es experimentada por el usuario/cliente. Al evaluar este tipo de calidad se puede o no considerar a la red como un todo. Normalmente en redes IP comunes la calidad de funcionamiento de acceso se separa de la calidad de funcionamiento de la red troncal, En caso de internet sucede lo contrario una combinación de dichas calidades (UIT, 1997 pág. 21).

1.11.4. Requisitos de QoS

La calidad es representada como todas las características de una entidad que inciden en su capacidad de satisfacer las necesidades indicadas e implícitas. El efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio, el cual determina el grado de satisfacción de los usuarios se denomina calidad de servicio.

La QoS se ve afectada principalmente por el retardo de tiempo, la fluctuación de fase y los paquetes perdidos debido a la red IP, la red y los equipos terminales para el servicio de conferencia multimedia deben tener la capacidad de realizar el tratamiento de la información en tiempo real. Es recomendable utilizar la QoS ofrecida por el proveedor de servicio en documentos de planificación para de esta manera especificar los sistemas de medición y así establecer las bases de los acuerdos de nivel de servicio. Posteriormente si existe algún problema realizar informes detallados ya sean estos mensuales, anuales u otros, indicando que se cumple lo acordado en la

planificación. En caso de no cumplir lo planificado tomar las medidas de corrección necesarias (UIT, 1997 pág. 18).

Calidad de servicio percibida por el usuario/cliente. -El nivel de calidad que el cliente cree haber experimentado (ITU-X 2001). La calidad que interpreta el usuario recibir es subjetiva, ya que estarán basados en función del grado de satisfacción y no en términos técnicos, es decir no se basan en mediciones.

Un cliente/usuario puede decir que durante una cantidad inaceptable de ocasiones tuvo dificultad para realizar una llamada a través de la red y otorgar una calificación de 2 en una escala de 5, donde 5 corresponde a un servicio excelente. Idealmente, deber haber cuatro puntos de vista sobre cliente y proveedor de servicio en relación de la QoS como se observa en la Ilustración 5-2 (UIT, 1997 pág. 19).

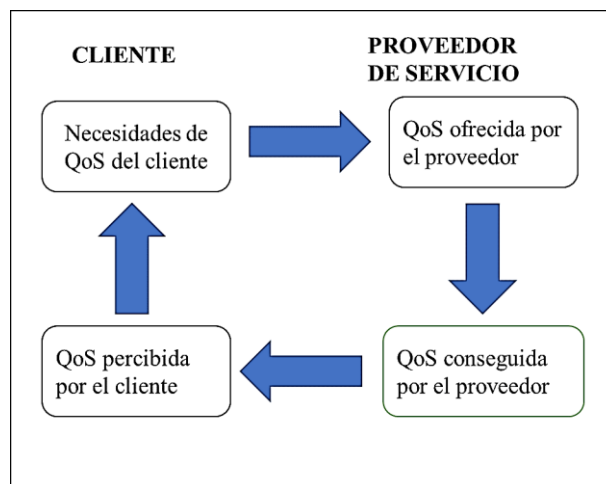


Ilustración 5-0 : Cuatro puntos de vista sobre QoS.

Fuente (UIT, 1997 pág. 19)

1.12. SERIE Y

Trata del estudio de la infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo internet y redes de la próxima generación definiendo parámetros que pueden utilizarse para caracterizar un servicio IP proporcionado utilizando el Protocolo de Internet versión 4 (IPv4) y el Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) que satisfagan las necesidades de los usuarios.

1.12.1. Rec. UIT-T Y.1540

Define parámetros que pueden utilizarse para especificar y evaluar el rendimiento de la velocidad, precisión, confiabilidad y disponibilidad de la transferencia de paquetes IP por los servicios de comunicación de datos del Protocolo de Internet (IP). Los parámetros definidos se aplican para servicios punto a punto. Los parámetros de calidad de funcionamiento y los métodos de medición

están destinados a ser utilizados en la planificación, oferta y evolución de servicios IP, esta recomendación busca realizar evaluaciones y/o monitoreo de servicios IP (UIT, 2020 págs. 13-21). Los parámetros de calidad de funcionamiento se observan o evalúan sobre una base de transferencia de paquetes IP (IPRE), que son encontrados en puntos de medición (MP) asociados con límites jurisdiccionales y funcionales ya especificados.

Modelo de rendimiento en capas para el servicio IP. -La Ilustración 6-2 muestra la naturaleza estratificada del desempeño de las capas de un servidor IP. Los servicios proporcionados a los usuarios dependen del rendimiento de cada capa.

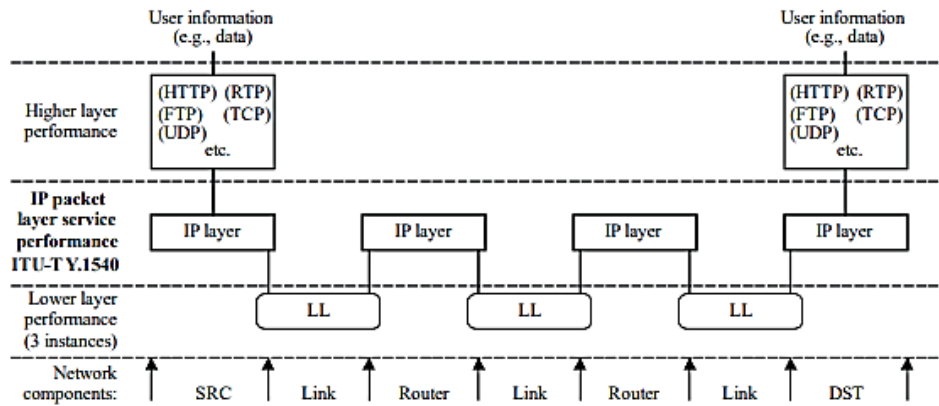


Ilustración 6-0 : Modelo de rendimiento en capas para el servicio IP.

Fuente: (UIT, 2020 pág. 13)

Las capas inferiores (LL, *del inglés, lower layers*) que proporcionan (a través de enlaces) transporte orientado a la conexión o sin conexión en la capa IP. Los enlaces terminan en puntos donde se reenvían los paquetes IP (“Routers”, “SRC” y “DST”) y, por lo tanto, no tienen importancia de extremo a extremo (UIT, 2020 págs. 13-18).

La capa IP proporciona transporte sin conexión de paquetes IP (datagramas). La capa IP entiende la importancia de extremo a extremo para el par determinado de direcciones IP conocidas como origen y destino. Ciertos elementos de los encabezados de los paquetes IP pueden ser modificados por las redes, pero los datos del usuario IP no pueden modificarse en la capa IP (UIT, 2020 págs. 13-18).

Las capas superiores, compatibles con IP, permiten la comunicación de extremo a extremo, estas incluyen el protocolo de control de transmisión (TCP), protocolo de paquetes de usuario (UDP), protocolo de transferencia de archivos (FTP), protocolo de transporte en tiempo real (RTP) y el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), las capas superiores tienen la posibilidad de modificar y mejorar el rendimiento de extremo a extremo proporcionado en la capa IP. (UIT, 2020 págs. 18-20).

El rendimiento de la red IP de extremo a extremo se puede medir en relación con cualquier servicio IP de extremo a extremo unidireccional dado. Los MPs de salida son los MP cruzados

por paquetes del servicio cuando salen de la red de un extremo a otro al DST (UIT, 2020 págs. 18-19).

Transferencia de paquetes IP satisfactoria. - Sucede cuando un solo evento de referencia de paquete IP en un MP0 de entrada permisible da como resultado uno o más eventos de referencia correspondientes a uno o más MPi de salida, todo dentro de un tiempo especificado Tmax calculado desde la entrada original del evento.

El valor de Tmax se recomienda configurarlo en 3 segundos para uso general. Algunas rutas globales de extremo a extremo pueden requerir un valor mayor de Tmax para garantizar que los paquetes con tiempos de transferencia prolongados tengan la oportunidad de llegar. En la práctica se ha utilizado el valor de 3 segundos (UIT, 2020 págs. 18-19).

Paquete IP con errores. - Acontece cuando un único evento de referencia de paquete IP en un MP0 de ingreso permitido da como resultado uno (o más) eventos de referencia correspondientes en uno (o más) MPi de salida, todo dentro de un tiempo especificado Tmax calculado desde la entrada original del evento.

El resultado es que no se crea ningún evento de referencia para los protocolos de capa superior que esperan recibir este paquete. Debido a que no hay un evento de referencia de IP, estos intentos de transferencia de paquetes se clasificarán como resultados de paquetes perdidos. Los encabezados con errores que no provoquen el descarte o la dirección incorrecta se clasificarán como resultados de paquetes con errores (UIT, 2020 págs. 18-19).

Paquete IP perdido. - Ocurre cuando hay un solo evento de referencia de paquete IP en un MP1 de entrada permisible, y cuando algunos o todos los contenidos correspondientes a ese paquete de entrada no dan como resultado un evento de referencia de paquete IP en una salida permisible MPn dentro de un tiempo Tmax. Un resultado de un paquete perdido puede ser el resultado de uno o más paquetes mal dirigidos.

(UIT, 2020 págs. 18-19).

Retraso en la transferencia de paquetes IP. -Se define para todos los resultados de paquetes correctos y con errores en una sección básica o un NSE. IPTD es el tiempo, $(t_2 - t_1)$ entre la ocurrencia de dos eventos de referencia de paquetes IP correspondientes, evento de entrada IPRE1 en el tiempo t_1 y evento de salida IPRE2 en el tiempo t_2 , donde $(t_2 > t_1)$ y $(t_2 - t_1) \leq T_{max}$. Si el paquete está fragmentado dentro del NSE, t_2 es la hora del evento de salida final correspondiente. El retardo de transferencia de paquetes IP de extremo a extremo es el retardo unidireccional entre el MP en el SRC y el DST como se detalla en la Ilustración 7-2 (UIT, 2020 págs. 18-19).

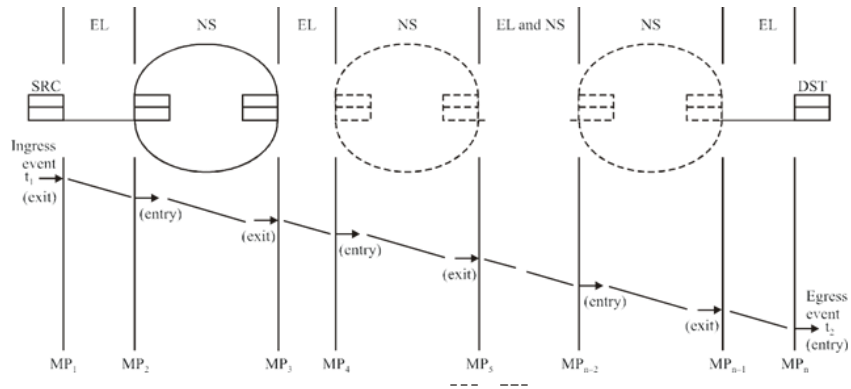


Ilustración 7-0 : Eventos de retardo de transferencia de paquetes IP (ilustrado para la transferencia de un extremo a otro de un solo paquete IP).

Fuente: (UIT, 2020 pág. 18)

El PDV de 2 puntos (vk) para un paquete IP k entre SRC y DST es la diferencia entre el retardo absoluto de transferencia de paquetes IP (xk) del paquete k y un retardo de transferencia de paquetes IP de referencia definido, $d_{1,2}$, entre los mismos MPs para lo que se muestra la Ilustración 8-2.

(ver Ilustración 8-2): $vk = xk - d_{1,2}$.

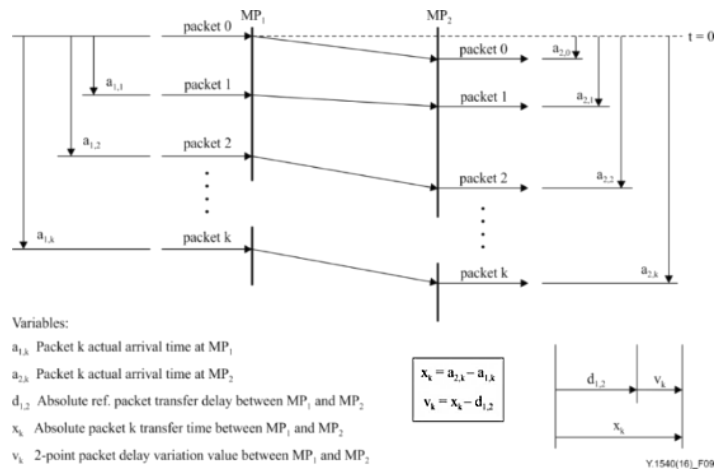


Ilustración 8-0 : Variación del retardo de paquetes IP de 2 puntos.

Fuente: (UIT, 2020 pág. 19)

1.12.2. Rec. UIT-T Y.1541

Los objetivos de calidad de funcionamiento de la red pueden dejar de ser aplicable cuando se envían paquetes que exceden el acuerdo de capacidad o el contrato de tráfico negociado con el proveedor por parte del usuario.

En la Tabla 8-2 se expresan límites en el desempeño de la red entre diferentes interfaces de red de usuario (UNI). Siempre que los usuarios no excedan la especificación de capacidad acordada o en el contrato de tráfico (UIT, 2011 págs. 1-6).

Clases de QoS de red. - Crea una combinación específica de límites en los valores de rendimiento. Cualquier flujo que satisfaga todos los objetivos de calidad de funcionamiento de

una clase de QoS puede ser considerada conforme con las recomendaciones normativas de esta recomendación para esa clase en la que se encuentra.

Tabla 8-0: Definiciones de clase de QoS de red IP y objetivos de rendimiento de la red.

Parámetro de rendimiento de la red	Naturaleza del objetivo de rendimiento de la red	Clases QoS					
		Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5 Sin especificar
IPTD	Límite superior de la media de IPTD	100 ms	400 ms	100 ms	400 ms	1 s	U
IPDV	Límite superior en el cuantil $1 - 10^{-3}$ de IPTD menos el IPTD mínimo	50 ms	50ms	U	U	U	U
IPLR	Límite superior de la probabilidad de pérdida de paquetes	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	U
IPER		1×10^{-4}					U

Fuente: (UIT, 2011 pág. 9)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El término “U” significa no especificado o “ilimitado”. Los tiempos de propagación más largos evitarán que se cumplan los objetivos de retardos tolerados de la propagación de extremo a extremo. La recomendación sugiere un campo de información de paquete máximo de 1500 bytes para evaluar los objetivos (UIT, 2011 págs. 8-10).

Tabla 9-0: Clases de QoS.

Clase de QoS	Aplicaciones (Ejemplos)	Mecanismos de nodo	Técnicas de red
0	En tiempo real, sensible a la fluctuación, alta interacción (VoIP, VTC)	Cola separada con servicio preferencial, preparación del tráfico	Distancia y enrutamiento restringidos
1	En tiempo real, sensible a la fluctuación, interactivo (VoIP, VTC).		Rutas y distancias menos restringidas
2	Datos de transacciones, altamente interactivos (señalización)	Cola separada, prioridad de descarte	Distancia y enrutamiento restringidos
3	Datos de transacciones, interactivos		Rutas y distancias menos restringidas
4	Solo pérdidas bajas (transacciones cortas, datos masivos, transmisión de video)	Cola larga, prioridad de descarte	Cualquier ruta / camino
5	Aplicaciones tradicionales de redes IP predeterminadas	Cola separada (prioridad más baja)	Cualquier ruta / camino

Fuente: (UIT, 2011 pág. 10)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Los datos expuestos en la Tabla 9-2 son aplicables en redes públicas. Para algunos parámetros, el rendimiento en rutas más cortas y/o menos complejas puede ser mucho mejor. La recomendación sugiere un intervalo de evaluación de un minuto, el intervalo debe registrarse con el valor observado (UIT, 2011 págs. 8-10).

La evaluación y análisis de tráfico también puede ser observada en los nodos de red. En la tabla 10-2 se observa los parámetros de rendimiento de la red respecto a otro

Tabla 10-0: Clases QoS de red provisional.

Parámetro de rendimiento de la red	Naturaleza del objetivo de rendimiento de la red	Clases QoS	
		Clase 6	Clase 7
IPTD	Límite superior de la media de IPTD	100 ms	400 ms
IPDV	Límite superior en el cuantil $1 - 10^{-5}$ de IPTD menos el IPTD mínimo	50 ms	
IPLR	Límite superior de la probabilidad de pérdida de paquetes	1×10^{-5}	
IPER	Límite superior	1×10^{-6}	
IPRR	Límite superior	1×10^{-6}	

Fuente: (UIT, 2011 pág. 15)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La tasa de reordenación de paquetes IP (IPRR) se ha definido en [UIT-T Y.1540] pueden parecer perdidos para un remitente TCP, dependiendo de la distancia desde sus posiciones originales. Por lo tanto, el IPRR se estableció para contribuir de manera insignificante a la pérdida total de paquetes.

1.12.3. Rec. ITU-T Y-1543

Especifica un conjunto de parámetros de calidad de funcionamiento del Protocolo de Internet (IP) y métodos de medición aplicables al evaluar la calidad de la transferencia de paquetes en trayectos entre dominios. Dichos métodos anticipan que habrá múltiples sistemas de medición, cada uno de los cuales se realizó mediciones de un segmento de la ruta de cliente a cliente, y recomiendan configuraciones que deberían producir resultados útiles en este escenario cooperativo. Estos métodos se basan en definiciones de parámetros existentes y abarcan técnicas de medición tanto activas como pasivas (UIT, 2018).

Los conceptos en los que se basa la presente recomendación son:

Fracción perdida. - La fracción de paquetes de datos del protocolo de transporte en tiempo real (RTP) de una fuente perdidos desde que se envió el paquete de protocolo de control en tiempo real (RTCP) de informe del remitente (SR) o del informe del receptor (RR) anterior.

Jitter interarrival (J). -Es una estimación de la varianza estadística del tiempo de interarrival del paquete de datos del protocolo de transporte en tiempo real (RTP). La desviación media (valor absoluto suavizado) de la diferencia D en el espacio de paquetes en el receptor en comparación con el remitente para un par de paquetes.

Sistema de referencia. -Un sistema proxy para equipos terminales en las instalaciones del cliente.

Punto de medición en redes IP (MP). - Un punto en la red que contiene funcionalidad que puede iniciar o responder a mediciones con otros puntos de medición (ubicado en puntos de peering, puntos de demarcación (DP), bordes de proveedores (PE), bordes de clientes (CE) y equipos emblemáticos en las instalaciones del cliente)

Variación de retardo de paquetes (PDV). - Distribución del retardo de paquete unidireccional de un tren de paquetes, donde el retardo de referencia es el retardo mínimo del tren y la variación se evalúa con respecto al mínimo.

Indisponibilidad de ruta. - El periodo de tiempo desde que las pérdidas superan un umbral hasta que caen por debajo de otro umbral.

Período de indisponibilidad de ruta. - El periodo total de indisponibilidad durante un periodo de informe del cliente generalmente de 1 mes.

Atributos de rendimiento. -Se sabe que el modelo de calidad de servicio (QoS) entre dominios es una extensión de la arquitectura de internet, el cual admite un servicio IP sin conexión que entrega cargas útiles al usuario en forma de paquetes o bytes en cada dirección. Dado que las rutas de tráfico entrante y saliente pueden diferir, los objetivos y las medidas para todos los atributos de rendimiento en la calidad entre dominios (IDQ) son unidireccionales y reflejan la naturaleza sin conexión del servicio (UIT, 2018 págs. 15-17).

Retraso medio unidireccional. – El atributo de retardo de una clase de QoS se caracterizan por el retardo medio unidireccional también proporciona el retardo mínimo y un conjunto específico de variaciones de retardo del porcentaje superior el cual se utiliza con preferencia a un modelo de desviación estándar o varianza debido a la aparición ocasional de distribuciones de retardo de retardo superior (UIT, 2018 págs. 17-28).

El retardo medio puede variar entre las clases de QoS debido a las colas de prioridad, que se tienen en cuenta al establecer los objetivos

Requisitos específicos. - Se requiere que se inicie una secuencia periódica con una pequeña variación aleatoria de la hora de inicio especificada y las sondas subsiguientes mantienen cada uno el mismo desplazamiento de la hora universal coordinada utilizando un conjunto separado de sondas para cada una de las clases de QoS de la red IDQ (UIT, 2018 págs. 29-30).El tamaño del paquete se selecciona para representar los paquetes de usuario en cada clase de QoS como se muestra en la Ilustración 11-2.

Tabla 11-0: Tamaño del paquete de la sonda para las clases de QoS de red seleccionadas.

Clase de QoS de red	Descripción	Tamaño de la carga útil de la sonda (octetos)
Clase 0	Telefonía	20
Clase 2	Datos de baja latencia	256

Fuente: (UIT, 2018 pág. 34)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.12.4. Rec. ITU-T Y.1545

Es una guía a los reguladores y proveedores de servicio de red a cumplir con los objetivos de rendimiento de QoS. Un acuerdo del nivel de servicio es un documento oficial en el que se enumeran las características, valores y objetivo a cumplir o proporcionar por parte del proveedor (UIT, 2013 págs. 5-12).

El retardo de transferencia de paquetes IP (IPTD), es el intervalo de tiempo unidireccional entre el momento en que el primer bit de un paquete IP atraviesa el MP en el origen y el momento en que el último bit del mismo paquete atraviesa un MP en el destino. Este también es conocido como retardo o latencia (UIT, 2013 págs. 5-12).

Un parámetro, es definido como las características cuantificadas de un servicio dentro de un alcance y límites determinados como se detalla en la Ilustración 9-2.

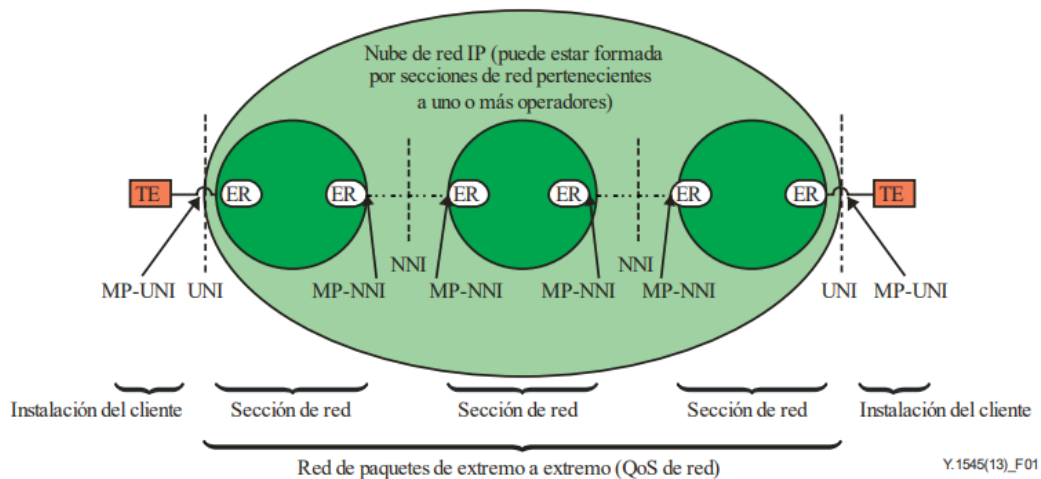


Ilustración 9-0 : Red de paquetes de extremo a extremo.

Fuente: (UIT, 2013 pág. 4)

Se espera que un proveedor de servicios de red (NSP) sólo mida su propia sección de red (UNI a NNI o NNI a NNI) y confíe en los informes de los demás NSP interconectados para derivar la calidad de funcionamiento UNI a UNI que probablemente experimente el tráfico de usuario extremo.

Parámetros QoS

En la recomendación se manifiestan los siguientes parámetros de calidad de servicio:

- IPTD (retardo de transferencia IP).
- IPDV (variación del retardo IP), en ocasiones denominada fluctuación de fase.
- IPLR (tasa de pérdida de paquetes IP).

Clases de calidad de servicio (QoS) y objetividad de calidad de funcionamiento de la red. En la Tabla 12-2 se exponen las clases de QoS y los correspondientes objetivos de funcionamiento de las redes de paquetes que se aplica en un NSP.

Tabla 12-0: Parámetros de QoS.

Clases de QoS	Aplicaciones	Parámetros de calidad de funcionamiento de la red			Observaciones
		IPTD	IPDV	IPLR	
Clase 0	Voz por IP (VoIP) Videoconferencias (VTC)	$\leq 100\ ms$	$\leq 50\ ms$	$\leq 10^{-3}$	VoIP (o telefonía vocal) con calidad RTPC. Tiempo real, sensible a la fluctuación de fase, elevada interacción
Clase 1	Voz por IP (VoIP) Videoconferencia (VTC)	$\leq 400\ ms$	$\leq 50\ ms$	$\leq 10^{-3}$	VoIP con calidad de satélite. Tiempo real, sensible a la función de fase, interactiva
Clase 2	Datos de transición	$\leq 100\ ms$	U	$\leq 10^{-3}$	Señalización, Muy Interactiva
Clase 3	Datos de transición	$\leq 400\ ms$	U	$\leq 10^{-3}$	Datos comerciales (Banca electrónica Interactiva).
Clase 4	Difusión de video	$\leq s$	U	$\leq 10^{-3}$	Transferencia de ficheros Bajas pérdidas únicamente (transacciones breves).
Clase 5	Aplicaciones tradicionales de redes IP.	U	U	U	Mejor esfuerzo.

Fuente: (UIT, 2013 pág. 5)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Los acuerdos de clase de QoS deben aplicarse asociando marcas de paquetes (por ejemplo, de precedencia de tipo de servicio o punto de código de servicio diferenciado) con una clase de QoS específica.

En la Tabla 13-2 muestra el ancho de banda mínimo requerido para cargar por completo una página web o una red social, obteniendo así que, para que un usuario navegue en una página web es necesario un ancho de banda mínimo de 1.5 Mbps, para 2 o más paginas utilizadas simultáneamente por un usuario se requiere un ancho de banda mínimo de 2.5 Mbps a 4.5 Mbps (Jiménez, 2021 págs. 1-4).

Tabla 13-0: Ancho de banda necesario para Navegación

Actividad	Paginas abiertas	Ancho de Banda utilizado	MB/segundo	Tiempo de carga por páginas.	MB (megabyte)
Navegación web y redes sociales	1	1.5 Mbps	0.1875	3 segundos	0.5625
	2	2.5 Mbps	0.3125	6 segundos	1.875
	3	4.5 Mbps	0.5625	9 segundos	5.0625

Fuente: (PERALES, 2021 págs. 1-3)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.13. Estándar 802.11

Audio, videos, datos, aplicaciones de soporte tienen retos tolerables específicos para cada aplicación, el audio en tiempo real es más enfocado para su calidad el tema de pérdida de paquetes, la navegación web desde el punto de vista del usuario el factor principal de calidad de funcionamiento es la velocidad con la que se representa la página una vez solicitada. Se aceptan retardos de varios segundos, pero estos no son tolerables superiores a los 10 segundos en sus peores casos. Para el correo electrónico es un servicio de almacenamiento y retransmisión que puede tolerar retardos de varios minutos, sin embargo, cuando el usuario se comunica con el servidor local del correo o la expectativa es que el correo se transmita en pocos segundos (UIT, 2016 pág. 4). La Tabla 14-2 sintetiza cada uno de los perfiles de antes mencionados.

Tabla 14-0: Perfiles de prueba de servicio.

Perfiles de prueba de servicio	Aplicaciones (ejemplos)	Mecanismos de nodo	Técnicas de red
Red IP bien gestionada (perfil A)	Video y VoIP de alta calidad, videoconferencias (aplicaciones en tiempo real, sensibles a pérdidas, sensibles a fluctuaciones, alta interacción)	Estricto de QoS, garantiza que no hay más de suscripción en los enlaces	Distancia y enrutamiento obligatorio
Red IP parcialmente administrada (perfil B)	VoIP, videoconferencia (aplicaciones en tiempo Real, sensibles al tiempo, interactivo)	Cola separada con servicio preferencial, preparación del tráfico	Rutas y distancias menos restringidas
Red IP no administrada, Internet (perfil C)	Menor calidad de video y VoIP, la señalización, los datos de la transacción (altamente interactivo)	Cola separada, con prioridad limitada	Distancia y enrutamiento obligatorio
	Transacciones de datos, interactivo		Rutas y distancias menos restringidas
	Transacciones cortas, datos masivos (baja pérdida)	Cola larga, prioridad de descarte	Cualquier ruta / camino
	Aplicaciones tradicionales de internet	Cola separada (prioridad más baja)	Cualquier ruta / camino

Fuente (UIT, 2016 pág. 16)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 15-2 detalla los niveles de deterioro aceptados por la industria, incluida la LAN y el acceso que corresponden a los perfiles de prueba del servicio. La pérdida total de paquetes es la suma de la pérdida secuencial de paquetes y la pérdida aleatoria de paquetes. Tenga en cuenta que los acuerdos de nivel de servicio (SLA) del proveedor de servicios solo garantizan las características de la sección principal de la red (Digitales, 2016).

Tabla 15-0: Niveles de deterioro por perfil de prueba de servicio.

Tipo de deterioro de calidad	Unidades	Perfil A, rango bien gestionado (mínimo a máx.)	Perfil B, rango parcialmente gestionado (mínimo a máx.)	Perfil C, rango no gestionado (mínimo a máx.)
Latencia unidireccional	ms	20 a 100 (regional) 90 a 300 (Internacional)	20 a 100 (regional) 90 a 400 (internacional)	20 a 500
Jitter (pico a pico)	ms	0 a 50	50 a 150	150 a 500
Pérdida secuencial de paquetes	ms	Solo perdida aleatoria	40 a 200	40 a 10000
Tasa de pérdida secuencial	s ⁻¹	Solo perdida aleatoria	< 10 ⁻³	< 10 ⁻¹
Pérdida aleatoria de paquetes	%	0 a 0.05	0 a 2	0 a 20
Paquetes redondeados	%	0 a 0.001	0 a 0.01	0 a 0.01

Fuente: (UIT, 2016 pág. 16)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Red bien administrada (Perfil A). -Es una red sin enlaces demasiado comprometidos que emplea enrutamiento perimetral QoS. Estas redes son pensadas especialmente para servicios administrados de voz y video en tiempo real (UIT, 2016 págs. 12-14).

Red parcialmente administrada (Perfil B). -Una red que minimiza los enlaces sobre comprometidos y tiene uno o más enlaces sin enrutamiento de borde QoS. Son pensados especialmente en una mezcla de servicios de voz y video administrados, y datos no administrados / de mejor esfuerzo y servicios de video *over-the-top* (UIT, 2016 págs. 12-14).

Red no operada (Perfil C). -Una red no administración como internet que incluye enlaces sobre comprometidos y tiene uno o más enlaces sin enrutamiento de borde QoS. Los casos de prueba no operados incluyen datos no operados y servicios de video *over-the-top* (excesivo) (UIT, 2016 págs. 12-14).

1.14. Access Point outdoor Aruba 270 series

Los puntos de acceso inalámbricos para exteriores de la serie 270, son innovadores y con un diseño estético, brindan un rendimiento de *wifi* gigabit a dispositivos móviles 802.11ac en cualquier condición climática (Lavelle, 2014 págs. 1-6).

Diseñados para sobrevivir en los entornos exteriores más duros, los AP de la serie 270 resisten la exposición a temperaturas extremadamente altas y bajas, la humedad persistente y las precipitaciones, están completamente sellados para evitar la entrada de contaminantes en el aire (Lavelle, 2014 págs. 1-6). En la Tabla 16-2 y 17-2 se encuentran las propiedades y descripciones del equipo Aruba 275 obtenidas por medio del datasheet del equipo.

Tabla 16-0: Propiedades del equipó Aruba 275.

Serie Aruba 275	
Propiedades	Descripción
Ambiente:	<ul style="list-style-type: none"> • Usado en exteriores (oudoor). • Resistente a cambios de temperaturas.
Velocidad máxima soportada:	<ul style="list-style-type: none"> • En la banda de 5 GHz, 1.3 Gbps. • En la banda de 2.4 GHz, 600 Mbps.
Bandas de frecuencia admitidas:	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4000 GHz a 2.4835 GHz • De 5.150 GHz a 5.250 GHz • 5.250 GHz a 5.350 GHz • De 5.470 GHz a 5.725 GHz • De 5.725 GHz a 5.875 GHz
Tecnologías de radio compatibles:	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11b: espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS). • 802.11^a / g / n / ac: multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). • 802.11n / ac: 3x3 MIMO con hasta tres flujos espaciales
Tipos de modulación admitidos:	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11b: BPSK, QPSK, CCK • 802.11^a / g / n: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM (con clientes TurboQAM) • 802.11ac: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM
Potencia de transmisión:	Configurable en incrementos de 0.5 dBm. <ul style="list-style-type: none"> • Banda de 2.4 GHz: +23 dBm • Bandas de 5 GHz: +23 dBm
Intervalo de guarda corto para canales admitidos:	<ul style="list-style-type: none"> • 20 MHz • 40 MHz • 80 MHz
Tipo de Antena	<ul style="list-style-type: none"> • Seis antenas omnidireccionales integradas para 3x3 MIMO • Ganancia máxima de la antena de 5dBi.
Características físicas	<ul style="list-style-type: none"> • 23 cm (ancho) x 24 cm (fondo) x 27 cm (alto) • 9.0 “(W) x 9.4” (D) x 10.6 “(H) • 2.4 kg / 5.3 libras

Fuente: (Lavelle, 2014 págs. 1-6)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Tabla 17-0: Rendimiento de RF del equipo Aruba 270 serie outdoor Access Points.

	Potencia máxima de transmisión (dBm) por cadena de transmisión.	Sensibilidad del receptor (dBm) por cadena de recepción.
802.11b 2.4 GHz		
1 Mbps	23.0	-95.0
2 Mbps	23.0	-93.0
5.5 Mbps	23.0	-90.0
11 Mbps	23.0	-88.0
802.11g 2.4 GHz y 802.11a 5 GHz		
6 Mbps	23.0	-93.0
54 Mbps	19.0	-75.0
802.11n HT20 de 2.4 GHz y 5 GHz		
MCS0/8	23.0	-93.0
MCS7/15	18.0	-71.0
802.11n HT40 de 2.4 GHz y 5 GHz		
MCS0/8	23.0	-90.0
MCS7/15	18.0	-68.0
802.11ac VHT20 5 GHz		
MCS0	23.0	-93.0
MCS9	16.0	-68.0

Fuente: (Lavelle, 2014 pág. 4)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.15. Hardware de georreferenciación

Se determinó utilizar equipos de medición que ayudaran en el proceso de recolección de datos de precisión y ubicación geográfica.

1.15.1. Spectra Precision Mobile Mapper 50

Es un receptor GNSS de última generación, ofrece una combinación única de telefonía móvil 3.5G integrada, *wifi* y comunicaciones UHF con SMS, cuenta con 240 canales GNSS que incluye GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS y SBASS, tiene una precisión de 5mm horizontal y 8mm en vertical (RMS Geoespacial, 2021).

1.15.2. Ashtech Spectra Precisión DGPS GIS Mobile Mapper 120 GETAC

Dispositivo portátil de alta precisión, posee operaciones portátiles, tiene una potente tecnología de procesamiento BLADE. Modos de precisión en tiempo real submétrico, decímetro o centímetro, la disponibilidad de posición extendida en cañones urbanos y bajo dosel (RMS Geoespacial, 2021). Diseñado para el campo, con un diseño compacto y liviano para movilidad, uso y comodidad óptimos con comunicaciones integradas para una fácil transferencia de datos y

diferencial. Electrónica potente para una recopilación rápida de datos y un procesamiento sin problemas, reforzado para uso en exteriores en condiciones extremas (RMS Geoespacial, 2021).

1.15.3. Spectra Precision Ashtech Mobile Mapper 20 GIS GPS surveying instrument

Los sistemas de información geográfica y los servicios basados en la ubicación ahora se utilizan en una amplia gama de aplicaciones y organizaciones. La creciente necesidad de geolocalización está impulsando naturalmente la demanda de soluciones de recopilación de datos eficientes y asequibles. Lidera la democratización de GNSS, lo que permite un acceso más amplio a la cartografía profesional. Con MobileMapper 20, spectra precisión hace posible implementar un receptor GIS preciso profesional para cualquier fuerza de trabajo de campo. (RMS Geoespacial, 2021). Potente y completo, MobileMapper 20 es la herramienta habilitadora ideal para una amplia gama de aplicaciones de posicionamiento (RMS Geoespacial, 2021).

1.15.4. Cheapest Price eTrex 30x Handheld GPS

La unidad eTrex 30 supone una mejora de uno de los dispositivos GPS de mano más fiables y conocidos. Su ergonomía e interfaz de usuario mejoradas, geocaching "sin papeles" y funciones de mapas ampliadas hacen que la unidad eTrex sea más versátil y fácil de utilizar (RMS Geoespacial, 2021)..

1.15.5. Rtk Brand Receiver Cheap Land Surveying Equipamiento v200 Gps Rtk Gnss Price Rtk

RTK es la abreviatura de cinemática en tiempo real. Un receptor GPS capaz de tomar las señales normales de los sistemas globales de navegación por satélite junto con un flujo de corrección para lograr una precisión posicional de 1 cm. GNSS incluye satélites de GPS (EE. UU.), GLONASS (Rusia), Beidou (China) y Galileo (Europa) (RMS Geoespacial, 2021)..

1.15.6. Gps Survey Equipment China Brand South RTK G1 Using Trimble Board

RTK es la abreviatura de cinemática en tiempo real. Un receptor GPS capaz de tomar las señales normales de los sistemas globales de navegación por satélite junto con un flujo de corrección para lograr una precisión posicional de 1 cm. GNSS incluye satélites de GPS (EE. UU.), GLONASS (Rusia), Beidou (China) y Galileo (Europa) (RMS Geoespacial, 2021).

De acuerdo con el estudio realizado de los equipos de georreferenciación se observa que todos los equipos tienen un cierto grado de precisión para realizar una geolocalización como se observa en la Tabla 18-2. El equipo RTK G1 Using Trimble Board es el equipo más caro y posee mejores características técnicas como son el almacenamiento, la batería y la precisión al realizar la geolocalización.

Tabla 18-0: Características de los *Hardwares* de Georreferenciación.

Detalle	Mobile Mapper 50	Mobile Mapper 120	Mobile Mapper 20	Etrex 30-GPS	v200 GPS Rtk GNSS Price Rtk	RTK G1 Using Trimble Board
Modelo	Mapper 50	Mapper 120	Mapper 20	Etrex 30	v200 Gps Rtk	SUR Galaxy G1
Canales	240	45	45	25	660	220
Fiabilidad de medición	> 99.9%	> 99.9%	> 99.9%	> 99.9%	típicamente > 99.9%	>99.99 %
Precisión estática horizontal	5 mm + 1 ppm RMS	SBAS en tiempo real: < 50 cm típico Postprocesado: < 30 cm	SBAS en tiempo real: < 2 m típico Postprocesado: < 50 cm	SBAS en tiempo real: < 8 m típico Postprocesado: < 5 m	8 mm + 1 ppm RMS	2.5 mm + 0.5 ppm
precisión estática vertical	8 mm + 1 ppm RMS				15 mm + 1 ppm RMS	5 mm + 0.5 ppm
Temperatura	-25°C ~ +60°C	-20°C ~ +60°C -25°C ~ +70°C	-10°C~+60°C -30°C~+70°C	-20°C ~ +60°C -25°C ~ +70°C	-45°C~+60°C	-45°C~+60°C -55°C~+85°C
Duración de la batería	Batería Li-Ion, 4800 mAh (3100 mAh para la versión solo Wi-Fi) Duración de la batería: > 15 hrs	Batería Li-Ion, 6600 mAh >8hrs	Batería extraíble Iones de litio, 6600 mAh Duración de la batería > 20 hrs	25 horas	Batería individual: 7 hrs- 8hrs	Batería individual: 7 hrs
Almacenamiento - transmisión de datos	SDRAM de 2 GB Almacenamiento: 16 GB (no volátil). 8 GB para la versión Wi-Fi solamente Tarjeta de memoria MicroSD (hasta 64 GB)	Almacenamiento de datos de usuario 2 GB	SDRAM de 256 MB Almacenamiento: 512 MB NAND Flash Tarjeta de memoria MicroSD™ (hasta 32 GB)	Con su ranura para tarjeta microSD™ y 3.7 GB de memoria interna ampliada	Almacenamiento interno de 4 GB, externo de 16 GB.	Almacenamiento interno de 4 GB, externo de 16 GB.
Precio	\$1 600.00	\$3 000.00	\$2 500.00	\$395.00	\$3 750.00	\$7 000.00
Disponible en Riobamba	Los tiene la facultad (FIE) de la Espoch	No	No	No	No	No

Fuente: (Lavelle, 2014 pág. 4)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Por cuestiones económicas y factibilidad de uso se trabajará con el Mobile Mapper 50 el cual a diferencia de los otros equipos tiene características muy buenas, aunque minúsculos detalles en la precisión y almacenamiento, pero es apto para el uso técnico por lo cual se solicitó el equipo en la facultad de informática y electrónica de la Espoch ya que disponen del mismo.

1.16. Softwares analizadores de redes *wifi*

En el mercado existen un sin número de aplicaciones gratis y pagadas para el análisis de redes *wifi*, con la finalidad de aplicar en el presente trabajo de integración curricular se escoge las siguientes aplicaciones que serán útiles para las mediciones:

1.16.1. Fing

Está app escanea cualquier red *wifi* desde un dispositivo móvil y averigua todo lo que está conectado a ella, detectar intrusos, ladrones de banda ancha, y solucionar problemas de seguridad (Lorenzo, 2020 pág. 2). Entre las características que acompañan a la aplicación destacan las siguientes:

1. Escanea redes *wifi* y LAN, que mostrara todos los dispositivos conectados.
2. Indica datos completos sobre cualquier dispositivo: dirección IP, dirección MAC, nombre, fabricante del dispositivo y modelo, entre otros datos.
3. Especifica un inventario de dispositivos y datos.
4. Verifica la conexión a internet.
5. Indica el ISP y su ubicación.
6. Realiza un escaneo de puertos.
7. Hace un ping para medir la calidad de la red.
8. Detecta intrusos en la red.

1.16.2. Net Signal

Es una herramienta sencilla que permite ver la fuerza de señal de conexión *wifi* actual. Es útil para encontrar buenas áreas de conectividad *wifi* en la red *wifi* presentando las características más notables como (NetSignal, 2017).

1. Tiene la opción de mostrar la intensidad de la señal como un porcentaje en la barra de tareas de su dispositivo.
2. La aplicación se está actualizando constantemente, permite medir la intensidad de la señal mientras recorre por los alrededores del punto de acceso, así determinar el lugar o áreas de mayor cobertura disponible.

1.16.3. Speed Test by ookla

Mide la velocidad de conexión móvil mediante una prueba sencilla de un solo paso, la prueba da resultados eficientes y precisos gracias a la red global de la aplicación. Las aplicaciones Speedtest gratuitas están disponibles tanto para Android como para iOS. Ostenta las siguientes particularidades

1. Captura datos de velocidad de subida, bajada, permite realizar pruebas de ping, entre otros tipos de análisis.

2. Verifica que la velocidad, de esta manera determinar si la velocidad es la ofrecida por el proveedor de servicio.
3. La base de datos permita compartir la información recopilada.

La precisión y el rendimiento de alta calidad de Speedtest son posibles gracias a los más de 11 000 servidores de todo el mundo que albergan el dominio de servidor Speedtest. Esta sólida red de servidores permite garantizar que los usuarios obtengan lecturas locales en cualquier lugar del planeta (SpeedTest, 2019 pág. 5).

1.16.4. Wifi Heatmap

Los mapas de calor *wifi* son útiles para conocer dónde existe pérdida de señal en entorno de análisis, esta información permite conocer la cobertura del transmisor, en las ubicaciones donde la potencia recibida sea demasiado escasa, buscar soluciones para que el dispositivo transmisor alimente correctamente el entorno de análisis, la solución más aplicada es colocar un repetidor *wifi* para amplificar la señal donde no existe suficiente potencia transmitida. La app de la Play Store *wifi* Heatmap crea mapas de cobertura *wifi* de la red que se esté analizando (Lorenzo, 2020 págs. 2-6). La aplicación realiza los siguientes análisis en la red:

1. Mapa de cobertura de señal.
2. Mapa de velocidad de conexión, indica el rendimiento de su red inalámbrica.
3. Mapa de canales de frecuencia, si se utiliza más de un AP, puede ver a cuál está conectado.
4. Conexión al mejor mapa de puntos de acceso (AP), si la red (AP) con mejor señal está disponible, la verá en el mapa.
5. Mapa de redes de interferencia, escanea el espectro de radio en busca de redes de terceros que pueden reducir drásticamente la calidad de su red.
6. Mapa de calidad de la red, respuesta en tiempo real del enrutador *wifi*: ping de puerta de enlace.
7. Gráficos de velocidad y señal en tiempo real.
8. Detección de proveedores de equipos *wifi*.
9. Información de IP.
10. Calidad de la red.

1.16.5. Ping Tools






Esta aplicación móvil consigue el dominio absoluto sobre tu red *wifi*, sabiendo en todo momento qué dispositivos están conectados en la red, cuál es la intensidad de la señal, e incluso cómo se modifica la intensidad de la señal en las diferentes zonas (Jiménez, 2016 págs. 2-4). En general, es una aplicación muy útil para los usuarios que trabajan constantemente con redes, como técnicos

especializados, así como para cualquier usuario avanzado en el mundo de la informática que pretende llegar más allá en lo que tiene que ver con la gestión de las conexiones.

Esta aplicación contiene las siguientes herramientas:

1. Información: información básica sobre la red de su dispositivo.
2. Red de área local: muestra todos los dispositivos en su red.
3. Ping: ping ICMP, TCP y HTTP.
4. GeoPing: compruebe la disponibilidad de recursos en todo el mundo.
5. Traceroute: herramienta de traceroute UDP o ICMP.
6. Escáner de puertos: escáner de puertos TCP.
7. Escáner de *wifi*.

Tabla 19-0: Tabla comparativa de *softwares* analizadores de redes *wifi*.

Descripción	Fing	Speedtest	Señal neta	<i>wifi</i> Heatmap	Ping Tools
Icono					
Software Licenciado	No	No	No	No	No
Fabricante	Fing Limited	Ookla	Phuongpn	<i>wifi</i> Solutions	StreamSoft
Ciudad	Dublin	Seattle	Thành phố Tuy Hòa	Kiev	Shebekino
País	Irlanda	E.E.U.U.	Vietnam	Ucrania	Rusia
Página Web	https://www.fing.com/	https://www.speedtest.net/es	https://phuongpndev.web.app/	https://www.wifisolutions.com.ua/	https://pingtools.org/
Ping máximo	Si	No	No	No	Si
Ping mínimo	Si	No	No	No	Si
Promedio ping	Si	Si	No	Si	Si
Jitter	No	Si	No	No	Si
Intensidad de la señal	Si	No	Si	Si	Si
Perdida aleatoria de paquetes	Si	Si	No	No	Si
Velocidad	Si	Si	No	Si	Si

Fuente: (Telectrónica, 2018 pág. 6)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En base a la tabla comparativa 19-2 se puede escoger la aplicación Ping Tools que cuenta con un *software* licenciado. En la Tabla 20-2 se muestra las características del *software*.

Tabla 20-0: Características de la App Ping Tools

Características	Ping Tools Pro
Tamaño	7.5 MB
Versión	4.52 Pro
Versión Code	452
Lenguaje	Af am ar as az be bg bn bs ca cs da de el en-AU en-CA en-GB en-IN en-XC es es-US et eu fa fa-IR fi fr fr-CA gl gu hi hr hu hy in id it-IT iw ja ka kk km kn ko ky lo lt lv mk ml mn mr ms my nb nen l or pa pl pt pt-BR pt-PT ro ro-RO ru si sk sl sg sr sr-Latn sv sw ta
Permiso	INTERNTE, ACCESS_NETWORK_STATE, ACCESS_WIFI_STATE, CHANGE_WIFI_STATE, CHANGE_WIFI_MULTICAST_STATE, WAKE_LOCK, RECEIVE_BOOT_COMPLETED,
Permiso	Permite que las aplicaciones a las conexiones de la red abierta. Permite a las aplicaciones acceder a información acerca de las redes. Permite a las aplicaciones acceder a información sobre redes <i>wifi</i> . Permite que las aplicaciones para cambiar el estado de conectividad <i>wifi</i> .
Min Sdk	21
Min Sdk	Android 5.0 y superiores
Target Sdk	29
Multi-ventana	No
Pantallas de apoyo	Smal, normal,large, xlarge
CPU	Arm64-v8a armeabi-v7a x86 x86_64
Open GI Int	0
Soporta cualquier densidad	Yes
Densidades	160,240,320,480,640,65534
Uses Características	Hardware de funciones <i>wifi</i> . La aplicación utiliza las redes 802.11 <i>wifi</i> presente en el dispositivo.
Uses Características Not	La aplicación utiliza el sistema de radio de telefonía del sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM).
Firma	5CC04F4C0E4BBAC8D5B1622272399CCE53ECACSA
Sha256	C3181985CE6F5532BABF93C94B2675B05B5CB2E80DE231AB1356E2AB027038D2
Valida desde	Domingo 21 de Agosto 19:58:40 desde 2011 Hasta el Martes 14 Agosto 19:58:40 2036
Número de serie	4e514750
Desarrolladora	Sergey Shcerbak
Organización	Streamsoft
Lugar	Shebekino-Rusia

Fuente: (Telectrónica, 2018 pág. 6)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.17. Software para simulación de Redes

1.17.1. Packet Tracer

El *software* permite realizar la simulación en tiempo real al verificar el recorrido de cada paquete. Cisco Packet Tracer es un *software* propiedad de Cisco System Inc., diseñado para la simulación de redes basadas en los equipos de la citada compañía. Junto con los materiales didácticos diseñados con tal fin, es la principal herramienta de trabajo para pruebas y simulación de prácticas en los cursos de formación de Cisco System (Academy, 2021).

Cisco Packet Tracer es una herramienta muy útil, porque permite implementar y observar claramente el funcionamiento de las redes sin necesidad de conectarlas físicamente, y las ventajas que presenta son muy útiles para utilizarlas en la actualidad a nivel mundial (ALCALÁ, 2016 págs. 2-8).

1.17.2. Gns3

Es un simulador gráfico de redes que permite diseñar fácilmente topologías de red y luego ejecutar simulaciones en ellas. Es un *software* utilizado por cientos de miles de ingenieros de redes a nivel mundial para emular, configurar, probar y solucionar problemas de redes virtuales y reales. Le permite ejecutar una pequeña topología que consta de pocos dispositivos en su computadora portátil. (Telectrónica, 2018 págs. 2-6).

Los requerimientos para la instalación del *software* en un computador con sistema operativo Windows son los descritos en la Tabla 21-2.

Tabla 21-0: Requerimientos de hardware para el *software* GNS3 en un sistema operativo Windows.

	Mínimos	Recomendados	Óptimos
Procesador	2 o más núcleos lógicos	4 o más núcleos lógicos – AMD-V / RVI Series or Intel VT-X / EPT	Core i7 o i9 Intel CPU R7 o R9 AMD CPU 8 o más núcleos lógicos – AMD-V / RVI Series or Intel VT-X / EPT
Virtualización	Se requieren extensiones de virtualización. Es posible que deba habilitar esto a través del BIOS de su computadora.	Se requieren extensiones de virtualización. Es posible que deba habilitar esto a través del BIOS de su computadora.	Se requieren extensiones de virtualización. Es posible que deba habilitar esto a través del BIOS de su computadora.
Memoria	4 GB Ram	16 GB Ram	32 GB Ram
Espacio en disco	1GB de espacio disponible (la instalación es < 200MB).	Disco de estado sólido (SDD) 35 GB de espacio disponible	Disco de estado sólido (SDD) 80 GB de espacio disponible

Fuente: (Telectrónica, 2018 pág. 5)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Estos requerimientos son esenciales para correr el *software* en la PC, van desde mínimos hasta requerimientos óptimos, teniendo en cuenta que según la complejidad del escenario de simulación será el consumo de requerimientos del computador.

Tabla 22-0: Tabla comparativa de *softwares* simuladores de red

Características	Packet Tracer	GNS3
La conectividad de la gama	Brinda la posibilidad de tener conmutadores, enrutadores y CLI (interfaz de línea de comandos) del servido, así como la opción de agregar dispositivos finales como teléfono de voz, computadora portátil, PC, etc.	Permite a los usuarios tener una interfaz de línea de comandos de enrutadores, pero no permite tomar la interfaz de línea de comandos de un conmutador o cualquier otro tipo de dispositivo de usuario final.
Consumo de Ram	No consume la memoria Ram real del dispositivo.	Consumo la memoria Ram real del dispositivo. El consumo por cada router se estima en unos 512 MB de Ram.
Preferencia por los Freshers	Si es nuevo en el campo de las redes, se recomienda comenzar su viaje con Packet Tracer, ya que es más fácil de instalar y funcionar.	En lo que respecta a la utilidad de GNS3 para los novatos, es mejor cambiar a él solo después de adquirir algo de experiencia mientras tanto.
Fuente abierta	No es una herramienta de simulación visual multiplataforma de código abierto.	Es un emulador de software de red de código abierto.
Funciones del sistema operativo	Ofrece IOS simulado con funcionalidad sobre la base de características parciales.	GNS3 presenta imágenes reales de IOS que pueden ejecutarse con éxito en un entorno virtual.
Soporte de configuración ASDM ASA	No se ofrece soporte de configuración ASDM ASA con Packet Tracer.	El soporte de configuración ASDM ASA es accesible para el usuario con GNS3.
Cisco Firepower NGIPS (IPS de próxima generación)	No accesible con esta herramienta de simulación visual multiplataforma.	Accesible con el emulador de software de red GNS3.
Wifi	Se simula con soporte de protocolo LWAPP, WLC y CAPWAP.	No está simulado con ninguna de estas características.
3G/4G	Se simula con funciones de soporte 3G/4G.	No se simula con ningún tipo de funciones de soporte 3G/4G.

Fuente: (ALCALÁ, 2016 págs. 2-8)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

A partir de la Tabla 22-2 se destaca que existen numerosas características que hacen que ambas herramientas de simulador de red multiplataforma se distinguan entre sí. La función clave de GNS3 es autorizar una combinación de dispositivos reales y virtuales para que se logre un funcionamiento ininterrumpido de redes complejas. Por otro lado, Packet Tracer es una popular herramienta de simulación visual multiplataforma diseñada por Cisco *Systems*. La herramienta autoriza a los usuarios a construir topologías de red, así como a replicar redes informáticas de la era moderna.

Con la ayuda de este *software*, los usuarios pueden simular la configuración completa de los conmutadores y enrutadores de Cisco mediante el uso de una interfaz de línea de comandos de tipo simulado.

1.18. Software estadístico

1.18.1. Excel

Desde sus inicios las hojas de cálculo lograron un gran éxito, esto, debido a que su uso en los problemas cotidianos, principalmente en el mundo empresarial, representaba una oportunidad de llevar esos problemas y representarlos a través de números y fórmulas. A pesar de lo anterior, las TICs en la educación no se han enseñado de igual forma, ya que muy a menudo la enseñanza-aprendizaje se orienta hacia lo que pudiera hacer la herramienta y no a las problemáticas que se podrían resolver (Ángeles, 2019 págs. 2-4).

Debido a lo anterior, la mayoría de los docentes limitan a sus estudiantes a utilizar sólo funciones básicas de ella, como tabular información y realizar cálculos mediante fórmulas, dejando de lado, explotar las funcionalidades que van más allá de la tabulación, cálculo de fórmulas y graficación de datos.

1.18.2. SPSS

Es un paquete estadístico para las ciencias sociales. Es una aplicación de análisis estadísticos de datos. El programa tiene más de 30 años de existencia y en la actualidad ha alcanzado difusión a nivel mundial. Gracias a su intuitiva interfaz gráfica, este programa se hace fácil de utilizar frente a otras herramientas de análisis de datos, además de ser un *software* completo para análisis estadístico cuenta con distintas aplicaciones estadísticas (Souto, 2019 pág. 1).

Tabla 23-0: Tabla comparativa de *softwares* estadísticos.

Comparación	SPSS	Excel
Definición	Paquete estadístico para las ciencias sociales, una herramienta formulada para el análisis estadístico de datos.	El producto de Microsoft se utiliza para la entrada de datos y la manipulación de datos para almacenar información.
Uso	Cálculos estadísticos y manipulación de datos según las pautas de IBM.	Administrar y almacenar datos con operaciones formuladas definidas por Microsoft.
Beneficios	Velocidad y rendimiento	Reducción en la redundancia de datos
Uso en tiempo real	Uso de dispositivos avanzados y ultrarrápidos como supercomputadoras.	Mantenimiento y manejo de grandes volúmenes de datos de clientes.
Académica	Existe desde hace muchos años bajo el paraguas SPSS ahora bajo IBM.	Existe y evolucionó con el desarrollo de la rama de la ciencia y la tecnología.
Industria	Data Scientist/Analyst son las profesiones que se convertirán después de estudiar en este campo.	Data Scientist / Analyst son las profesiones que se convertirán después de estudiar en este campo
Aplicaciones	Se aplica a todas las industrias técnicas y empresas a gran escala.	Se aplica a las empresas donde se deben gestionar datos confidenciales a gran escala.
Campo	Cubre todo el campo tecnológico que es un superconjunto de Data Science.	Un subconjunto de la informática donde el estudio de los datos se realiza utilizando diferentes métodos y tecnologías.

Fuente: (EDUCATION, 2021)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Tras realizar el análisis de la Tabla 23-2 se concluyó lo siguiente:

Excel es un *software* de hoja de cálculo, SPSS es un *software* de análisis estadístico. En Excel, puede realizar algunos análisis estadísticos, pero SPSS es más potente. SPSS tiene herramientas de manipulación de datos integradas, como recodificación, transformación de variables, y en Excel.

SPSS le permite realizar análisis complejos, como análisis de factores, regresión logística, análisis de conglomerados, etc. En SPSS, cada columna es una variable, Excel no trata las columnas y las filas de esa manera (al tratar el volumen y las filas, SPSS es más similar a Access que a Excel). Excel no le brinda un rastro en papel donde puede replicar fácilmente los pasos exactos que tomó. También comienza a ser difícil de usar cuando el número de variables y observaciones comienza a ser realmente grande.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo contiene el desarrollo y diseño de la investigación de la propuesta tecnológica, mediante el estudio de la zona, se realiza el diseño de la red Riobamba Digital, con ayuda del *software* Autocad, para obtener un balance de potencia óptica dentro del estándar de la UIT-T G984.2 Clase B, la simulación de los mapas de calor generados por el *software* Atoll para conocer la intensidad de señal presente en un radio de análisis de 50 metros y se incluye la simulación del tráfico de una porción red.

1.19. Estudio de la zona de interés

Está ubicada en la ciudad de Riobamba, el estudio abarca parques, plazas y mercados sumando un total de doce sectores que consiste en el trabajo de integración curricular, esto se describe en la Tabla 1.

El servicio conocido como Riobamba Digital es una obra a la ciudadanía generada por el Gad Municipal de Riobamba motivo por el cual es necesario dirigirse directamente al Municipio, específicamente al departamento de tecnología conocido como TICs, para solicitar información de este proyecto que oriente y sirva como guía para el desarrollo del trabajo de integración curricular, por medio de un oficio, se solicita la información que se relacione con la red Riobamba Digital, la información fue compartida por el departamento de TICs luego de una cordial presentación propuesta por el director del departamento el Ing. Alfredo Colcha, del trabajo de integración curricular. El oficio entregado al departamento de TICs se encuentra escaneado en el Anexo A.

En la Tabla 1-3 se describe parte fundamental de esa información como es las ubicaciones, coordenadas y los megas por número de usuarios para cada AP, el modelo del Access Point utilizado en la red es, Aruba 275, este modelo es utilizado en cada uno de los sectores.

Tabla 1-0: Información de los Access Points

Nombre del AP	Megas (MB) X Usuarios	Coordenadas	Ubicación
10 MB X 5 Usuarios			
AP_Parque_21_Abril_31 51998	10 Mb X 5 Usuarios	-1.666472 -78.653273	ARGENTINOS 0 Y MIGUEL ÁNGEL LEÓN, PARQUE 21 DE ABRIL - LOMA DE QUITO AP2
AP_Coliseo_Teodoro_G_ 2528320-AP2	10 Mb X 5 Usuarios	-1.669467 -78.650925	VELOZ 0 Y PICHINCHA, PATIO DE COMIDAS COLISEO TEODORO GALLEGOS

AP_San_Alfonso_234241-AP1	10 Mb Usuarios	X 5	-1.671119 -78.646208	ARGENTINOS 0 Y 5 DE JUNIO, MERCADO SAN ALFONSO AP1
20 MB X 10 Usuarios				
AP_Parque_21_Abril_512482	20 MB Usuarios	X 10	-1.666272 -78.653455	CALLE PRINCIPAL 0 Y BRASIL PARROQUIA SAN JUAN PARQUE CENTRAL SECTOR IGLESIA
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	20 Mb Usuarios	X 10	-1.672458 -78.648525	PRIMERA CONSTITUYENTE 0 Y 5 DE JUNIO PARQUE MALDONADO AP2
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	20 Mb Usuarios	X 10	-1.66644787 -78.653610	ARGENTINOS 0 Y MIGUEL ÁNGEL LEÓN, PARQUE 21 DE ABRIL - LOMA DE QUITO AP1
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	20 Mb Usuarios	X 10	-1.666688 -78.652913	ARGENTINOS 0 Y MIGUEL ÁNGEL LEÓN, PARQUE 21 DE ABRIL - LOMA DE QUITO AP3
AP_Coliseo_Teodoro_G_250881-AP2	20 Mb Usuarios	X 10	-1.669047 -78.650678	COLISEO TEODORO GALLEGOS BORJA/ ESPAÑA 0 Y 10 DE AGOSTO PARQUE SUCRE AP1
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	20 Mb Usuarios	X 10	-1.66684 -78.6555063	MIGUEL ANGEL LEON 0 Y 1ERA CONSTITUYENTE PLAZA BARRIGA
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	20 Mb Usuarios	X 10	-1.672847 -78.647820	1ERA CONSTITUYENTE 0 Y 5 DE JUNIO EDIFICIOS MUNICIPALES AP1 MUNICIPIO DE RIOBAMBA
AP_San_Alfonso_15493-AP2	20 Mb Usuarios	X 10	-1.671752 -78.646389	ARGENTINOS 0 Y 5 DE JUNIO, MERCADO SAN ALFONSO AP2
AP_Parque_la_Libertad_2320548	20 Mb Usuarios	X 10	-1.674333 -78.645777	1ERA CONSTITUYENTE 0 Y PEDRO ALVARADO PARQUE LA LIBERTAD
AP_San_Francisco_18978	20 Mb Usuarios	X 10	-1.67485 -78.647084	10 DE AGOSTO 0 Y VELASCO MERCADO SAN FRANCISCO
AP_Plaza_Roja_3238403	20 Mb Usuarios	X 10	-1.671127 -78.648802	JUAN LARREA 0 Y JOSE DE OROZCO PARQUE PLAZA ROJA
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	20 Mb Usuarios	X 10	-1.6674 -78.6531965	JUAN MONTALVO ENTRE OROZCO Y VELOZ ESCALINATAS FRENTE AL PARQUE 21 DE ABRIL
35 MB X15 usuarios				
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	35 Mb Usuarios	X15	-1.670354 -78.649542	ESPAÑA 0 Y JOSE DE OROZCO HOSPITAL PEDIATRICO ALFONSO VILLAGOMEZ.
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	35 Mb Usuarios	X15	-1.676199 -78.6432	JOSE DE OROZCO 0 Y LOJA PARQUE VILLA MARIA

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Existe un total de 17 Access Point distribuidos en los 12 sectores, esto lo indica la información proporcionada por el municipio de Riobamba, cada sector posee distintas características entre ellas se tiene las siguientes:

1. Los parques se encuentran rodeados de plantas, árboles o monumentos, si bien no son todos, la gran mayoría cumplen dichas condiciones, además de tener áreas verdes y canchas deportivas por lo que existe gran aglomeración de personas a diferente horario.
2. Las plazas en cambio cuentan con comerciantes y vendedores de legumbres, cárnicos, frutas entre otros, por este motivo existen puntos de venta con armazones construidos además de la gran cantidad de personas que adquieren o compran los diferentes productos a la venta.
3. Los APs ubicados en zonas estratégicas como avenidas o lugares concurridos, por otra parte, presentan una demografía más atravesada por edificaciones, rodeado de calles y automóviles.
4. Los APs no tienen un solo ancho de banda, sino que este es variado, en el caso de las 12 zonas que se encuentran en el alcance de la propuesta de mejora, presentan anchos de banda de, 10-20 y 35 Mbps, esto se plasma en la Tabla 1-3, dependiendo de las limitaciones de ancho de banda el número de dispositivos que pueden acceder o conectarse a la red Riobamba Digital varía como se observa en la tabla.

Las características anteriormente descritas se toman en cuenta al momento de medir los parámetros de QoS de los APs. Luego de realizar un análisis y una medición previa de cada sector y AP se obtuvo datos importantes, estos datos son útiles para el desarrollo del trabajo de integración curricular. Por medio de la aplicación móvil Ping Tools se obtiene características propias de trabajo de los APs y a través del equipo *Spectra Precision Mobile Mapper 50*, el cual es un equipo de precisión de ubicación, se comprueba las ubicaciones de los APs.

Los datos de ubicación que se obtienen por el equipo de medición no coinciden con los entregados por el municipio, para el presente trabajo se ocupan las ubicaciones arrojadas por el equipo *Spectra Precision Mobile Mapper 50*, estos datos son de mayor exactitud, los datos se hallan en la Tabla 2-3.

Tabla 2-0: Características de los Access Points obtenidos por los equipos de medición.

Nombre del AP	Coordenadas	Frecuencia de operación (Hz)
10 MB X 5 Usuarios		
AP_Parque_21_Abril_3151 998-AP2	-1.66655229878807 -78.6530194662665	5260 CH 52
AP_Coliseo_Teodoro_G_25 28320-AP2	-1.66966231518146 -78.6510763093806	5500 CH 100
AP_San_Alfonso_234241- AP1	-1.67113969302294 -78.6461703553899	5260 CH 52
20 MB X 10 Usuarios		
AP_Parque_21_Abril_5124 82	No existe	S/N
AP_Parque_Maldonado_36 07171-AP2	-1.67244813783166 -78.6485805807459	5500 CH 100
AP_Parque_21_Abril_2500 041-AP1	-1.66618333333333 -78.6534194444445	5260 CH 52
AP_Parque_21_Abril_2477 826-AP3	-1.66686306553671 -78.6530614944359	5500 CH 100
AP_Coliseo_Teodoro_G_25 0881-AP2	No existe	S/N
AP_Parq_Gral_Barriga_501 807	-1.666855538 -78.65485962	5500 CH 100
AP_Municipio_Riobamba_ 17922-AP1	-1.67277916479886 -78.6477601849807	5260 CH 52
AP_San_Alfonso_15493- AP2	-1.67195712089177 -78.6463642255813	5500 CH 100
AP_Parque_la_Libertad_23 20548	-1.6743806733234 -78.6458011005537	5260 CH 52
AP_San_Francisco_18978	-1.67487984419771 -78.6469955866471	5500 CH 100
AP_Plaza_Roja_3238403	-1.67113691127431 -78.6489102372488	5260 CH 52
AP_Escalinatas_Parque_ 21_de_Abril_892778	-1.66767803671156 -78.6534489967038	5500 CH 100
35 MB X15 usuarios		
AP_Hospital_Alfonso_V_8 9041	-1.67035277777778 -78.6495416666667	5260 CH 52
AP_Parque_Villa_Maria_240 8001	-1.6761062438425	5500 CH 100

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Las horas de mayor y menor aglomeración de personas, así como las horas libres de uso para cada uno de los APs es información importante al momento de realizar las mediciones, para obtener una medición homogénea a las demás, Por este motivo se realiza un estudio que identifique este parámetro, este estudio se basa en la siguiente información:

1. Los niños y jóvenes estudiantes de primaria y secundaria respectivamente se encuentran dentro de las instituciones educativas en horarios de 7:00 am a 13:00 pm (*Cronograma Escolar Régimen Sierra 2021-2022*, 2021).
2. Los estudiantes de tercer nivel no tienen un horario establecido sin embargo se concluye que el horario habitual es de 7:00 am a 20:00 pm basándose en la carga horaria por periodo académico ordinario de 720 horas establecidos por los reglamentos de cada institución de la ciudad de Riobamba (*Resolucion 350.Cp.2020*, 2020).
3. Los horarios establecidos para la apertura de los mercados de la ciudad de Riobamba según el Gad Municipal es de 07:00 am a 12:00 pm, dichos horarios son extendido hasta las 20:00 pm en mercados como son el centro comercial La Condamine, el mercado Santa Rosa, el mercado San Alfonso, el mercado La Merced, el mercado San Francisco, el mercado San Alfonso, la plaza General Dávalos, entre otros (*Municipio Riobamba*, 2017).
4. Los horarios del personal del municipio Riobamba están establecidos de 08:00 am a 12:30 pm, variando el horario dependiendo el área de servicio, como es el caso del registro de la propiedad el cual atiende de 07:00 am a 14:30 pm (*Municipalidad de Riobamba*, 2018).
5. Los ciudadanos con empleos remunerados por entidades públicas se rigen a horarios establecidos por estas entidades, los horarios más comunes son de 8:00 am a 17:00 pm (*El Comercio*, 2014).

Nota: Según la información y el estudio se crea la Tabla 3-3 que indica las horas de aglomeración de personas.

Tabla 3-0: Horas de aglomeración de personas en los Access Point

Nombre del AP en la Red	Congestión de personas	Horas de congestión
AP_Parque_21_AbriL_31519 98-AP2	Horas de mayor aglomeración	10:00-11:00 am y 17:00-20:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 20:00-22:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-10:00 am y 14:00-17:00 pm
AP_Coliseo_Teodoro_G_252 8320-AP2	Horas de mayor aglomeración	9:00-12:00 am y 15:00-18:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	12:00-15:00 pm y 18:00-20:00 pm

	Horas libres de uso	7:00-9:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_San_Alfonso_234241-AP1	Horas de mayor aglomeración	8:00-11:00 am y 13:00-17:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 17:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	6:00-8:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	Horas de mayor aglomeración	9:00-12:00 am y 15:00-18:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	12:00-15:00 pm y 18:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-9:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	Horas de mayor aglomeración	8:00-11:00 am y 13:00-17:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 17:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	6:00-8:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Parque_21_Abril_512482-Iglesia	Horas de mayor aglomeración	No existe Información
	Horas moderadas de aglomeración	No existe Información
	Horas libres de uso	No existe Información
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	Horas de mayor aglomeración	9:00-12:00 am y 15:00-18:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	12:00-15:00 pm y 18:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-9:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Coliseo_Teodoro_G_250881-AP2	Horas de mayor aglomeración	No existe Información
	Horas moderadas de aglomeración	No existe Información
	Horas libres de uso	No existe Información
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	Horas de mayor aglomeración	10:00-11:00 am y 17:00-20:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 20:00-22:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-10:00 am y 14:00-17:00 pm
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	Horas de mayor aglomeración	9:00-12:00 am y 15:00-18:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	12:00-15:00 pm y 18:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-9:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_San_Alfonso_15493-AP2	Horas de mayor aglomeración	8:00-11:00 am y 13:00-17:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 17:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	6:00-8:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Parque_la_Libertad_2320548	Horas de mayor aglomeración	10:00-11:00 am y 17:00-20:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 20:00-22:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-10:00 am y 14:00-17:00 pm
AP_San_Francisco_18978	Horas de mayor aglomeración	9:00-12:00 am y 15:00-18:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	12:00-15:00 pm y 18:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-9:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Plaza_Roja_3238403	Horas de mayor aglomeración	8:00-11:00 am y 13:00-17:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 17:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	6:00-8:00 am y 20:00-22:00 pm
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	Horas de mayor aglomeración	10:00-11:00 am y 17:00-20:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 20:00-22:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-10:00 am y 14:00-17:00 pm
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	Horas de mayor aglomeración	9:00-12:00 am y 15:00-18:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	12:00-15:00 pm y 18:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	7:00-9:00 am y 20:00-22:00 pm

AP_Parque_Villa_Maria_24080 01	Horas de mayor aglomeración	8:00-11:00 am y 13:00-17:00 pm
	Horas moderadas de aglomeración	11:00-13:00 pm y 17:00-20:00 pm
	Horas libres de uso	6:00-8:00 am y 20:00-22:00 pm

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Previo a realizar un diseño de la red, en el estudio de la zona se identifica la existencia de canalización para tendido de fibra, esto por el beneficio que conlleva tener un tendido de fibra subterráneo que es evitar factores ambientales externos que deterioren o dañen la fibra, menor aglomeración de cables en los postes eléctricos y si la fibra es muy pesada evitar que se cuelgue entre poste y poste, etc. Los pozos que se encuentran definidos en la Tabla 4-3, estos pozos pertenecen a la empresa CNT EP y se localizan en el área de interés.

Tabla 4-0: Pozos identificados georreferenciados en la red.

Pozos		Coordenadas UMTS			Relieve
Nº	Elemento	Zona	X	Y	Altura (msnm)
1	PZ_01	17M	761760.437	9814893.524	2759
2	PZ_02	17M	761772.5184	9814911.903	2759
3	PZ_03	17M	761824.7104	9814973.456	2758
4	PZ_04	17M	761767.4811	9815023.263	2759
5	PZ_05	17M	761761.0507	9815030.593	2759
6	PZ_06	17M	761695.5723	9815087.238	2761
7	PZ_07	17M	761643.2833	9815130.751	2761
8	PZ_08	17M	761636.8397	9815138.212	2761
9	PZ_09	17M	761575.0014	9815190.226	2760
10	PZ_10	17M	761516.0705	9815242.039	2761
11	PZ_11	17M	761447.8636	9815300.251	2761
12	PZ_12	17M	761382.806	9815358.928	2762
13	PZ_13	17M	761321.9527	9815412.368	2763
14	PZ_14	17M	761260.4905	9815466.51	2765
15	PZ_15	17M	761191.0927	9815525.106	2767
16	PZ_16	17M	761137.683	9815570.747	2769
17	PZ_17	17M	761105.2586	9815597.643	2772
18	PZ_18	17M	761064.2593	9815633.927	2773
19	PZ_19	17M	761030.0375	9815663.774	2772
20	PZ_20	17M	761002.1502	9815685.914	2772
21	PZ_21	17M	760968.3483	9815715.136	2772
22	PZ_22	17M	760963.3106	9815721.229	2771
23	PZ_47	17M	761689.4774	9815080.626	2761
24	PZ_48	17M	761642.0383	9815024.434	2761
25	PZ_49	17M	761642.0383	9815024.434	2761
26	PZ_50	17M	761826.2978	9814961.931	2758
27	PZ_51	17M	761878.1116	9814916.663	2757
28	PZ_52	17M	761878.1116	9814916.663	2756
29	PZ_53	17M	761925.8948	9814874.873	2756
30	PZ_54	17M	761950.1368	9814853.775	2757
31	PZ_55	17M	761953.4241	9814861.162	2756
32	PZ_56	17M	762007.553	9814813.896	2758
33	PZ_57	17M	762019.2337	9814803.723	2758
34	PZ_58	17M	762071.0497	9814758.387	2757
35	PZ_59	17M	762081.3001	9814749.026	2756
36	PZ_60	17M	762136.3278	9814701.35	2754
37	PZ_61	17M	762143.2685	9814695.25	2754
38	PZ_62	17M	762198.9211	9814646.898	2754
39	PZ_63	17M	762204.8336	9814641.742	2755

40	PZ_64	17M	761760.8951	9815017.658	2759
41	PZ_65	17M	761714.3898	9814961.825	2760
42	PZ_66	17M	761707.9297	9814954.128	2759
43	PZ_67	17M	762010.9349	9814799.113	2756
44	PZ_68	17M	761964.8146	9814744.085	2757

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 4-3 muestra un identificador del pozo, la zona que pertenece, las coordenadas en UTM así como la altura sobre el nivel mar en donde se encuentran cada uno de los pozos.

1.20. Diseño de la red Riobamba Digital en el software Autocad.

Consiste en realizar un diseño completo de cómo está distribuida la ubicación exacta de los elementos que componen la red, los pasos para realizar el diseño son:

1. Crear un mapa georreferenciado en el *software* Autocad.
2. Realizar el diseño de la red GPON.
3. Establecer el presupuesto óptico del diseño realizado.

1.20.1. Creación del mapa georreferenciado de la zona de estudio.

Se crea una visualización 2D de la zona que abarca el diseño, por esto se designa una capa denominada planimetría que indica la medición y representación de una porción de una superficie terrestre de interés sobre una superficie plana, con las características indicadas en la Tabla 5-3. Para generar la capa planimetría se realiza los pasos del 1 al 5:

1. Se ubica en un punto georreferenciado en el plano que esté dentro de la zona de interés, posteriormente se crea cada cuadra del mapa al ingresar las coordenadas de los vértices en formato UTM de cada cuadra.
2. Conjuntamente al paso anterior para la obtención de las coordenadas de cada cuadra se guía con un mapa digital estandarizado, estos son mapas satelitales, en el presente trabajo se utiliza el mapa digital Google Maps.
3. Tener en cuenta que Autocad trabaja en coordenadas UTM, si las coordenadas obtenidas por el mapa satelital trabajan en coordenadas diferentes, transformar esas coordenadas a coordenadas UTM.
4. Con la ventanilla polilínea se diseña cada cuadra mientras se modifica las coordenadas del mapa guía, se realiza este proceso cíclicamente hasta tener un mapa 2D que albergue la zona de interés.
5. Finalmente se identifica las calles del mapa creado en el *software*.

Tabla 5-0: Propiedades de mapa.

Capas	Color (Tonalidad)	Tipo de línea	Grosor de la línea	Igualar propiedades
Planimetría	Plomo (8)	Continua	0 mm	Por capa

Nomenclatura	Rojo (8)	Continua	4 mm	Por capa
--------------	----------	----------	------	----------

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Ilustración 1-3 se visualiza la capa planimetría que representa el mapa de la zona, este mapa abarca los 12 sectores de interés, consta con el nombre de las calles y se encuentra georreferenciado.

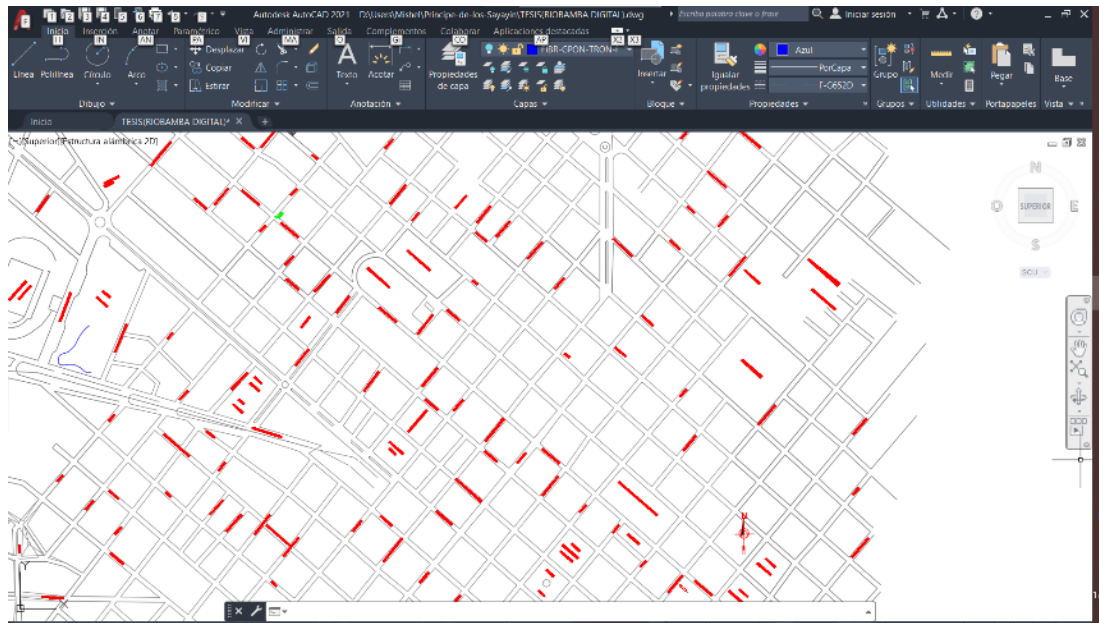


Ilustración 1-0 : Planimetría de la zona.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.20.2. Modelo de la red GPON

De acuerdo con la normativa vigente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, se considera el modelo Masivos/Edificios con splitter fusionado con dos niveles de espliteo, el primer nivel y segundo nivel se conforma con un splitter de 1:8, partiendo desde el proveedor de servicio con la OLT hasta llegar a la ONT del sector beneficiado, en la Ilustración 2-3 se aprecia el esquema general de una red GPON la cual alberga tres tipos de redes, la red: feeder, distribución y dispersión, las tres redes conjuntas conforman la red de distribución óptica.

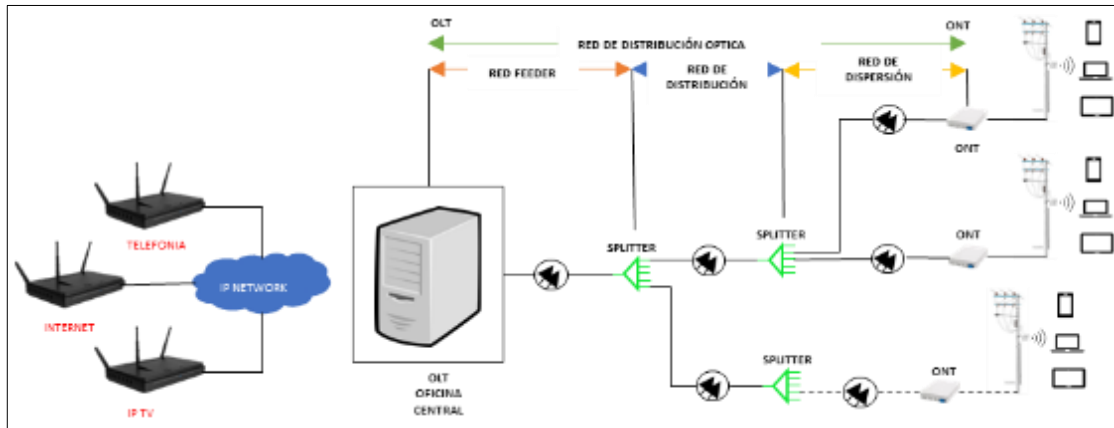


Ilustración 2-0 : Modelo de la red GPON.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La ONT está ubicada en postes eléctricos o metálicos galvanizados en las zonas *wifi* en un ambiente *outdoor*. Los elementos que constituyen la red GPON son diversos de los cuales se detallan 6:

Splitter. - Se trata de un elemento pasivo situado a lo largo del tramo de la red que se extiende desde la OLT hacia las ONT, las funciones principales son la de multiplexar y demultiplexar las señales recibidas, son dispositivos de distribución óptica bidireccional (CNT, 2013 págs. 23-90).

Roseta óptica. - Es el punto al cual llega la línea del cliente y en donde se conecta la ONT. Las rosetas se ubican junto a una toma eléctrica (CNT, 2013 págs. 23-90).

Cables de fibra óptica. -Existen dos tipos de cables utilizado de acuerdo con la normativa de CNT EP para los diseños de red:

- **G.652D.**-Se utiliza en redes troncales (feeder) y de distribución a través de portería (aéreo) o canalización (subterráneo) (UIT, 2016 págs. 13-20).
- **G.657^a1.**-Se utiliza en la red de Dispersión, son cables de fibra óptica que van desde la caja óptica hasta la roseta ubicada en el punto de propagación de los Access Point (UIT-T, 2019 págs. 12-24).

Pozos de mano. - Son necesarios para tendido de fibra en subidas, bajadas de poste y en instalaciones subterráneas (CNT, 2013 págs. 23-90).

Cajas de paso. – Se instala estas cajas de paso para la fijación de los cables en su instalación vertical o para facilitar su tendido en tramos con cambio de dirección (CNT, 2013 págs. 23-90).

Ductos. - Se utiliza tuberías de PVC, EMT y manguera negra en la red de fibra óptica (CNT, 2013 págs. 23-90).

1.20.3. Tendido de la fibra

El proceso consiste en enviar los hilos de fibra desde la centralita hacia el Access Point guiándose en el modelo de la red GPON previamente indicado en la Ilustración 2-3, la red última milla (GPON) se estructura en red feeder, red de distribución y red de dispersión.

En el Anexo C de este documento se encuentran los planos diseñados en el *software* Autocad denominados como red feeder, red de distribución, red de dispersión, red de canalización y diagrama de empalmes, esto por el motivo de la envergadura del tamaño de los planos, en los literales subsiguientes se muestran solo imágenes de los fragmentos iniciales de los planos.

1.20.4. Red feeder

Comprende los cables de fibra óptica de gran capacidad que parten desde la OLT que está ubicado en la centralita hasta el primer nivel de splitter ubicado en una manga troncal (CNT, 2013 págs. 23-90).

La fibra se tiende de forma manual o por tracción, el tendido de la fibra puede ser por medio de canalización si existe la posibilidad o de forma aérea a través de los postes de la empresa eléctrica. En el tendido de cables canalizados, los carretes se deben colocar cerca de la boca de la cámara, de tal forma que el cable entre sin esfuerzo ni deformaciones. Se pondrá especial cuidado para evitar el roce del cable con el borde del marco de la tapa de las cámaras. En el diseño de la red feeder o red troncal se usa el cable de fibra óptica que se encuentra calificado por el estándar G.652.D.

La red feeder parte de las calles Tarqui y José Veloz donde está situada la central de CNT EP denominada en el modelo/planos RIOBAMBA CENTRO 2022 1, internamente se encuentra la OLT y la ODF, desde la central sale el cable feeder por canalización existente partiendo con el pozo existente PZ_01 hacia el pozo existente PZ_04 ubicado en las calles Cinco de Junio y José de Orozco. La distribución de fibra troncal se hace por medio de sangrado o derivación de la red feeder, la nomenclatura ocupada en los elementos se basa en la normativa de la CNT EP. Para la OLT la nomenclatura es XX.1, mientras tanto para la red troncal es FT01_00_00(96)(1...96), en las Ilustraciones 3-3 y 4-3, se describe el significado de cada una de las nomenclaturas asignadas:

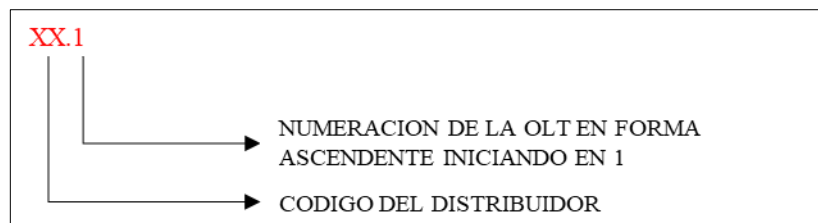


Ilustración 3-0 : Código de la OLT.

Fuente: (CNT, 2013 págs. 23-90)

Realizado por: (Gaíbor A.; Parra C. 2022)

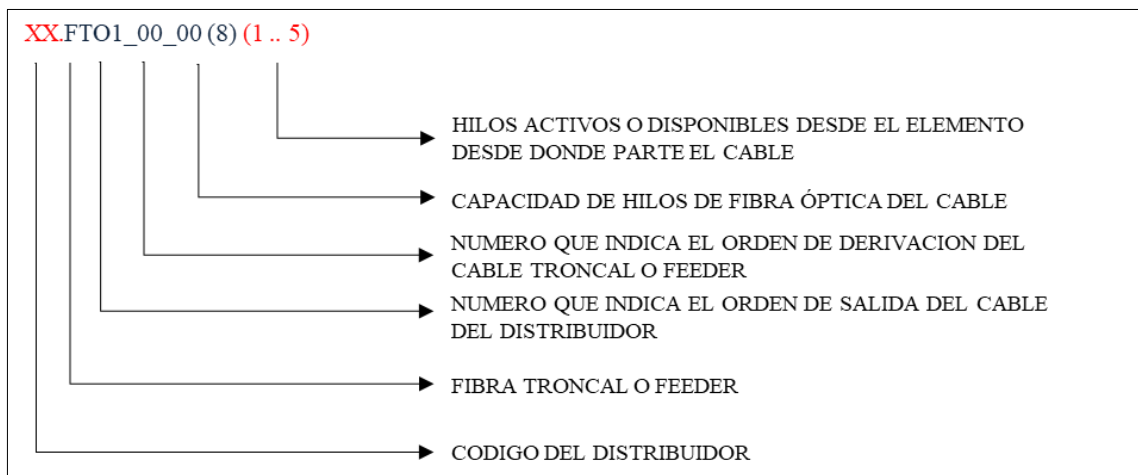


Ilustración 4-0 : Código del cable de la red feeder.

Fuente: (CNT, 2013 págs. 23-90)

Realizado por: (Gaíbor A.; Parra C. 2022)

Por falta de datos de la empresa CNT EP sobre la existencia de hilos de fibra libres o disponibles, se parte con una fibra de 8 hilos considerando el crecimiento de la red al brindar diversos servicios y la envergadura de la empresa CNT EP. En la Ilustración 5-3 se observa la ubicación de la OLT la cual está dentro de la planta interna de la red, dando inicio al tendido de la red feeder y sus posteriores derivaciones hasta llegar a las ONTs ubicadas en cada uno de los 12 sectores de interés.

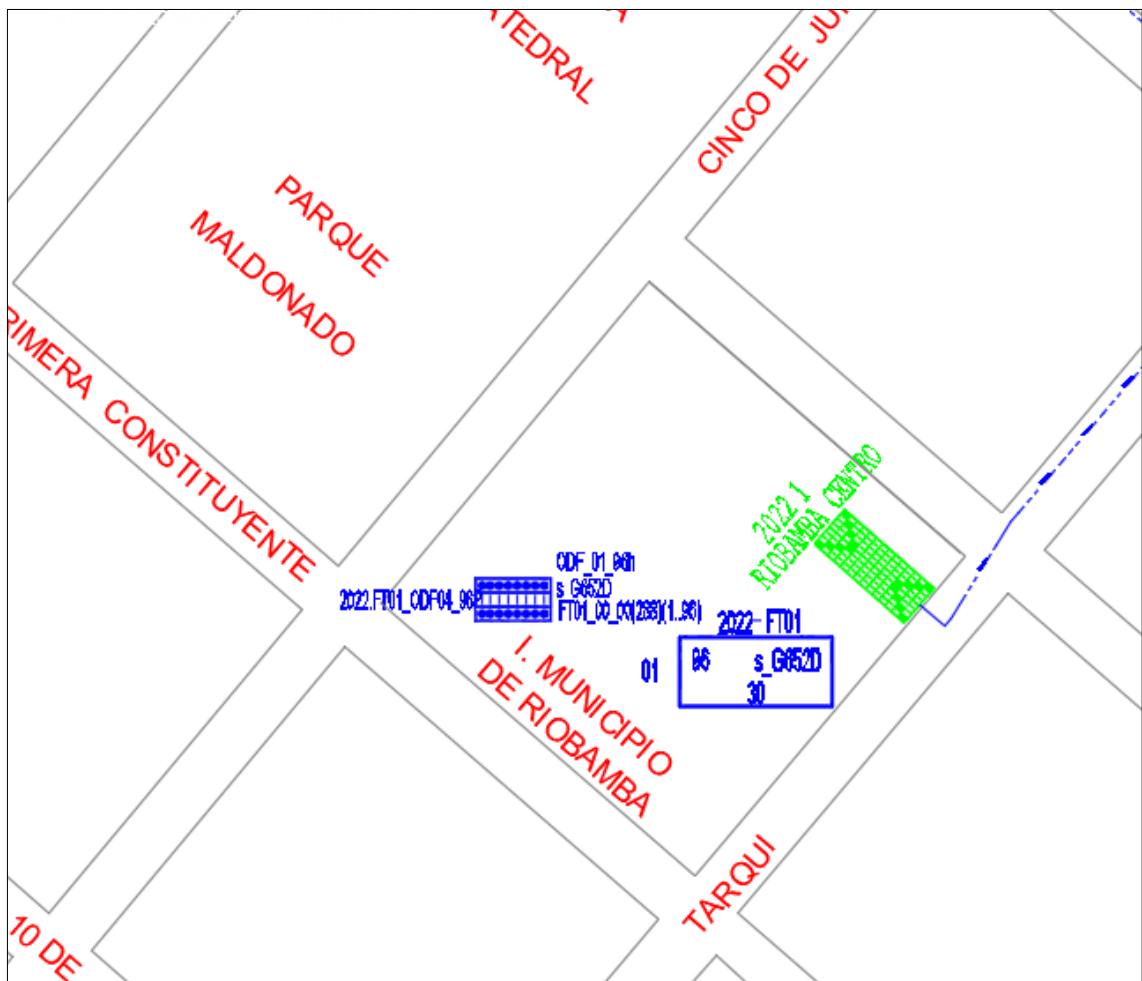


Ilustración 5-0 : Centralita CNT.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Derivación de la Fibra Troncal. - La fibra troncal se deriva por un splitter de primer nivel denominado como 2022-FT01_FDB01_SS01(1/8) ubicado en una manga troncal descrita en el plano como MT01, ingresa la fibra óptica denominada FT01_00_00(96) (1...96) y sale a la derivación de la fibra FT01_01_00(12) (1...12), la cual es una fibra de doce hilos para alimentar la zona beneficiada, se observa en la Ilustración 6-3 la Manga Troncal y el splitter de primer nivel.

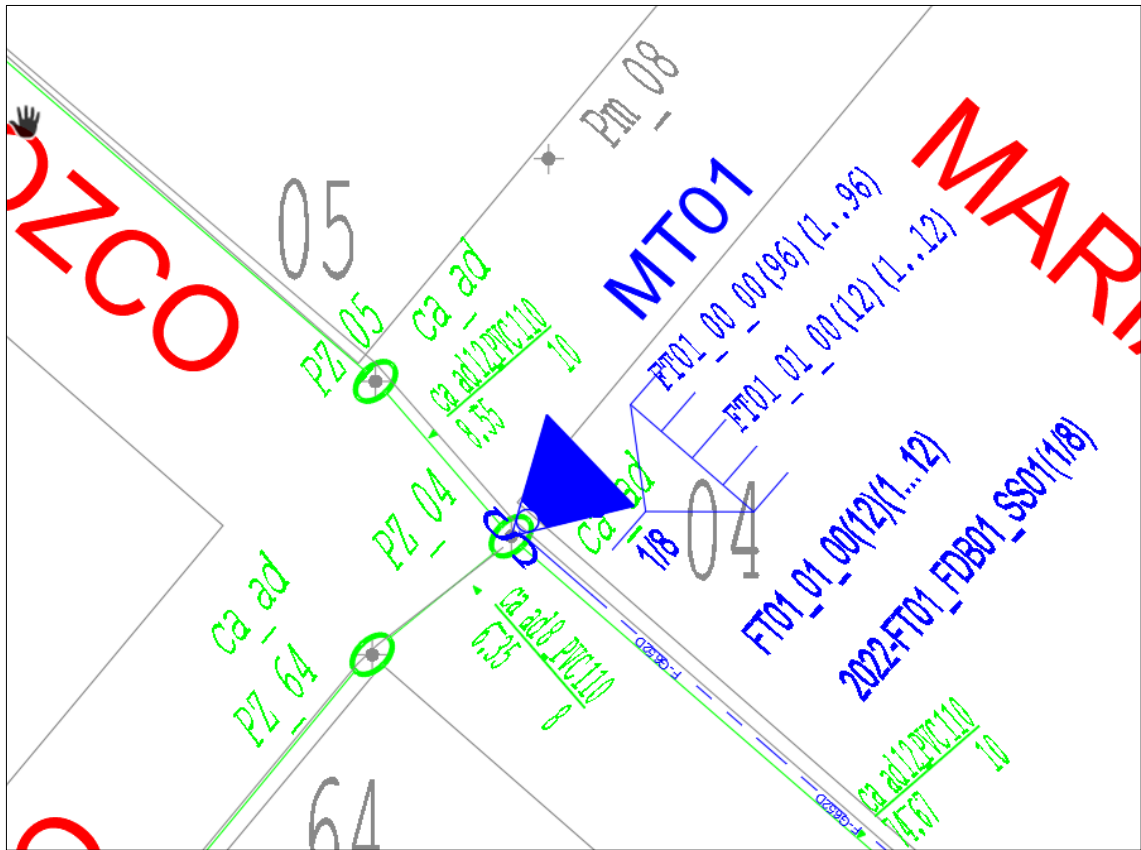


Ilustración 6-0 : Manga Troncal MT0/Splitter de primer nivel.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.20.5. Diseño de la red de distribución

Inicia con la derivación de la fibra a través del splitter de primer nivel, con un hilo de fibra conocido como FT01_01_00(12) (1...12) hacia dos armarios denominados como FDB01 y FDB02 respectivamente donde se encuentran los splitters de segundo nivel para la derivación de fibra que se dirige hacia las diferentes NAPs correspondientes a cada uno de los FDBs.

FDB01.- Empieza con la derivación del splitter de primer nivel ubicado en el pozo PZ_04 mediante canalización existente hasta llegar al pozo PZ_06 ubicado las calles José de Orozco y Eugenio Espejo, en este armario se encuentran dos splitters de segundo nivel de 1/8 denominados como 2022-FT01_FDB01_SS01(1/8) y 2022-FT01_FDB01_SS02(1/8) respectivamente, esto se visualiza en la Ilustración 7-3, Los splitters generan una segunda derivación, las derivaciones alimentan a las NAPs ubicadas en el plano.

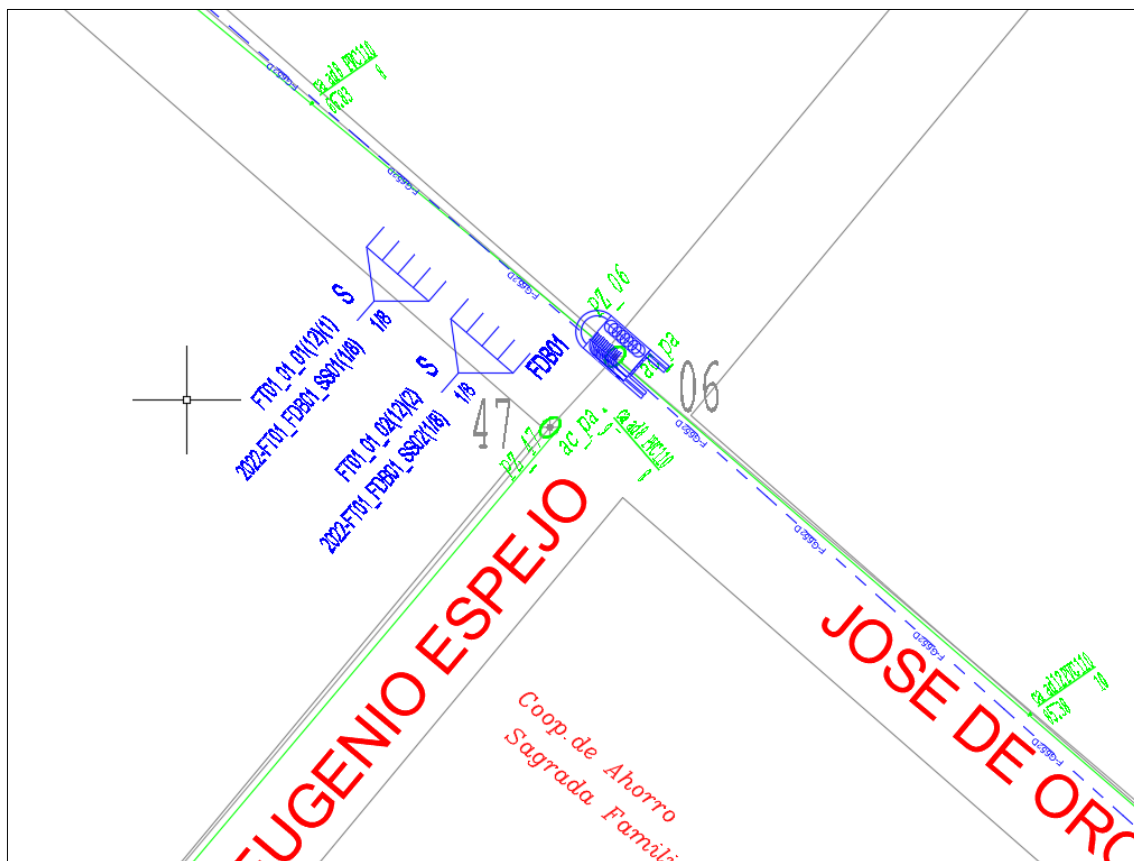


Ilustración 7-0 : FDB01/Splitters de segundo nivel.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Desde la FDB01 nace un cable G_652D de 12 hilos denominado (FD01_00_00(12)(1..12)) su recorrido es de forma subterránea hasta llegar a un pozo existente denominado PZ_65, posteriormente con la ayuda de un kit de subida a poste se tiende la fibra de manera aérea desde el poste de la empresa eléctrica denominado en los planos como P_17, en el mismo poste se ubica la NAP asignada, NAP A3 en la cual se hace un sangrado de dos hilos, la fibra continua de forma aérea por los postes P_16, P_15, P_14, P_13, P_12, P_11, P_08 hasta llegar al poste P_09 ubicado en la calle José Veloz y Benalcázar donde está ubicado la NAP A2, en la que se realiza un sangrado de dos hilos, la fibra regresa al poste P_08 hasta el poste P_07, mediante un kit de bajada a poste se continua el recorrido de la fibra por canalización existente desde el pozo denominado PZ_68, PZ_57, PZ_67, PZ_58, PZ_59, PZ_60, PZ_61, PZ_62, hasta llegar al pozo PZ_63, donde con ayuda de un kit de subida continua por el poste P_06, hace su recorrido hasta el poste P_05 en el que se ubica la NAP A1, dentro de la cual se realiza la fusión de dos hilos, la red consta de 997 metros, dando un total de 6 hilos activos y 6 hilos de reserva los que sirven para un crecimiento futuro de la red o brindar un servicio diferente. En la Tabla 6-3 se especifica los hilos activos de la red.

Tabla 6-0: Características de las NAP A3, NAP A2 y NAP A1

Nombre de la NAP	Ubicación	Hilos activos
NAP A3	Poste PZ_17	FD01_00_00(12)(1.. 2)
NAP A2	Poste PZ_09	FD01_00_00(12)(3.. 4)
NAP A1	Poste PZ_05	FD01_00_00(12)(5.. 6)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Desde la FDB01 parte un cable G_652D de 12 hilos denominado (FD02_00_00(12)(1..12)) su recorrido es de forma subterránea hasta llegar a un pozo existente denominado PZ_05, posteriormente con la ayuda de un kit de subida a poste se tiende la fibra de manera aérea desde el poste de la empresa eléctrica denominado en los planos como P_18, continuando de forma aérea el tendido por los postes P_19, P_20 hasta llegar al P_22 donde estará ubicada la NAP denominada NAP A4 en la cual se hace una fusión de dos hilos, la red consta de 186 metros, dando un total de 2 hilos activos y 10 hilos de reserva los que sirven para un crecimiento futuro de la red o brindar un servicio diferente.

Del mismo modo desde la FDB01 surge un cable G_652D de 12 hilos denominado (FD03_00_00(12)(1..12)), su recorrido es de forma subterránea hasta llegar a un pozo existente denominado PZ_09, posteriormente con la ayuda de un kit de subida a poste se tiende la fibra de manera aérea al poste de la empresa eléctrica denominado en los planos como P_32, en este poste se ubicada la NAP denominada NAP A5, en la cual se hace una fusión de un hilo, la red consta de 165 metros, dando un total de 1 hilo activo y 12 hilos de reserva los que sirven para un crecimiento futuro de la red o brindar un servicio diferente. En la Tabla 7-3 se especifica los hilos activos de la red.

Tabla 7-0: Características de las NAP A4 y NAP A5

Nombre de la NAP	Ubicación	Hilos activos
NAP A4	Poste PZ_22	FD02_00_00(12)(1.. 2)
NAP A5	Poste PZ_32	FD03_00_00(12)(1)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

FDB02.- Comienza con la derivación del splitter de primer nivel ubicado en el pozo 04 mediante canalización existente pasa por el FDB01 hasta llegar al pozo PZ_22 ubicado en las calles José de Orozco y Diego de Ibarra, en este armario se encuentra un splitter de segundo nivel de 1/8 denominado 2022-FT01_FDB02_SS01(1/8), como se ve en la Ilustración 8-3, este genera una segunda derivación correspondiente a dicho splitter que alimenta a las NAPs ubicadas en el plano.

Tabla 8-0: Características de las NAP B3, NAP B2 y NAP B1.

Nombre de la NAP	Ubicación	Hilos activos
NAP B3	Poste PZ_46	FD01_00_00(12)(1)
NAP B2	Poste PZ_38	FD01_00_00(12)(2)
NAP B1	Poste PZ_33	FD01_00_00(12)(3..4)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Desde la FDB02 surge un cable G_652D de 12 hilos denominado (FD02_00_00(12)(1..12)) su recorrido es de forma subterránea partiendo desde el pozo PZ_22 por los pozos PZ_20, PZ_19 hasta llegar al pozo de mano Pm_02 posteriormente con la ayuda de un kit de subida a poste P_64 pasando por los postes se tiende la fibra de manera aérea por los postes de la empresa eléctrica P_64, P_63, P_66 hasta llegar al P_70 en este poste se ubica la NAP denominada NAP C1 en la cual se hace una fusión de cuatro hilos, la red consta de 195 metros, dando un total de 4 hilos activos y 8 hilos de reserva los que sirven para un crecimiento futuro de la red o brindar un servicio diferente. En la Tabla 9-3 se especifica los hilos activos de la red.

Tabla 9-0: Características de la NAP C1

Nombre de la NAP	Ubicación	Hilos activos
NAP C1	Poste PZ_70	FD02_00_00(12)(1...4)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.20.6. Red de Dispersión

Se realiza con cable de fibra óptica G.657.A1 de dos hilos, la porción de red inicia en cada una de las cajas NAP o cajas de distribución, donde cada una brinda el servicio para un máximo de 8 clientes. El cable que inicia surge desde las Naps. Sigue su recorrido hasta que llega a la ubicación del Access Point en su mayoría por medio de postes de la empresa eléctrica o postes galvanizados con la finalidad de cuidar el cable, se fusionan con el pigtail de la roseta óptica junto con el Access Point. El objetivo es garantizar un servicio eficiente y de calidad, mediante los estándares vigentes de los diferentes institutos y organismos de telecomunicaciones en la cual se utiliza acopladores, conectores, pigtails y splitters tipo SC/APC.

1.20.7. Red de Canalización

Mediante el estudio de la zona se concluye que existe una canalización para tendido de fibra GPON que pasa por la zona de servicio descrita en la Tabla 4-3. Según las indicaciones de las guías técnicas de la empresa CNT las redes de canalización pueden ser con tubería PVC de 110mm o 4mm” de diámetro de 2 vías o 4 para la red de distribución principal, se utiliza manguera negra de ¾” hacia cada AP para la red de dispersión, cada pozo tiene su respectiva una tapa de hormigón armado con la identificación metálica de CNT EP.

1.21. Presupuesto óptico

Para la elaboración del presupuesto óptico de la red GPON basada en el estándar ITU-T G.984.x, se emplea el modelo masivo/casas como se observa en la Ilustración 9-3 creado por la empresa CNT EP.

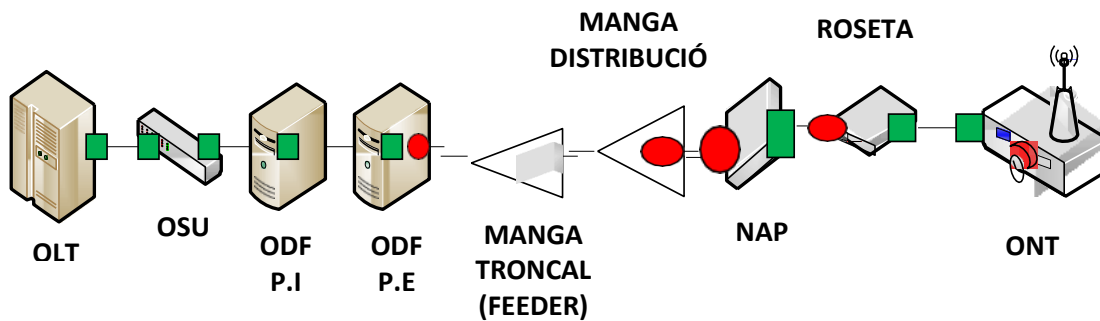


Ilustración 9-0 : Esquema de una red GPON.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Se establece un margen de seguridad de 3dB especificado en el estándar, por lo cual la atenuación de la red ODN aumenta a causa de los cambios que se presenten en una futura expansión de la red, asimismo, la atenuación máxima de la red GPON no debe sobrepasar los 25dB de pérdida, este valor está determinado en la normativa ITU-T G.984.2 Clase B la misma que limita los umbrales de la OLT y ONU.

La Tabla 10-3 muestra los valores de atenuación de los elementos utilizados en el diseño de la red GPON especificados en las normas técnicas y estándares de la UIT, en la Tabla 11-3 se especifica las distancias de las redes para los APs más cercano y lejano, estos datos se ocupan para el analítico del presupuesto óptico.

Tabla 10-0: Valores de atenuación GPON.

Elementos de la red	Atenuación (dB)
Conectores	0.5
Fusión	0.1
Empalmes	0.60
Splitter (primer nivel) 1:8	9.75
Splitter (segundo nivel) 1:8	9.75
Fibra-Longitud de onda: 1310nm	0.35 dB/Km
Margen de seguridad	3

Fuente: (CNT, 2013 págs. 23-90)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Tabla 11-0: Distancias de las redes.

Red	Longitud (m)	Reserva (m)	Total (m)
Feeder	185	15	200
AP más cercano			
Distribución	258	20	278
Dispersión	77	5	82
Total			560
AP más lejano			
Distribución	1869	45	1914
Dispersión	31	5	36
Total			2150

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Tabla 12-3 se encuentra el presupuesto óptico en dB para el Access Point más cercano y lejano de la red, que indica la pérdida de potencia en dB que llega al AP, este valor no debe sobrepasar al umbral establecido en las recomendaciones la UIT.

Tabla 12-0: Presupuesto Óptico en dB.

Elementos de la red de fibra óptica	Cantidad	Perdida de elemento Típico (dB)	Total Perdida (dB)
Conectores	6	0.50	3.00
Fusión	7	0.10	0.70
Empalmes	1	0.60	0.60
Splitters 1:8	2	9.75	19.5
AP más cercano			
Fibras- Longitudes de onda: 1310nm	0.560	0.35	0.196
Total			23.996
AP más lejano			
Fibras- Longitudes de onda: 1310nm	2.150	0.35	0.75
Total			24.553

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.21.1. Cálculo de pérdida de potencia

Para el cálculo de pérdida de potencia se ocupa la Ecuación 1-3, dando como resultado la atenuación total del sistema de comunicación punto a punto considerando un margen de seguridad según lo indica las regulaciones de la ITU.

$$At = A_f + L_c + A_e + A_{SPL1} + A_{SPL2} + MS$$

Ecuación 1-0: Atenuación total del presupuesto óptico

Donde:

At: Atenuación total.

A_f: Atenuación de la fibra.

L_c: Perdida por cable.

A_e : Atenuación de empalme.

A_{SPL1} : Atenuación del primer splitter.

A_{SPL2} : Atenuación del segundo splitter.

Ms : Margen de seguridad.

La Ecuación 1-3 permite realizar el cálculo de pérdida de potencia, se realiza el análisis matemático para el AP más cercano y lejano ya que los demás APs se encuentran dentro del rango de valores que se obtienen por el proceso matemático realizado.

Cálculo de pérdida de potencia para el AP más cercano y lejano

En la Tabla 13-3 se encuentran la distancia recorrida por la fibra de las diferentes redes hasta llegar al AP más cercano y AP más lejano, la suma total de la distancia recorrida por la fibra tanto para el AP más cercano como para el más lejano se usa para el cálculo de la Ecuación 1-3 descrita en el apartado 3.1.2.

Tabla 13-0: Longitudes de la red para el AP más cercano y lejano.

Red feeder (m)	Red de distribución (m)	Red de dispersión		Total (m)	Total (km)
		AP más cercano (m)	AP más lejano (m)		
200	278	82	X	560	0.560
200	1914	X	36	2150	2.150

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El presente análisis es para el AP más cercano denominado en el plano como AP_Plaza_Roja_3238403, aplicando la Ecuación 1-3 se obtiene el siguiente resultado:

$$At(1310) = A_f + L_c + A_e + A_{SPL1} + A_{SPL2} + Ms$$

$$At(1310) = \left(560 m * \frac{0.35 dB}{km} * \frac{1km}{1000m} \right) + (7 * 0.1dB) + (1 * 0.6dB) + (9.75) + (9.75) + 3dB$$

$$At(1310) = 23.996 dB$$

La atenuación para el AP_Plaza_Roja_3238403 es de 23.996 dB, como la normativa G.984.2 Clase B de la UIT indica que la atenuación no debe sobrepasar los 25dB y la empresa CNT trabaja con atenuaciones menores o iguales a 25dB (CNT, 2013 págs. 23-90), el valor para el AP más cercano considerando un margen de seguridad de 3dB es permitido, este se encuentra dentro del umbral de pérdida de potencia indicado por las regulaciones de la empresa y de la normativa de la UIT.

El presente análisis es para el AP más lejano denominado en los planos como AP_COLISEO_TEODORO_G_25088, aplicando la Ecuación 1-3 se obtiene el siguiente resultado:

$$At(1310) = A_f + L_c + A_e + A_{SPL1} + A_{SPL2} + Ms$$

$$At(1310) = \left(2150 m * \frac{0.35 dB}{km} * \frac{1km}{1000m} \right) + (7 * 0.1dB) + (1 * 0.6dB) + (9.75) + (9.75) + 3dB$$

$$At(1310) = 24.553 dB$$

La atenuación para el AP AP_COLISEO_TEODORO_G_25088 es de 24.553 dB, como la normativa G.984.2 Clase B de la UIT indica que la atenuación no debe sobrepasar los 25dB y la empresa CNT trabaja con atenuaciones menores o iguales a 25dB (CNT, 2013 págs. 23-90), el valor para el AP más lejano considerando un margen de seguridad de 3dB es válido, esto porque no sobrepasa el umbral de pérdida de potencia indicado por las regulaciones de la empresa y de la normativa de la UIT.

1.21.2. Balance de potencia óptica

Consiste en evitar sobrecargas de la potencia de la señal transmitida por el sistema y de esta manera verificar si los equipos soportan esta potencia. La potencia captada por los equipos depende de la potencia de transmisión y de las pérdidas obtenidas en la red, para el cálculo se utilizará la Ecuación 2-3.

$$P_{Rx} \leq P_{Tx} - \alpha_{TOTAL}$$

Ecuación 2-0: Balance de Potencia Óptica

Donde:

P_{Rx} : Potencia mínima de sensibilidad de recepción del equipo.

P_{Tx} : Potencia máxima del transmisor óptico.

α_{TOTAL} : Valor total de pérdidas.

En la normativa ITU-T G.984.2 Clase B, determina la sensibilidad de recepción óptica con valor de -25 dBm, el valor de potencia de transmisión óptica es de 5 dBm, estos valores son utilizados para el cálculo del balance de potencia para el usuario más lejano como para el más cercano del diseño de la red.

En la Tabla 14-3 se encuentran los valores de pérdidas de potencias en dB calculados anteriormente por análisis matemático.

Tabla 14-0: Pérdidas de potencias para cada AP.

APs del sector	Perdidas de potencias (dB)
AP más cercano	23.996
AP más lejano	24.553

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Con estos valores se procede a calcular el balance de potencia óptica en cada uno de los puntos de la red de distribución, para lo cual se utiliza la Ecuación 2-2 que se detalló en el apartado 3.4.2.

Cálculo del balance de potencia para el usuario más cercano.

Aplicando la Ecuación 2-3 se obtiene el resultado de balance de potencia requerido para cumplir con la normativa ITU-T G.984.2 Clase B, del AP más cercano.

$$P_{Rx} \leq P_{Tx} - \alpha_{TOTAL}$$

$$-25 \text{ dBm} \leq 5 \text{ dBm} - 23.996$$

$$-25 \text{ dBm} \leq -18.996 \text{ (dBm)}$$

Cálculo del balance de potencia para el usuario más lejano.

Aplicando la Ecuación 2-3 se obtiene el resultado de balance de potencia requerido para cumplir con la normativa ITU-T G.984.2 Clase B, del AP más lejano.

$$P_{Rx} \leq P_{Tx} - \alpha_{TOTAL}$$

$$-25 \text{ dBm} \leq 5 \text{ dBm} - 24.553$$

$$-25 \text{ dBm} \leq -19.553 \text{ (dBm)}$$

En los dos casos de análisis el resultado del proceso analítico no sobrepasa el valor de sensibilidad de recepción, que está establecido en la recomendación UIT-T G984.2 Clase B. En la Tabla 15-3 se resume el cálculo matemático realizado con el fin de cumplir con los estándares de calidad para el análisis del presupuesto.

Tabla 15-0: Cuadro resumen del balance de potencia óptica (dBm).

APs respecto a la red de dispersión	Perdidas de potencias (dBm)	Balance de potencia óptica (dBm)
AP más cercano	23.996	-18.996
AP más lejano	24.553	-19.553

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.22. Simulación de la potencia entregada mediante el software de comunicaciones ópticas *OptiSystem*.

Mediante la simulación de la red GPON en el *software OptiSystem* se comprueba el análisis matemático de potencia recibida en los elementos terminales de la red. La Ilustración 10-3 muestra la estructura de la red feeder en el *software OptiSystem* donde se encuentra cada una de las partes que componen la red feeder, la cual parte desde la OLT hasta el primer nivel de espliteo.

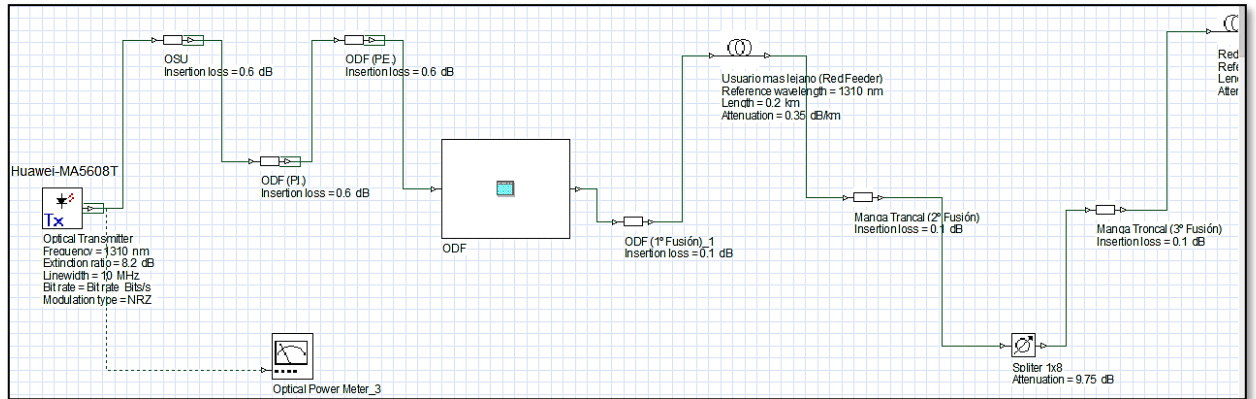


Ilustración 10-0 : Red feeder en *OptiSystem*.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Ilustración 11-3 se observa la estructura de la red de distribución en *OptiSystem* donde se encuentra las partes que la componen, la red parte desde el splitter de primer nivel hasta el segundo nivel de espliteo.

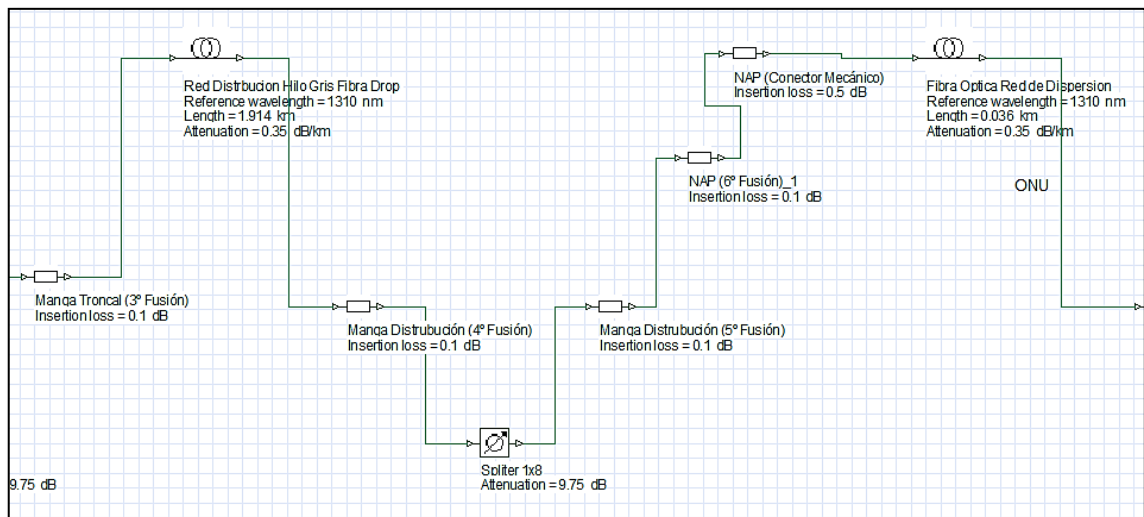


Ilustración 11-0 : Red de distribución en *OptiSystem*.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Ilustración 12-3 se observa la simulación de la red de dispersión en *OptiSystem* donde se encuentra los elementos que componen la red, la cual consiste desde el segundo nivel de esplito ubicado en las NAPs hasta llegar a la ONT del cliente donde se procede a medir la potencia con una *optical power meter*.

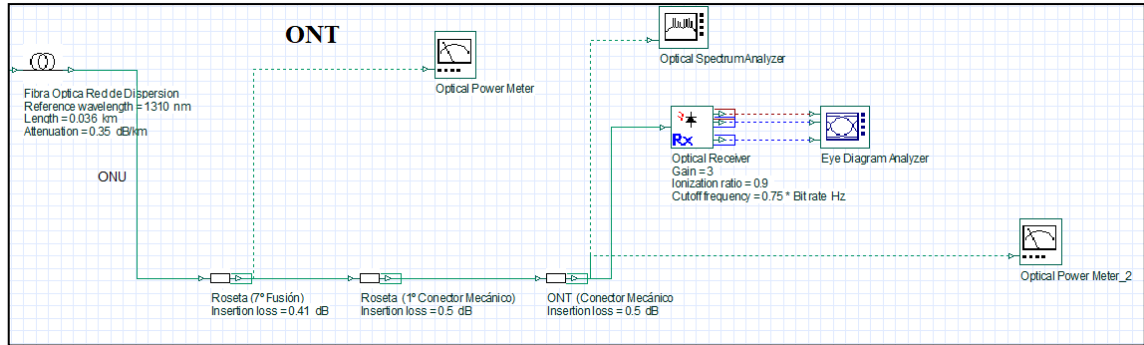


Ilustración 12-0 : Red de dispersión en *OptiSystem*.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Las simulaciones son realizadas para el AP más cercano y lejano, se trabaja con las longitudes de la fibra que se encuentran en la Tabla 12-3. La Ilustración 13-3 indica el espectro de la fibra óptica con la longitud de onda del cable de 1310nm mediante un analizador de espectros, donde se logra apreciar que la potencia existente en la ONT es menor a 25dBm.

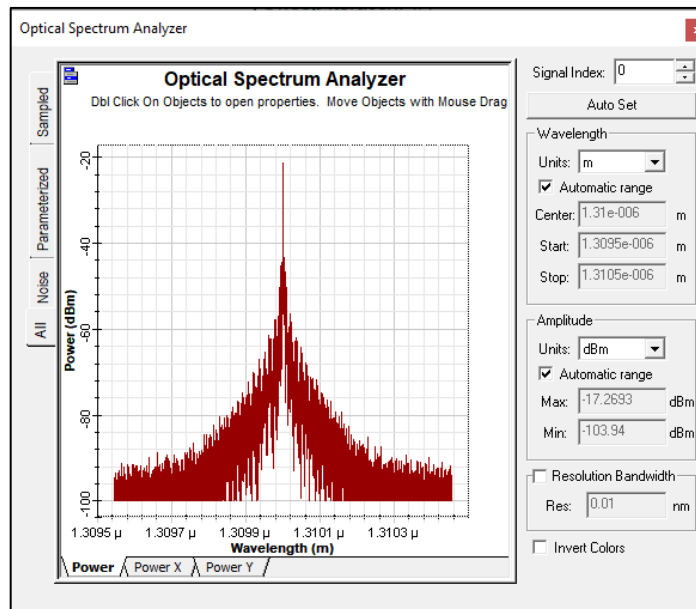


Ilustración 13-0 : Analizador de Espectro Óptico.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la fibra óptica se observa el diagrama de ojo, que indica como llega la fibra óptica al receptor, es decir denota la calidad de señales de transmisión digitales a las altas velocidades que trabaja la tecnología GPON. En la Ilustración 14-3 se presenta el diagrama del ojo.

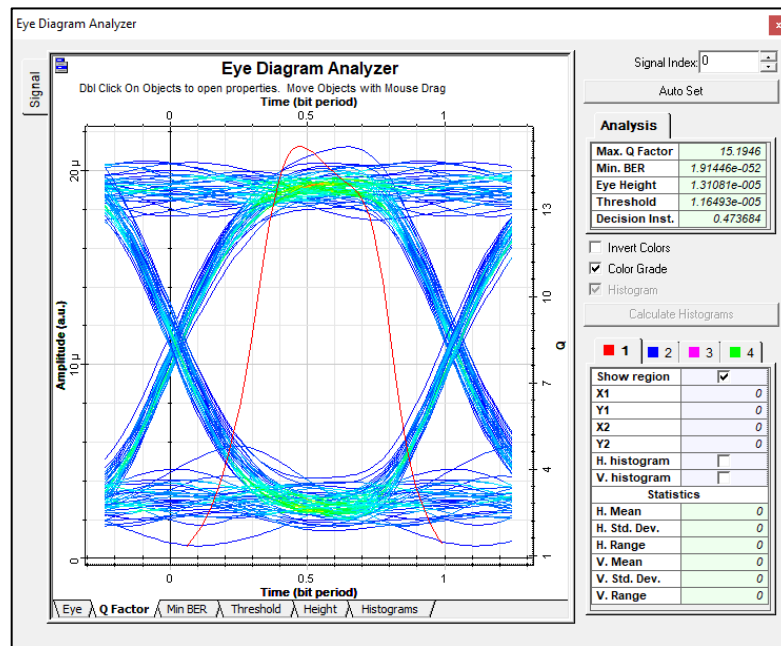


Ilustración 14-0 : Analizador del diagrama de ojo.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.22.1. Simulación para el usuario más cercano.

La Ilustración 15-3 manifiesta que la potencia entregada a la ONT para AP más cercano desde la OLT es de -18.995 dBm, está potencia no sobrepasa el valor de la sensibilidad de recepción que está establecido en la recomendación ITU-T G984.2 Clase B.

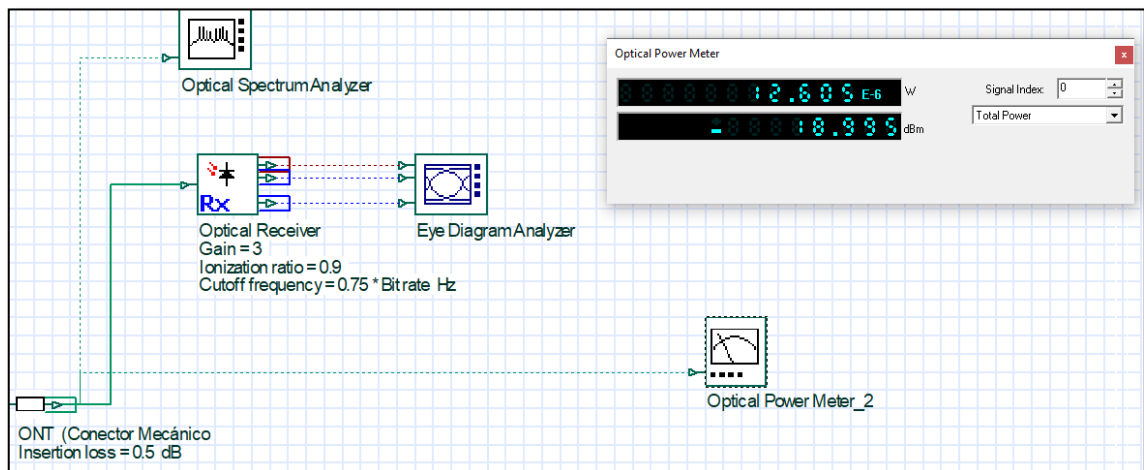


Ilustración 15-0 : Simulación del AP más cercano.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.22.2. Simulación para el usuario más lejano.

La Ilustración 15-3 manifiesta que la potencia entregada a la ONT para AP más cercano desde la OLT es de -19.551 dBm, está potencia no sobrepasa el valor de la sensibilidad de recepción que está establecido en la recomendación ITU-T G984.2 Clase B.

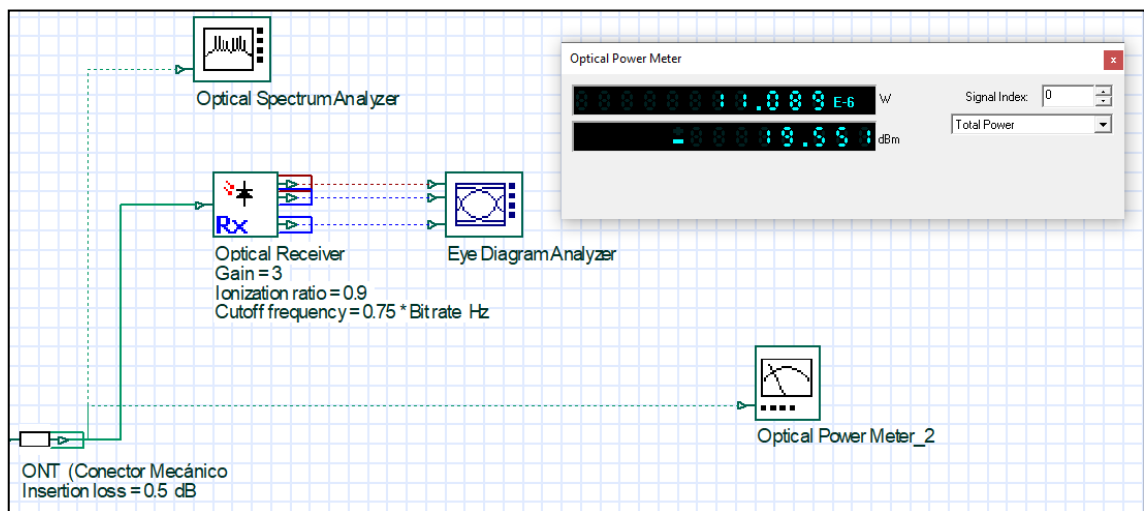


Ilustración 16-0 : Simulación del AP más lejano.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Tabla 16-3 se muestra los valores de potencia calculados y simulados en el *software* con el propósito de comprobar que los resultados por ambos métodos sean equivalentes y el diseño sea fiable y factible.

Tabla 16-0: Cuadro resumen del balance de potencia óptica (dBm).

RED	CALCULADO	SIMULADO
	Balance de potencia óptica (dBm)	Balance de potencia óptica (dBm)
AP más cercano	-18.996	-18.995
AP más lejano	-19.553	-19.551

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.23. Simulación del mapa de calor generado por la red Riobamba Digital.

Para la simulación de los mapas de calor se utiliza el *software* Atoll previamente descrito en el Capítulo I, realiza la simulación de redes inalámbricas, entre ellas la tecnología *wifi*, procesa los datos de cobertura y los representa de forma gráfica por medio una paleta de colores que se asigna por tonalidad y nivel de potencia transmitida del dispositivo simulado.

La etapa de simulación de los mapas de calor o cobertura de la red se detalla a continuación, cabe indicar que los dispositivos inmiscuidos en la simulación están conformes a las características indicadas en los datasheet de los equipos estudiados en el Capítulo I y el estudio de la zona.

1.23.1. Etapa de diseño

Al realizar la fase de diseño se sigue los pasos del 1 al 6 que se describen a continuación, estos pasos son esenciales para el diseño.

1. Abrir el *software* y crear un nuevo proyecto encaminado a la tecnológica del servicio de interés. Para el caso de la presente propuesta tecnológica esta tecnología es *wifi*. Atoll tiene definido una serie de plantillas (*Templates*) con parámetros definidos de manera específica en función de cada tecnología.
2. Es necesario que se cuente con un modelo digital del terreno que muestre el relieve de la zona de interés, esto es algo primordial para que la simulación tenga la demografía correcta de la zona beneficiada por el servicio, estos datos son conocidos como *clustersL* los *clusters* se generan mediante imágenes digitales que contengan el relieve del sector, en el presente trabajo se descarga este tipo de imagen satelital del centro geodésico de Estados Unidos (USGS) utilizando los satélites Aster Global Dem 3, esta constelación de satélites genera imágenes digitales con demografía del terreno, la Ilustración 17-3 muestra el relieve de la imagen satelital.

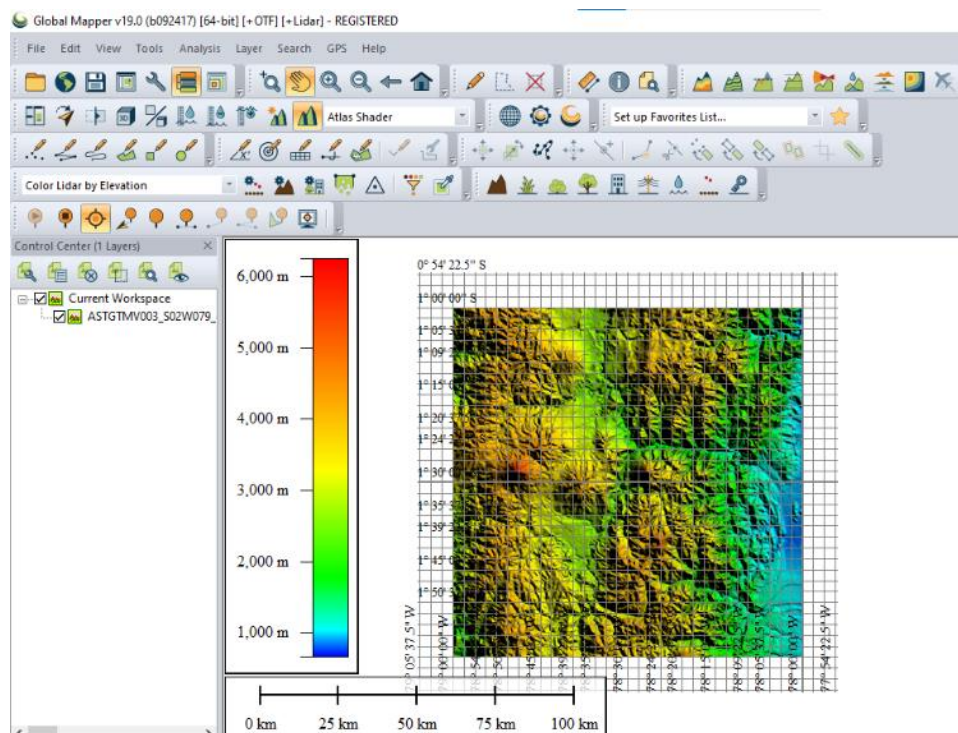


Ilustración 17-0 : Global Mapper/Imagen Digital.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

3. Se procesa la imagen dem.tif en el software Global Mapper para cargar el relieve de la zona en el *software* Atoll, primero se configura el mapa para utilizar la imagen en coordenadas UTM para luego exportar el mapa en formato Vertical Mapper Grid File.

- Para asignar el mismo sistema de coordenadas en el software Atoll se ingresa a los siguientes menús de opciones, la ventanilla: Document >> Properties, ya en este paso se desglosa una ventanilla que permite seleccionar las coordenadas con las que trabaja el *software*, se escoge las coordenadas internacionales UTM WGS 84 como se observa en la Ilustración 18-3, esto para que las coordenadas coincidan con el formato cargado y procesado por Global Mapper.

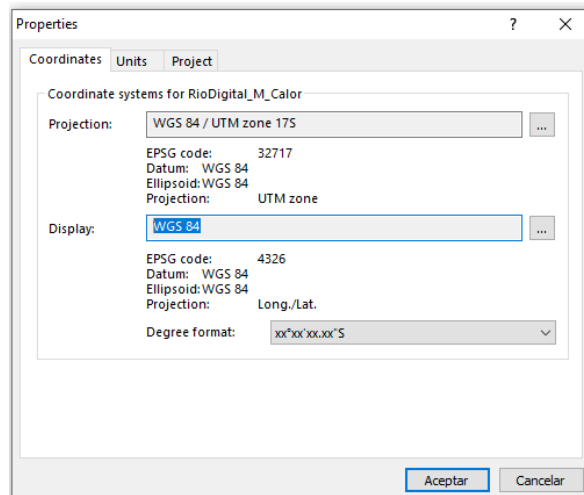


Ilustración 18-0 : Configuración de las coordenadas de trabajo del *software*.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

- Se carga el mapa.grd del relieve de la zona que se procesa con Global Mapper, al cargar el archivo (.grd), se muestra el mapa en blanco y negro del relieve de la zona que abarca la imagen digital descargada, esto se visualiza en la Ilustración 19-3.

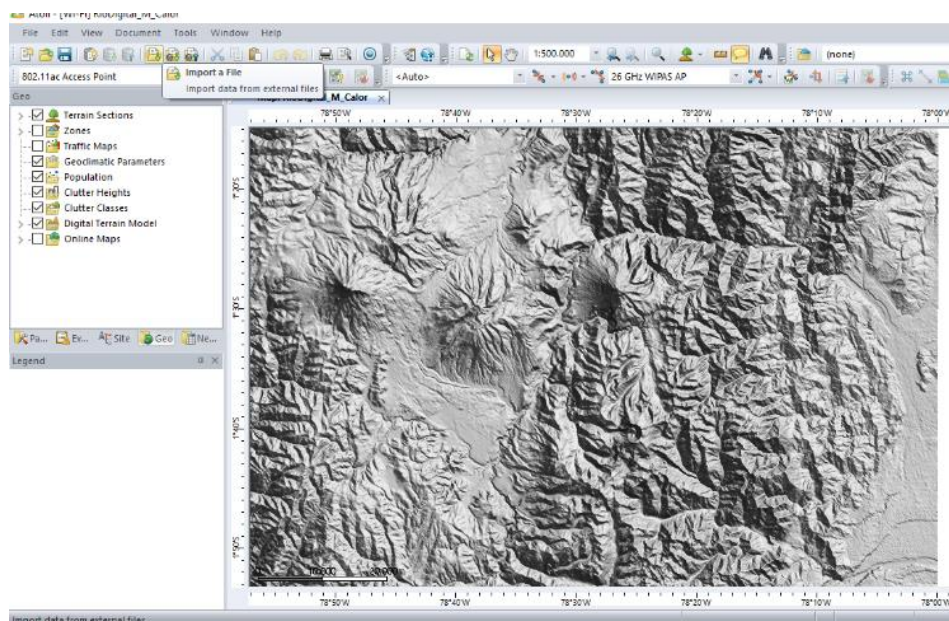


Ilustración 19-0 : Demografía de la zona de interés cargado en el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

6. Se busca una mejor visualización del mapa donde se identifique calles, cuadras y edificaciones, por esto se activa los mapas online que permite el software Atoll y se desactiva la vista de la demografía, pero el relieve permanece cargado, la visualización final se aprecia en la Ilustración 20-3.

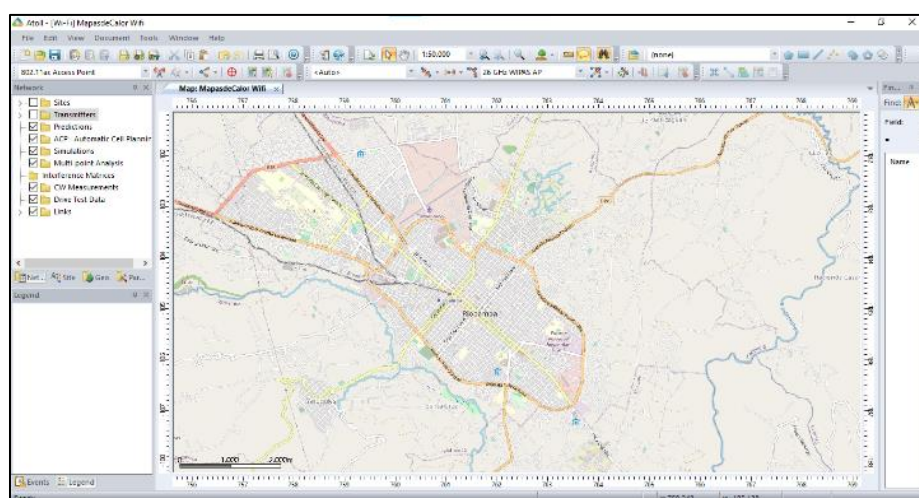


Ilustración 20-0 : Visualización del mapa 2D de Riobamba en el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.23.2. Simulación de la antena 5GHz Omni-Aruba.

Los Access Points que son los encargados de radiodifundir la señal tienen características específicas como potencia, tipo de antena, ganancia de la antena, ubicaciones, alturas entre otros datos de transmisión, motivo por el cual se crea la antena denominada 5GHz Omni-Aruba que es la antena de trabajo del equipo Aruba, las características del equipo Aruba incluidos los patrones de radiación de la antena se encuentran en el datasheet del equipo. Para generar la antena 5GHz Omni-Aruba se siguen los pasos del 1 al 3 descritos a continuación:

1. Dirigirse a la ventanilla Parameters >> Radio network equipment >> Antennas, al completar esa selección se encuentra donde se ubican las antenas que tiene cargado el *software* Atoll por defecto.
2. Dar clic derecho en Antennas, seleccionan open table y se despliega en la pantalla una tabla con las antenas existentes, se agrega una nueva antena para la simulación de los mapas de calor con las características descritas en los datasheet y los datos de la Tabla 15-2 y 16-2. En la Ilustración 21-3 se visualiza las configuraciones de los parámetros de la antena.

5GHz Omni-Aruba Properties

General Horizontal Pattern Vertical Pattern

Name: 5GHz Omni-Aruba

Physical antenna:

Manufacturer: None

Half-power beamwidth: 360 ° Gain: 5 dBi

Pattern

Electrical tilt: 7 °

Electrical azimuth: 81 °

Frequencies

Min: 5.150 MHz

Max: 6.000 MHz

Comments:

Ilustración 21-0 : Ingreso de los parámetros de la antena Aruba.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

- Se ingresa el patrón de radiación horizontal y vertical de la antena 5GHz Omni-Aruba, estos se visualizan en las Ilustraciones 22-3 y 23-3 respectivamente. Mientras se asocia la atenuación que corresponde a grado de análisis de los 360, el patrón se va modificando automáticamente en el lado izquierdo del recuadro.

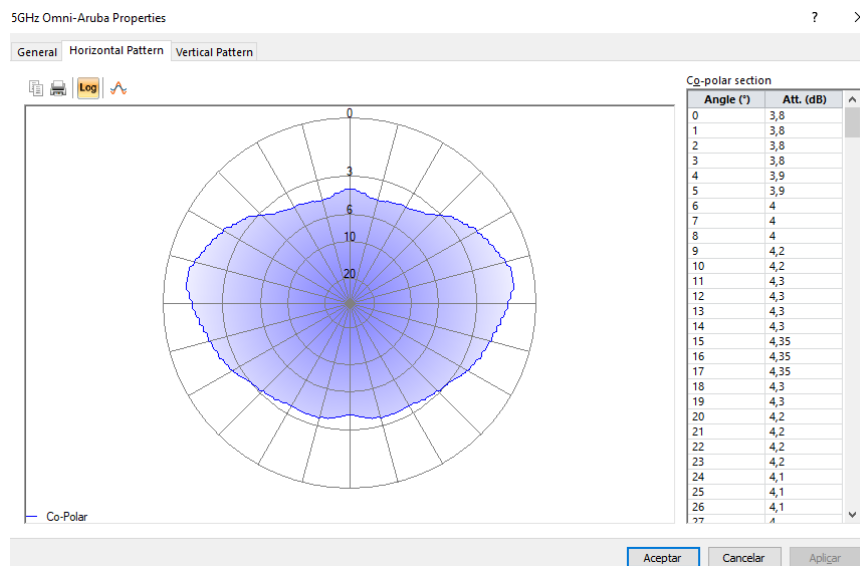


Ilustración 22-0 : Patrón de radiación horizontal cargado en el software Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

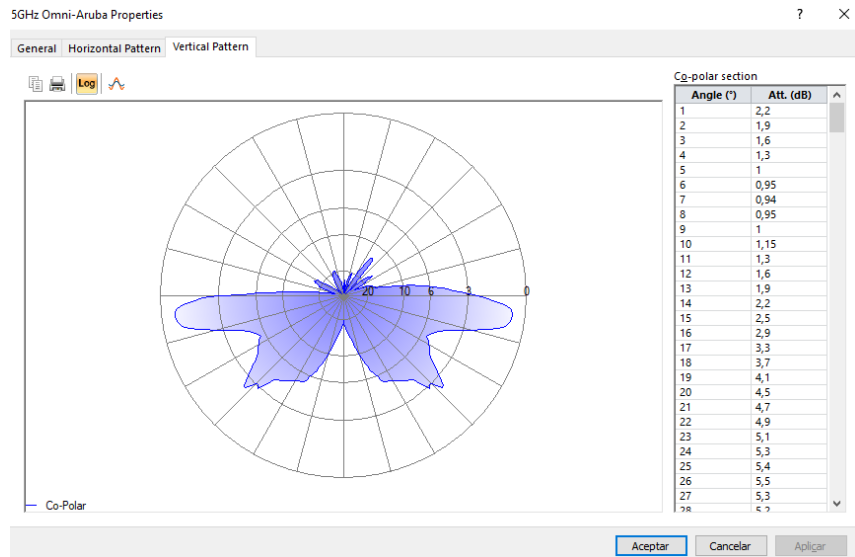


Ilustración 23-0 : Patrón de radiación vertical cargado en el software Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.23.3. Ingreso de las ubicaciones de los Access Point de la red Riobamba Digital.

Se ingresa a la ventanilla *Network*, en esta se encuentra la ventanilla *Sites* en la cual se especifica las locaciones de los Access Point como muestra la Ilustración 24-3, gracias al proceso que se realiza al seleccionar el tipo de sistema de coordenadas WGS84, se puede expresar las coordenadas en latitud y longitud, en grados minutos y segundos también se ingresa un identificador para cada uno de los sitios en los que se ubican los transmisores.

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Comments	Support Height (m)
AP_COLISEO_TEODORO_G_250881	78°39'2,4"W	1°40'8,6"S	0,27		6
AP_COLISEO_TEODORO_G_2528320	78°39'3,3"W	1°40'10,1"S	0,27		6
AP_ESCALINATAS_21_DE_ABRIL_892778	78°39'11,5"	1°40'2,6"S	0,27		6
AP_HOSPITAL_ALFONSO_V_89041	78°38'58,4"	1°40'13,3"S	0,27		6
AP_MUNICIPIO_RIOBAMBA_17922	78°38'52,2"	1°40'22,3"S	0,27		6
AP_PARQ_GRAL_BARRIGA_501807	78°39'19,8"	1°40'0,6"S	0,27		6
AP_PARQUE MALDONAD_O_3607171	78°38'54,7"	1°40'20,9"S	0,27		6
AP_PARQUE_21_ABRIL_2477826	78°39'10,5"	1°40'0,1"S	0,27		6
AP_PARQUE_21_ABRIL_2500041	78°39'13,W	1°39'59,2"S	0,27		6
AP_PARQUE_21_ABRIL_3151998	78°39'11,8"	1°39'59,3"S	0,27		6
AP_PARQUE_21_ABRIL_512482	78°39'12,4"	1°39'58,6"S	0,27		6
AP_PARQUE_LA_LIBERTAD_2320548	78°38'44,8"	1°40'27,6"S	0,27		6
AP_PLAZA_ROJA_3238403	78°38'55,7"	1°40'16,1"S	0,27		6
AP_SAN_ALFONSO_15493	78°38'47,W	1°40'18,3"S	0,27		6
AP_SAN_ALFONSO_254241	78°38'46,4"	1°40'16"S	0,27		6

Ilustración 24-0 : Ingreso de los lugares de ubicación para los transmisores en el software Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Los datos de la localización de los radiotransmisores se obtienen por medio de la solicitud al Gad Municipal de la ciudad y se corrigen por la primera medición que se realiza en el estudio de la zona, los datos de la Tabla 3-3 se ingresan al *software*.

1.23.4. Configuración de los Access Point de la red Riobamba Digital

Se ingresa a la pestaña *Network*, en esta se encuentra la ventanilla *Transmitters*, en esta ventana se configura las características de los transmisores es decir de los Access Point, cada Access Point se liga con su ubicación indicada en los parámetros de los Sites, La configuración de las características de los transmisores es la establecen en los literales desde 1 y 2.

1. Se selecciona la antena de trabajo que se crea en el apartado 2.6.2, se asigna para cada AP canales diferentes es decir frecuencias de trabajo diferentes para evitar solape de frecuencias.
2. Se configura del modelo de propagación, es decir los modelos digitales de elevación (Digital Elevation Models – DEM), estos modelos no son más que una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que caracterizan las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. El modelo seleccionado según sus características de trabajo y análisis matemático será el modelo Ercep.

El modelo Ercep trabaja en una banda de frecuencia 19000-6000 MHz, tiene en cuenta el perfil del terreno, los *clusters* estáticos en el receptor, trabaja con la fórmula de *clusters* y tiene en cuenta las reflexiones existentes, considera ajustes de difracción y no difracción opcionalmente limitado por pérdidas en el espacio libre y factores de corrección $a(H_b)$ y $a(H_r)$ para altura de estación base y receptor, trabaja en un rango de distancia de entre 10 metros a 8 Km.

1.23.5. Cobertura de la red

Para el despliegue de la red se escoge la zona de cada *Sites*, haciendo uso de un mapa de la zona focalizado en la región mencionada, su geografía es variada y corresponde a una zona urbana con edificación heterogénea.

Predicciones de cobertura disponibles. - El *software* Atoll ofrece dos tipos de predicciones de cobertura, la primera permite analizar los niveles de señal mientras que la segunda permite analizar la calidad de la señal. La primera no depende de las condiciones de carga de la red ni de las interferencias mientras que el segundo tipo se enfocan en ellas. Las predicciones de calidad de señal se basan en los valores de DL Traffic Load y UL Noise Rise establecidos en la tabla de celdas (Cells Table) o calculados por simulaciones de Monte Carlo para calcular la relación existente entre portadora e interferencia más ruido, $C/(I+N)$, en cada píxel del mapa. En la Tabla 17-3 se indica los tipos de cobertura y sus respectivas descripciones.

Tabla 17-0: Predicciones de cobertura disponibles en Atoll.

Clasificación	Nombre	Descripción
Por nivel de señal	<i>Coverage by signal level</i>	Permite predecir las zonas de cobertura según los niveles de señal del transmisor en cada píxel del mapa.
	<i>Coverage by transmitter</i>	Permite predecir las zonas de cobertura por transmisor analizando para cada píxel del mapa (el mejor transmisor).
	<i>Overlapping zones</i>	Permite calcular las zonas donde existe cobertura de dos o más transmisores.
	<i>Effective signal analysis</i>	Permite calcular los niveles de señal de diferentes señales LTE (señales de referencia, SS, PBCH, PDSCH, PDCCH, PUSCH).
Por calidad de señal	<i>Coverage by C/(I+N) level</i>	Permite predecir los niveles de interferencia y de portadora a interferencia y ruido C/(I+N) para cada píxel del mapa.
	<i>Service 81ual analysis</i>	Permite calcular y mostrar los <i>mejores Radio Bearers</i> disponibles para cada píxel del mapa basados en las C/(I+N) de los mismos.
	<i>Efective service 81ual analysis</i>	Muestra las zonas donde un servicio se encuentra disponible tanto en el DL como en el UL.
	<i>Coverage by troughput</i>	Permite calcular y mostrar para cada píxel del mapa los <i>Channel Throughputs</i> y <i>Cell Capacities</i> basados en los niveles de C/(I+N) y en los <i>Radio Bearers</i> disponibles. Además, permite mostrar el <i>Aggregate Cell Throughput</i> para resultados de simulaciones.
	<i>Coverage by 81uality indicator</i>	Permite calcular y mostrar diferentes indicadores de calidad (BLER, BER, etc.) basados en los Radio Beareres y en los niveles de C/(I+N) de cada píxel.

Fuente: (ITU-T, 2001, pág 4)

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Los mapas de calor están basados en predicciones por el nivel de señal generadas por el transmisor, para generar una predicción se tiene que dirigirse a la ventanilla *Network* donde se encuentra la pestaña *Predictions*, se genera una nueva predicción con clic izquierdo seleccionar

New predictions, se mostrará una ventana con una lista de predicciones que permite realizar el *software*, finalmente se selecciona la predicción de cobertura de señal tal y como se observa en la Ilustración 25-3.

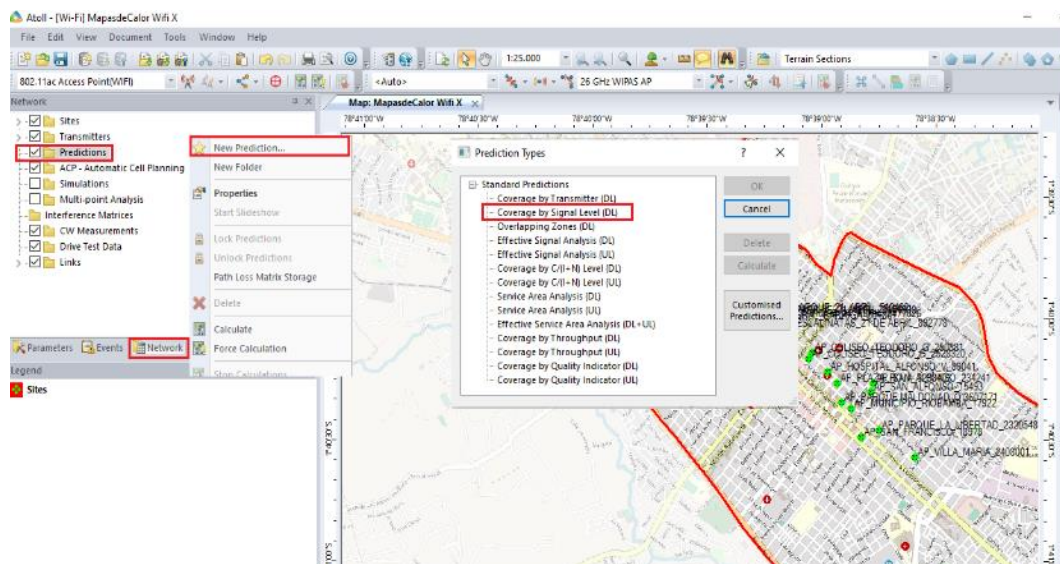


Ilustración 25-0 : Generar una nueva predicción en el software Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La predicción se configura indicando cierto número de parámetros que son importantes para analizar y obtener un mejor resultado, los pasos realizados son tres:

1. Ajustar la resolución con la que se realiza la predicción en el *software*, entre mayor sea la resolución el resultado será más exacto.
2. Ajustar el rango de intensidad de señal de análisis requerido (-45dBm a -104dBm) con las que trabajan las predicciones.
3. Modificar el color, tonalidad y los valores existentes de la leyenda para una mejor interpretación del mapa.

Generación de los mapas de calor. - Para cada AP se genera un mapa de calor con las siguientes condiciones:

1. El nivel de señal recibida está representado por diferentes tonalidades de color, partiendo por el color rojo para valores de mayor potencia hasta llegar al color azul que representa valores de potencias bajas.
2. Los valores de potencia recibida están establecidos en el rango de -45dBm hasta llegar a un mínimo de -105dBm con un paso de -5 dBm.
3. El radio de análisis será de 50 metros tomando como origen el transmisor.

- Se tomaron 20 puntos de medición por AP, estos puntos están distribuidos en cuatro diferentes ángulos, cada ángulo tiene 5 mediciones a las distancias de 5, 15, 25, 35 y 50 metros.

Los apartados a) y b) de las Ilustraciones 27-3 a la 41-3 representan los mapas de calor generados por los 15 Access Point existentes en el corredor turístico dos de la ciudad de Riobamba, estos mapas de calor indican el nivel de cobertura irradiada en un radio de análisis de 50 metros, la cobertura deberá satisfacer el umbral de recepción indicado en las recomendaciones de la UIT para permitir una comunicación eficiente y de calidad.

El apartado a) de las ilustraciones muestra el mapa de calor generado por el *software* Atoll, mientras que el apartado b) indica el mapa de calor exportado a Google Earth. La leyenda del nivel de potencia recibida en el radio de análisis es la misma para cada Access Point, está leyenda se muestra en la Ilustración 26-3.

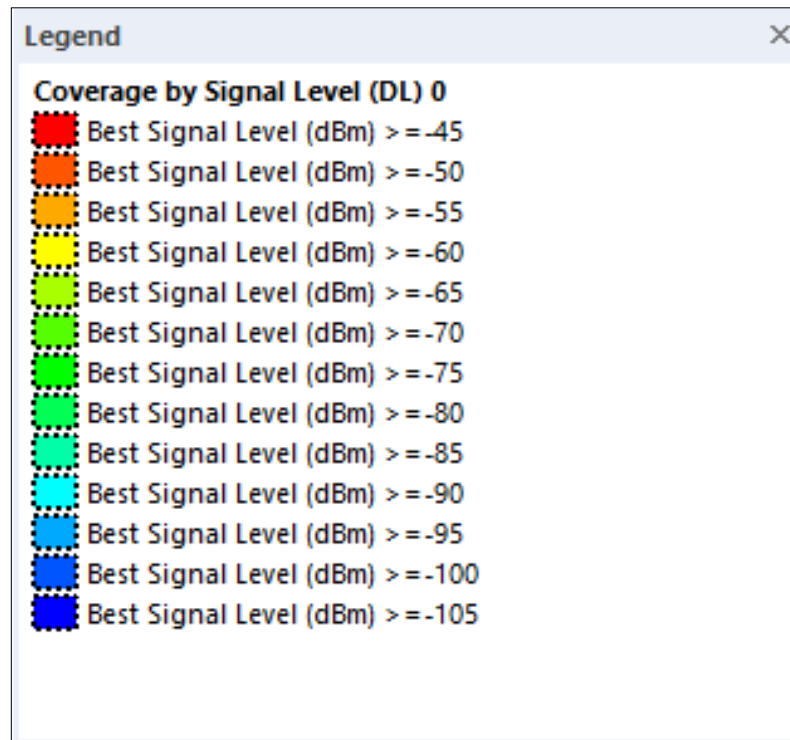
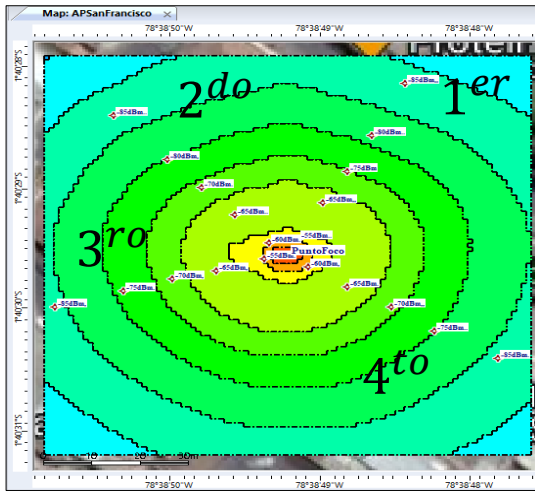


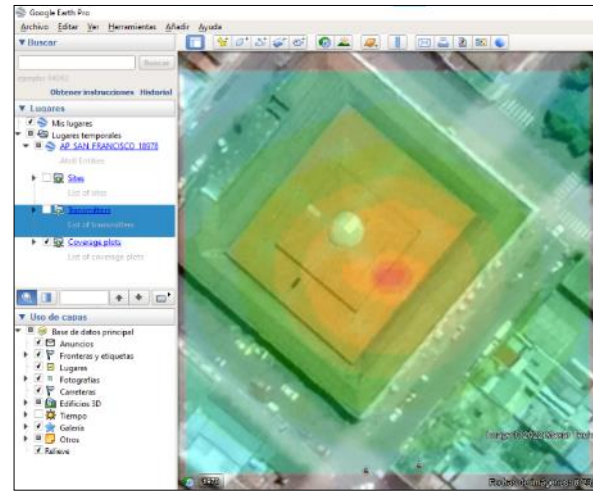
Ilustración 26-0 : Leyenda de cobertura generada por los Access Point.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

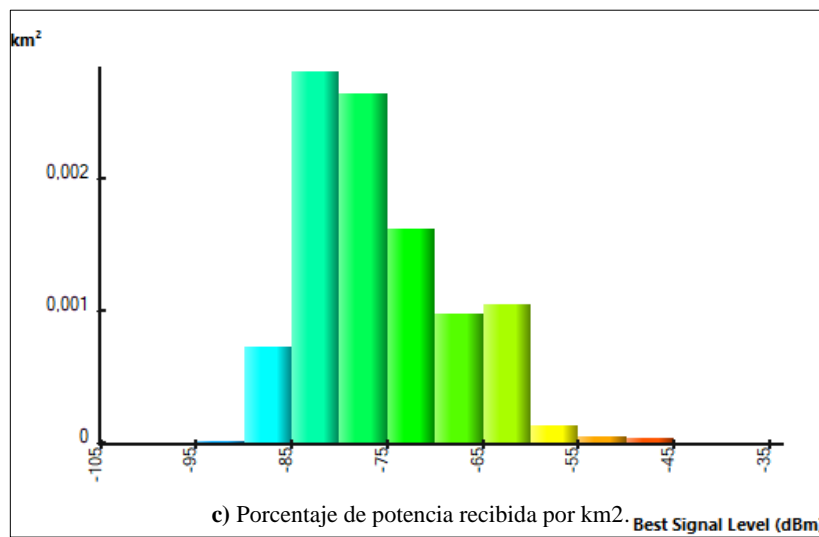
Nota: En el Anexo E se encuentra un mapa de cobertura generado por los 15 Access Point que pertenecen al corredor turístico dos de la red Riobamba Digital.



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



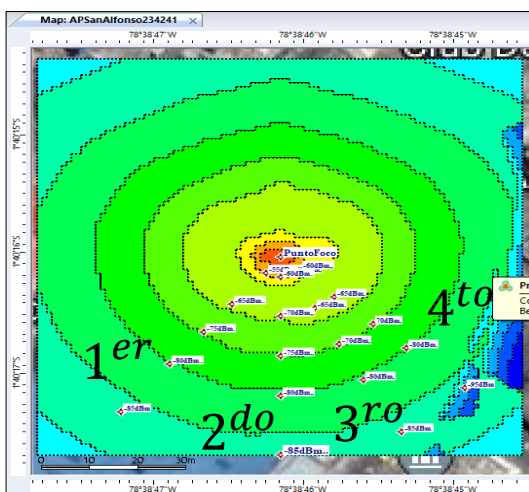
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



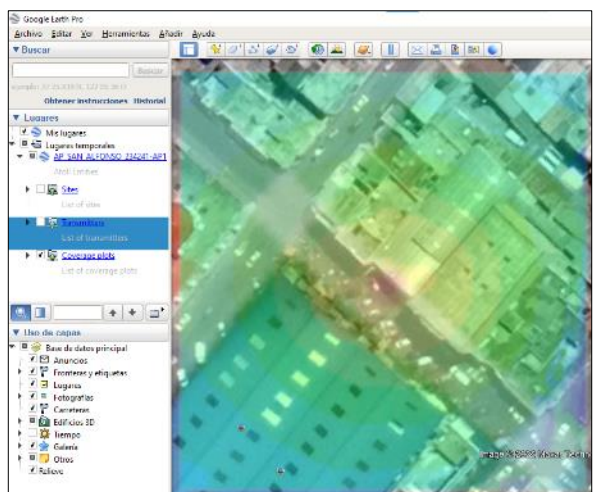
c) Porcentaje de potencia recibida por km². Best Signal Level (dBm)

Ilustración 27-0 : Mapa de calor del AP_San_Francisco_18978.

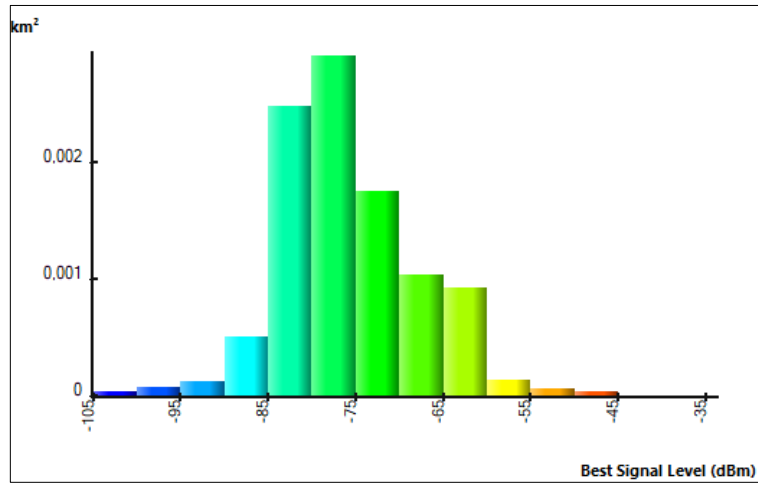
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



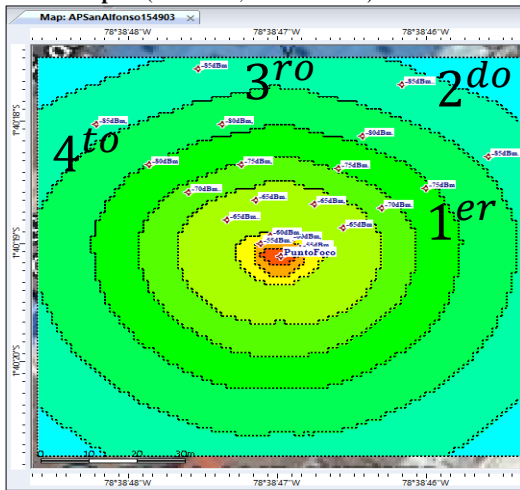
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



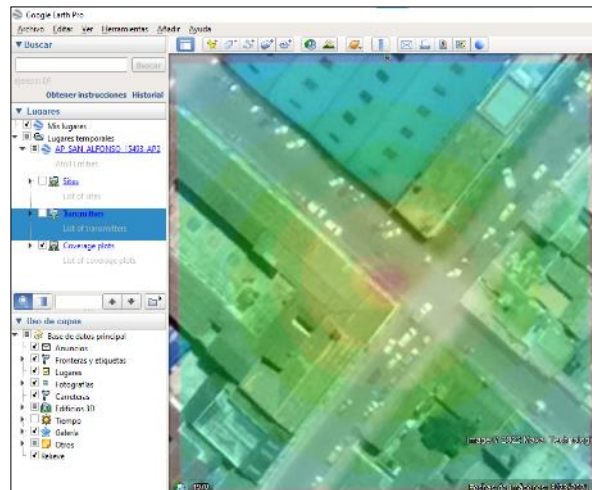
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 28-0 : Mapa de calor del AP_San_Alfonso_234241-AP1.

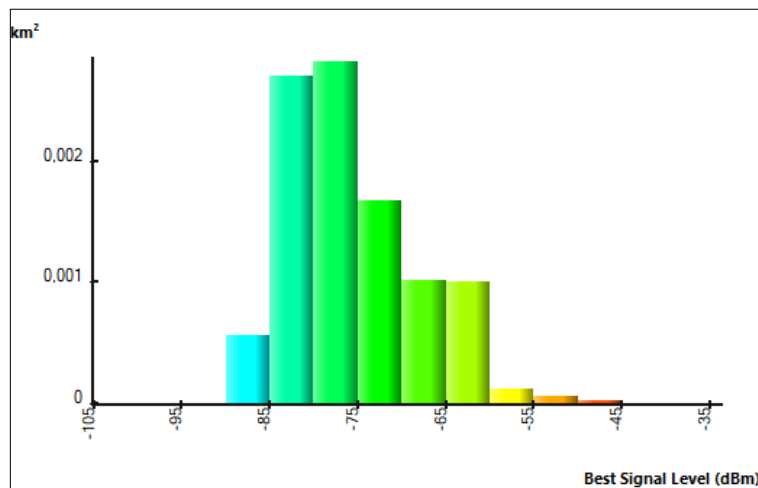
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



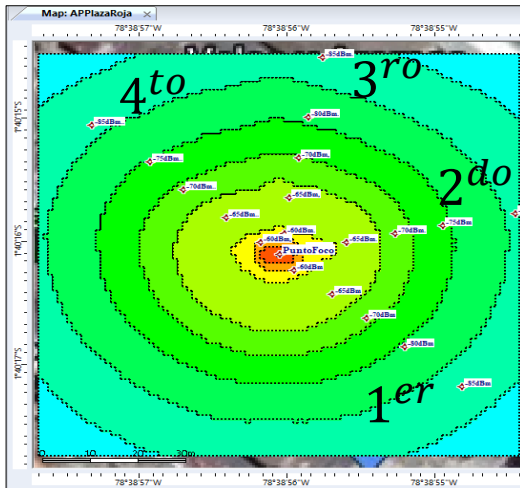
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



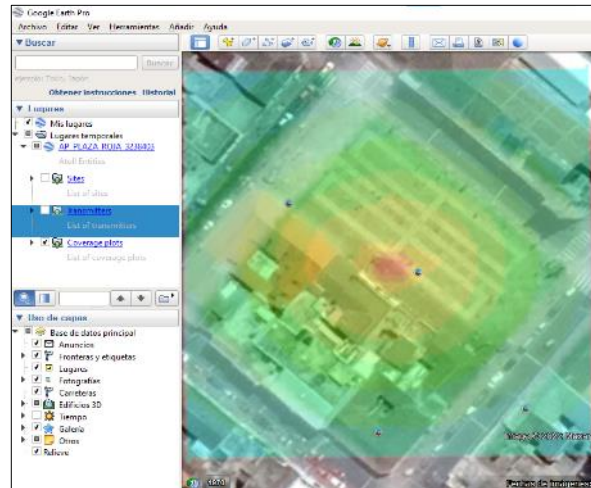
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 29-0 : Mapa de calor del AP_San_Alfonso_15493-AP2.

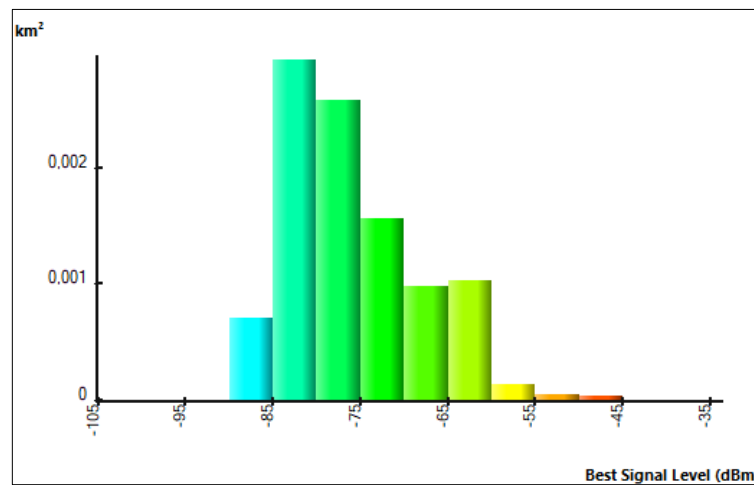
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



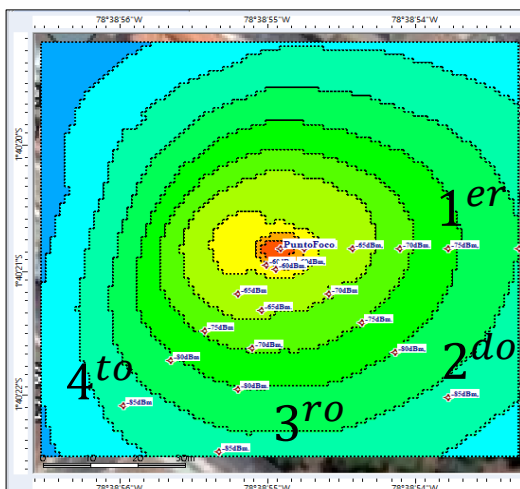
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



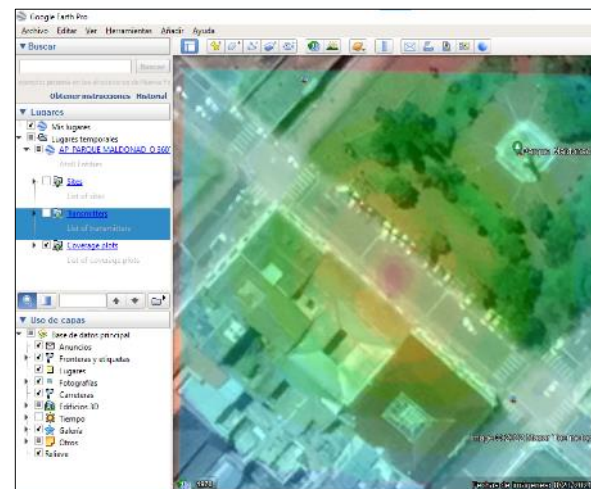
c) Porcentaje de potencia recibida por km².

Ilustración 30-0 : Porcentaje de potencia por km² para AP_Plaza_Roja_3238403.

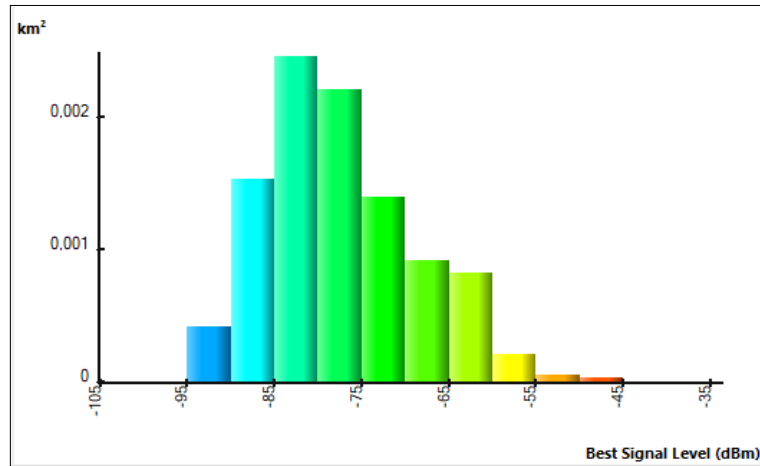
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



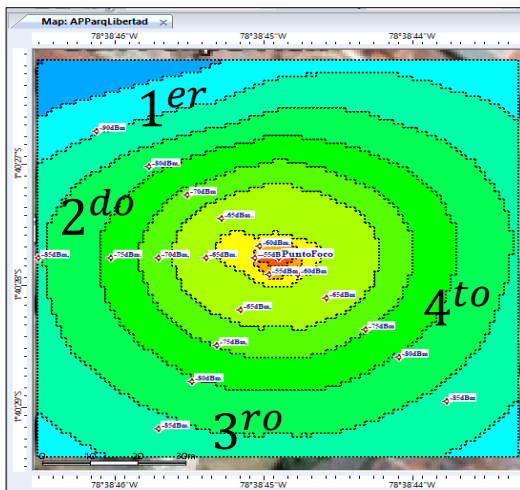
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



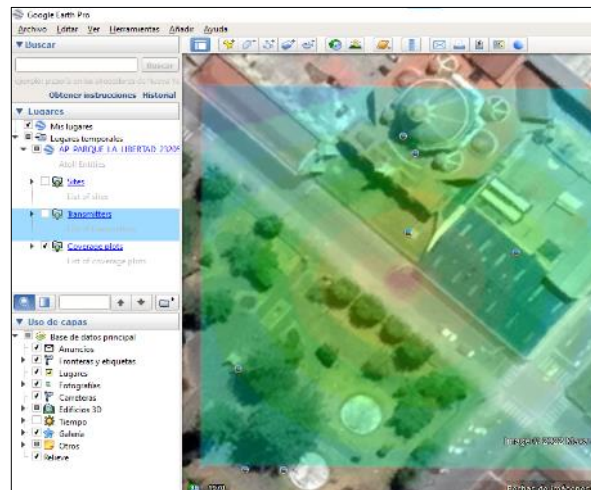
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 31-0 : Porcentaje de potencia por km² para AP en El Parque Maldonado.

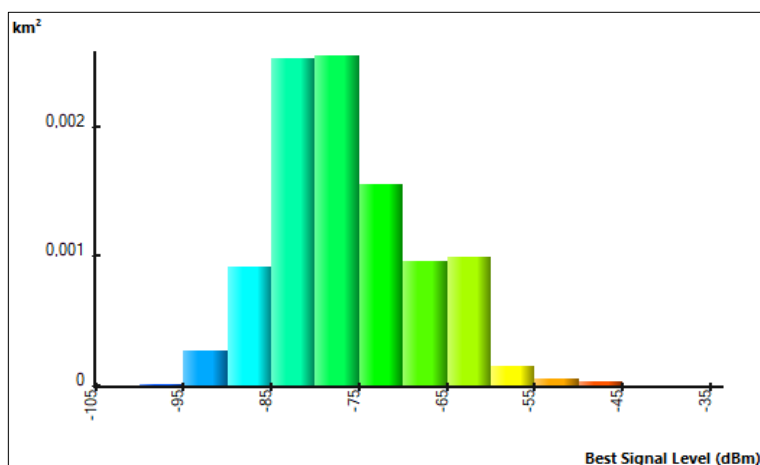
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



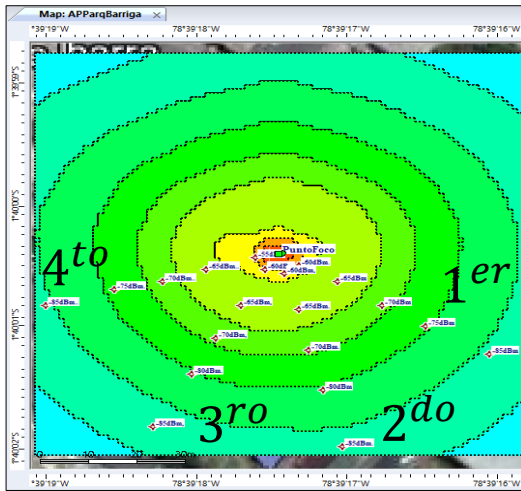
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



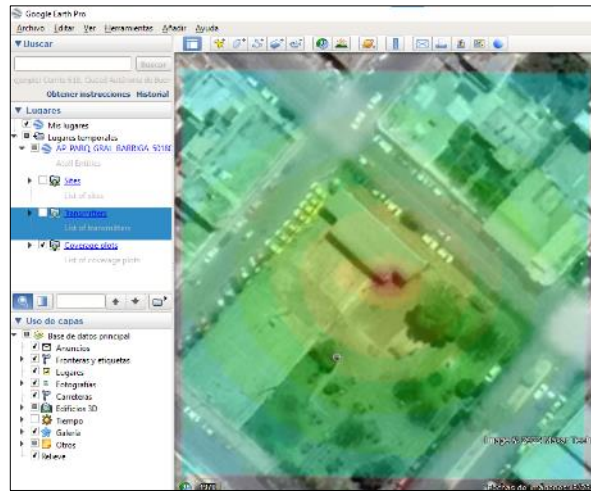
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 32-0 : Mapa de calor del AP_Parque_la_Libertad_2320548.

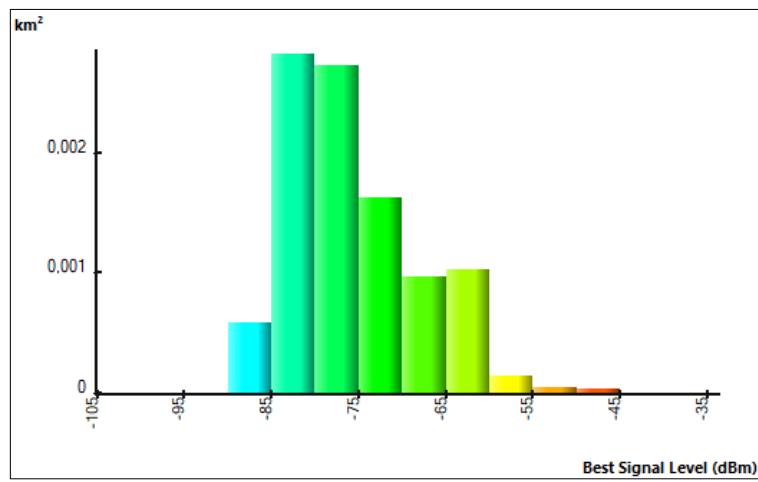
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



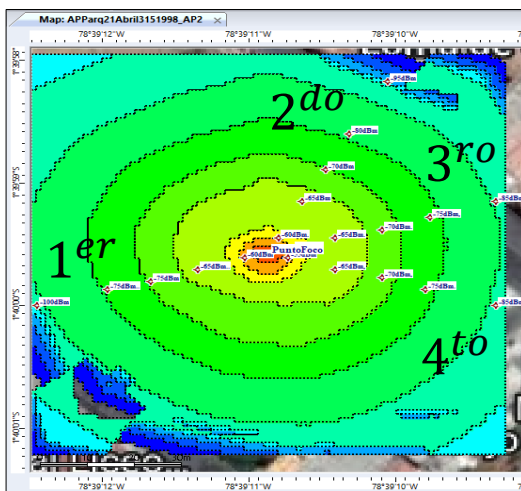
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



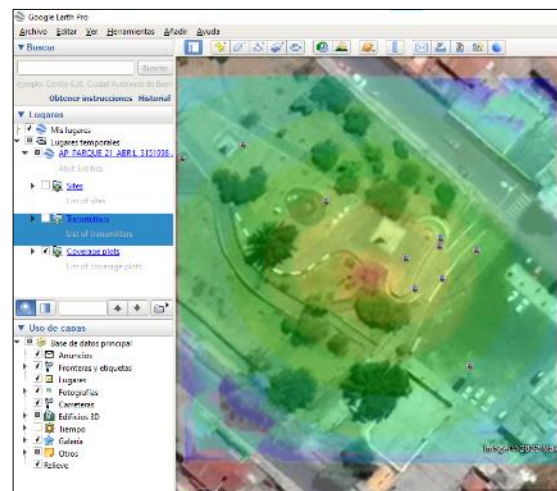
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 33-0 : Mapa de calor del AP_Parq_Gral_Barriga_501807.

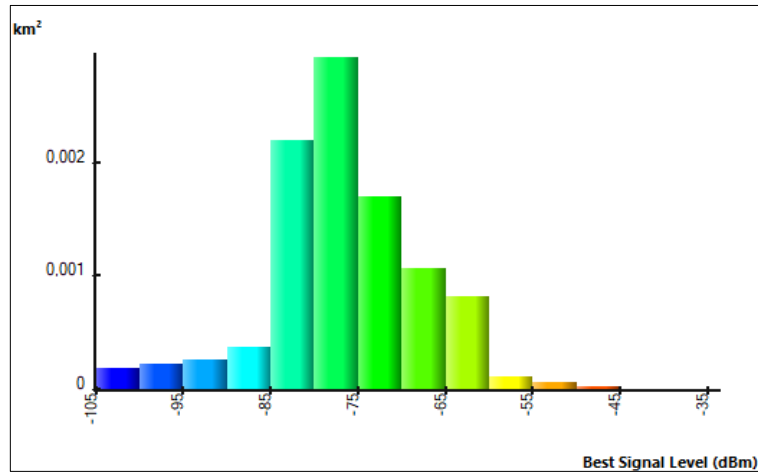
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



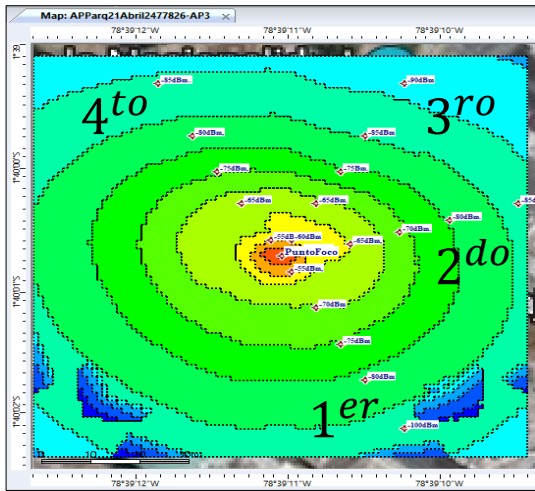
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



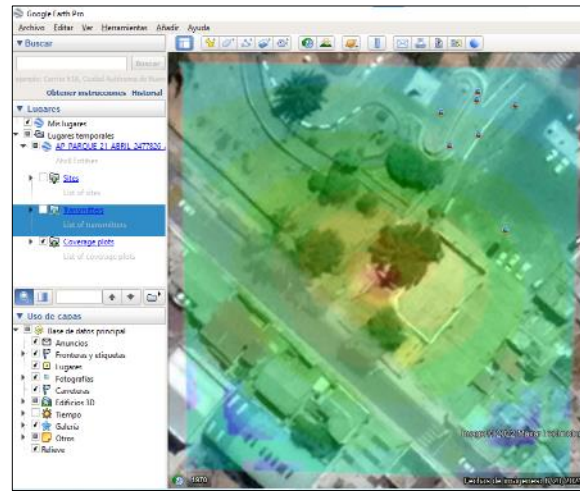
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 34-0 : Mapa de calor – AP2 en El Parque 21 de Abril.

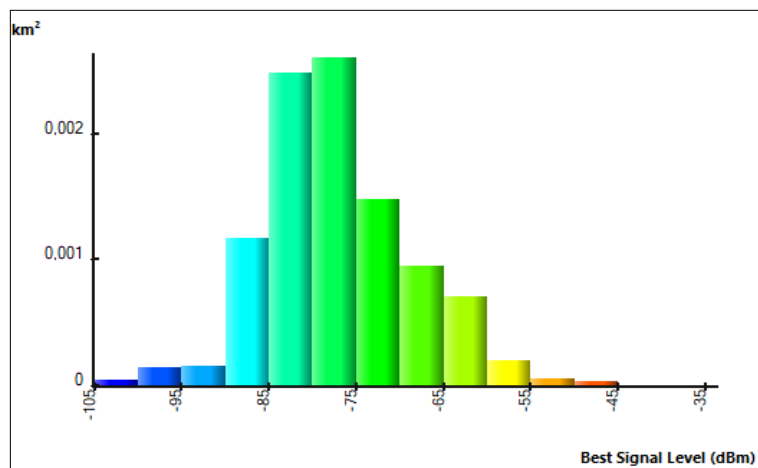
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



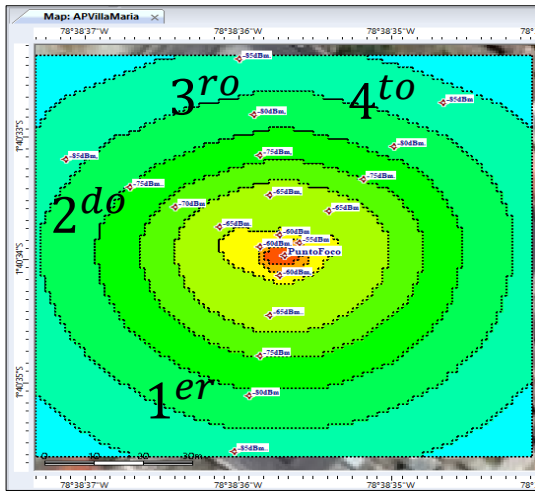
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



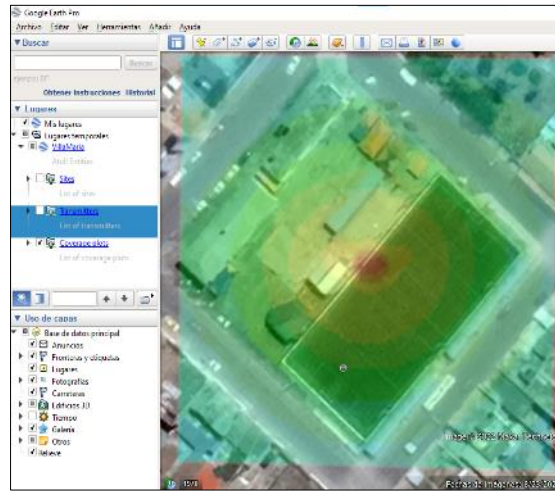
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 35-0 : Mapa de calor – AP3 en El Parque 21 de Abril.

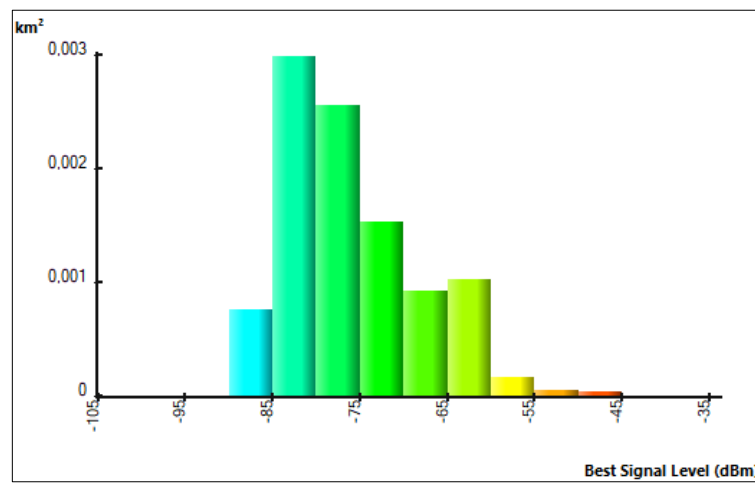
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



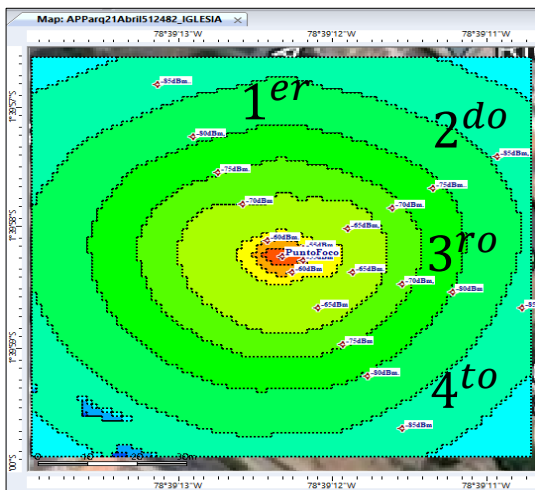
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



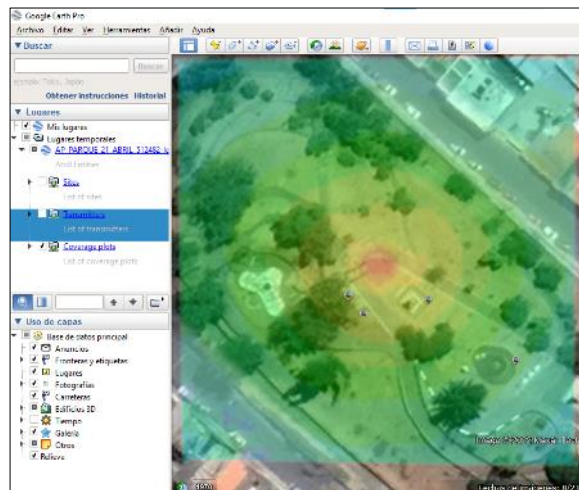
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 36-0 : Mapa de calor – AP en Villa María.

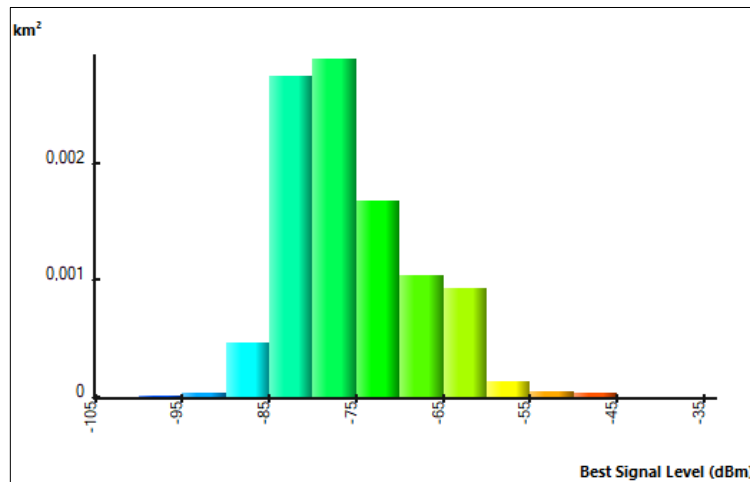
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



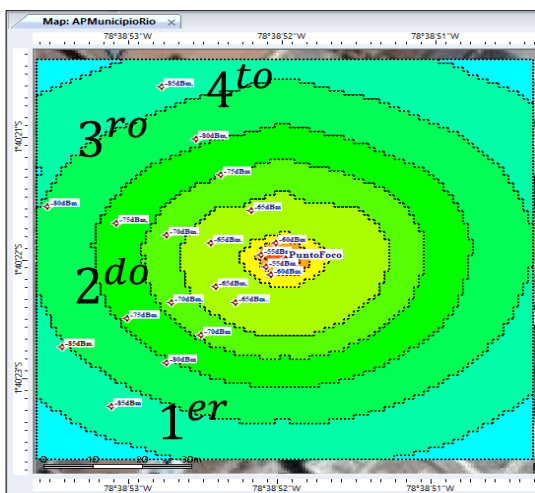
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



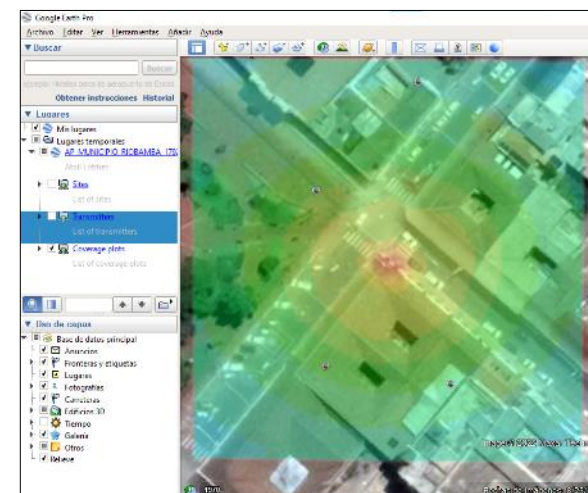
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 37-0 : Mapa de calor – AP en El Parque 21 de Abril Iglesia.

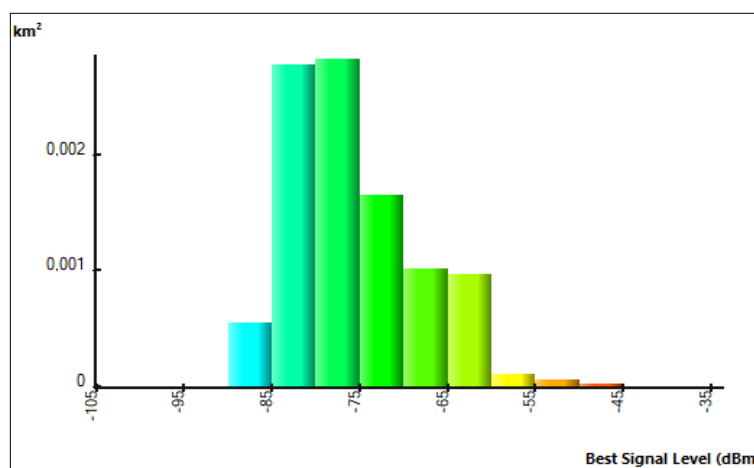
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



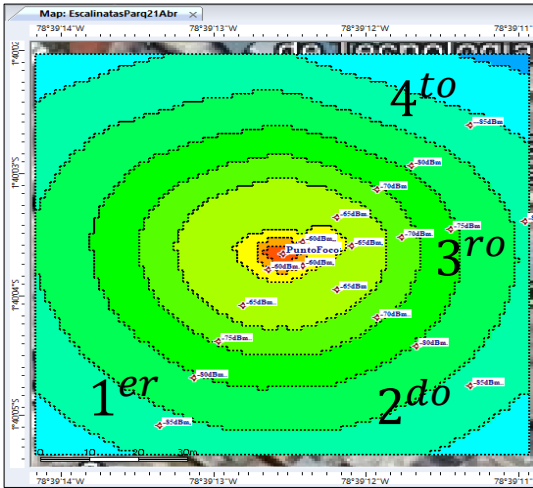
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



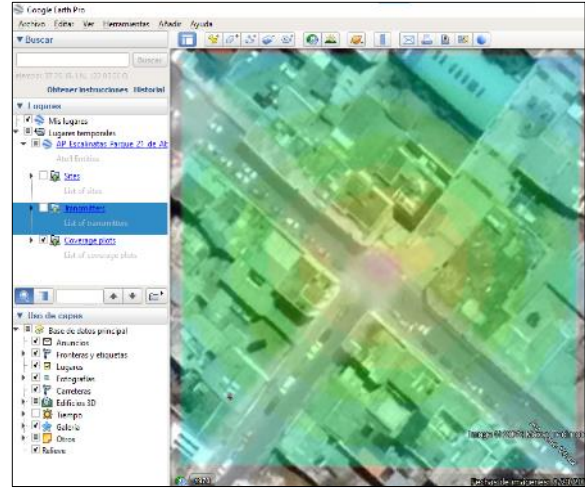
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 38-0 : Mapa de calor del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.

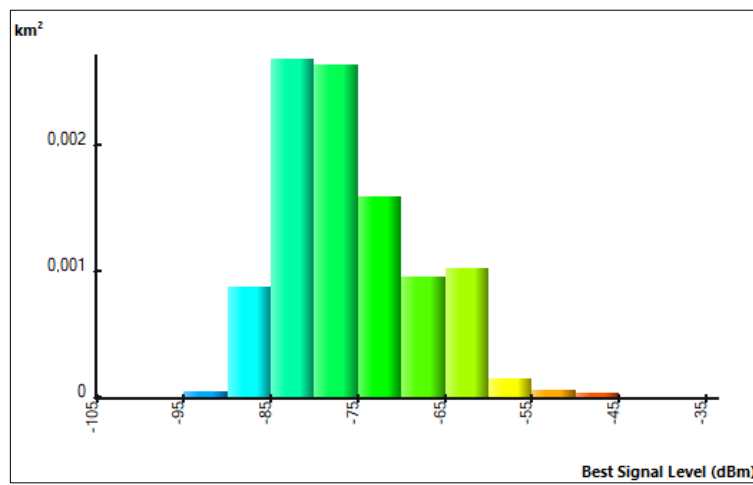
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



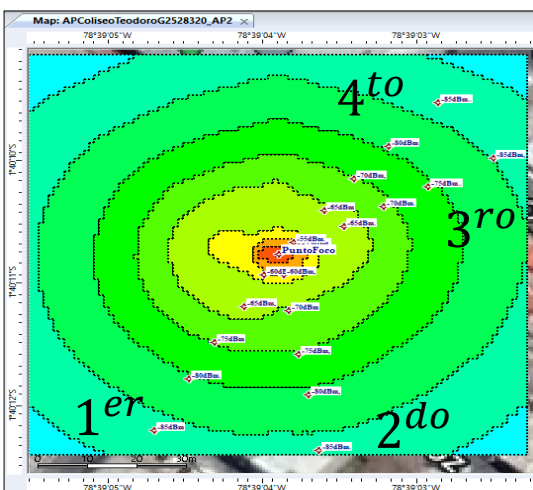
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



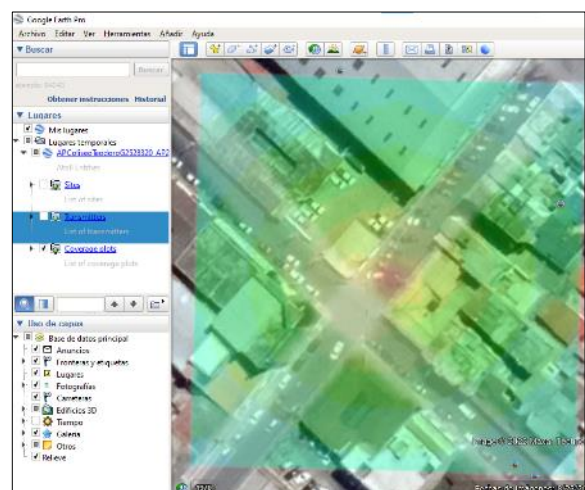
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 39-0 : Mapa de calor del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778.

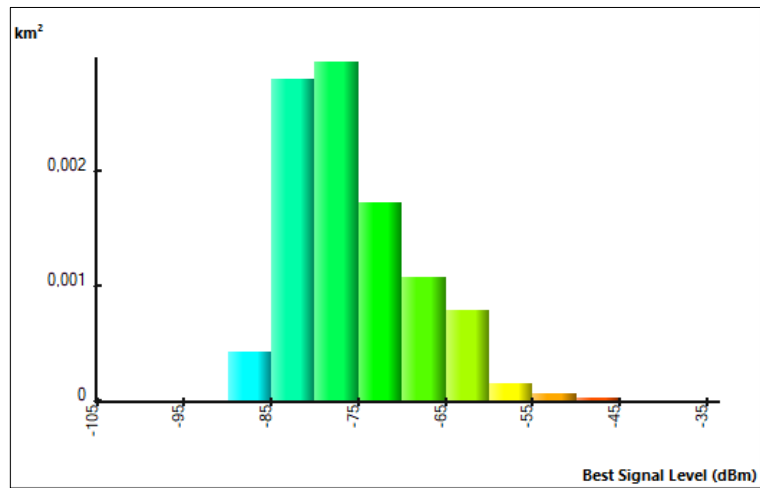
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



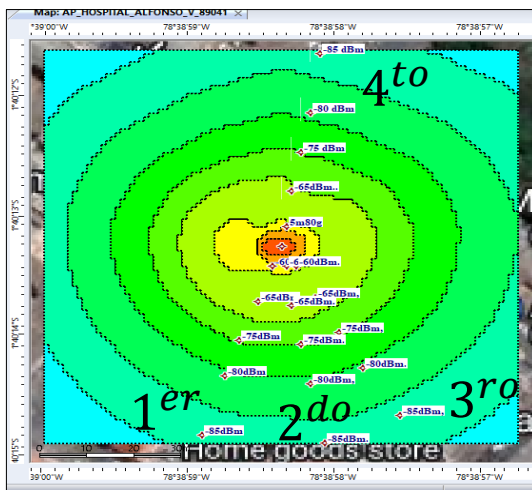
b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



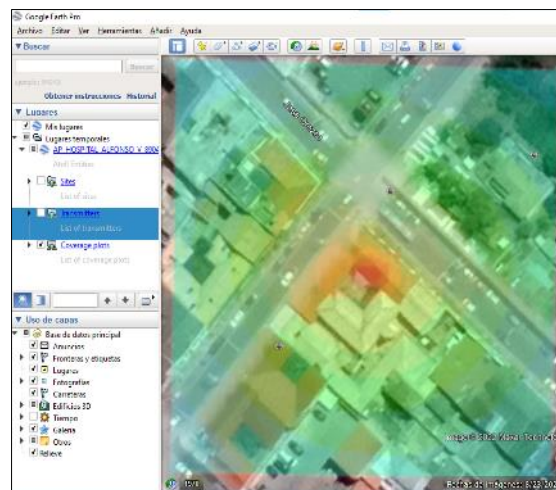
c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 40-0 : Mapa de calor del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.

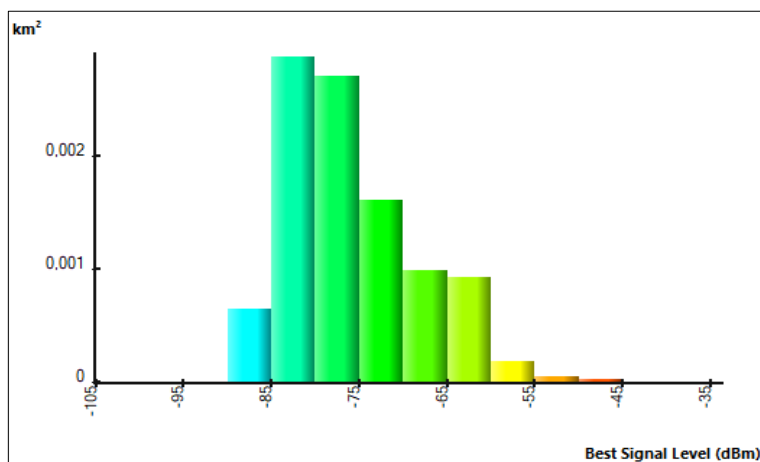
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)



a) Cobertura del AP generada por Atoll.



b) Cobertura del AP exportada a Google Earth.



c) Porcentaje de potencia recibida por km2.

Ilustración 41-0 : Mapa de calor del AP_Hospital_Alfonso_V_89041.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 18-3 presenta los resultados obtenidos de la potencia recibida en dBm, para cada punto de medición a los 4 diferentes ángulos, a las distancias de 5, 15, 25, 35 y 50 metros mostrado en los apartados a) de cada ilustración, que corresponden a cada AP.

Al analizar la tabla se identifica que los valores de potencia recibida varían desde -50 dBm a -100 dBm. Teniendo los valores más altos de intensidad de potencia en las distancias de 5 a 25 metros que van desde los -50 dBm a -75, estos son los valores que se encuentran dentro del umbral de recepción indicado en la Tabla 7-2, en cambio para las distancias de entre 35 a 50 metros los valores de potencia varían de entre -75 dBm a -100 dBm, al comparar estos resultados con los datos de la Tabla 7-2 que indica el nivel de potencia necesaria para una comunicación exitosa y eficiente se concluye que si el receptor se encuentra a más de 25 metros del punto transmisor (Access Point), la comunicación no es fiable y la entrega de paquetes puede presentar pérdida en la transmisión de la información, es decir la información es probable que este comprometida.

Tabla 18-0: Predicciones de cobertura disponibles en Atoll.

Distancia (m)	Ángulos de medición/Potencia (dBm)			
	Primer ángulo (1 ^{er})	Segundo ángulo (2 ^{do})	Tercer ángulo (3 ^{ro})	Cuarto ángulo (4 ^{to})
AP_San_Francisco_18978				
5	-55	-60	-55	-60
15	-65	-65	-65	-65
25	-75	-70	-70	-70
35	-80	-80	-75	-75
50	-85	-85	-85	-85
AP_San_Alfonso_234241-AP1				
5	-55	-55	-55	-55
15	-65	-70	-65	-65
25	-75	-75	-70	-70
35	-80	-80	-80	-80
50	-85	-85	-85	-95
AP_San_Alfonso_15493-AP2				
5	-55	-60	-60	-55
15	-65	-65	-65	-65
25	-70	-75	-75	-70
35	-75	-80	-80	-80
50	-85	-85	-85	-85
AP_Plaza_Roja_3238403				
5	-60	-55	-60	-60
15	-65	-65	-65	-65
25	-70	-70	-70	-70

35	-80	-75	-80	-75
50	-85	-85	-85	-85
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2				
5	-50	-55	-60	-60
15	-65	-65	-70	-65
25	-75	-70	-75	-70
35	-80	-80	-80	-75
50	-85	-85	-85	-85
AP_Parque_la_Libertad_2320548				
5	-60	-55	-55	-60
15	-65	-65	-65	-65
25	-75	-75	-70	-70
35	-80	-80	-75	-80
50	-85	-85	-85	-95
AP_Parq_Gral_Barriga_501807				
5	-60	-60	-60	-55
15	-65	-65	-65	-65
25	-70	-70	-70	-70
35	-75	-80	-80	-75
50	-100	-85	-85	-95
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2				
5	-60	-55	-55	-60
15	-65	-65	-65	-65
25	-70	-70	-70	-75
35	-80	-75	-75	-75
50	-95	-85	-85	-100
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3				
5	-70	-55	-60	-55
15	-70	-65	-65	-65
25	-75	-70	-75	-75
35	-80	-80	-85	-80
50	-100	-85	-90	-85
AP_Parque_Villa_Maria_2408001				
5	-60	-60	-60	-55
15	-65	-65	-65	-65
25	-75	-70	-75	-75
35	-80	-75	-80	-80
50	-85	-85	-85	-85
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1				
5	-60	-55	-55	-60
15	-65	-65	-65	-70
25	-75	-70	-70	-75

35	-80	-80	-75	-80
50	-85	-85	-85	-85
AP_Municipio_Riobamba_17922-API				
5	-60	-55	-55	-60
15	-65	-65	-65	-65
25	-70	-70	-70	-75
35	-80	-75	-75	-80
50	-85	-85	-80	-85
AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778				
5	-60	-60	-60	-60
15	-65	-65	-65	-65
25	-75	-70	-70	-70
35	-80	-80	-75	-80
50	-85	-85	-85	-85
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2				
5	-60	-60	-55	-55
15	-65	-70	-65	-65
25	-75	-75	-70	-70
35	-80	-80	-75	-80
50	-85	-85	-85	-85
AP_Hospital_Alfonso_V_89041				
5	-60	-60	-55	-55
15	-65	-70	-65	-65
25	-75	-75	-70	-70
35	-80	-80	-75	-80
50	-85	-85	-85	-85

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 19-3 está ligada directamente al apartado c) de cada ilustración, Las Ilustraciones 27-3, a la 41-3 indican el nivel de potencia recibida en relación con el área en km². Los niveles de potencia de entre -75 dBm a -85 dBm cubren las áreas más extensas del radio de análisis, abarcando un porcentaje del 25% al 30% del área cubierta, estos valores de intensidad de señal sobrepasan el umbral de potencia para una comunicación fiable e íntegra.

Los valores de intensidad de señal de entre -50 dBm a -75 dBm, cubren un porcentaje de entre el 11% al 0% del área del radio de análisis, teniendo en cuenta que estos son los valores de potencia adecuados para la transmisión de información, indicados por la recomendación de la UIT.

Tabla 19-0: Rango de intensidad de señal recibida por kilómetro cuadrado en el radio de análisis.

Intervalo de potencia (dBm)	-100 a -95	-95 a -90	-90 a -85	-85 a -80	-80 a -75	-75 a -70	-70 a -65	-65 a -60	-60 a -55	-55 a -50	-50 a -45
AP_San_Francisco_18978											
km ²	0	0	0.0007	0.0028	0.0026	0.0016	0.001	0.001	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0	0.01	7.2	28.08	26.37	16.18	9.73	10.44	1.31	0.43	0.25
AP_San_Alfonso_234241-AP1											
km ²	0.0001	0.0001	0.0005	0.0025	0.0029	0.0018	0.001	0.0009	0.0001	0.0001	0
Porcentaje (%)	0.7301	1.1801	4.9405	24.7025	29.1029	17.5218	10.301	9.2009	1.2401	0.5101	0,25
AP_San_Alfonso_15493-AP2											
km ²	0	0	0.0006	0.0027	0.0028	0.0017	0.001	0.001	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0	0	5.65	27.16	28.34	16.81	10.18	10.01	1.12	0.49	0.24
AP_Plaza_Roja_3238403											
km ²	0	0	0.0007	0.0029	0.0026	0.0016	0.001	0.001	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0	0	7.01	29.41	25.86	15.63	9.75	10.34	1.31	0.42	0.27
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2											
km ²	0	0.0004	0.0015	0.0025	0.0022	0.0014	0.0009	0.0008	0.0002	0	0
Porcentaje (%)	0	4.16	15.28	24.57	22.05	13.87	9.12	8.2	2.04	0.47	0.24
AP_Parque_la_Libertad_2320548											
km ²	0	0.0003	0.0009	0.0025	0.0026	0.0016	0.001	0.001	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0.01	2.66	9.13	25.33	25.53	15.56	9.63	9.94	1.5	0.46	0.25
AP_Parq_Gral_Barriga_501807											
km ²	0	0	0.0006	0.0028	0.0027	0.0016	0.001	0.001	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0	0	5.89	28.33	27.36	16.28	9.7	10.32	1.44	0.43	0.25
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2											

km²	0.0002	0.0003	0.0004	0.0022	0.0029	0.0017	0.0011	0.0008	0.0001	0.0001	0
Porcentaje (%)	2.2101	2.5835	3.734	22.1516	29.559	17.1359	10.6973	8.2047	1.0697	0.545	0.2321
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3											
km²	0.0001	0.0002	0.0012	0.0025	0.0026	0.0015	0.0009	0.0007	0.0002	0.0001	0
Porcentaje (%)	1.38	1.55	11.74	24.84	26.1	14.74	9.49	7.05	1.93	0.53	0.24
AP_Parque_Villa_Maria_2408001											
km²	0	0	0.0008	0.003	0.0026	0.0015	0.0009	0.001	0.0002	0	0
Porcentaje (%)	0	0	7.58	29.9	25.54	15.23	9.2	10.23	1.64	0.42	0.26
AP_Parque_21_Abril_2500041-API											
km²	0	0	0.0005	0.0028	0.0029	0.0017	0.001	0.0009	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0.04	0.3	4.64	27.51	28.98	16.84	10.36	9.25	1.33	0.49	0.26
AP_Municipio_Riobamba_17922-API											
km²	0	0	0.0005	0.0028	0.0028	0.0017	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0
Porcentaje (%)	0	0	5.46	27.89	28.36	16.56	10.22	9.71	1.07	0.51	0.22
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778											
km²	0	0	0.0009	0.0027	0.0026	0.0016	0.001	0.001	0.0001	0	0
Porcentaje (%)	0	0.39	8.71	26.83	26.35	15.85	9.53	10.18	1.46	0.46	0.24
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2											
km²	0	0	0.0004	0.0028	0.003	0.0017	0.0011	0.0008	0.0001	0.0001	0
Porcentaje (%)	0	0	4.26	28.08	29.59	17.24	10.76	7.84	1.46	0.54	0
AP_Hospital_Alfonso_V_89041											
km²	0	0	0.0006	0.0029	0.0027	0.0016	0.001	0.0009	0.0002	0	0
Porcentaje (%)	0	0	6.41	28.85	27.12	16.09	9.88	9.19	1.76	0.46	0.24

En la Tabla 20-3 se describe la media y la desviación estándar generadas por el software Atoll, de la cobertura de cada Access Point de la red Riobamba Digital perteneciente al corredor turístico dos de la ciudad de Riobamba.

Tabla 20-0: Media y desviación estándar generada por la cobertura de los Access Point.

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Desviación estándar (dBm)
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	-67.36	8.02
AP_San_Francisco_18978	-67.43	8.07
AP_San_Alfonso_15493-AP2	-67.57	8.1
AP_San_Alfonso_234241-AP1	-67.66	8.14
AP_PARQUE_21_ABRIL_2500041-AP1	-67.6	8.14
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	-67.82	8.21
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	-67.7	8.26
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	-67.45	8.05
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	-67.73	8.21
AP_Plaza_Roja_3238403	-67.41	8.1
AP_Parque_la_Libertad_2320548	-67.46	8.11
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	-67.59	8.19
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	-67.42	8.07
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	-67.58	8.14
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	-67.51	8.13

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 20-3 expone que la media estándar de los APs de la red de Riobamba Digital se encuentra en el rango de -67 dBm a -68 dBm que es la intensidad de señal mínima requerida para asegurar una entrega de paquetes fiable y que permite la navegación web con latencias moderadas e intercambiar correos electrónicos, posiblemente sin pérdida de información, tomando en cuenta que tiene una desviación estándar de 8-9 dBm esto indica que es una red muy dispersa y que puede llegar a picos de -75 dBm que es un nivel de intensidad malo pues permite la conectividad básica, pero la entrega de paquetes no es fiable lo que conlleva a una pérdida de información.

1.23.6. Predicción de zonas superpuestas

Esta predicción indica el área cubierta por uno o más transmisores, mediante un mapa de las zonas superpuestas, se determina que áreas están trabajando con una o más transmisores. Existen dos sectores que tienen coberturas solapadas, el primero está en la Loma de Quito y el segundo se encuentra en el Parque Maldonado.

Loma de Quito. – En el estudio de la zona se confirma que existen tres Access Point en el sector denominado como Loma de Quito, el AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1, el AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3 y el AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2, en la Ilustración 42-3 se visualiza el área del sector que se encuentra cubierta por una o más señales generadas por los Access Points.

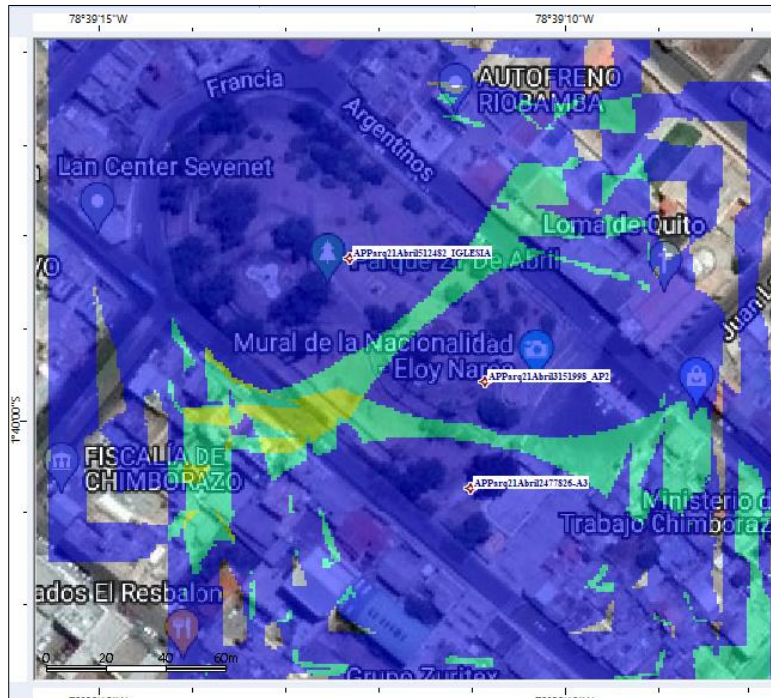


Ilustración 42-0 : Predicción de zonas superpuestas.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Ilustración 43-3 representa el histograma del área cubierta por número de señales en relación a kilómetros cuadrados en el sector denominado como Loma de Quito.

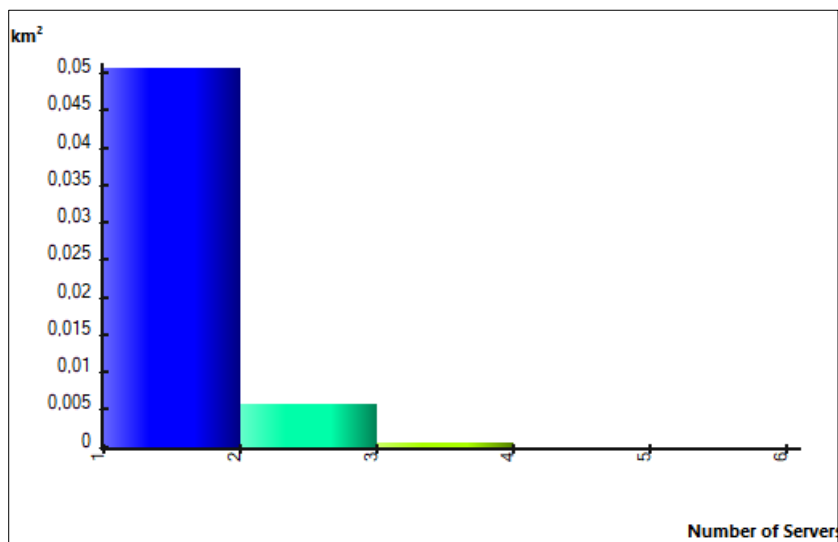


Ilustración 43-0 : Predicción de zonas superpuestas.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 21-3 muestra los valores que se interpretan por el histograma mostrado en la Ilustración 43-3, Al interpretar la Ilustración 42-3 y 43-3 se observa claramente que existe un máximo de 3 servicios.

Tabla 21-0: Porcentaje de potencia para AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.

Número de señales	km ²	Porcentaje (%)
1	0.0507	88.8552
2	0.0057	10.0212
3	0.0006	1.1236
4	0	0

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 21-3 expone que el porcentaje del 88.8552% del área del radio de análisis esta irradiando un solo transmisor, el 10.0212% del área del radio de análisis se encuentra irradiado por dos transmisores y en el restante que es el 1.1236% del área existen las 3 señales conjuntamente.

Parque Maldonado. – En el estudio de la zona se confirma que existen 2 APs que irradian al sector, el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 y el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1. En la Ilustración 60-3 se visualiza el área del sector que se encuentra cubierta por una o más de una señal.

En el estudio de la zona se estableció que existen dos Access Point en el sector denominado como Parque Maldonado, el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 y el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1, en la Ilustración 44-3 se visualiza el área del sector que se encuentra cubierta por una o más señales generadas por los Access Points.

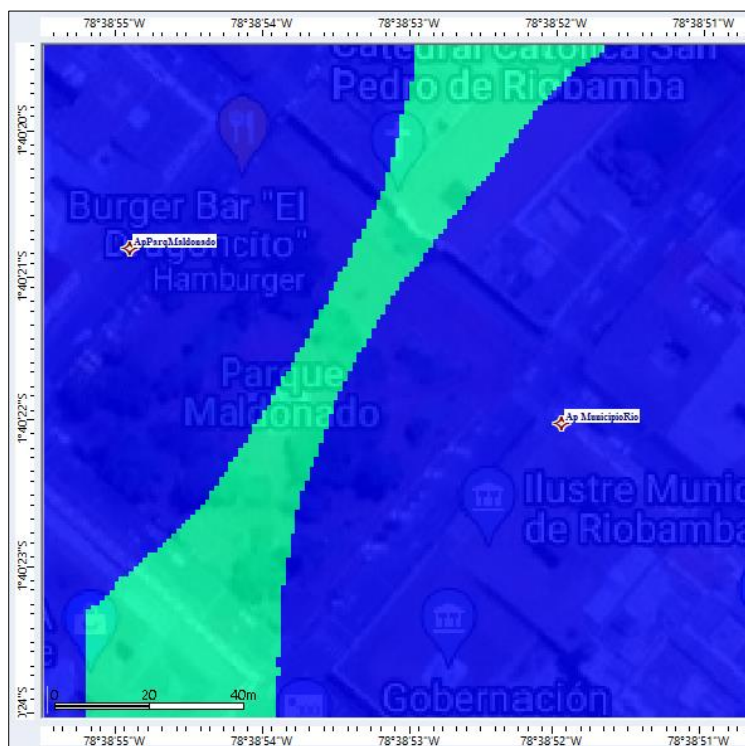


Ilustración 44-0 : Predicción de zonas superpuestas.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Ilustración 45-3 representa el histograma del área cubierta por número de señales en relación a kilómetros cuadrados en el sector denominado como Parque Maldonado.

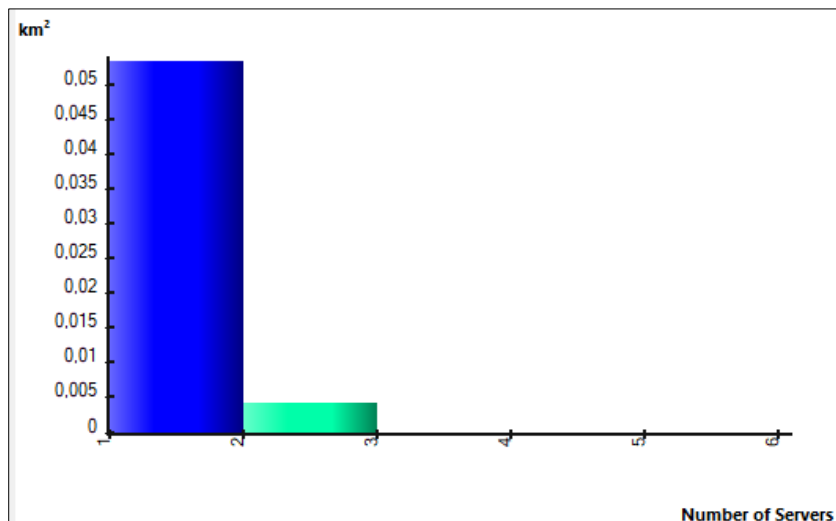


Ilustración 45-0 : Predicción de zonas superpuestas.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 22-3 muestra los valores que se interpretan por el histograma mostrado en la Ilustración 43-3, Al interpretar la ilustración 44-3 y 45-3 se observa claramente que existe un máximo de dos señales irradiando un área del radio de análisis.

Tabla 22-0: Porcentaje de potencia para AP en El Municipio de Riobamba.

Número de señales	km ²	Porcentaje (%)
1	0.0535	92.5506
2	0.0043	7.4494
3	0	0
4	0	0

La Tabla 21-3 expone que el porcentaje del 92.5506% del área del radio de análisis se encuentra irradiada un solo transmisor y el 7.4494% del área del radio de análisis se encuentra irradiada por dos transmisores.

Tras el análisis de zonas solapadas se estable que, mientras las señales que coexisten en una misma zona o sector no trabajen a la misma frecuencia, la interferencia no causa solapamiento, esto por el motivo que sus frecuencias de operaciones son distintas. Además, las características de los Access Point indican que si un equipo terminal está conectado a un transmisor y este capta a otro transmisor que irradie mayor potencia en esa área, este se desconectara el primer dispositivo y pedirá que se conecte o se autentique al dispositivo que irradie mayor potencia en ese sector.

1.24. Simulación del tráfico de una porción de red

En el estudio de la zona realizado al principio del capítulo se determina los valores de ancho de bando utilizados por usuario, en cada sector mediante el dispositivo transmisor es decir el Access Point, cada AP tiene distintos anchos de banda estos pueden ser de 10, 20 y 35 Mbps para un máximo de 5, 10 y 15 usuarios por AP respectivamente lo que da como resultado 2 Mbps y 2.3 Mbps por usuario, siguiendo este análisis se realiza la simulación de tráfico de la red, en la Ilustración 46-3 se observa la topología de la red en el *software* GNS3 para un AP de 5 usuarios con un ancho de banda de 10 Mbps.



Ilustración 46-0 : Simulación del tráfico de la red

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Se configura los canales para cada uno de los host con un ancho de banda de 2 Mbps para los 5 usuarios dando un total de 10 Mbps para la transmisión aportada por el AP, por limitación del *software* de simulación no se puede simular la parte inalámbrica por lo cual se realiza una única simulación con los dispositivos directamente conectados a través de cable ethernet hacia el equipo transmisor, garantizando que siempre existe conectividad es decir este análisis se realizó para el escenario más favorable, que no existirá pérdida de conexión. En la Tabla 23-3 se detalla las características de los enlaces de la red.

Tabla 23-0: Conexión de los equipos según sus interfaces.

Equipos que intervienen en lo enlaces de la red	Interfaces	Ancho de banda del canal
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-1)	e0/0 — eth0	2 Mbps
(Router_R1) — (Host_Ubuntu-1)	e0/1 — eth0	2 Mbps
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-3)	e0/2 — eth0	2 Mbps
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-4)	e0/3 — eth0	2 Mbps
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-5)	e1/0 — eth0	2 Mbps
(Router_R1) — (Router_R2)	e0/0 — Gi0/1	10 Mbps
(Router_R2) — (Router_R3)	Gi0/0 — Gi0/0	1 Gbps
(Router_R3) — (Router_Router de Frontera)	Gi0/0 — Gi0/0	1 Gbps

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.24.1. Pruebas de conectividad y generación de tráfico

Se realiza pruebas de ping para determinar las características de pérdida de paquetes en relación al número de paquetes enviados y el número de paquetes recibidos, el tiempo de retardo de ping en ida y vuelta así como la media y su desviación estándar, para esto se genera tráfico desde los otros cuatro host denominados como web terminal, accediendo a distintas páginas web como YouTube, Facebook, Google , Amazon, Twitter, entre otras y de esta manera comprobar las características de la red cuando está este completamente saturada, esto implica cuando todos los host generen tráfico simultáneamente.

WebTerminal-1.- El primer host genera tráfico ingresando a la paginas YouTube reproduciendo videos e ingresando a otra página alterna realizando una consulta. En la Ilustración 47-3 se observa como por medio del host denominado como WebTerminal-1 se ingresa a las páginas web mencionadas.

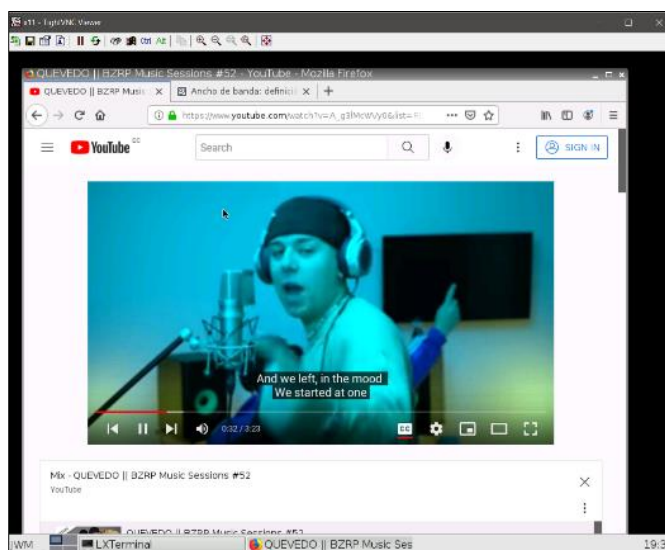


Ilustración 47-0 : Tráfico generado por el WebTerminal-1.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

WebTerminal-3.- El tercer host genera tráfico ingresando a la página YouTube reproduciendo videos e ingresando conjuntamente a la página Facebook. En la Ilustración 48-3 se observa como por medio del host denominado como WebTerminal-3 se ingresa a estas páginas web.

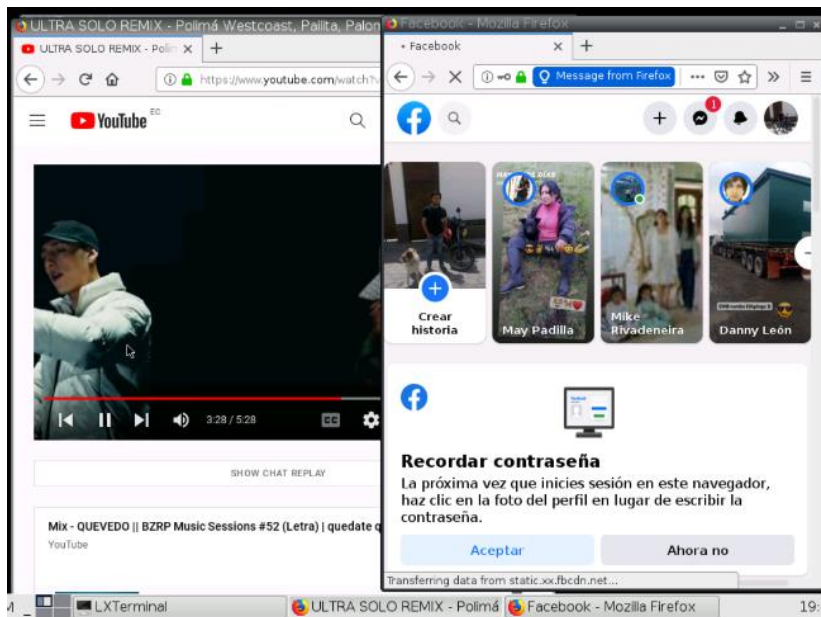


Ilustración 48-0 : Tráfico generado por el WebTerminal-3.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

WebTerminal-4.- El cuarto host genera tráfico ingresando a dos páginas web, la primera es YouTube, reproduciendo videos, la segunda es la página Twitter. En la Ilustración 49-3 se observa como por medio del host denominado como WebTerminal-4 se ingresa a estas páginas web.

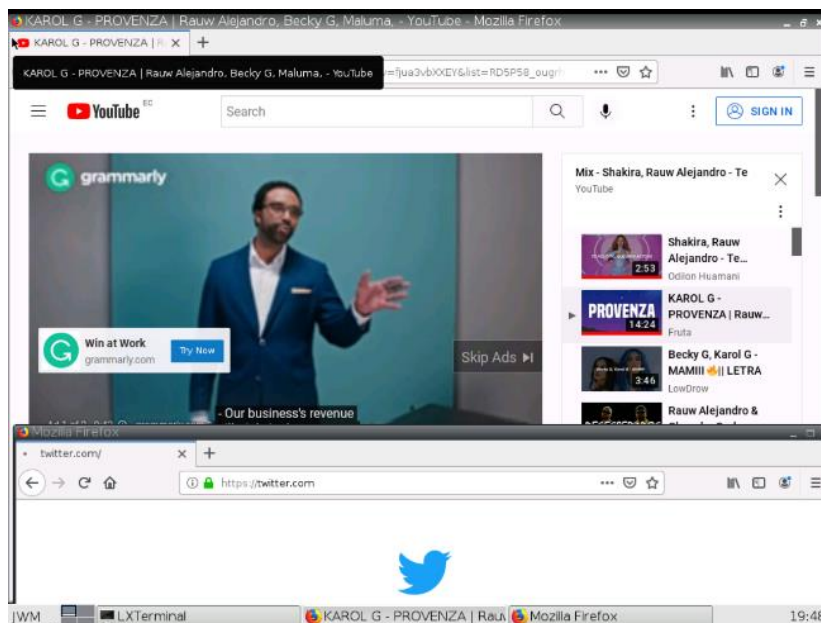


Ilustración 49-0 : Tráfico generado por el WebTerminal-4.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

WebTerminal-5.- El cuarto host genera tráfico ingresando a la página YouTube reproduciendo videos e ingresando a la página Amazon conjuntamente. En la Ilustración 50-3 se observa como por medio del host denominado como WebTerminal-5 se ingresa a estas páginas web.

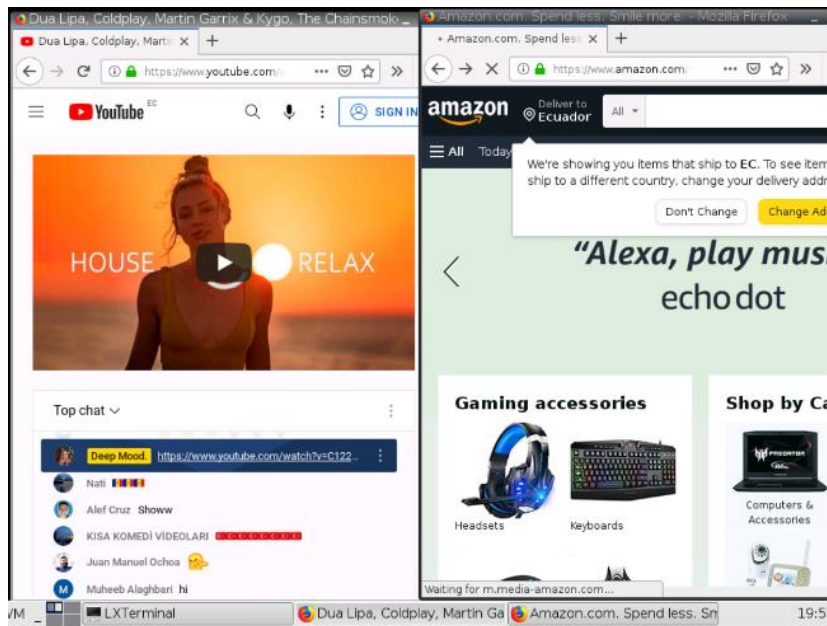


Ilustración 50-0 : Tráfico generado por el WebTerminal-5.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Ubuntu. - Luego de generar tráfico por cada uno de los hosts se realiza la prueba de ping a través del segundo host a la dirección de Google donde su dominio es la 8.8.8.8 presentado los resultados que se muestran en la Ilustración 51-3 y 52-3.

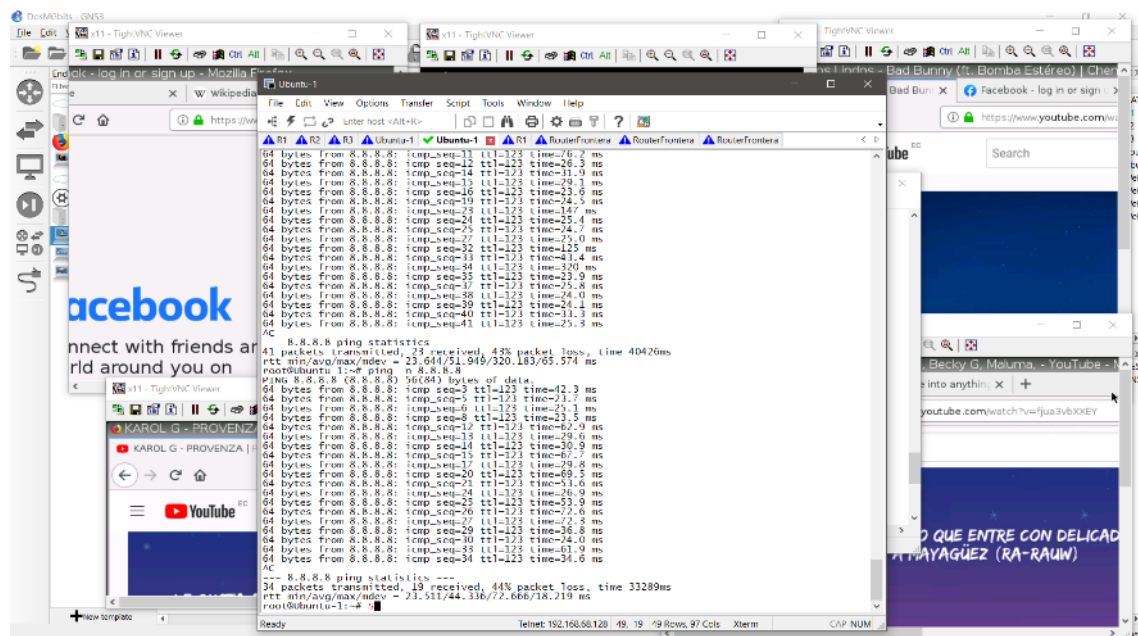


Ilustración 51-0 : Prueba 1 de ping del host Ubuntu.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

```

Ubuntu-1
File Edit View Options Transfer Script Tools Window Help
Enter host <Alt+R>
R1 R2 R3 RouterFrontera Ubuntu-1
ping -n 8.8.8.8
root@Ubuntu-1:~# route add default gw 192.195.20.1
root@Ubuntu-1:~# ping -n 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=123 time=24.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=123 time=25.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=123 time=25.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=123 time=28.2 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
7 packets transmitted, 4 received, 42% packet loss, time 6048ms
rtt min/avg/max/mdev = 24.792/26.086/28.295/1.335 ms
root@Ubuntu-1:~# ping -n 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=123 time=32.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=123 time=31.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=123 time=145 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=123 time=26.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=123 time=26.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=123 time=30.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=13 ttl=123 time=38.8 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=14 ttl=123 time=122 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=15 ttl=123 time=52.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=17 ttl=123 time=27.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=18 ttl=123 time=28.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=20 ttl=123 time=52.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=21 ttl=123 time=26.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=22 ttl=123 time=32.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=23 ttl=123 time=40.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=26 ttl=123 time=28.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=28 ttl=123 time=101 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=29 ttl=123 time=74.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=31 ttl=123 time=25.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=33 ttl=123 time=29.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=34 ttl=123 time=211 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=35 ttl=123 time=25.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=36 ttl=123 time=25.8 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=38 ttl=123 time=25.9 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=39 ttl=123 time=29.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=40 ttl=123 time=33.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=42 ttl=123 time=133 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
43 packets transmitted, 27 received, 37% packet loss, time 42352ms
rtt min/avg/max/mdev = 25.606/53.921/211.657/46.497 ms
Ready Telnet: 192.168.68.128 45, 19 45 Rows, 80 Cols Xterm CAP NUM

```

Ilustración 52-0 : Prueba 2 de ping del equipo Ubuntu.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 20220

En la Ilustración 51-3 y 52-3 se analiza que mientras se esté generando tráfico en los demás hosts existe una pérdida considerable de paquetes de un intervalo de entre 30% a 50% de paquetes perdidos, además el tiempo de espera para que se cargue las páginas y la latencia que se presenta al interactuar es mayor al indicado en las recomendaciones de la UIT. Tomando en cuenta que cada Web Terminal carga dos páginas web simultáneamente, de acuerdo con los datos de la Tabla 13-2 el ancho de banda requerido para tener varias páginas abiertas será mayor a 2 Mbps, lo que justifica esta pérdida de paquetes, retardo y latencia superiores a las recomendaciones de la UIT. Cuando se libera el tráfico de la mitad de los hosts la perdida es menor como se observa en la Ilustración 53-3.

```

tt min/avg/max/mdev = 25.606/53.921/211.657/46.497 ms
oot@Ubuntu-1:~# ping -n 8.8.8.8 -1?
ping: bad preload value, should be 1..65536
oot@Ubuntu-1:~# ping -n 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data:
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=123 time=31.0 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=123 time=30.2 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=123 time=59.2 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=123 time=37.8 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=123 time=87.6 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=123 time=27.9 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=123 time=26.9 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=123 time=58.7 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=123 time=177 ms
4 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=10 ttl=123 time=67.8 ms
C
-- 8.8.8.8 ping statistics --
1 packets transmitted, 10 received, 9% packet loss, time 10015ms
tt min/avg/max/mdev = 26.918/60.544/177.780/43.621 ms
oot@Ubuntu-1:~# S

```

Ilustración 53-0 : Prueba 2 de ping del equipo Ubuntu.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 20220)

La pérdida al liberar la saturación o el cuello de botella generado por todos los canales o host trabajando conjuntamente es considerable la diferencia produciendo una pérdida de información menor en este caso el 9% de paquetes perdidos.

CAPITULO IV

MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se evalúa los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los 15 *Access Points* por medio del *hardware* Spectra Precision Mobile Mapper 50 y la aplicación móvil Ping Tools, mediante 7 grupos principales de análisis se realizó 20 mediciones en donde se determinó el ping mínimo, máximo, latencia, jitter, velocidad de subida y bajada, potencia de la señal y pérdida de paquetes, con el fin de comprobar si estos datos cumplen con los requerimientos de QoS establecidos en las recomendaciones de la UIT.

1.25. Medición de la QoS de los Access Points.

La etapa de medición de los parámetros de calidad de servicio se guía en el estudio de la zona, donde se determinó el número de usuarios que se pueden conectar a cada AP, así como las horas de mayor y menor aglomeración de personas durante el transcurso del día y las ubicaciones exactas de donde se encuentran los APs, esto se evidencia en las Tablas 3-3 y 4-3, las mediciones tienen las siguientes propiedades:

1. Se adquirió dispositivos móviles que satisfagan el número de conexiones permitidas para cada AP, estas pueden ser de 5, 10 y 15 usuarios. Las características de estos dispositivos se describen en la Tabla 1-B del Anexo B.
2. Se realizó las mediciones cuando los Access Point se encuentren sin brindar el servicio, esta información se logró recopilar en el estudio de la zona realizada en el Capítulo 3, explícitamente se encuentra detallada en la Tabla 4-3.
3. Se midió los parámetros de calidad con dos dispositivos de mismas características y de esta forma generar mediciones homogéneas, el dispositivo móvil se identifica como Samsung J7.
4. Se realizó 7 grupos de mediciones AP en veinte diferentes puntos, estos puntos están distribuidos en cuatro diferentes ángulos, cada ángulo tiene 5 puntos de medición a las distancias de 5, 15, 25, 35 y 50 metros.

Para generar tráfico en todos los canales existentes del AP es necesario contar con un máximo de 15 dispositivos en el caso de que el AP trabaje con un ancho de banda de 35 Mbps, de 10 dispositivos en caso de que el AP trabaje a 20 Mbps y de 5 dispositivos en caso de que el AP trabaje a 10Mbps como se indica en la Tabla 2-3. De esta manera se consideró el escenario cuando la red este totalmente saturada y ver el desenvolvimiento de la red en esas condiciones.

Se consideró tales características para que cada medición sea homologa a la anterior y los datos sean consistentes, así al momento que se realiza la parte estadística los resultados sean legibles y sea posible comparar estos parámetros con los indicados en la recomendación de la UIT.

Proceso de medición. - Las mediciones realizadas, adicional a las propiedades descritas con anterioridad, se realizaron como se detalla continuación:

1. Las ubicaciones de los 20 puntos de medición se establecieron, mediante una medida estándar estas medidas ya fueron mencionadas, pero para poder llevar estas medidas al ambiente de trabajo es necesario en un instrumento de medición, teniendo en cuenta que un flexómetro con hoja de metal no puede realizar curvaturas que presentan las demográficas de los sectores de estudio, se optó por utilizar el instrumento denominado como cinta métrica. En la Ilustración 1-4 se visualiza el esquema del proceso de medición para un Access Point.
2. Con el equipo Spectra Precision Mobile Mapper 50 se obtuvo las coordenadas de cada uno de los puntos de medición, esto para identificar las ubicaciones de cada punto de medición y exportar las coordenadas a Google Earth.
3. Con la aplicación Ping Tools se midió los siete parámetros de QoS establecidos en el marco de análisis e interpretación de resultados, esto se realizó en cada punto de medición ubicados en los Access Point.

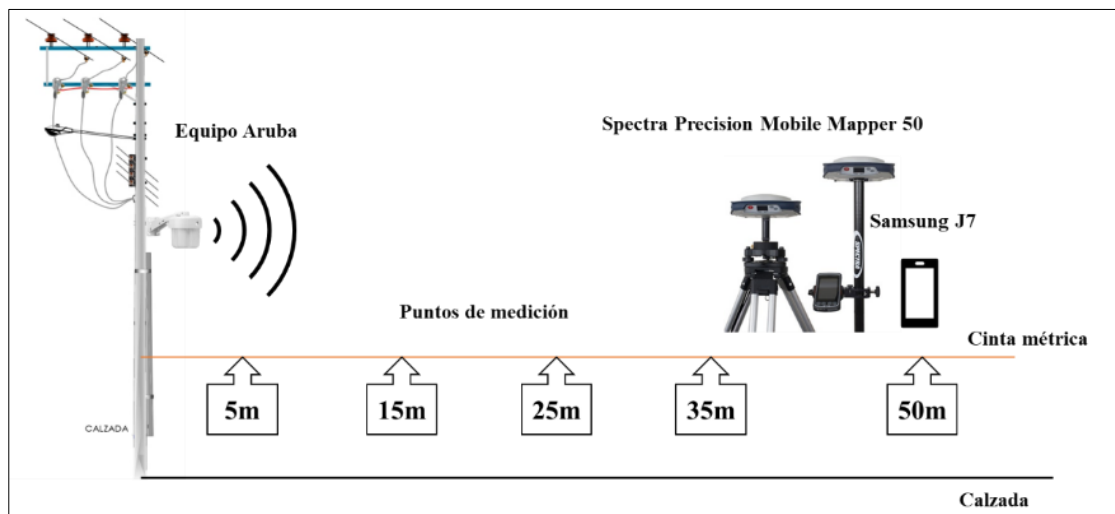


Ilustración 1-0 : Esquema del proceso de medición de los parámetros de QoS de los Access Point.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.25.1. Ap_San_Francisco_18978.

La Ilustración 2-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_San_Francisco_18978.

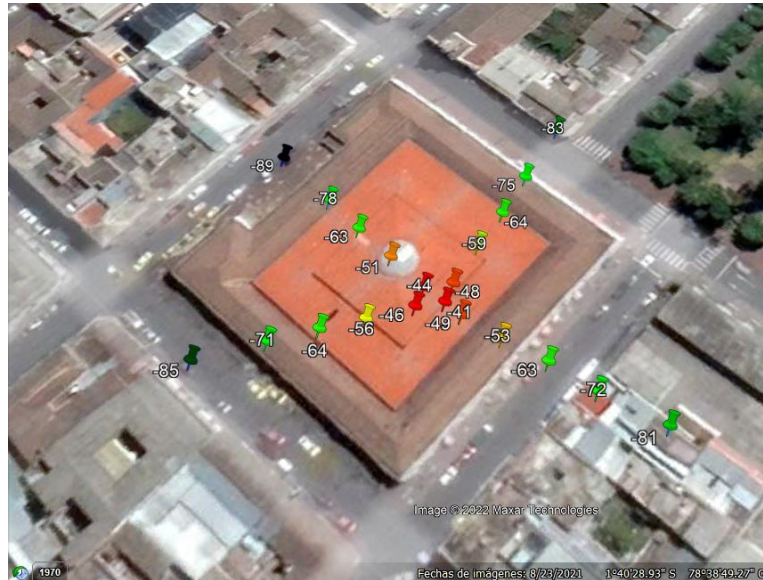


Ilustración 2-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Francisco_18978.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permitiendo conectar un máximo de 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red, las mediciones arrojaron los datos descritos en la Tabla 1-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 106.95 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 192.70 (*ms*) el mismo que se ubica en del rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - Con una media de 372.9725 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 1-0: Proceso estadístico en el AP_San_Francisco_18978.

		Ping mínimo (ms)	Ping máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de subida (Mbps)	Velocidad de descarga (Mbps)	Potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		106.95	192.70	138.70	372.9725	98.0005	1.2665	1.2330	-64.05	1.95
Error estándar de la media		18.382	52.427	28.693	71.73394	20.54486	0.06646	0.13093	3.300	.444
Mediana		79.00	118.00	96.50	305.8400	60.2600	1.3350	1.1400	-63.50	1.50
Moda		69 ^a	96	87	180.77a	11.61a	1.18	1.14	-64 ^a	0
Desviación Estándar		82.207	234.463	128.317	320.8039	91.8794	0.29720	0.58552	14.759	1.986
Varianza		6758.05	54972.83	16465.37	102915.1	8441.82	0.088	0.343	217.839	3.945
Rango		356	1059	560	1483.82	404.99	1.27	2.61	48	5
Mínimo		65	81	77	180.77	11.61	0.26	0.21	-89	0
Máximo		421	1140	637	1664.59	416.60	1.53	2.82	-41	5
Suma		2139	3854	2774	7459.45	1960.01	25.33	24.66	-1281	39
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

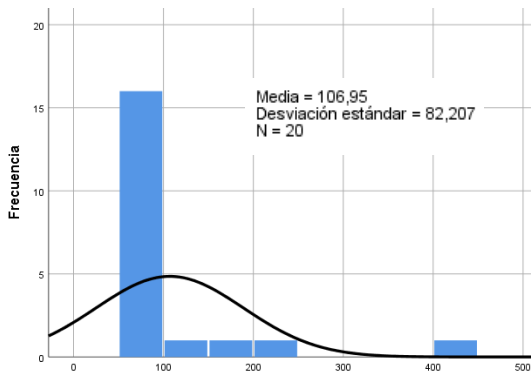
Jitter. - Con una medición de 98.0005 (ms) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Velocidad de subida y descarga. - Se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

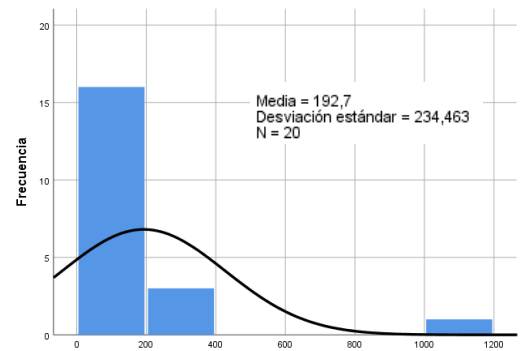
Potencia de señal. - Tiene una media de -64.05 (dBm) que es la definida para los smartphones y tablets en la Tabla 7-2.

Porcentaje de paquetes perdidos. - Con de 1.95 % que excede el porcentaje permitido de $<1\%$ para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

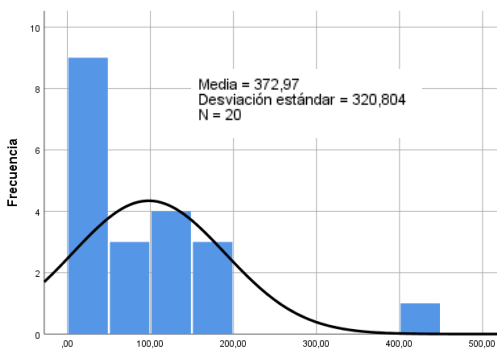
En la Ilustración 3-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_San_Francisco_18978.



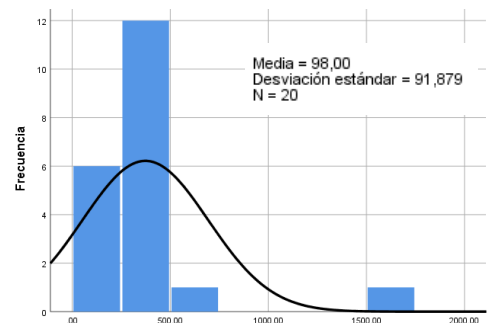
a) Ping mínimo (ms)



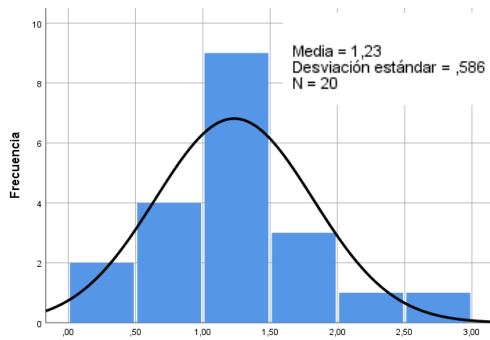
b) Ping máximo (ms)



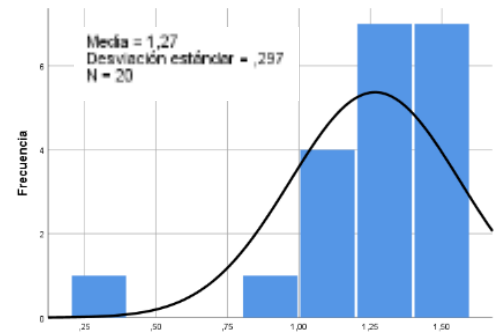
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de descarga (Mbps)



f) Velocidad de subida (Mbps)

Ilustración 3-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_San_Francisco_18978.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

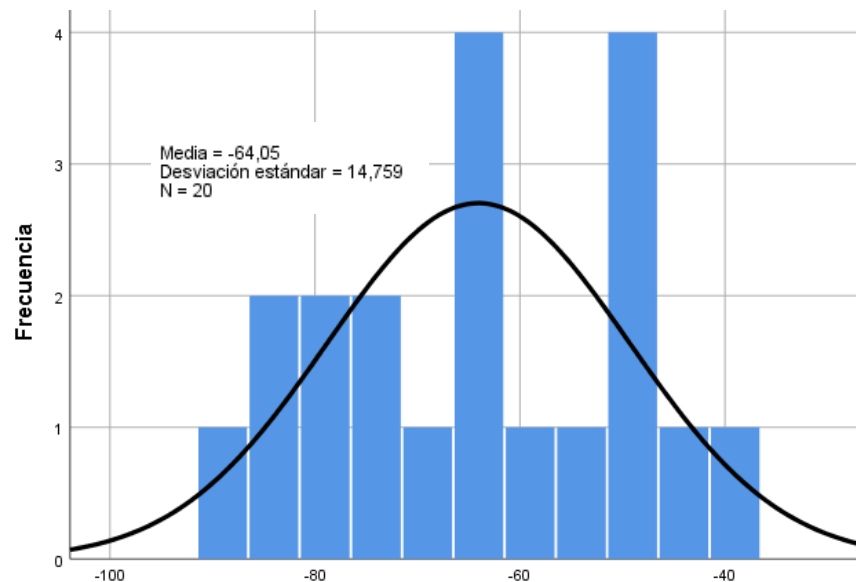


Ilustración 4-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_San_Francisco_18978.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022).

El análisis de cobertura en la Ilustración 4-4 de la potencia de la señal impartida por el AP_San_Francisco_18978 da como resultado una media de -64.05 dBm con una desviación estándar de 14.759 dBm.

1.25.2. Ap_San_Alfonso_234241-API.

La Ilustración 5-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_San_Alfonso_234241-API.



Ilustración 5-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Alfonso_234241-API.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP que trabajan a 10 Mbps, permite la conexión de máximo 5 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 2-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 134.75 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 382.45(*ms*) el mismo que se ubica en del rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 230.585(*ms*) que se encuentra dentro del perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 2-0: Proceso estadístico en el AP_San_Alfonso_234241-API.

		Ping mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (Mbps)	Velocidad de Descarga (Mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		134.75	382.45	190.90	230.5850	51.5005	1.4460	1.3295	-66.70	2.00
Error estándar de la media		29.603	119.822	48.992	44.55889	12.2425	0.05261	0.04205	2.922	0.423
Mediana		68.00	106.50	84.50	129.2800	27.7550	1.3950	1.3150	-66.50	2.50
Moda		68	92	78	114.34 ^a	14.93 ^a	1.18	1.14 ^a	-77	0
Desv. Desviación		132.388	535.860	219.098	199.27343	54.7502	0.23527	0.18805	13.067	1.892
Varianza		17526.513	287146.050	48003.779	39709.899	2997.58	0.055	0.035	170.747	3.579
Rango		331	1360	555	506.06	147.27	0.78	0.78	47	5
Mínimo		66	68	67	114.34	14.93	1.12	1.12	-89	0
Máximo		397	1428	622	620.40	162.20	1.90	1.90	-42	5
Suma		2695	7649	3818	4611.70	1030.01	28.92	26.59	-1334	40

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

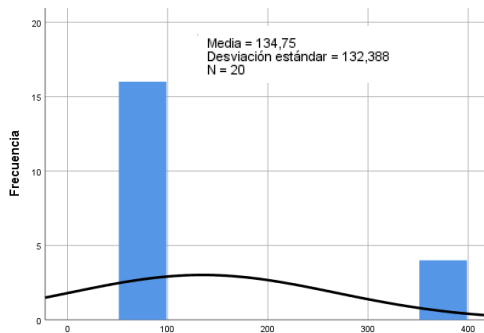
Jitter. – Con alrededor de 51.50 (ms) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

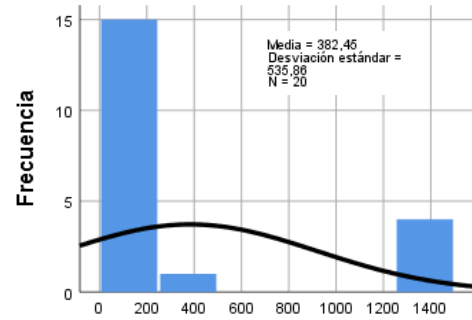
Potencia de señal. - media de -66.70 (dBm) que es la definida para los smartphones y tablets en la Tabla 7-2 .

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 2.00 % que excede el porcentaje permitido de $<1\%$ para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

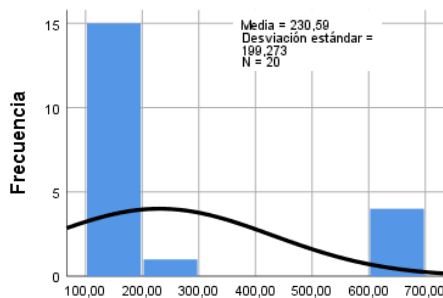
En la Ilustración 6-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_San_Alfonso_234241-AP1.



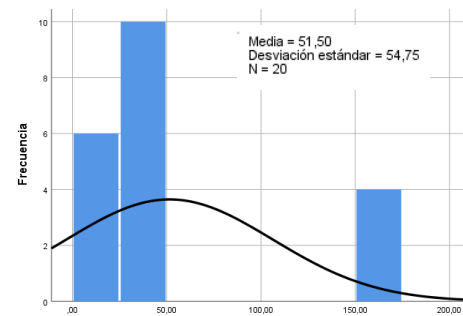
a) Ping mínimo (ms)



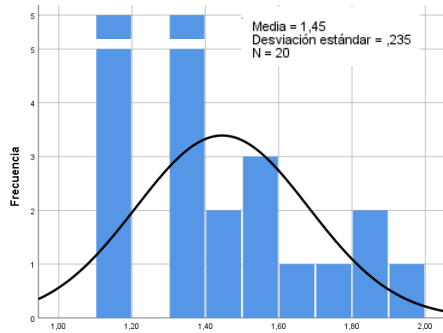
b) Ping máximo (ms)



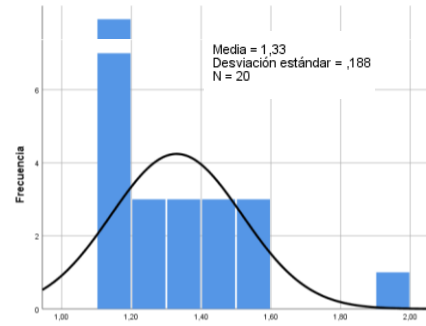
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de descarga (Mbps)



f) Velocidad de subida (Mbps)

Ilustración 6-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_San_Alfonso_234241-AP1

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

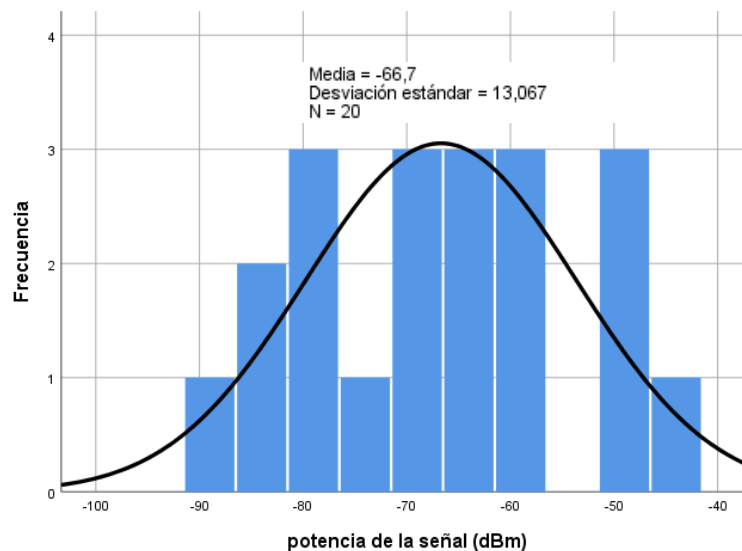


Ilustración 7-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_San_Alfonso_234241-AP1

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 7-4 de la potencia de la señal impartida por el AP_San_Alfonso_234241-AP1 da como resultado una media de -66.7 dBm con una desviación estándar de 13.067 dBm.

1.25.3. Ap_San_Alfonso_15493-AP2

La Ilustración 8-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_San_Alfonso_15493-AP2.



Ilustración 8-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 3-4. Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 79.75 (ms), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (ms) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 133.15(ms) el mismo que se ubica en del rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (ms) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 133.5515(ms) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 3-0: Proceso estadístico en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.

		Ping mínimo (ms)	Ping máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (Mbps)	Velocidad de Descarga (Mbps)	Potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		79.75	133.15	95.65	133.5515	31.0280	1.4605	1,3500	-67.10	1.90
Error estándar de la media		14.977	33.323	19.107	12.47982	3.23657	0.07662	0.07547	2.723	0.429
Mediana		64.00	89.50	76.00	122.7600	27.9750	1.3200	1.1750	-66.00	2.00
Moda		62	88	67 ^a	122.98 ^a	27.81 ^a	1.18	1.12	-73 ^a	0
Desv. Desviación		66.980	149.026	85.449	55.81147	14.4743	0.34267	0.33750	12.178	1.917
Varianza		4486.303	22208.661	7301.503	3114.921	209.507	0.117	0.114	148.305	3.674
Rango		302	689	393	267.33	68.19	1.12	1.15	42	5
Mínimo		62	67	63	99.87	21.21	1.12	0.98	-89	0
Máximo		364	756	456	367.20	89.40	2.24	2.13	-47	5
Suma		1595	2663	1913	2671.03	620.56	29.21	27.00	-1342	38
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

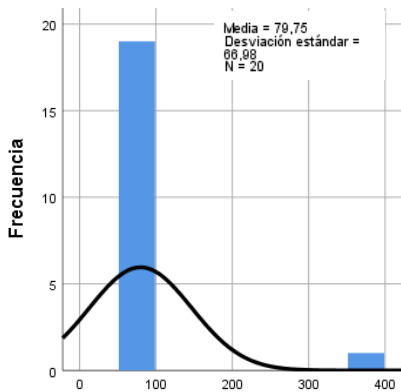
Jitter. – Con alrededor de 31.0280 (ms) la cual se encuentra dentro de un perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

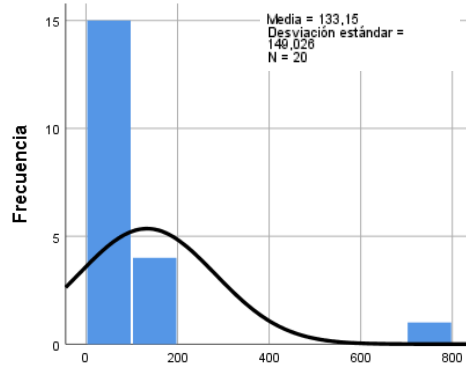
Potencia de señal. - media de -67.10 (dBm) que es la definida para voz sobre IP y streaming de video en la Tabla 7-2 .

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 1.90 % que excede el porcentaje permitido de $<1\%$ para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

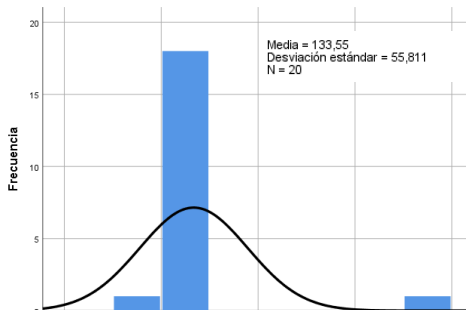
En la ilustración 9-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.



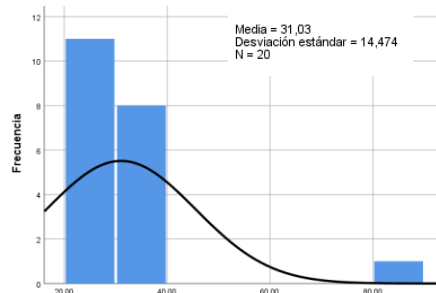
a) Ping mínimo (ms)



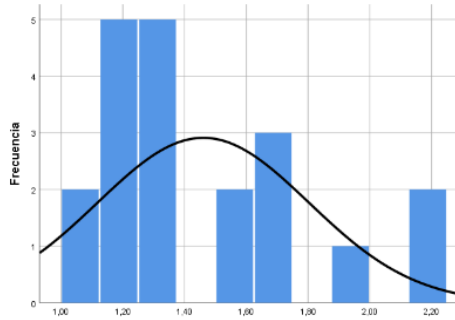
b) Ping máximo (ms)



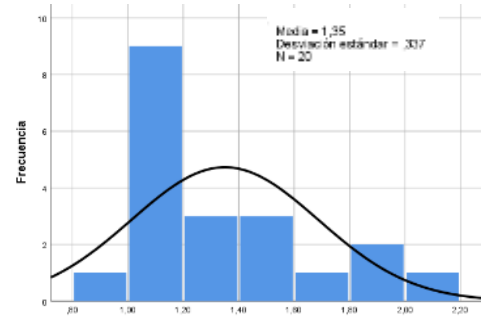
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 9-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_San_Alfonso_15493-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

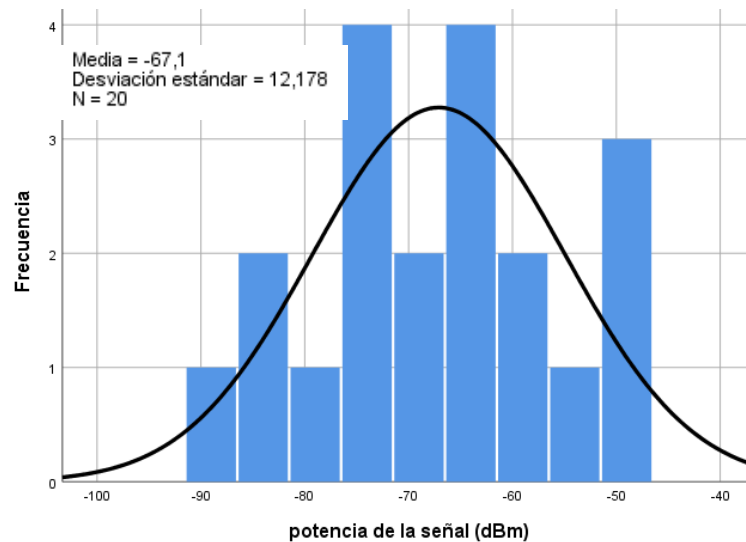


Ilustración 10-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_San_Alfonso_15493-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 10-4 de la potencia de la señal impartida por el AP_San_Alfonso_15493-AP2 da como resultado una media de -67.10 dBm con una desviación estándar de 12.178 dBm.

1.25.4. Ap_Plaza_Roja_3238403

La Ilustración 11-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Plaza_Roja_3238403.



Ilustración 11-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Plaza_Roja_3238403.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permitiendo conectar un máximo de 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 4-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 66.00 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 123.25(*ms*) el mismo que se ubica en del rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 142.0665(*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 4-0: Proceso estadístico en el AP_Plaza_Roja_3238403.

		Ping mínimo (ms)	Ping máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (Mbps)	Velocidad de Descarga (Mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		66.00	123.25	94.50	142.0665	36.9230	1.7925	1.6195	-68.85	1.70
Error estándar de la media		2.910	19.899	19.114	11.24546	5.60980	0.09763	0.08784	2.902	0.405
Mediana		63.00	87.00	73.00	131.5350	30.7200	1.8000	1.5500	-70.00	1.50
Moda		63	87	73	133.65	34.23	1.18	1.14	-81 ^a	0
Desv. Desviación		13.014	88.991	85.482	50.29123	25.0877 8	0.43660	0.39285	12.979	1.809
Varianza		169.368	7919.355	7307.105	2529.207	629.397	0.191	0.154	168.450	3.274
Rango		59	323	390	236.60	115.76	1.36	1.12	43	5
Mínimo		62	63	62	117.60	26.74	1.17	1.12	-89	0
Máximo		121	386	452	354.20	142.50	2.53	2.24	-46	5
Suma		1320	2465	1890	2841.33	738.46	35.85	32.39	-1377	34

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

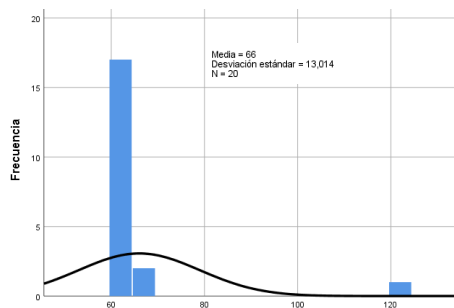
Jitter. – Con alrededor de 36.9230 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

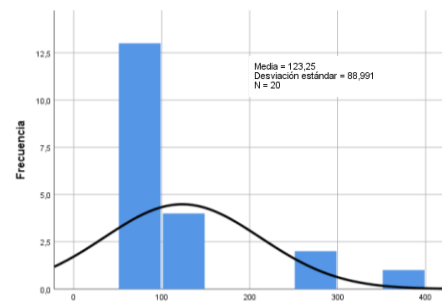
Potencia de señal. - media de -68.85 (*dBm*) que es la definida para apenas ser suficiente para voz sobre IP y streaming de video en la Tabla 7-2 .

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 1.70 % que excede el porcentaje permitido de $<1\%$ para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

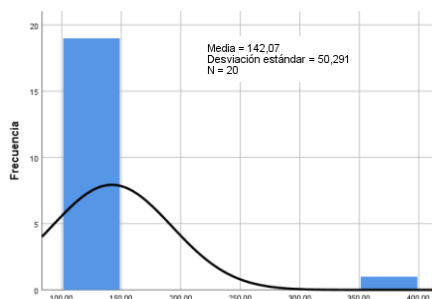
En la Ilustración 12-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Plaza_Roja_3238403.



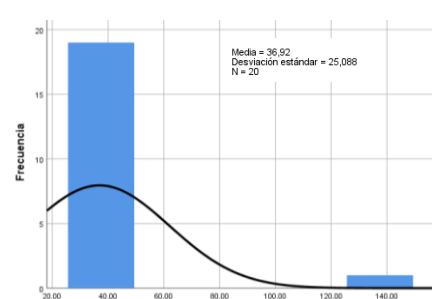
a) Ping mínimo (ms)



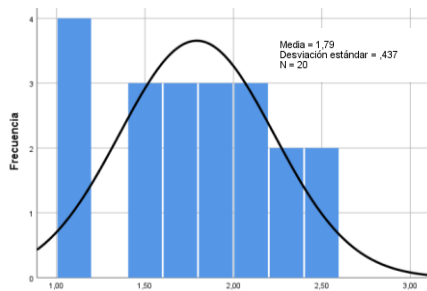
b) Ping máximo (ms)



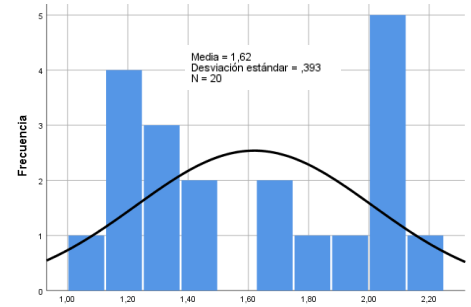
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 12-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_PLAZA_ROJA_3238403.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

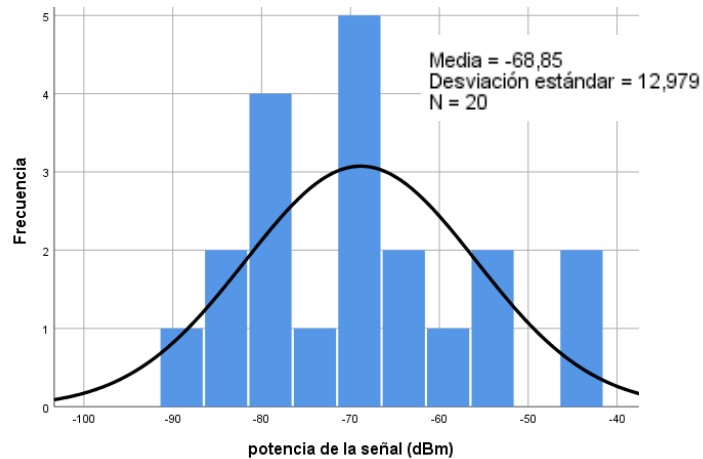


Ilustración 13-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Plaza_Roja_3238403.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 13-4 de la potencia de la señal impartida por el AP_Plaza_Roja_3238403 da como resultado una media de -68.85 dBm con una desviación estándar de 12.979 dBm.

1.25.5. Ap_Parque_Maldonad_O_3607171-AP2

La Ilustración 14-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.



Ilustración 14-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 5-4. Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 67.80 (ms), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (ms) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 207.60 (ms) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (ms) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 158.8425 (ms) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 5-0: Proceso estadístico en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2

		Ping mínimo (ms)	Ping máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (Mbps)	Velocidad de Descarga (Mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		67.80	207.60	113.45	158.8425	49.1945	1.2715	1.1975	-66.25	0.55
Error estándar de la media		1.048	34.113	17.462	17.69315	7.77044	0.01868	0.01320	2.736	0.266
Mediana		66.00	139.50	95.00	134.3200	33.4650	1.2650	1.2100	-65.00	0.00
Moda		65	132	66	118.40 ^a	23.08 ^a	1.18	1.14	-68 ^a	0
Desv. Desviación		4.686	152.558	78.091	79.12616	34.75045	0.08356	0.05902	12.234	1.191
Varianza		21.958	23274.042	6098.261	6260.950	1207.594	0.007	0.003	149.671	1.418
Rango		20	620	354	364.00	143.99	0.28	0.19	44	4
Mínimo		65	67	66	118.40	23.08	1.17	1.12	-89	0
Máximo		85	687	420	482.40	167.07	1.45	1.31	-45	4
Suma		1356	4152	2269	3176.85	983.89	25.43	23.95	-1325	11
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

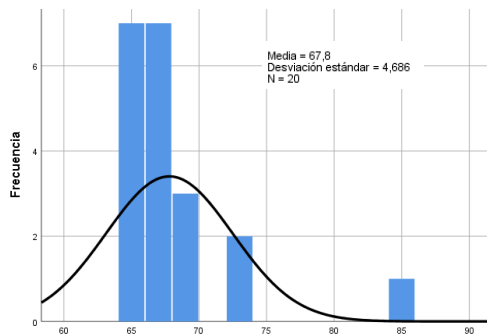
Jitter. – Con alrededor de 49.1945 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

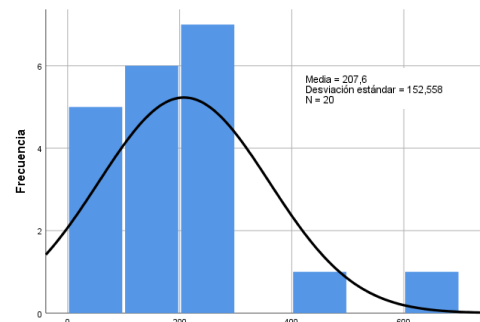
Potencia de señal. - media de -66.25 (*dBm*) que es la definida para apenas ser suficiente para voz sobre IP y streaming de video en la Tabla 7-2.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 0.55 % que no excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

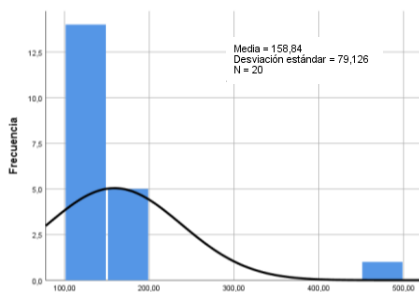
En la ilustración 15-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.



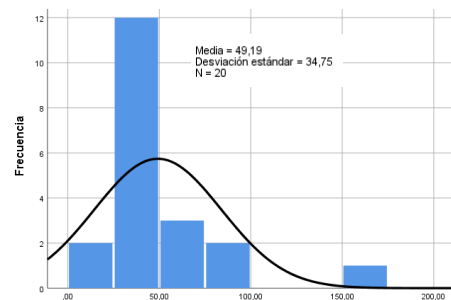
a) Ping mínimo (ms)



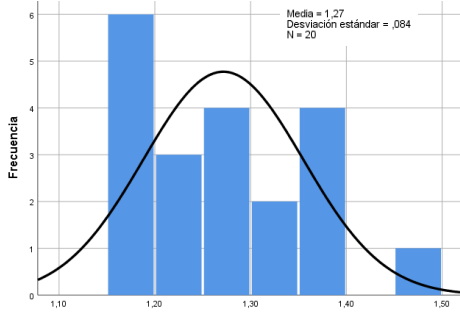
b) Ping máximo (ms)



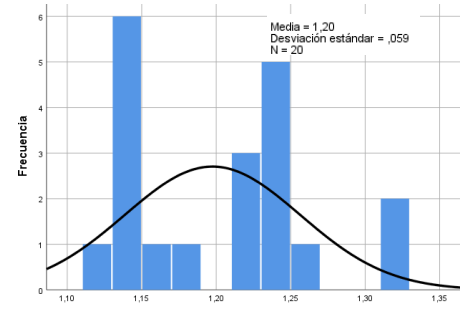
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 15-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

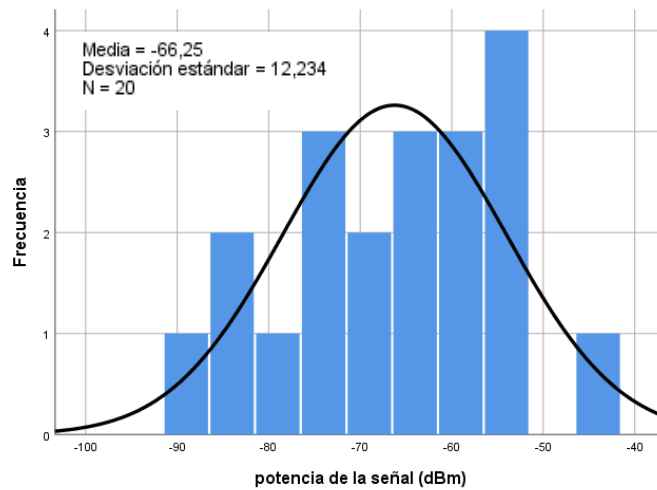


Ilustración 16-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 16-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 da como resultado una media de -66.25 dBm con una desviación estándar de 12.979 dBm.

1.25.6. Ap_Parque_La_Libertad_2320548

La Ilustración 17-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Parque_La_Libertad_2320548.



Ilustración 17-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_San_Alfonso_15493-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite una conexión máxima de 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 6-4. Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 95.45 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 156.20 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - latencia con una media de 372.3225 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 6-0: Proceso estadístico en el AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2.

		Ping Mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		95.45	156.20	133.60	372.3225	97.3505	1.2665	1.2330	-64.05	67.10
Error estándar de la media		9.892	21.508	24.744	71.74126	20.6476 9	0.06646	0.13093	3.300	7.045
Mediana		78.00	118.00	92.50	305.8400	60.2600	1.3350	1.1400	-63.50	71.00
Moda		69 ^a	96	87	180.77 ^a	11.61 ^a	1.18	1.14	-64 ^a	100
Desv. Desviación		44.239	96.189	110.660	320.83665	92.3392 6	0.29720	0.58552	14.759	31.504
Varianza		1957.103	9252.274	12245.726	102936.157	8526.53 8	0.088	0.343	217.839	992.516
Rango		146	342	471	1483.82	404.99	1.27	2.61	48	80
Mínimo		65	81	77	180.77	11.61	0.26	0.21	-89	20
Máximo		211	423	548	1664.59	416.60	1.53	2.82	-41	100
Suma		1909	3124	2672	7446.45	1947.01	25.33	24.66	-1281	1342
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

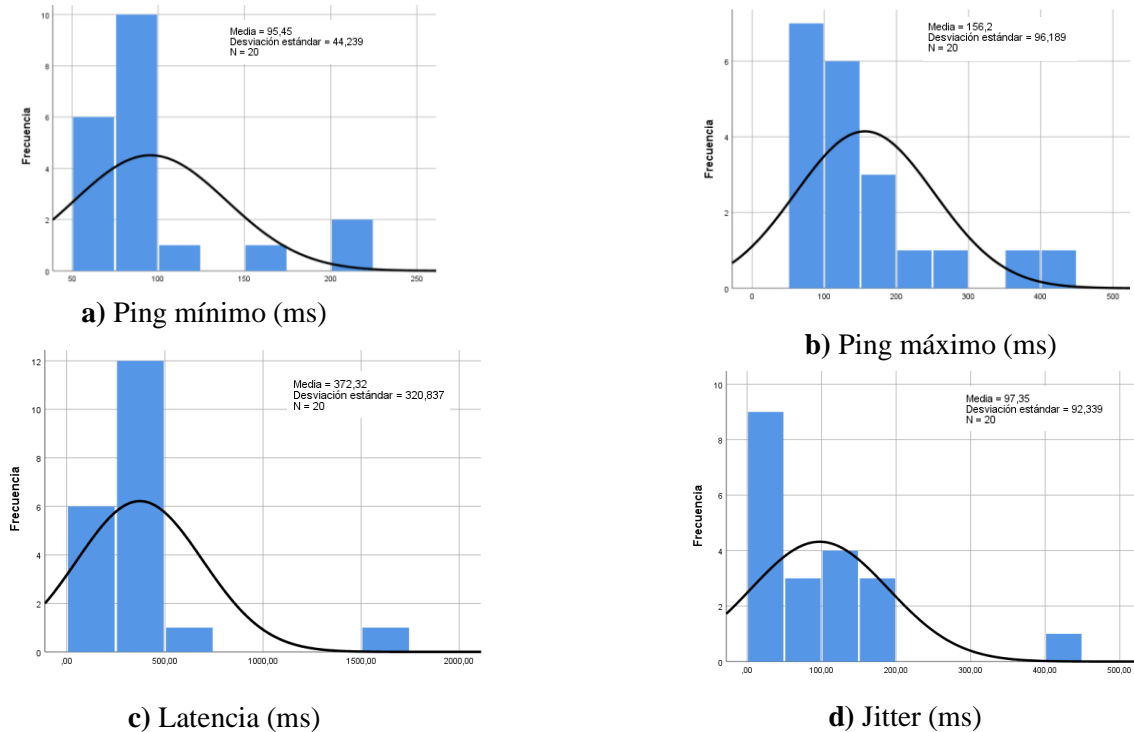
Jitter. – Con alrededor de 97.3505 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

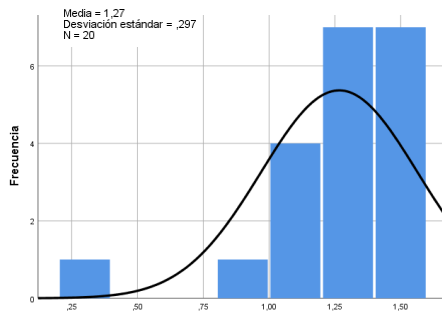
La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

Potencia de señal. - media de -64.05 (*dBm*) que es la definida para smartphones y tablets en la Tabla 7-2.

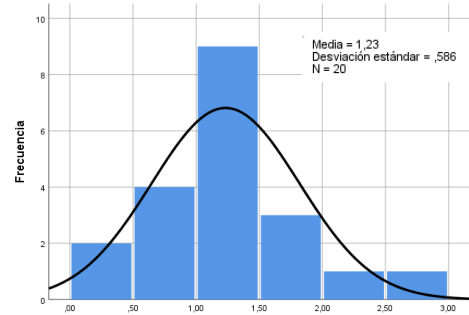
Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 67.10% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es el AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

En la Ilustración 18-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parque_la_Libertad_2320548.





e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 18-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_la_Libertad_2320548.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

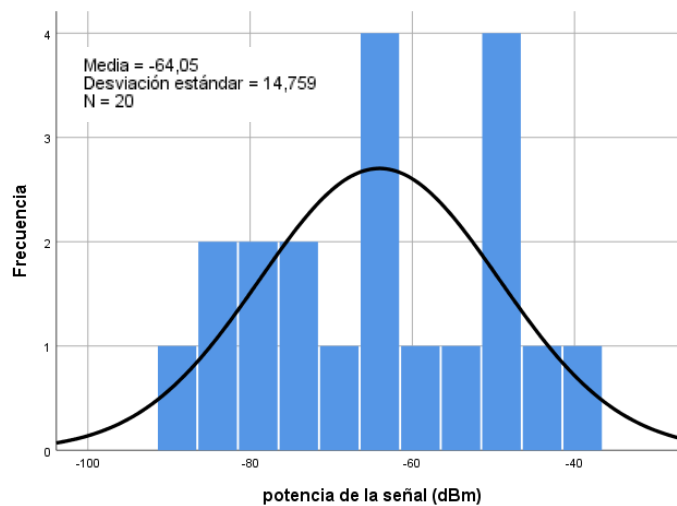


Ilustración 19-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_la_Libertad_2320548.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 19-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Parque_la_Libertad_2320548 da como resultado una media de -64.05 dBm con una desviación estándar de 14.759 dBm.

1.25.7. Ap_Parq_Gral_Barriga_501807

La Ilustración 20-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Parq_Gral_Barriga_501807.



Ilustración 20-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Parq_Gral_Barriga_501807.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 7-4. Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 139.05 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 416.80 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 5 de QoS que es mayor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 287.3360 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 7-0: Proceso estadístico en el AP_Parq_Gral_Barriga_501807.

		Ping Minimo (ms)	Ping Maximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		139.05	416.80	285.05	287.3360	82.3455	1.2785	1.3935	-61.65	6.80
Error estándar de la media		31.828	159.649	96.157	23.80654	14.0047 2	0.07890	0.08886	3.258	1.781
Mediana		83.50	185.00	140.50	252.5300	50.8100	1.2400	1.2300	-59.50	4.50
Moda		83	185	70 ^a	186.55 ^a	12.73 ^a	1.18	1.12 ^a	-61 ^a	0
Desv. Desviación		142.341	713.973	430.026	106.46606	62.6310 0	0.35284	0.39738	14.568	7.964
Varianza		20260.8 92	509757.221	184921.945	11335.023	3922.64 2	0.124	0.158	212.239	63.432
Rango		472	2419	1446	360.84	169.17	1.63	1.37	46	30
Mínimo		69	72	70	186.55	12.73	0.61	0.87	-89	0
Máximo		541	2491	1516	547.39	181.90	2.24	2.24	-43	30
Suma		2781	8336	5701	5746.72	1646.91	25.57	27.87	-1233	136
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

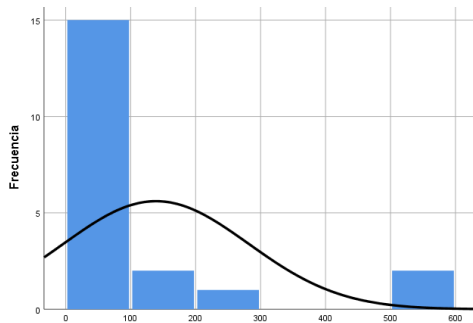
Jitter. – Con alrededor de jitter 82.345 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

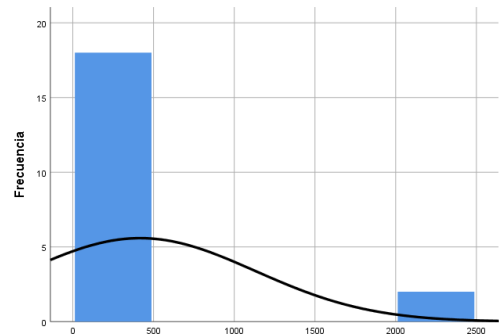
Potencia de señal. - media de -61.65 (*dBm*) que es la definida para smartphones y tablets en la Tabla 7-2.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 6.80% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

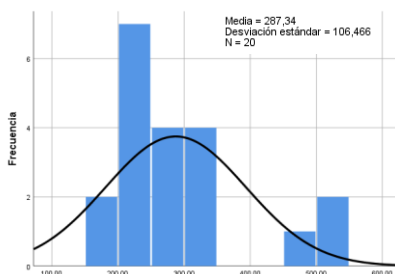
En la Ilustración 21-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parq_Gral_Barriga_501807.



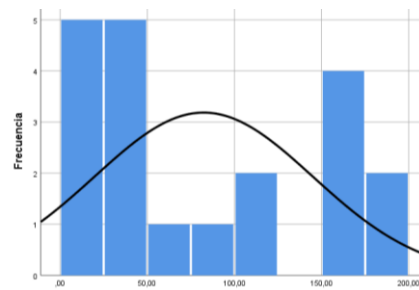
a) Ping mínimo (ms)



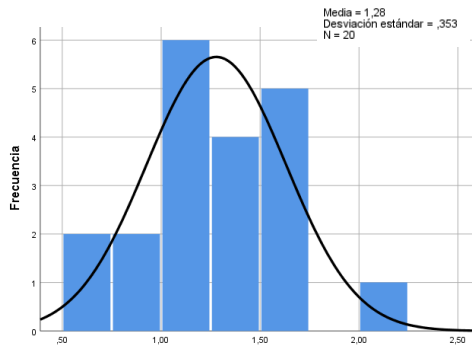
b) Ping máximo (ms)



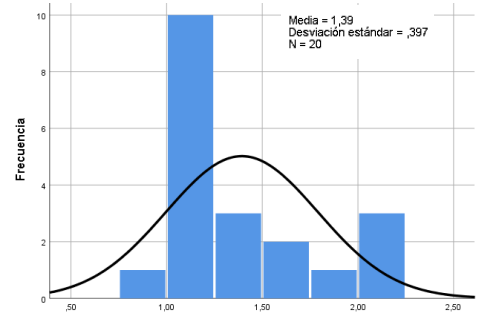
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 21-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parq_Gral_Barriga_501807.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

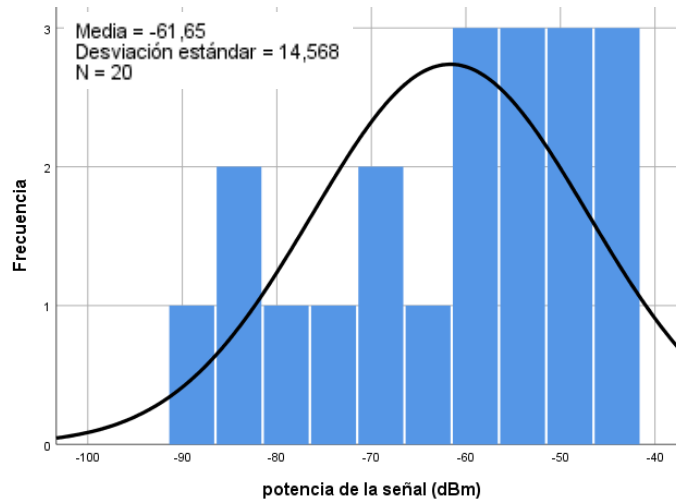


Ilustración 22-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parq_Gral_Barriga_501807.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 22-4 de la potencia de la señal impartida por el AP_Parq_Gral_Barriga_501807 da como resultado una media de -61.65 dBm con una desviación estándar de 14.568 dBm.

1.25.8. Ap_Parque_21_Abril_3151998-Ap2

La Ilustración 23-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.



Ilustración 23-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja 10 Mbps, permite que se conecten un máximo de 5 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 8-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 363.60 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 918.95 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 5 de QoS que es mayor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 583.6200 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil C que es un rango para un servicio no gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 8-0: Proceso estadístico en el AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2

		Ping Mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		363.60	918.95	569.35	583.6200	153.563 5	1.2570	1.2240	-64.15	5.55
Error estándar de la media		18.390	48.834	14.931	15.56088	5.24158	0.02034	0.02632	2.947	1.352
Mediana		381.00	912.00	562.00	574.8600	158.730 0	1.2200	1.1400	-62.00	4.50
Moda		319 ^a	648 ^a	502 ^a	497.33 ^a	106.75 ^a	1.18	1.14	-71 ^a	0
Desv. Desviación		82.243	218.394	66.775	69.59036	23.4410 4	0.09097	0.11772	13.180	6.048
Varianza		6763.83 2	47695.839	4458.871	4842.818	549.482	0.008	0.014	173.713	36.576
Rango		350	537	214	257.56	89.96	0.24	0.30	42	18
Mínimo		79	611	431	465.63	106.75	1.17	1.12	-89	0
Máximo		429	1148	645	723.19	196.71	1.41	1.42	-47	18
Suma		7272	18379	11387	11672.40	3071.27	25.14	24.48	-1283	111
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

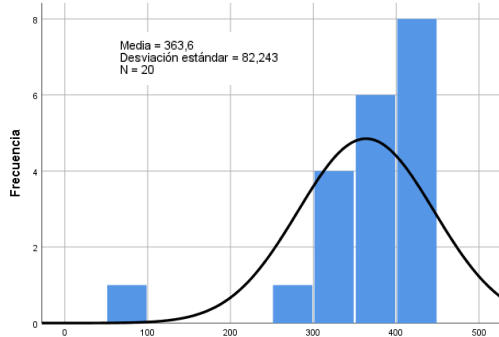
Jitter. – Con alrededor de 153.5635 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil C que es un rango para un servicio no gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

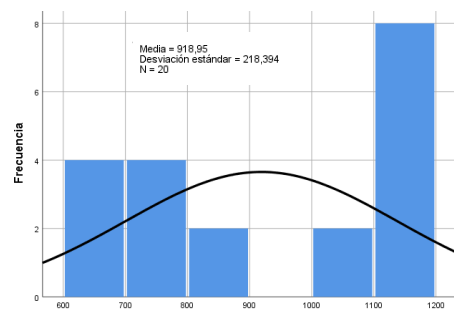
Potencia de señal. - media de -64.15 (*dBm*) que es la definida para smartphones y tablets en la Tabla 7-2 .

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 5.55% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

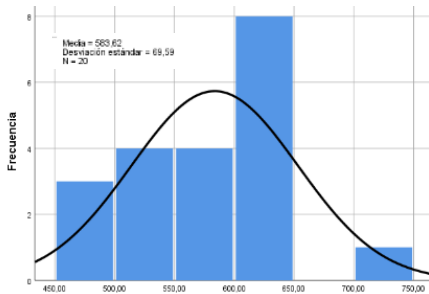
En la Ilustración 24-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.



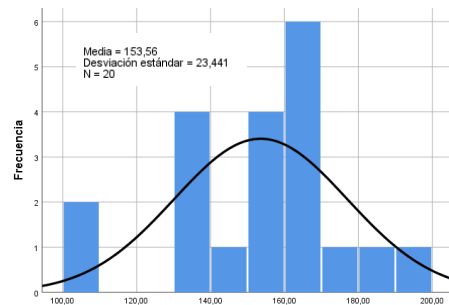
a) Ping mínimo (ms)



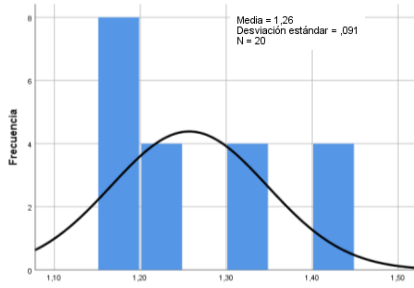
b) Ping máximo (ms)



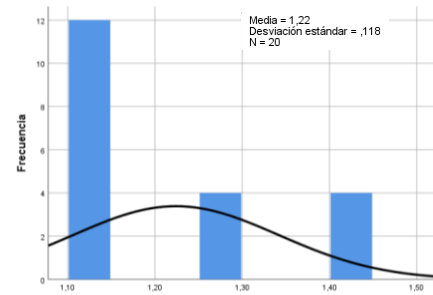
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 24-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

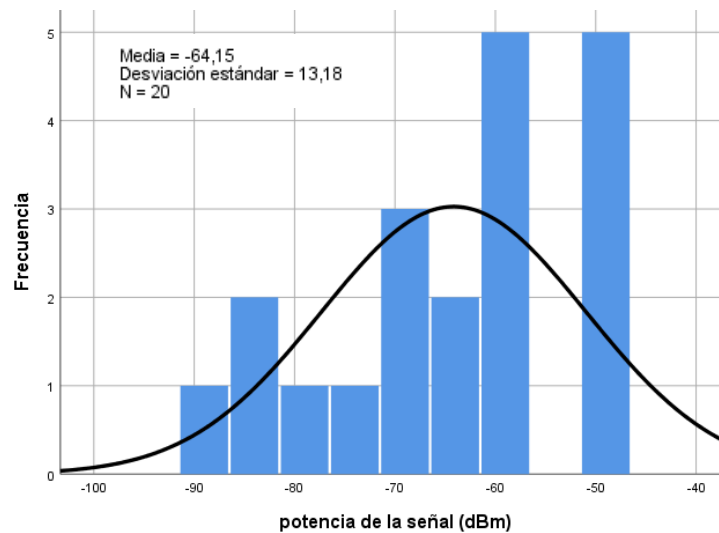


Ilustración 25-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 25-4, de la potencia de la señal impartida por AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2 da como resultado una media de -64.15 dBm con una desviación estándar de 13.18 dBm.

1.25.9. Ap_Parque_21_Abril_2477826-Ap3

La Ilustración 26-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Parque_21_Abril_2477826-Ap3

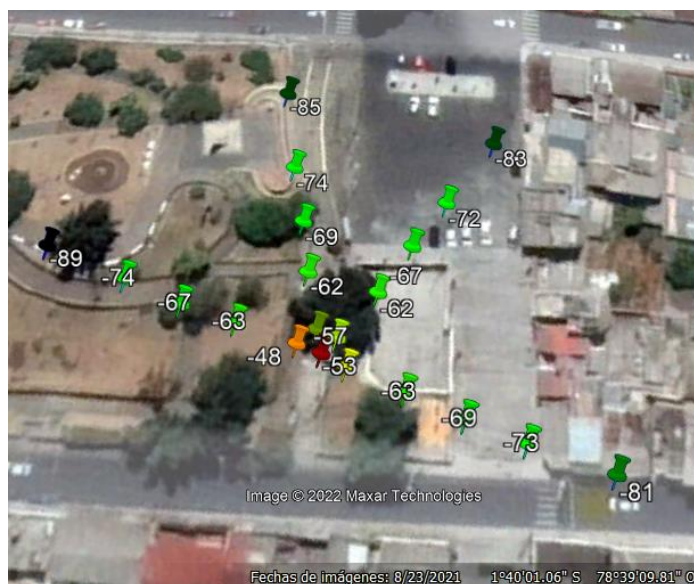


Ilustración 26-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Parque_21_Abril_2477826-Ap3.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja 20 Mbps, permitiendo la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 9-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 82.60 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 260.50 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 128.6765 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 9-0: Proceso estadístico en el AP_PARQUE_21_ABRIL_2477826-AP3

		Ping Mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		82.60	260.50	141.75	128.6765	40.4445	1.4735	1.2440	-68.30	1.75
Error estándar de la media		14.759	46.777	19.689	7.37026	4.16266	0.06368	0.03168	2.447	0.464
Mediana		63.50	178.00	99.00	118.7500	37.7900	1.4250	1.2050	-68.00	1.00
Moda		62	66 ^a	89 ^a	103.05 ^a	17.27 ^a	1.18	1.12 ^a	-74 ^a	0
Desv. Desviación		66.004	209.194	88.053	32.96078	18.6159 7	0.28478	0.14170	10.945	2.074
Varianza		4356.568	43762.053	7753.355	1086.413	346.554	0.081	0.020	119.800	4.303
Rango		299	619	282	150.55	72.13	0.76	0.45	41	7
Mínimo		61	66	63	103.05	17.27	1.13	1.12	-89	0
Máximo		360	685	345	253.60	89.40	1.89	1.57	-48	7
Suma		1652	5210	2835	2573.53	808.89	29.47	24.88	-1366	35
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

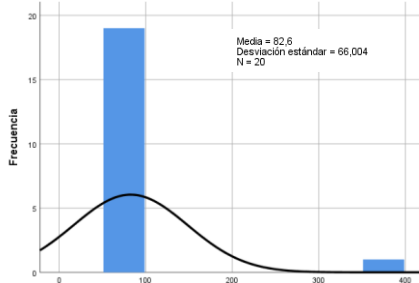
Jitter. – Con alrededor de 40.4445 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

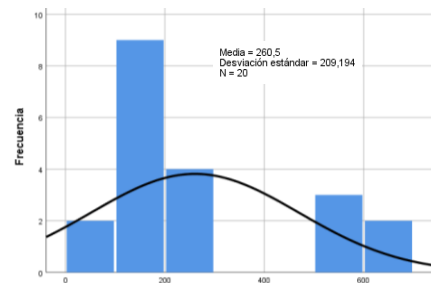
Potencia de señal. - media de -68.30 (*dBm*) que es la definido en la Tabla 7-2 este nivel es la intensidad mínima de la señal requerida para asegurar una entrega de paquetes fiable y le permitirá navegar por la web e intercambiar correos electrónicos.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 1.75% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

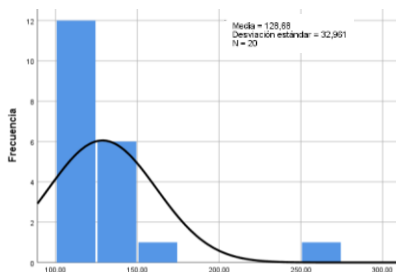
En la Ilustración 27-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3.



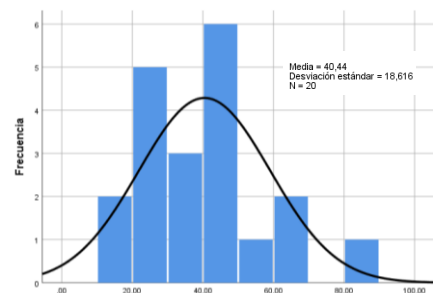
a) Ping mínimo (ms)



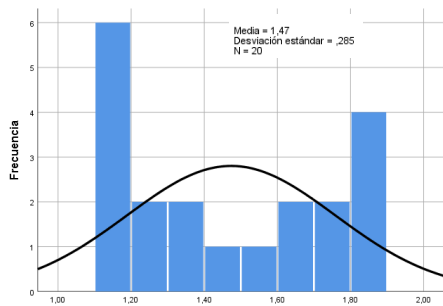
b) Ping máximo (ms)



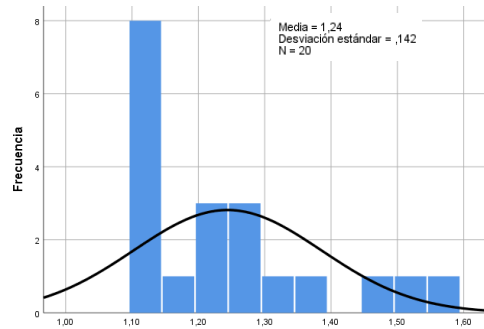
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 27-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

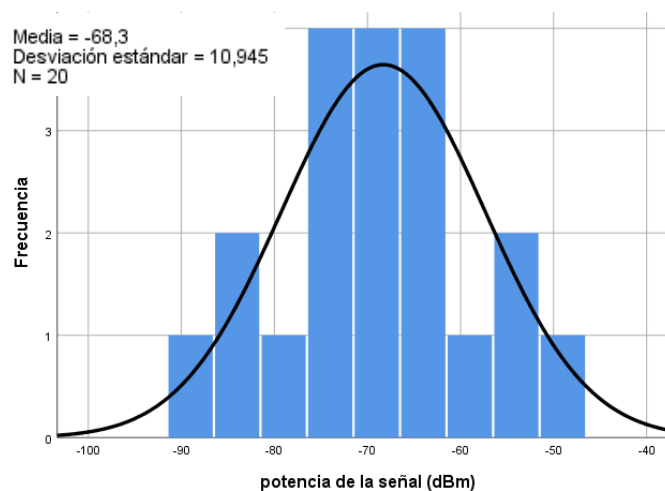


Ilustración 28-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 28-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3 da como resultado una media de -68.3 dBm con una desviación estándar de 10.945 dBm.

1.25.10.Ap_Villa_Maria_2408001

La Ilustración 29-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Villa_Maria_2408001.



Ilustración 29-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el Ap_Villa_Maria_2408001.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 35 Mbps, permite la conexión de máximo 15 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 10-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 95.30 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 157.60 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 372.3225 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 10-0: Proceso estadístico en el AP_Parque_Villa_Maria_2408001.

		Ping Mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		95.30	157.60	119.50	372.3225	97.3505	1.2665	1.2330	-64.05	3.25
Error estándar de la media		9.806	22.448	14.001	71.74126	20.6476 9	0.06646	0.13093	3.300	0.798
Mediana		78.00	118.00	92.50	305.8400	60.2600	1.3350	1.1400	-63.50	2.50
Moda		69 ^a	96	87	180.77 ^a	11.61 ^a	1.18	1.14	-64 ^a	0
Desv. Desviación		43.855	100.388	62.616	320.83665	92.3392 6	0.29720	0.58552	14.759	3.567
Varianza		1923.27 4	10077.832	3920.789	102936.157	8526.53 8	0.088	0.343	217.839	12.724
Rango		146	370	217	1483.82	404.99	1.27	2.61	48	12
Mínimo		65	81	77	180.77	11.61	0.26	0.21	-89	0
Máximo		211	451	294	1664.59	416.60	1.53	2.82	-41	12
Suma		1906	3152	2390	7446.45	1947.01	25.33	24.66	-1281	65
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

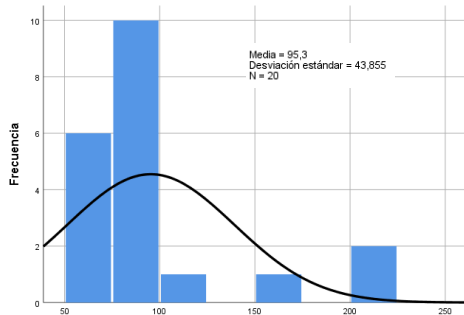
Jitter. – Con alrededor de 97.3505 (ms) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

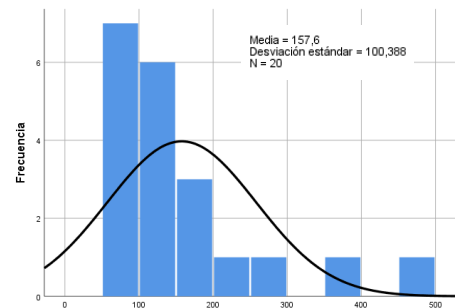
Potencia de señal. - media de -64.05 (dBm) que es el definido en la Tabla 7-2 este nivel es recomendado para smartphones y tablets.

Porcentaje de paquetes perdidos. - tiene una media de 3.25% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

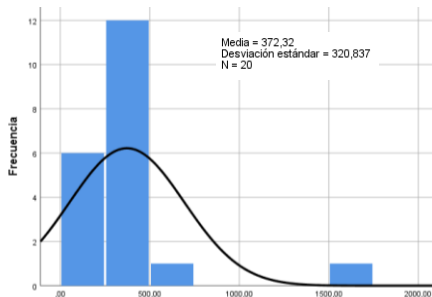
En la Ilustración 30-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parque_Villa_Maria_2408001.



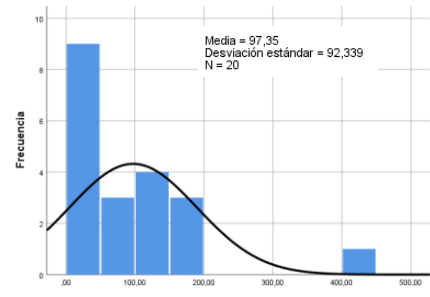
a) Ping mínimo (ms)



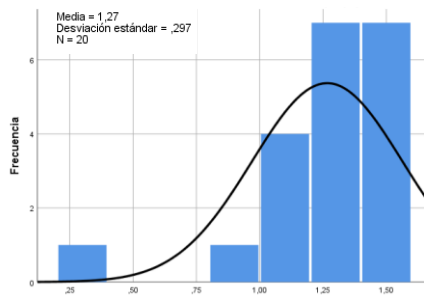
b) Ping máximo (ms)



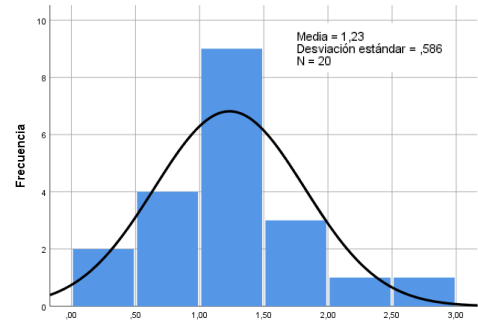
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 30-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_Villa_Maria_2408001.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

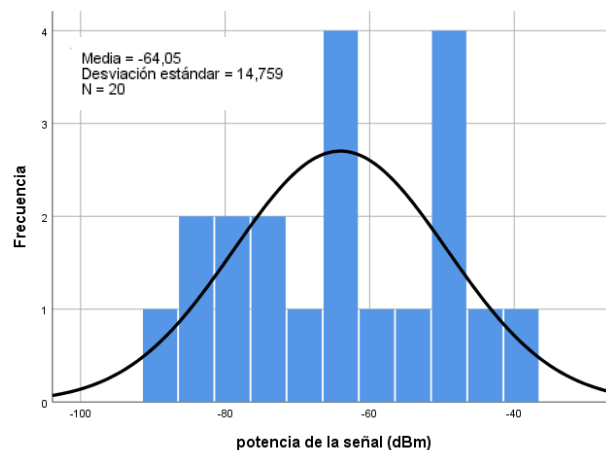


Ilustración 31-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_Villa_Maria_2408001.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 31-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Parque_Villa_Maria_2408001 da como resultado una media de -64.05 dBm con una desviación estándar de 14.759 dBm.

1.25.11.AP_Parque_21_Abril_2500041-API

La Ilustración 32-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_Parque_21_Abril_2500041-API.



Ilustración 32-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Parque_21_Abril_2500041-API

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

AP_Parque_21_Abril_2500041-API se encuentra dentro de los AP que trabajan a 20 Mbps, permite conectar un máximo de 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 11-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 87.75 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 146.00 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 156.2240 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 11-0: Proceso estadístico en el AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.

		Ping Minim o (ms)	Ping Maximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		87.75	146.00	107.00	156.2240	52.9135	1.3400	1.2415	-66.50	3.70
Error estándar de la media		17.554	52.399	27.929	25.57557	7.52371	0.03424	0.02107	3.036	0.837
Mediana		69.00	93.50	78.00	126.6450	44.3600	1.3300	1.2350	-65.00	4.00
Moda		67 ^a	84	78	120.69 ^a	26.86 ^a	1.18	1.14 ^a	-89 ^a	0
Desv. Desviación		78.502	234.337	124.902	114.37743	33.6470 7	0.15314	0.09422	13.578	3.743
Varianza		6162.6 18	54913.789	15600.421	13082.197	1132.12 5	0.023	0.009	184.368	14.011
Rango		354	1066	568	518.49	131.74	0.63	0.28	45	12
Mínimo		67	74	69	118.71	26.86	1.17	1.12	-92	0
Máximo		421	1140	637	637.20	158.60	1.80	1.40	-47	12
Suma		1755	2920	2140	3124.48	1058.27	26.80	24.83	-1330	74
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

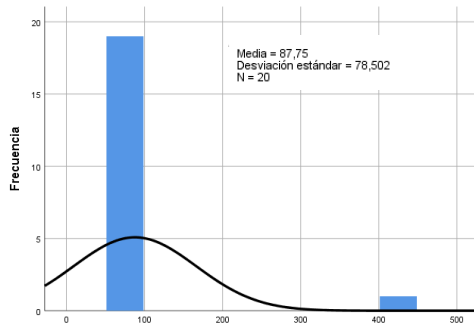
Jitter. – Con alrededor de 52.913 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

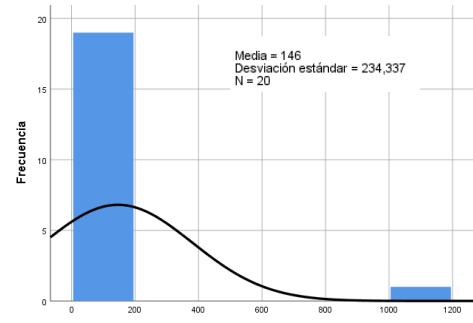
Potencia de señal. - media de -66.50 (*dBm*) que es el definido en la Tabla 7-2 está intensidad de señal será suficiente para voz sobre IP y streaming de vídeo.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 3.70% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

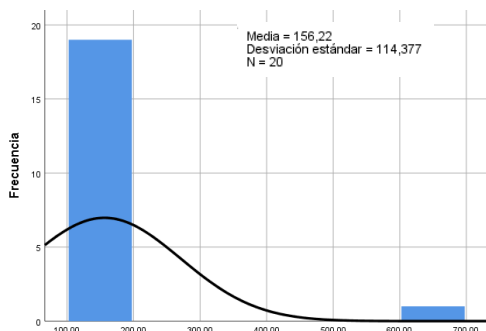
En la ilustración 33-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.



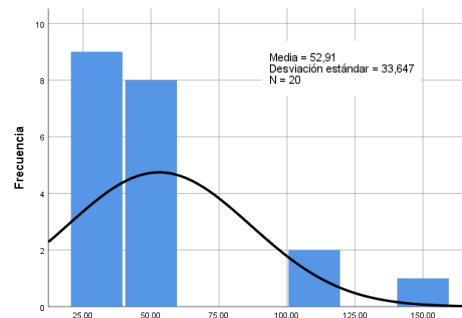
a) Ping mínimo (ms)



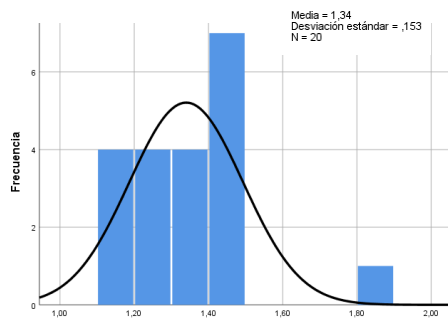
b) Ping máximo (ms)



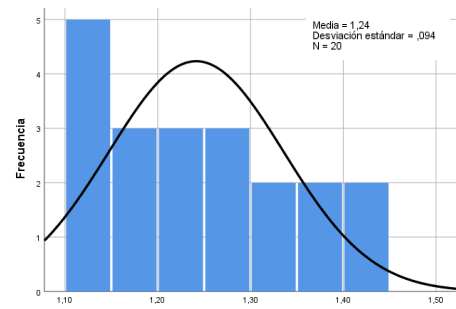
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 33-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

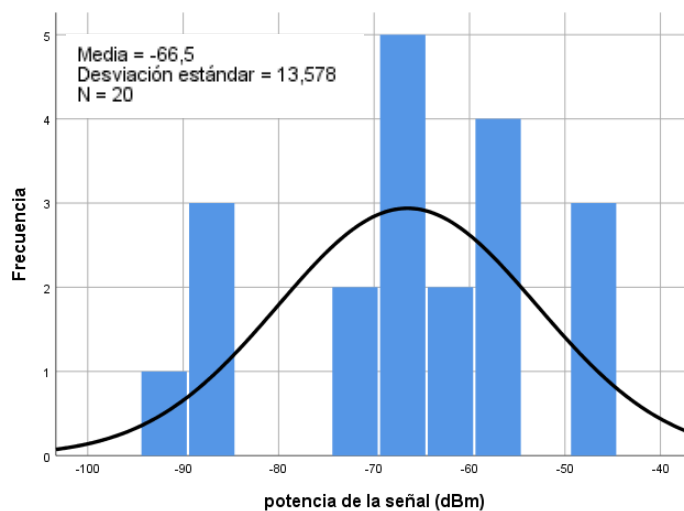


Ilustración 34-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 34-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1, da como resultado una media de -66.5 dBm con una desviación estándar de 13.578 dBm.

1.25.12. Ap_Municipio_Riobamba_17922

La Ilustración 35-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Municipio_Riobamba_17922.



Ilustración 35-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Municipio_Riobamba_17922-API.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones dieron los valores descritos en la Tabla 12-4. Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 70.95 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 208.55 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - latencia con una media de 142.3415 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 12-0: Proceso estadístico en el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.

		Ping Mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		70.95	208.55	124.55	142.3415	39.1060	1.4775	1.3830	-65.55	1.90
Error estándar de la media		2.849	38.947	22.544	15.61898	6.59536	0.09233	0.08383	3.032	0.486
Mediana		67.00	167.50	102.00	128.2350	33.2350	1.2400	1.2600	-65.50	2.00
Moda		67	245	106 ^a	108.48	18.12	1.18	1.12 ^a	-74 ^a	0
Desv. Desviación		12.742	174.176	100.818	69.85021	29.4953 3	0.41290	0.37488	13.559	2.174
Varianza		162.366	30337.418	10164.366	4879.052	869.975	0.170	0.141	183.839	4.726
Rango		59	803	466	327.12	140.48	1.39	1.12	45	9
Mínimo		62	72	68	108.48	18.12	1.12	1.01	-89	0
Máximo		121	875	534	435.60	158.60	2.51	2.13	-44	9
Suma		1419	4171	2491	2846.83	782.12	29.55	27.66	-1311	38
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022).

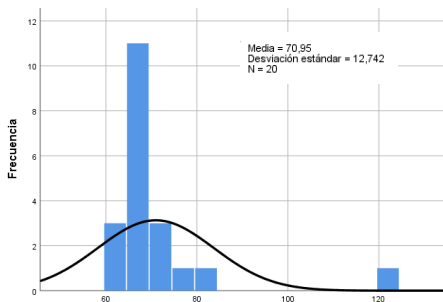
Jitter. – Con alrededor de 39.1060 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

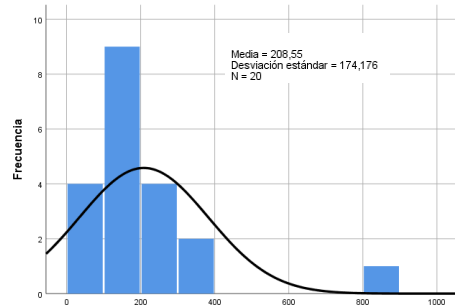
Potencia de señal. - media de -65.55 (*dBm*) que es el definido en la Tabla 7-2 está intensidad de señal será suficiente para voz sobre IP y streaming de vídeo.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 1.90% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos.

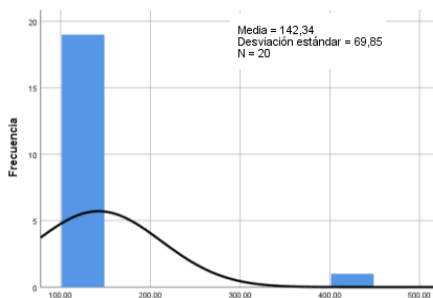
En la ilustración 36-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Municipio_Riobamba_17922-API.



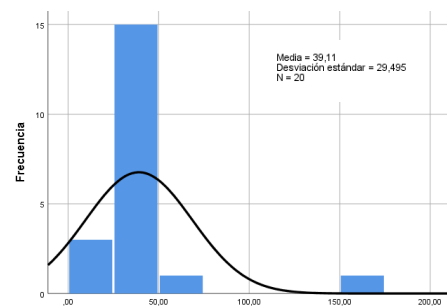
a) Ping mínimo (ms)



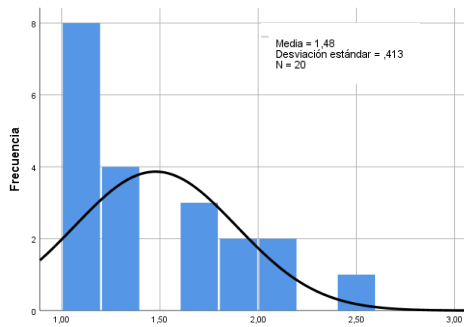
b) Ping máximo (ms)



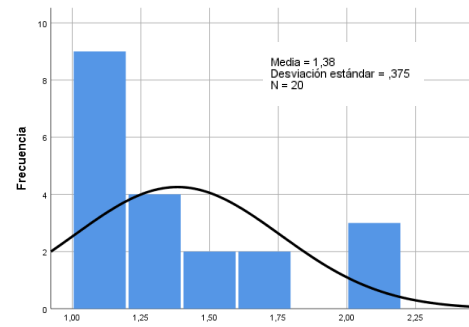
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 36-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

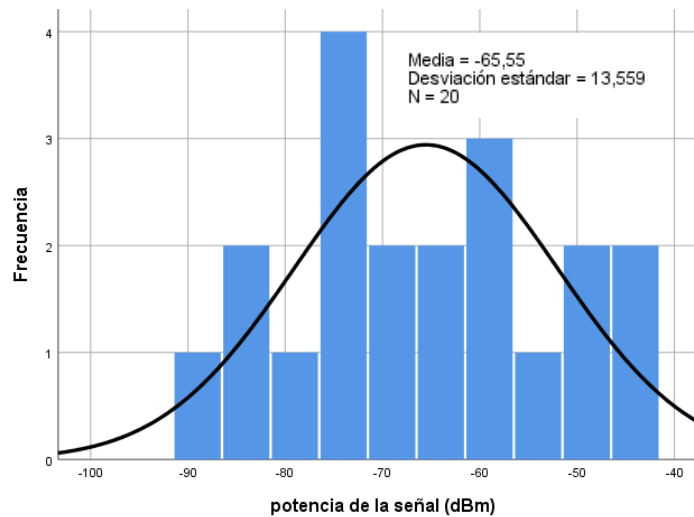


Ilustración 37-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 37-4 de la potencia de la señal impartida por el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1, da como resultado una media de -65.55 dBm con una desviación estándar de 13.599 dBm.

1.25.13.AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778

La Ilustración 38-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_89277.



Ilustración 38-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 13-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 136.60 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 469.15 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 5 de QoS que es mayor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 203.5120 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 13-0: Proceso estadístico en el AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778

		Ping Mínimo (ms)	Ping Máximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		136.60	469.15	281.80	203.5120	70.8110	1.4825	1.4650	-62.85	3.75
Error estándar de la media		33.356	160.838	96.763	24.34021	18.2817 9	0.08755	0.08838	3.076	1.117
Mediana		77.00	201.50	122.00	169.4450	32.6600	1.3150	1.3350	-61.00	2.00
Moda		65	127	91	108.60 ^a	15.95 ^a	1.18 ^a	1.12 ^a	-61 ^a	0
Desv. Desviación		149.173	719.291	432.735	108.85274	81.7586 3	0.39153	0.39524	13.758	4.993
Varianza		22252.4 63	517380.239	187259.853	11848.919	6684.47 4	0.153	0.156	189.292	24.934
Rango		477	2425	1451	428.60	284.25	1.29	1.18	45	18
Mínimo		64	66	65	108.60	15.95	0.85	1.06	-89	0
Máximo		541	2491	1516	537.20	300.20	2.14	2.24	-44	18
Suma		2732	9383	5636	4070.24	1416.22	29.65	29.30	-1257	75
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

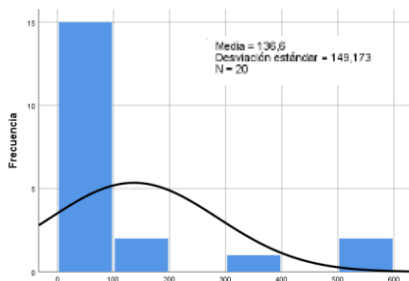
Jitter. – Con alrededor de 70.8110 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

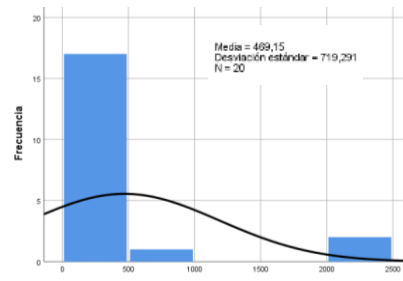
Potencia de señal. - media de -62.85 (*dBm*) que es el definido en la Tabla 7-2 está intensidad de señal será suficiente para voz sobre IP y streaming de vídeo.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 3.75% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

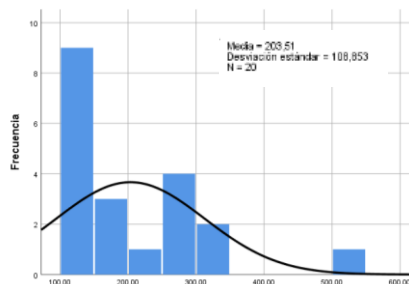
En la ilustración 39-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1.



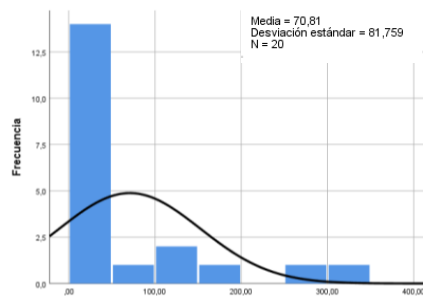
a) Ping mínimo (ms)



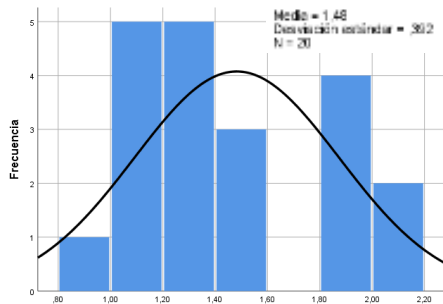
b) Ping máximo (ms)



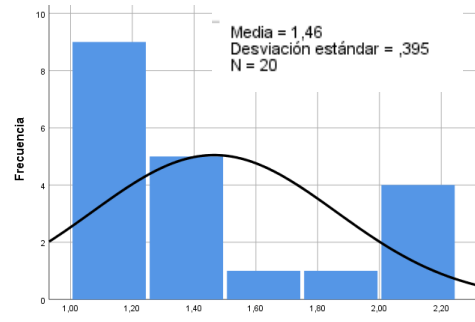
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 39-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

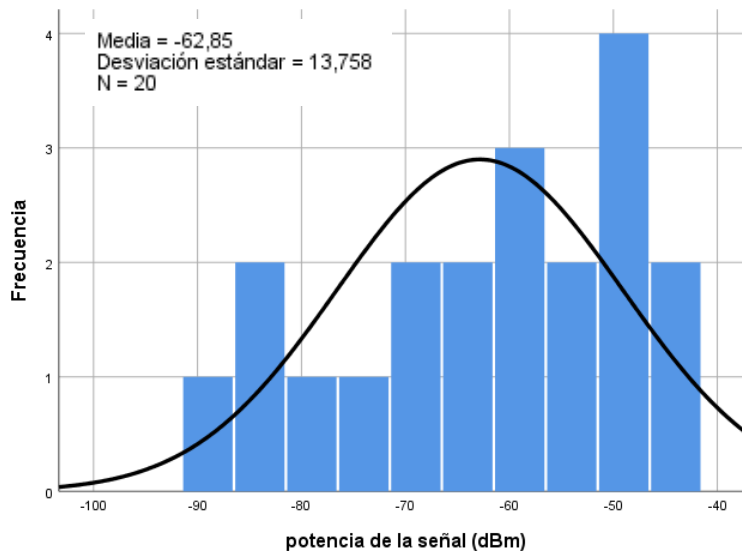


Ilustración 40-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 40-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778 da como resultado una media de -62.85 dBm con una desviación estándar de 13.758 dBm.

1.25.14.AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2

La Ilustración 41-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.



Ilustración 41-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 20 Mbps, permite la conexión de máximo 10 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 14-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 105.10 (*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 307.75 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 288.1475 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil C que es un rango para un servicio no gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 14-0: Proceso estadístico en el AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.

Estadísticos										
		Ping Mínimo (ms)	Ping Maximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		105.10	307.75	213.00	288.1475	96.6730	1.2895	1.2785	-64.50	6.25
Error estándar de la media		9.006	50.825	35.952	24.51379	22.46136	0.05650	0.16297	2.897	1.481
Mediana		89.50	188.50	137.00	235.1200	59.1200	1.3600	1.1400	-62.50	6.00
Moda		79 ^a	108 ^a	134	188.55 ^a	6.29 ^a	1.18	1.14	-64 ^a	0
Desv. Desviación		40.274	227.298	160.783	109.62898	100.4502 7	0.25266	0.72881	12.955	6.624
Varianza		1621.989	51664.408	25851.263	12018.514	10090.25 8	0.064	0.531	167.842	43.882
Rango		177	694	527	448.65	457.29	1.14	2.35	44	21
Mínimo		71	108	87	188.55	6.29	0.48	0.13	-89	0
Máximo		248	802	614	637.20	463.58	1.62	2.48	-45	21
Suma		2102	6155	4260	5762.95	1933.46	25.79	25.57	-1290	125
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

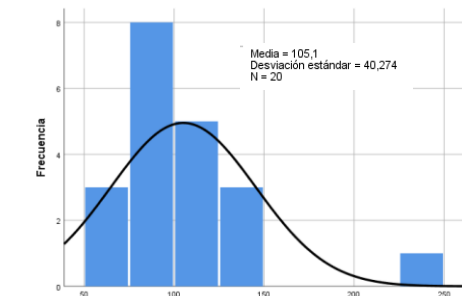
Jitter. – Con alrededor de 96.6730 (ms) la cual se encuentra dentro de un perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

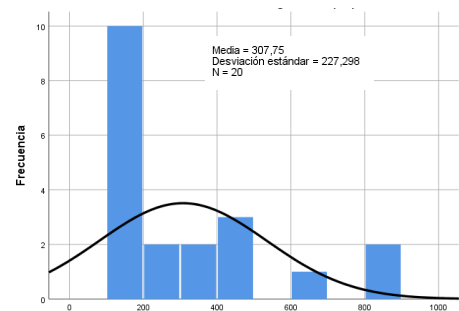
Potencia de señal. - media de -64.50 (dBm) que es el definido en la Tabla 7-2 está intensidad de señal es recomendado para smartphones y tablets.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 6.25% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

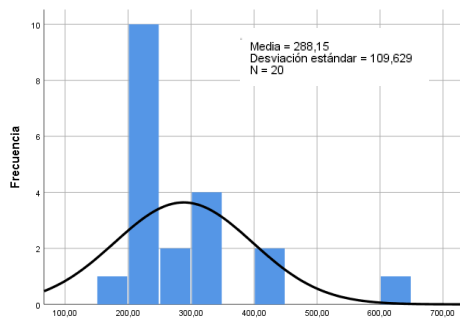
En la Ilustración 42-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.



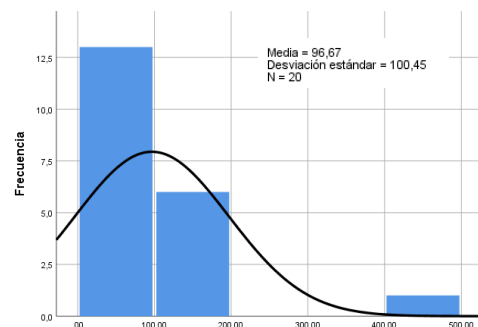
a) Ping mínimo (ms)



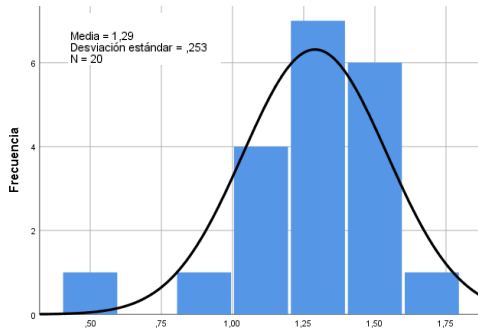
b) Ping máximo (ms)



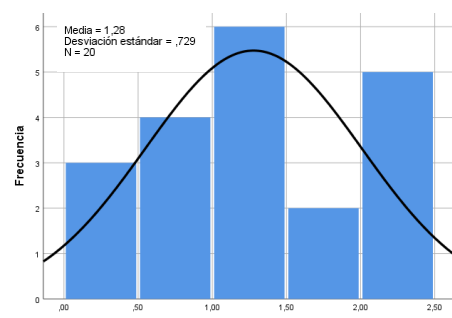
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 42-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

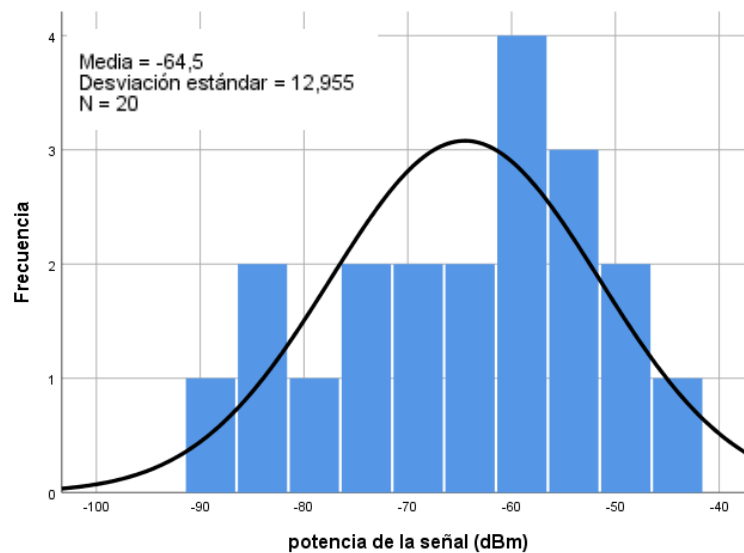


Ilustración 43-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 43-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2 da como resultado una media de -64.50 dBm con una desviación estándar de 12.955 dBm.

1.25.15.Ap_Hospital_Alfonso_V_89041

La Ilustración 44-4 muestra la ubicación de los puntos de medición con su respectivo nivel de intensidad de potencia, exportado a Google Earth, correspondientes al Ap_Hospital_Alfonso_V_89041.



Ilustración 44-0 : Mediciones y ubicaciones realizadas en el AP_Hospital_Alfonso_V_89041.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Este AP trabaja a 35 Mbps, permitiendo la conexión de máximo 15 dispositivos a la red de Riobamba Digital, al generar tráfico en la red las mediciones arrojaron los valores descritos en la Tabla 15-4.

Tras realizar el análisis estadístico de los datos recabados en las mediciones, al procesarlos en el *software* SPSS, se obtuvo la de media y desviación estándar para cada parámetro de medición, estos resultados se describen a continuación:

Ping mínimo. - se tiene una media de 75.95(*ms*), este valor sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual es de 50 (*ms*) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541.

Ping máximo. - se obtiene una media de 121.20 (*ms*) el mismo que se ubica en el rango de la clase 1 de QoS que es menor a 400 (*ms*) como se lo indica en la Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541.

Latencia. - con una media de 136.2125 (*ms*) que se encuentra dentro del perfil C que es un rango para un servicio no gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 15-0: Proceso estadístico en el AP_Hospital_Alfonso_V_89041.

		Ping Minimo (ms)	Ping Maximo (ms)	Ping promedio (ms)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Velocidad de Subida (mbps)	Velocidad de Descarga (mbps)	potencia de la señal (dBm)	Perdida de paquetes (%)
Número de Mediciones	Válidos	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		75.95	121.20	94.50	136.2125	36.9030	1.7925	1.6195	-68.85	6.35
Error estándar de la media		12.848	18.533	19.114	5.48211	5.58999	0.09763	0.08784	2.902	1.411
Mediana		63.00	87.00	73.00	131.5350	30.7200	1.8000	1.5500	-70.00	6.00
Moda		63	87	73	133.65	34.23	1.18	1.14	-81 ^a	0
Desv. Desviación		57.459	82.882	85.482	24.51673	24.9991 9	0.43660	0.39285	12.979	6.310
Varianza		3301.52 4	6869.432	7307.105	601.070	624.959	0.191	0.154	168.450	39.818
Rango		258	282	390	119.60	115.36	1.36	1.12	43	19
Mínimo		62	63	62	117.60	26.74	1.17	1.12	-89	0
Máximo		320	345	452	237.20	142.10	2.53	2.24	-46	19
Suma		1519	2424	1890	2724.25	738.06	35.85	32.39	-1377	127
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.										

Realizado por: Gaibor A.; Parra C. 2022.

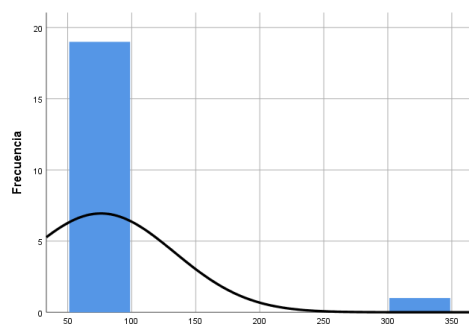
Jitter. – Con alrededor de 36.9030 (*ms*) la cual se encuentra dentro de un perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

La velocidad de subida y descarga. - se encuentran dentro del rango del cuadro objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 5-2 de la recomendación UIT-T G.1010.

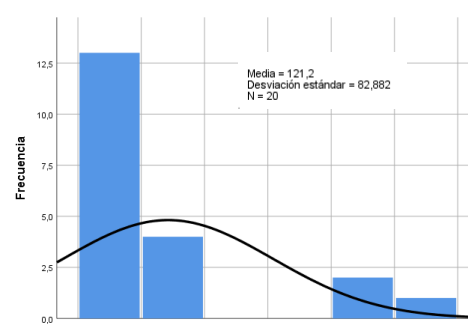
Potencia de señal. - media de -68.85 (*dBm*) que es el definido en la Tabla 7-2 este nivel es la intensidad mínima de la señal requerida para asegurar una entrega de paquetes fiable y le permitirá navegar por la web e intercambiar correos electrónicos.

Porcentaje de paquetes perdidos. - que tiene una media de 6.35% que excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir este AP lo más pronto posible ya que es uno de los AP con más pérdida de paquetes existente en el servicio.

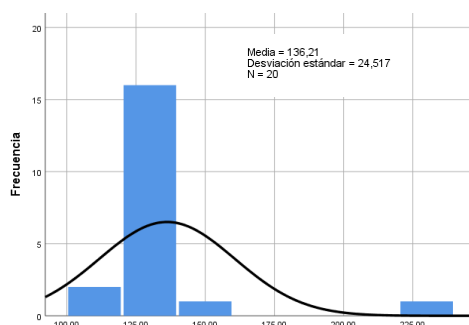
En la ilustración 45-4 se observa las gráficas de las curvas normales del proceso estadístico de los parámetros de calidad de servicio medidos en el AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2.



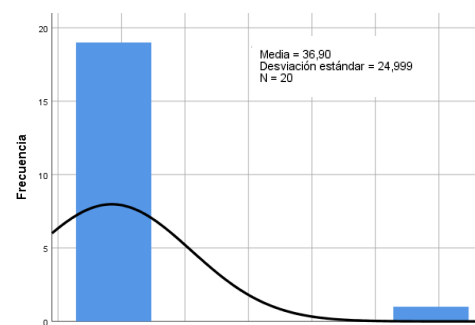
a) Ping mínimo (ms)



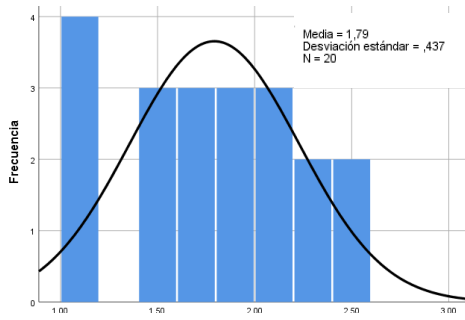
b) Ping máximo (ms)



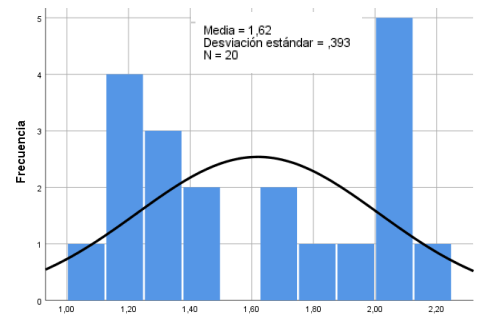
c) Latencia (ms)



d) Jitter (ms)



e) Velocidad de subida (Mbps)



f) Velocidad de descarga (Mbps)

Ilustración 45-0 : Curva normal de los parámetros de medición del AP_HOSPITAL_ALFONSO_V_89041

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

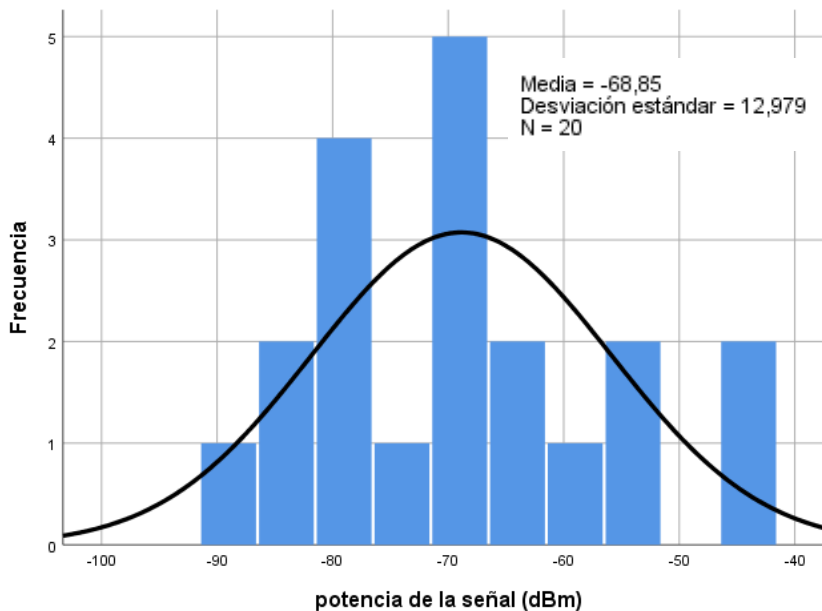


Ilustración 46-0 : Curva normal de la intensidad de potencia existente en los puntos de medición del AP_HOSPITAL_ALFONSO_V_89041

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

El análisis de cobertura en la Ilustración 46-4 de la potencia de la señal impartida por AP_Hospital_Alfonso_V_89041 da como resultado una media de -68.85 dBm con una desviación estándar de 12.979 dBm.

1.25.16. Discusión de resultados

A partir de la Tabla 16-4 hasta la 22-4 se realiza el análisis e interpretación de resultados de los parámetros establecidos de QoS medidos en cada uno de los APs, la primera columna de las tablas detalla el nombre de los APs, la segunda columna indica la media obtenida por las mediciones realizadas mientras que la tercera y última columna indica el porcentaje de la media respecto al valor establecido de QoS de las recomendaciones de la UIT.

La Tabla 16-4 indica los valores de media del parámetro de ping mínimo donde se pudo corroborar que el 100 % de las mediciones sobrepasa el valor de media indicado en la Tabla 8-2 y 10-2 sobre la QoS el cual establece que debe ser menor o igual a 50 (ms) indicado en la recomendación UIT-T Y.1541 para un rendimiento de red sin pérdidas de paquetes donde los valores de porcentajes oscilan entre 132% hasta 727% los cuales son valores alejados de la media indicada.

Tabla 16-0: Resumen del Ping Mínimo

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Porcentaje (%)
AP_San_Francisco_18978	106.95	214
AP_San_Alfonso_234241-AP1	134.75	270
AP_San_Alfonso_15493-AP2	79.75	160
AP_Plaza_Roja_3238403	66	132
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	67.8	136
AP_Parque_la_Libertad_2320548	95.45	191
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	139.05	278
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	363.6	727
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	82.6	165
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	95.3	191
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	87.75	176
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	70.95	142
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	136.6	273
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	105.1	210
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	75.95	152

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 17-4 indica los valores de media del parámetro de ping máximo donde se comprobó que el 80% de los APs pertenecen a la clase 1 de QoS, el cual es menor a 400 (ms) como lo indica las Tabla 8-2 y 10-2 pertenecientes a la recomendación UIT-T Y.1541, el 20% restante pertenece a la clase 5, que es para valores mayores a 400 (ms), donde se realiza un mayor esfuerzo. Se concluye que ningún AP pertenece a la Clase 0, la cual establece que el valor debe ser menor a 100(ms) que permite realizar una mejor comunicación sin pérdidas de paquetes.

Tabla 17-0: Resumen del Ping Máximo

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Clase 1 >100 (ms) <400(ms)	Clase 5 >400(ms)
AP_San_Francisco_18978	192.7	6.67%	
AP_San_Alfonso_234241-AP1	382.45	6.67%	
AP_San_Alfonso_15493-AP2	133.15	6.67%	
AP_Plaza_Roja_3238403	123.25	6.67%	
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	207.6	6.67%	
AP_Parque_la_Libertad_2320548	156.2	6.67%	
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	416.8		6.67%
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	918.95		6.67%
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	260.5	6.67%	
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	157.6	6.67%	
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	146	6.67%	
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	208.55	6.67%	
AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778	469.15		6.67%
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	307.75	6.67%	
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	121.2	6.67%	
	TOTAL	80%	20%

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 18-4 indica los valores de media del parámetro de latencia donde se analizó el nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio, en el que se encontró que el 93.33% de los APs están dentro del perfil B que es un rango que oscila entre los valores de 100(ms) hasta 400 (ms) detallado en la Tabla 15-2 para un servicio parcialmente gestionado encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545, donde el 6.67% restante pertenecen al perfil C que es el indicado para un rango de 400 (ms) hasta los 500 (ms) para un servicio no gestionado y ningún AP pertenece al perfil A que va desde de 0 a 50 (ms) que es un rango para un servicio bien gestionado.

Tabla 18-0: Resumen de Latencia

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Perfil B >100 (ms) <400(ms)	Perfil C >400(ms) <600(ms)
AP_San_Francisco_18978	372.975	6.67%	
AP_San_Alfonso_234241-AP1	230.585	6.67%	
AP_San_Alfonso_15493-AP2	133.551	6.67%	
AP_Plaza_Roja_3238403	142.067	6.67%	
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	158.843	6.67%	
AP_Parque_la_Libertad_2320548	372.323	6.67%	
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	287.336	6.67%	
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	583.62		6.67%
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	128.677	6.67%	
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	372.323	6.67%	
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	156.224	6.67%	
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	142.345	6.67%	
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	203.512	6.67%	
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	288.148	6.67%	
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	136.213	6.67%	
	TOTAL	93.33%	6.67%

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 19-4 indica los valores de media del parámetro de jitter en el cual se determinó que existen 6 APs que representan el 40% a un Perfil A que es un rango para un servicio bien gestionado de 0 a 50 (ms), también se observó que 8 APs que representan el 53% pertenecen a un Perfil B que es un rango para un servicio parcialmente gestionado de 50 a 150 (ms) y por último existe un AP que representa el 7 % a un Perfil C que es un rango de 150 a 500(ms) para un servicio no gestionado detallado en la Tabla 15-2 que representa un nivel de deterioro por perfil de prueba de servicio encontrado en la recomendación Rec. ITU-T Y.1545.

Tabla 19-0: Resumen de Jitter

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Perfil A >0 (ms) <50(ms)	Perfil B >50(ms) <150(ms)	Perfil C >150 (ms) <500(ms)
AP_San_Francisco_18978	98.005		6.67%	
AP_San_Alfonso_234241-AP1	51.5		6.67%	
AP_San_Alfonso_15493-AP2	31.028	6.67%		
AP_Plaza_Roja_3238403	36.923	6.67%		
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	49.194	6.67%		
AP_Parque_la_Libertad_2320548	97.3505		6.67%	
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	82.345		6.67%	
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	153.563			6.67%
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	40.445	6.67%		
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	97.305		6.67%	
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	52.913		6.67%	

AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	37.106	6.67%		
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	70.811		6.67%	
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	96.67		6.67%	
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	36.903	6.67%		
	TOTAL	40%	53.33%	6.67%

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 20-4 indica los valores de media del parámetro de velocidad tanto como de subida y bajada donde las mediciones se encontraron dentro del rango del cuadro de objetivos de calidad de funcionamiento para aplicaciones de audio y video ubicados en la Tabla 13-2 que es el ancho de banda necesario para la navegación con un promedio de 1.5 Mbps donde el 100% de los APs cumplió con este objetivo.

Tabla 20-0: Resumen de la Velocidad

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Porcentaje (%)
AP_San_Francisco_18978	1.267	84.47
AP_San_Alfonso_234241-AP1	1.446	96.40
AP_San_Alfonso_15493-AP2	1.46	97.33
AP_Plaza_Roja_3238403	1.79	119.33
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	1.27	84.67
AP_Parque_la_Libertad_2320548	1.267	84.47
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	1.393	92.87
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	1.257	83.80
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	1.473	98.20
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	1.267	84.47
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	1.34	89.33
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	1.478	98.53
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	1.483	98.87
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	1.289	85.93
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	1.79	119.33

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 21-4 indica los valores de media del parámetro de intensidad de señal, la Tabla 7-2 indica que el valor de -65.56 (dBm) es un nivel de intensidad adecuado para los servicios de voz sobre IP y streaming de video. De donde se observó que siete APs sobrepasan el 100% de la media establecida.

Tabla 21-0: Resumen de Potencia de Señal

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Porcentaje (%)
-------------------------	-------------	----------------

AP_San_Francisco_18978	-64.05	97.70
AP_San_Alfonso_234241-AP1	-66.7	101.74
AP_San_Alfonso_15493-AP2	-67.1	102.35
AP_Plaza_Roja_3238403	-68.85	105.02
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	-66.25	101.05
AP_Parque_la_Libertad_2320548	-64.05	97.70
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	-61.65	94.04
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	-64.15	97.85
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	-68.3	104.18
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	-64.05	97.70
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	-66.5	101.43
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	-65.55	99.98
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	-62.85	95.87
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	-64.5	98.38
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	-68.85	105.02

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 22-4 indica los valores de media del parámetro de pérdida de paquetes, se evidenció que el 93.33% excede el porcentaje permitido de <1% para que exista una buena comunicación tanto como en envío como recepción de datos, obteniendo como conclusión que se debe intervenir estos APs lo más pronto posible ya que es una gran cantidad de APs y tan solo el 6.67% cumple con la comunicación sin pérdidas de paquetes como establece la Tabla 5-2 para los parámetros de QoS establecidos por las recomendaciones de la UIT.

Tabla 22-0: Resumen de Pérdida de Paquetes

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Porcentaje (%)	>1%	<1%
AP_San_Francisco_18978	1.95	195	6.67	
AP_San_Alfonso_234241-AP1	2	200	6.67	
AP_San_Alfonso_15493-AP2	1.9	190	6.67	
AP_Plaza_Roja_3238403	1.7	170	6.67	
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	0.55	55		6.67
AP_Parque_la_Libertad_2320548	67.1	6710	6.67	
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	6.8	680	6.67	
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	5.55	555	6.67	
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	1.75	175	6.67	
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	3.25	325	6.67	
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	3.7	370	6.67	
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	1.9	190	6.67	
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	1.17	117	6.67	

AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	6.25	625	6.67	
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	6.35	635	6.67	
		TOTAL	93.33	6.67

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Para finalizar la discusión se concluye que el parámetro de ping mínimo debe ser menor o igual a 50 (*ms*), el valor de ping máximo debe ser menor o igual a 100 (*ms*), tanto el valor de latencia y jitter deben encontrarse en un perfil A menor a 50 (*ms*) que es el rango para un servicio bien gestionado, la intensidad de señal debe ser mayor o igual a -65.56 dBm para asegurar una comunicación sin pérdidas y de esta forma exista una pérdida de paquetes menor al 1%, así de este modo asegurar un servicio de calidad para los sectores beneficiados por la red Riobamba Digital. Al no cumplir estos requisitos de QoS por los Access Point se plantea una propuesta de mejora de calidad.

Capítulo V

PROPUESTA TECNOLÓGICA (GESTIÓN DEL PROYECTO)

Con la información obtenida en las etapas anteriormente descritas, el estudio de la zona, las simulaciones de la red, mediciones de la QoS de la red y el análisis e interpretación de resultados de los datos obtenidos con los parámetros de calidad de la red, se presenta la siguiente propuesta de mejora considerando los análisis que fueron realizados se discute el equipo transmisor utilizado en la red, las locaciones, el número de APs por sector y el ancho de banda que es otorgado a cada usuario, estos son los puntos focales de donde se parte al plantear la propuesta de mejora.

1.26. Propuesta de mejora

Al analizar los datos arrojados por medio de las mediciones y simulaciones de la red Riobamba Digital de sector conocido como corredor turístico dos de la ciudad, se concluyó, que la red presenta carencias en ciertos aspectos, estas carencias podrían ser solventadas con la presente propuesta de mejora.

El AP Aruba que se utiliza en la red Riobamba Digital irradia una potencia adecuada para transmisión de datos sin pérdidas de paquetes a distancias menores o iguales a 25 metros, esto basado en las mediciones y simulaciones realizadas en los capítulos anteriores. Como más de un sector cuenta con un solo AP y el nivel de intensidad de potencia adecuada para la transmisión de

información no supera el radio de 25 metros, se concluye que este dispositivo transmisor no logra abastecer el sector de interés.

Por este motivo se investigó un dispositivo transmisor en ambiente *outdoor* que supere estas limitaciones. Se encontró un equipo denominado en el mercado como UAP-AC-Mesh-5G, este equipo pertenece a la marca Ubiquiti. El AP UAP -AC-Mesh-5G es el primer AC Mesh de su categoría, es un AP Unifi con revolucionario sistema *wifi*, que combina rendimiento empresarial, escalabilidad ilimitada y control centralizado.

Viene con dos tipos de antenas, estas son extraíbles, el primer tipo de antena es un par de antenas Omni externas de banda dual como se muestra en la Ilustración 1-5 a), mientras que el segundo tipo de antena es una antena Panel la cual se conecta por medio de adaptadores coaxiales como se muestra en la Ilustración 1-5 b) y c)

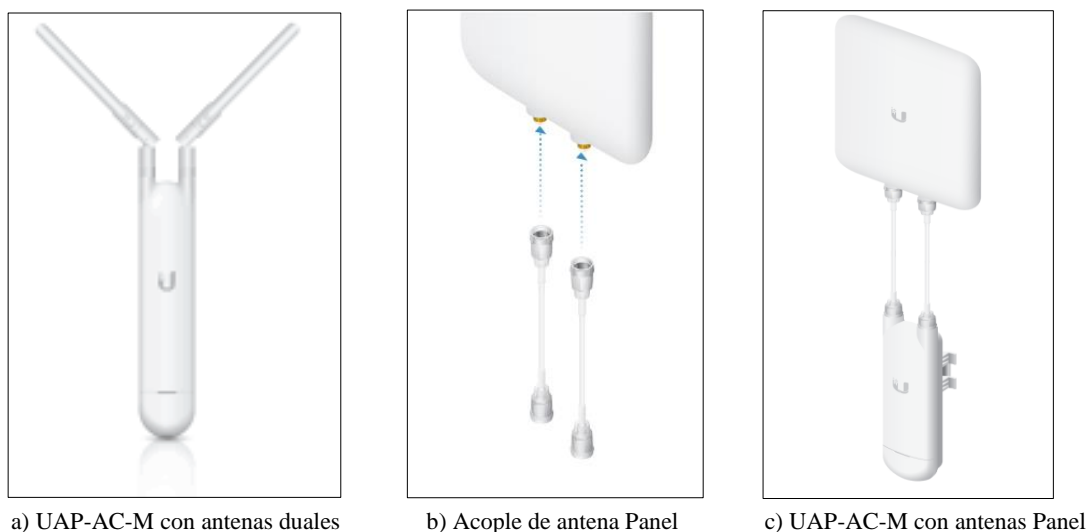


Ilustración 1-0 : Equipo UAP-AC-Mesh-5G con sus tipos de antenas.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La Tabla 1-5 muestra las características del equipo UAP-AC-Mesh-5G, entre las características se encuentran dimensiones del equipo, frecuencia de operación, ganancia de las antenas entre otras.

Tabla 1-0: Características del equipo UAP-AC-Mesh-5G

Dimensiones	201.3 x 128.0 x 32.5 mm (7.93 x 5.04 x 1.28")
Peso <ul style="list-style-type: none"> • Con soporte • Sin soporte 	<ul style="list-style-type: none"> • 480 g (16.93 oz) • 400 g (14.11 oz)
Tipo de AP	Plástico estabilizado UV para exteriores
Rango de frecuencias soportados	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 - 2.5 GHz • 5.1 - 5.9 GHz
Máxima VSWR	2.5:1
Aislamiento de polarización cruzada <ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz • 5 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 dB • 30 dB
Antenas	<ul style="list-style-type: none"> • (2) antenas Omni externas de banda dual • (1) antena de panel
Gancia de la antena <ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz • 5 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 10dBi • 15dBi
Potencia de transmisión máxima soportada	25dBm
Método de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • PoE pasivo 24 V (pares 4, 5+ para la ida y 7, 8 para el retorno) • 802,3af Alternative A (pares 1, 2+ para la ida y 3, 6 para el retorno)
Fuente de alimentación	Adaptador Gigabit PoE de 24 V, 0,5 A (Incluido con el dispositivo)
Rango de tensión admitido	44 a 57 VCC
Máximo consumo de energía	8.5w
Estándares <i>wifi</i> de trabajo	802.11a/b/g/n/ac
Seguridad inalámbrica	WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2, TKIP/AES)
BSSID	Hasta cuatro por radio
Montaje	Pared/poste/montaje rápido (Kits incluidos)
Temperatura de funcionamiento	De -30° C a 70° C (de 14° F a 158° F)
Humedad de funcionamiento	5% a 95 % sin condensación
Certificaciones	CE, FCC, IC

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Las ubicaciones indicadas en la Tabla 2-3 generan los mapas de calor de las simulaciones del apartado 3.5, al analizar se observa que las ubicaciones no son las idóneas, estas se encuentran en las esquinas de los sectores de interés, como el patrón de radiación de la antena del equipo (Aruba) es omnidireccional, la potencia que irradia hacia las direcciones opuestas al sector de interés es desperdiciada ya que en su gran mayoría son edificaciones. Los APs están ubicados en los postes

de la empresa eléctrica cerca al sector beneficiado por el servicio, a una altura aproximada de 5 a 6 metros, esto se observa en el esquema de la Ilustración 2-5, no obstante al realizar las simulaciones y mediciones del nivel de potencia captada por el receptor en el Capítulo III y IV se pudo identificar que si los APs están irradiando desde estas ubicaciones no generan la mayor cobertura posible a un nivel de potencia recomendable superior al umbral de recepción establecido por la Tabla 7-2, que establece para la comunicación con calidad de servicio.

Por esto se deberían reubicar los Access Point que presenten este tipo de limitaciones, de esta manera el nivel de intensidad de señal emitida será mayor en relación con el área de análisis. Para ver la factibilidad de esta reubicación se realiza un estudio de cada uno de estos sectores al identificar que si existe manera de reubicar los Access Point. En la mayor parte de sectores existente postes pertenecientes a la empresa eléctrica donde se pueden reubicar los Access Point, para los casos de no contar con postes cercanos se contemplaría colocar postes galvanizados con base de cemento, justificando el gasto adicional que este trabajo conlleva, con la mejora tan significativa en el servicio de la red Riobamba Digital.

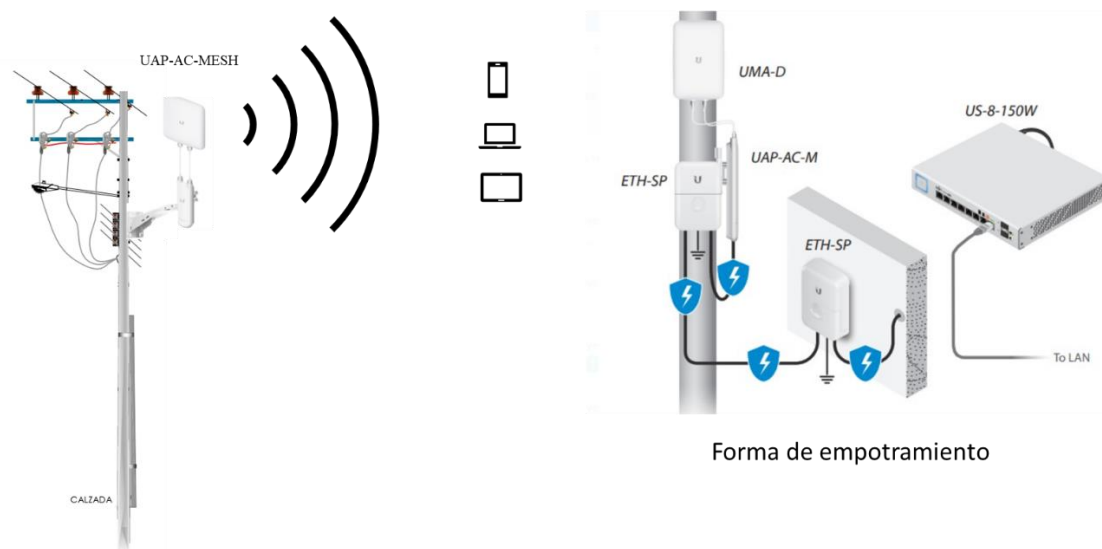


Ilustración 2-0 : Localización de los AP en los postes de la empresa eléctrica.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Para el estudio del número de APs por sector, se determinó que con las reubicaciones de los APs conjuntamente con el nuevo modelo de Access Point propuesto, no sería necesario agregar dispositivos a la red, sino todo lo contrario, en algunos sectores, si consideraríamos la reubicación de los Access Point con el posible nuevo AP, con un solo dispositivo sería suficiente para brindar un nivel de intensidad de señal superior al existente actualmente y asegurar conjuntamente QoS.

Los Access Point pertenecientes a la propuesta de mejora se muestran en la Tabla 2-5, esta tabla describe el nombre de los Access Point de la red, las coordenadas de los APs propuestas, en caso de que el Access Point no fuera reubicado se indica en la tabla el identificador (No se reubico) y la frecuencia de operación, como los dos Access Point trabajan en el mismo rango de frecuencias, las frecuencias de operación serán las mismas que están descritas en la Tabla 2-3.

Tabla 2-0: Ubicación y frecuencia De Los Aps De Riobamba Digital

Nombre del AP	Coordenadas	Frecuencia de operación (Hz)
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	-1.666469444 -78.65283056	5260 CH 52
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	-1.669513889 -78.65101944	5500 CH 100
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	-1.672719444 -78.64844722	5500 CH 100
AP_Parque_21_Abril_2500041	-1.666072222 -78.65353889	5260 CH 52
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	-1.666713889 -78.65325278	5500 CH 100
AP_Coliseo_Teodoro_G_250881-AP2	No existe	S/N
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	-1.667113889 -78.65499444	5500 CH 100
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	No se reubico	5260 CH 52
AP_San_Alfonso_15493-AP2	-1.671458333 -78.64632778	5500 CH 100
AP_Parque_la_Libertad_2320548	-1.674541667 -78.64605556	5260 CH 52
AP_San_Francisco_18978	-1.674858333 -78.64701667	5500 CH 100
AP_Plaza_Roja_3238403	No se reubico	5260 CH 52
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	-1.667677778 -78.65348333	5500 CH 100
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	-1.670352778 -78.64954167	5260 CH 52
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	-1.676105556 -78.64324722	5500 CH 100

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Las Ilustraciones 3-5, 5-5, 7-5, 9-5, 11-5, 13-5, 15-5, 17-5, 19-5, 21-5, 23-5, 25-5, 27-5 y 29-5 representan los mapas de calor generados por los Access Point UAP-AC-Mesh-5G con las ubicación descritas en las Tabla 2-5, por medio del *software* Atoll, estos mapas de calor indican el nivel de cobertura irradiada en un radio de análisis de 50 metros, esta cobertura como se visualiza en las ilustraciones satisface el umbral de recepción para asegurar una comunicación exitosa, reduciendo considerablemente la probabilidad de pérdida de paquetes durante la comunicación. Al analizar las Ilustraciones se aprecia que para un radio de 50 metros la potencia entregada por el Access Point UAP-AC-Mesh-5G es de -75 dBm.

Por otro lado, las Ilustraciones 4-5, 6-5, 8-5, 10-5, 12-5, 14-5, 16-5, 18-5, 20-5, 22-5, 24-5, 26-5, 28-5 y 230-5 muestran el histograma de potencia recibida por kilómetro cuadrado, considerando el mismo radio de análisis.

En el Anexo F se visualiza un mapa de calor general, exportado al *software* Google Earth, de todos los Access Point indicados en la propuesta de mejora.

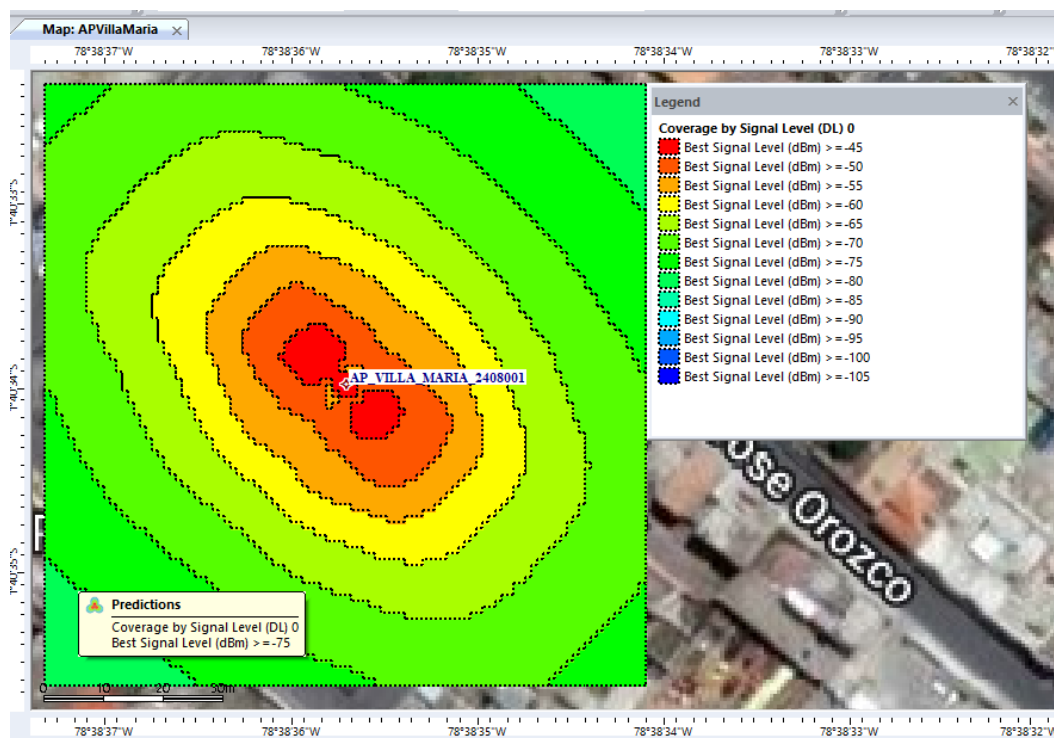


Ilustración 3-0 : Mapa cobertura del AP_Parque_Villa_Maria_2408001 generado por el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

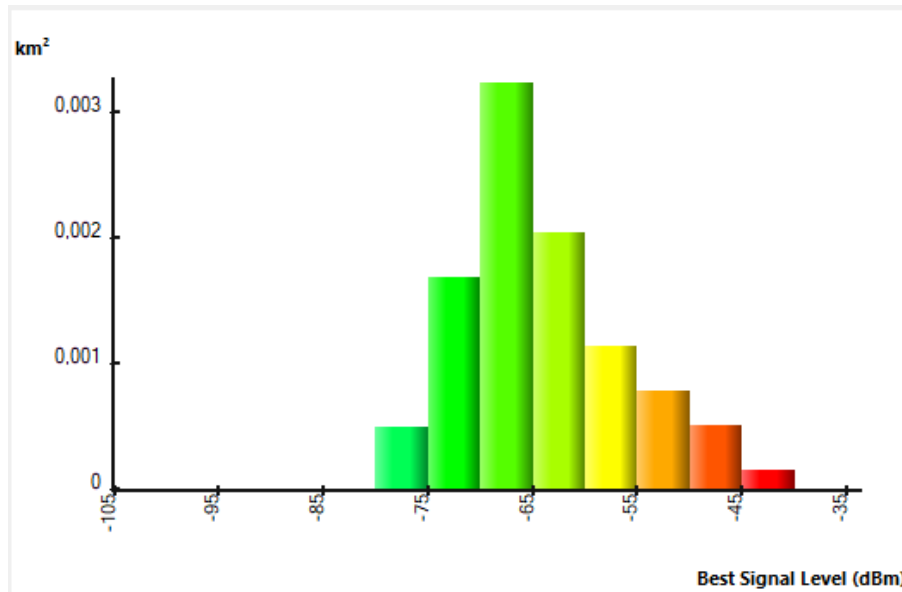


Ilustración 4-0 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_Villa_Maria_2408001 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

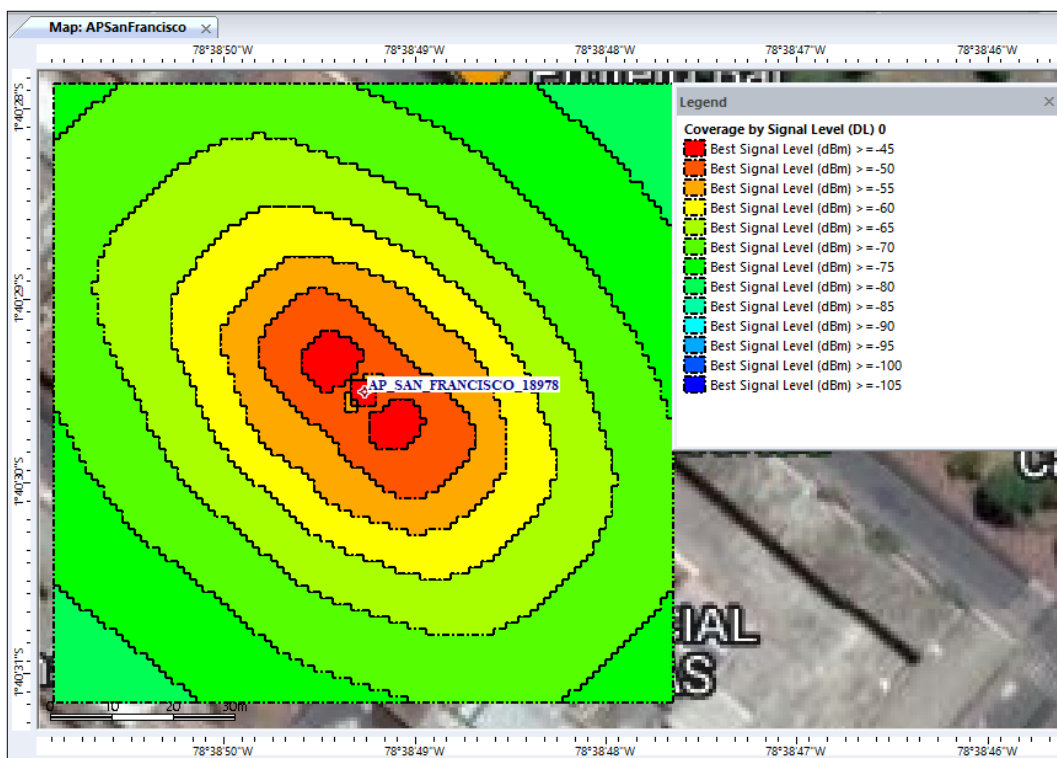


Ilustración 5-0 : Mapa cobertura del AP_San_Francisco_18978 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

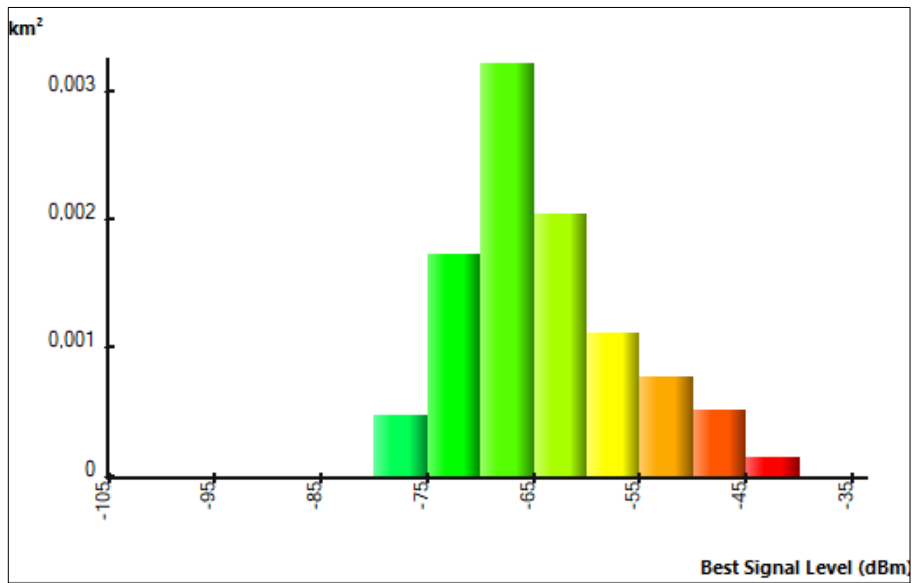


Ilustración 6-0 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP-SanFrancisco18978 generado por el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

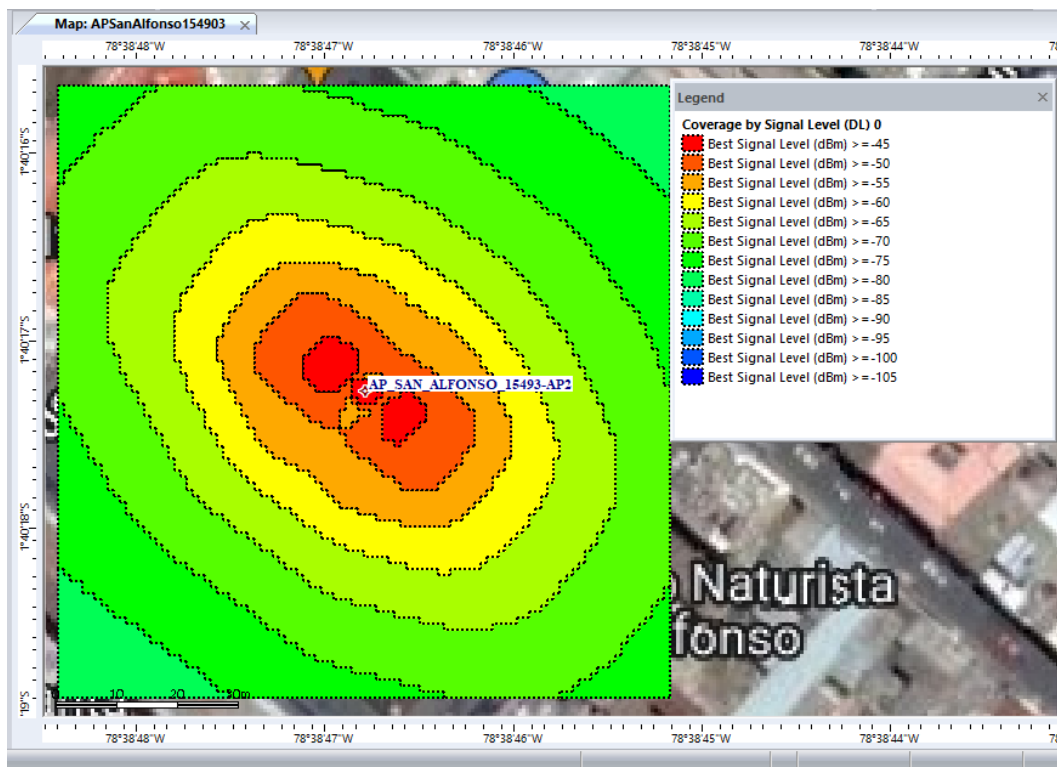


Ilustración 7-0 : Mapa cobertura del AP_San_Alfonso_15493-AP2 generado por el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

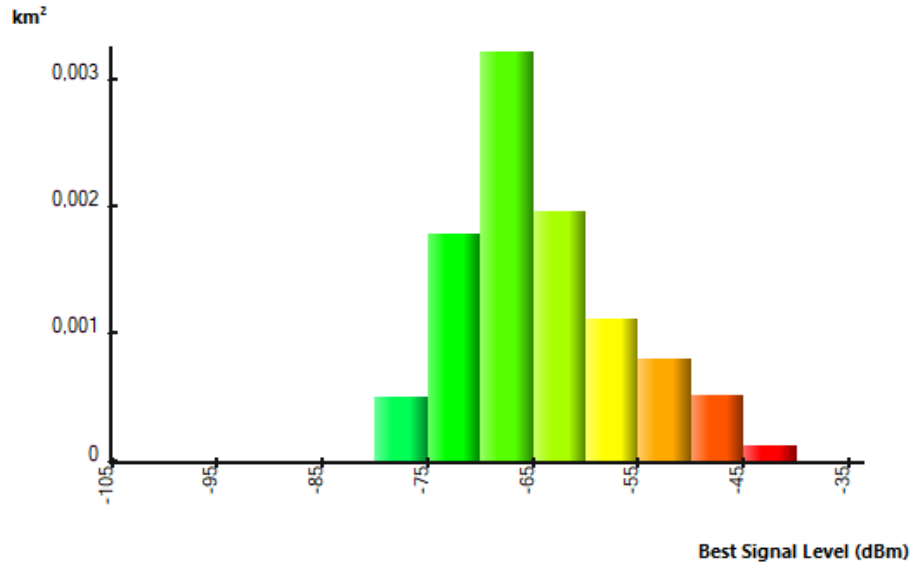


Ilustración 8-0 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_San_Alfonso_15493-AP2 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

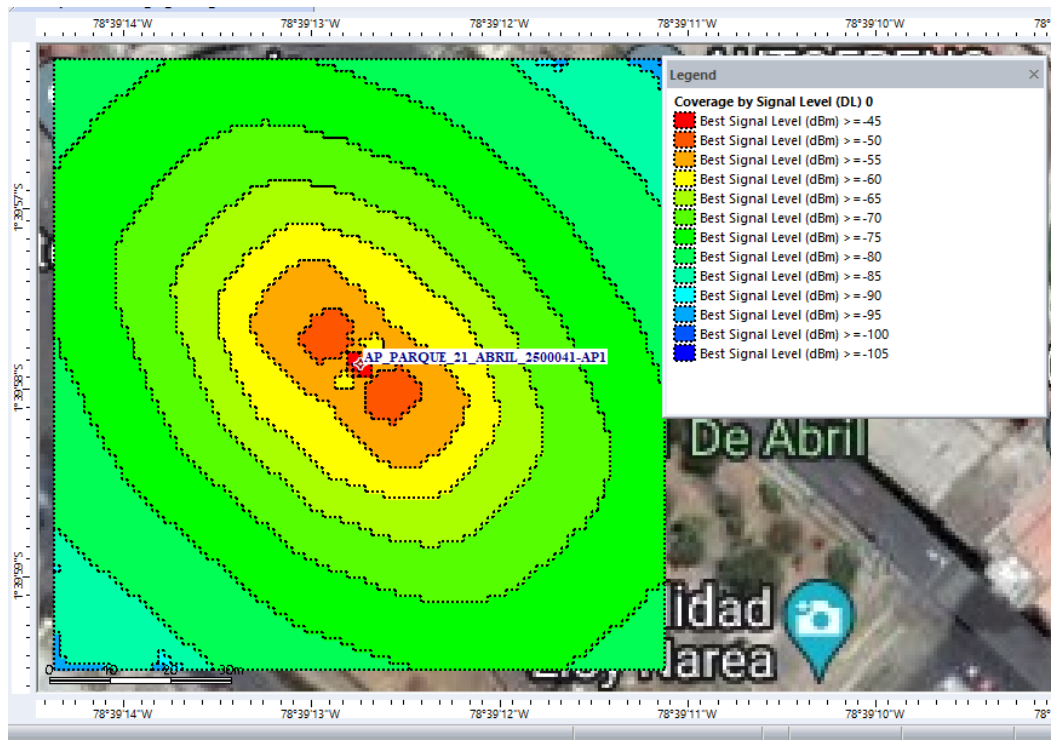


Ilustración 9-0 : Mapa cobertura del AP-Parque21Abril2500041 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

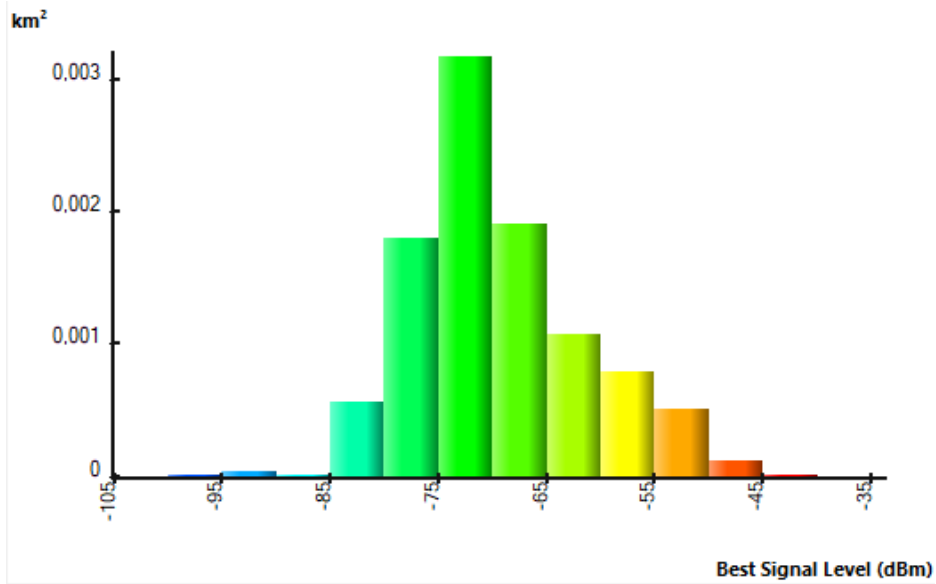


Ilustración 10-0 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP-Parque21Abril2500041 generado por el *software* Atoll
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

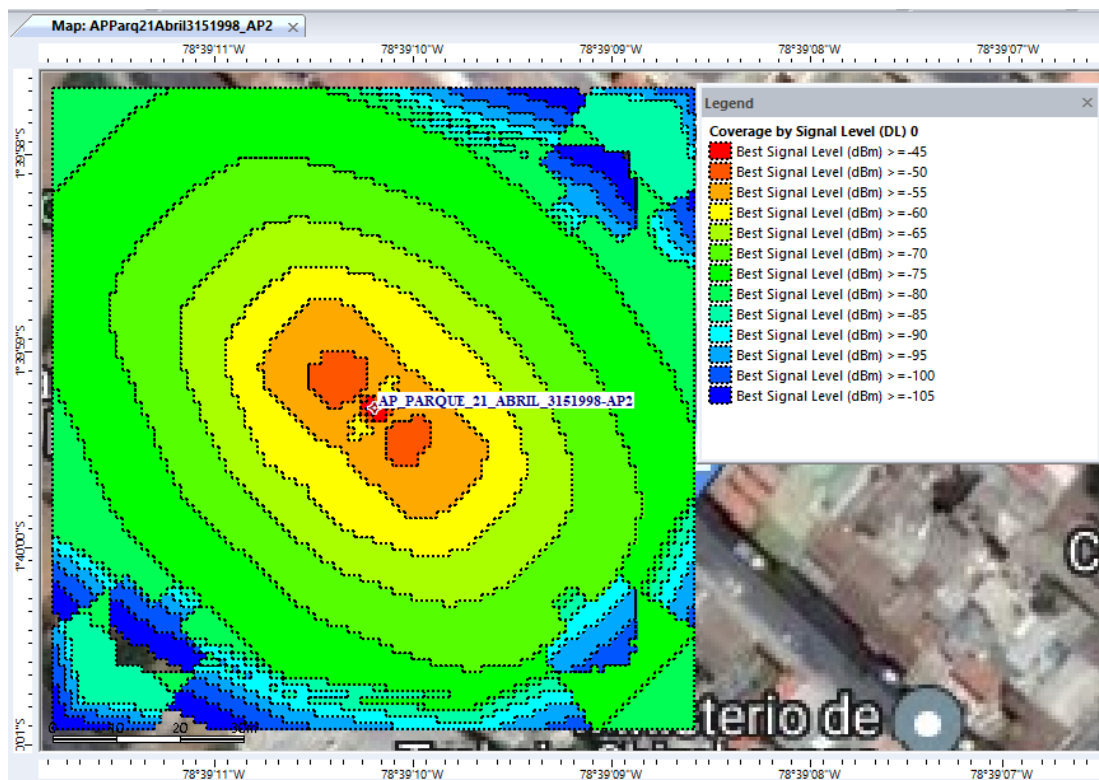


Ilustración 11-0 : Mapa cobertura del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

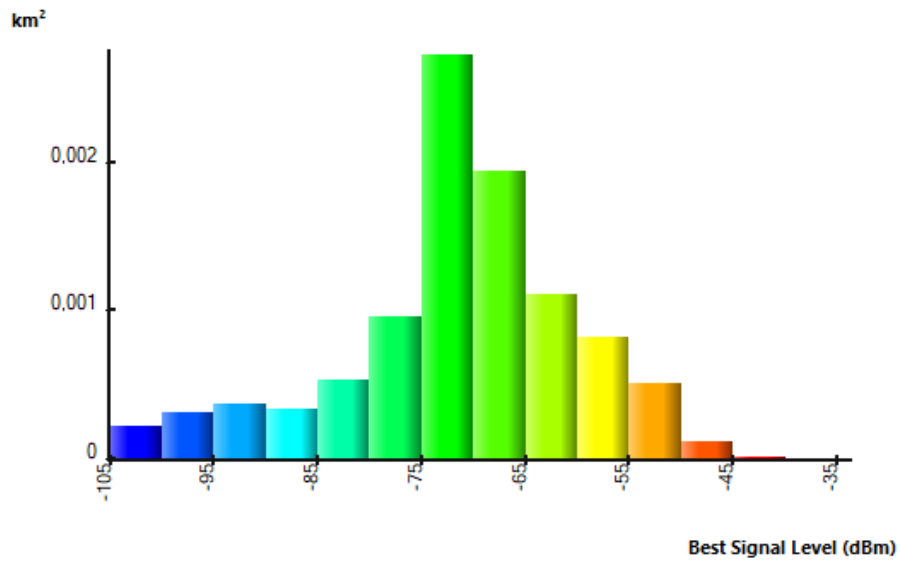


Ilustración 12-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2 generado por el *software* Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

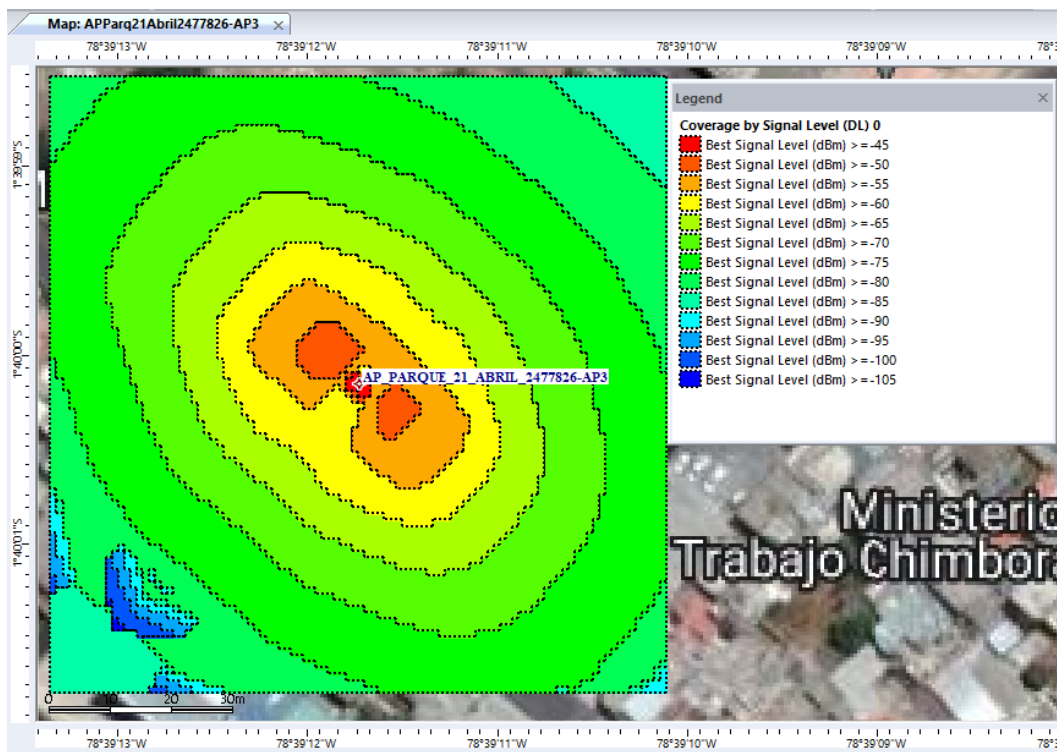


Ilustración 13-0 : Mapa cobertura del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3 generado por el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

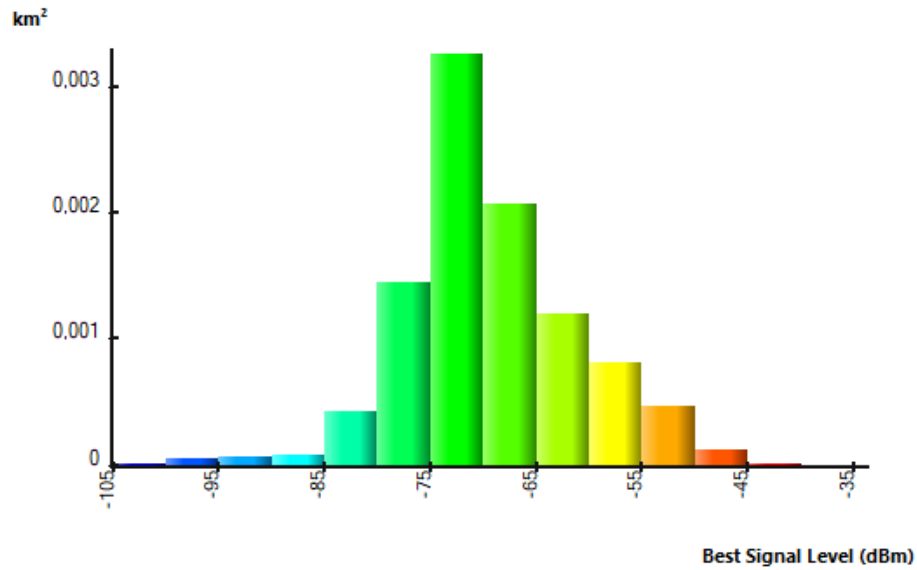


Ilustración 14-0 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

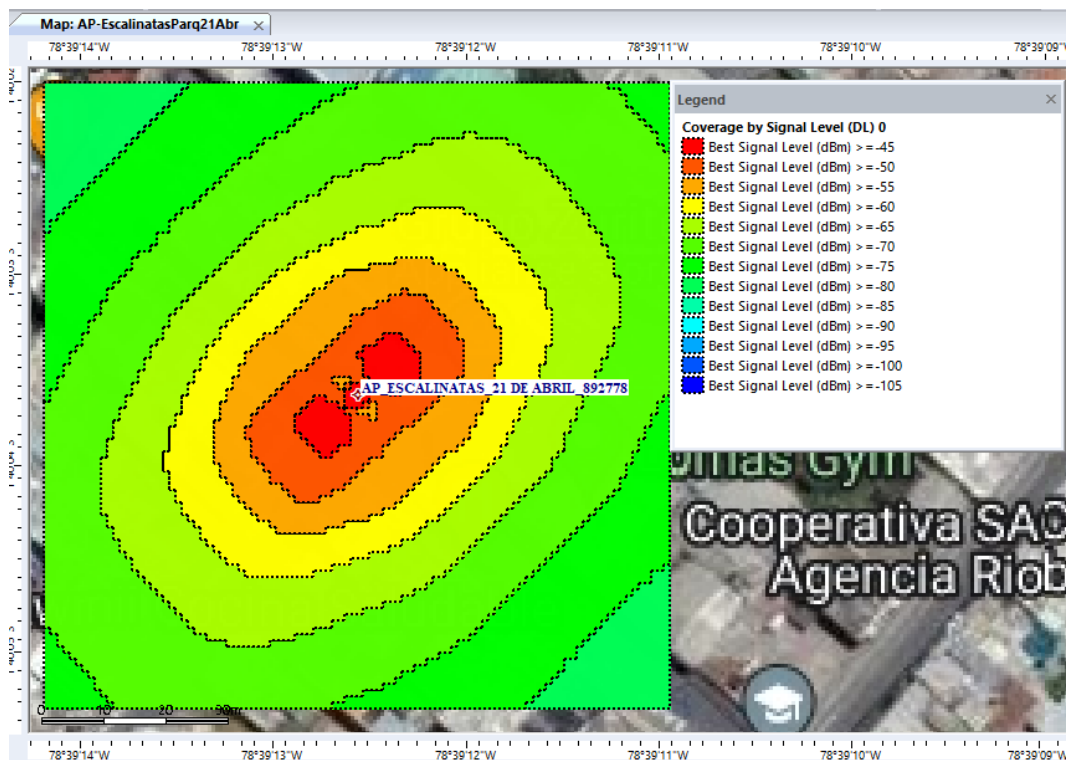


Ilustración 15-0 : Mapa cobertura del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

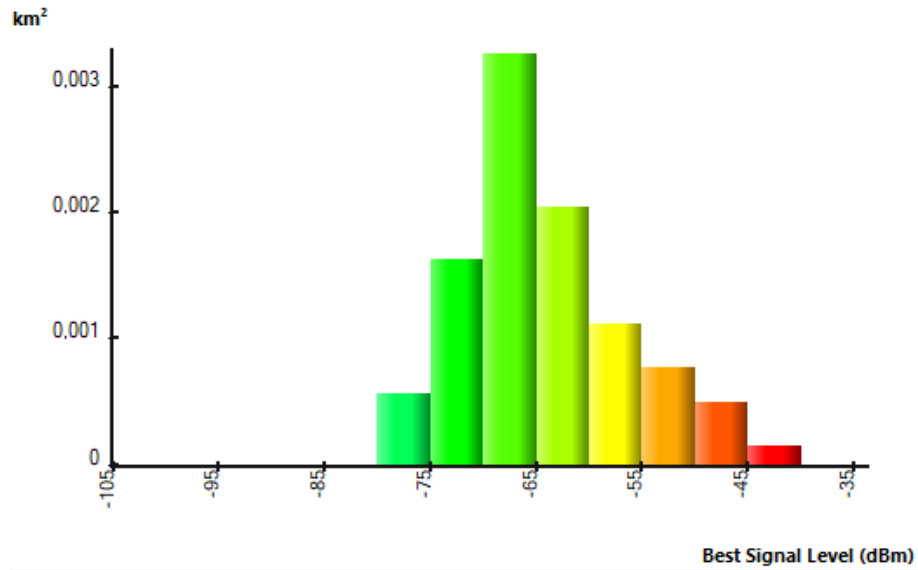


Ilustración 16-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778 generado por el *software* Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

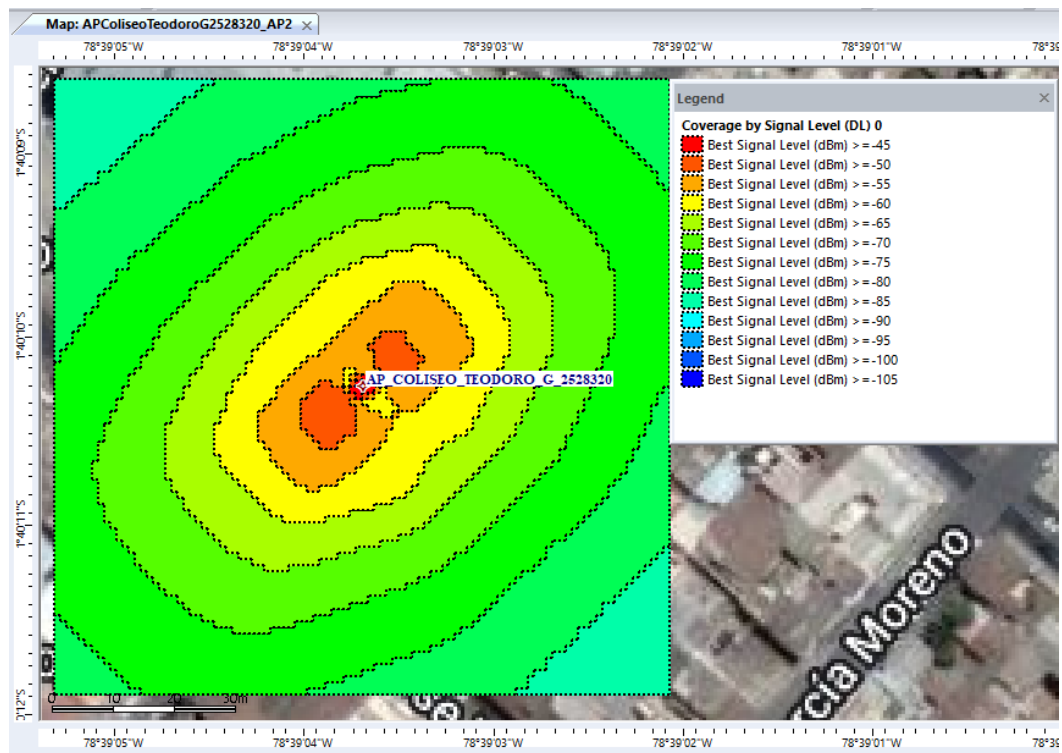


Ilustración 17-0 : Mapa cobertura del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2 generado por el *software* Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

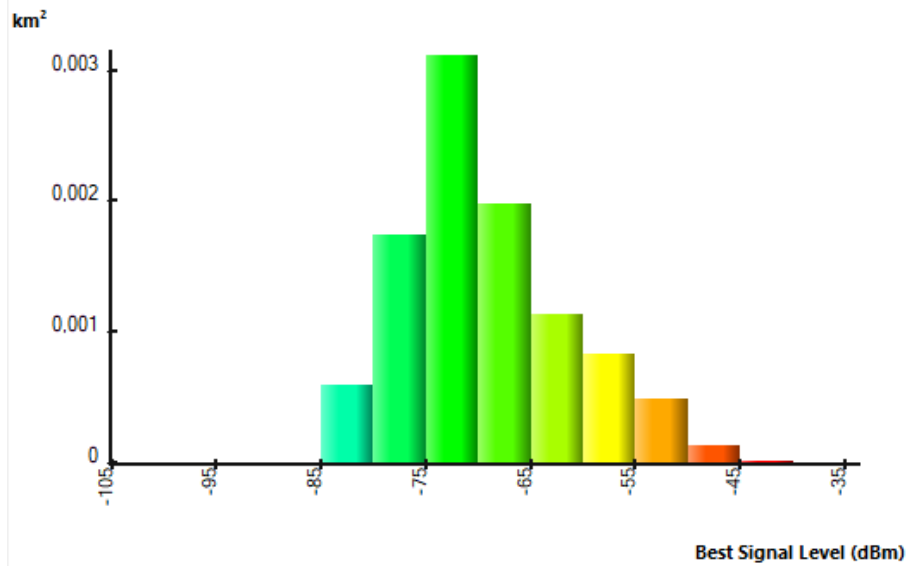


Ilustración 18-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2 generado por el *software* Atoll
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

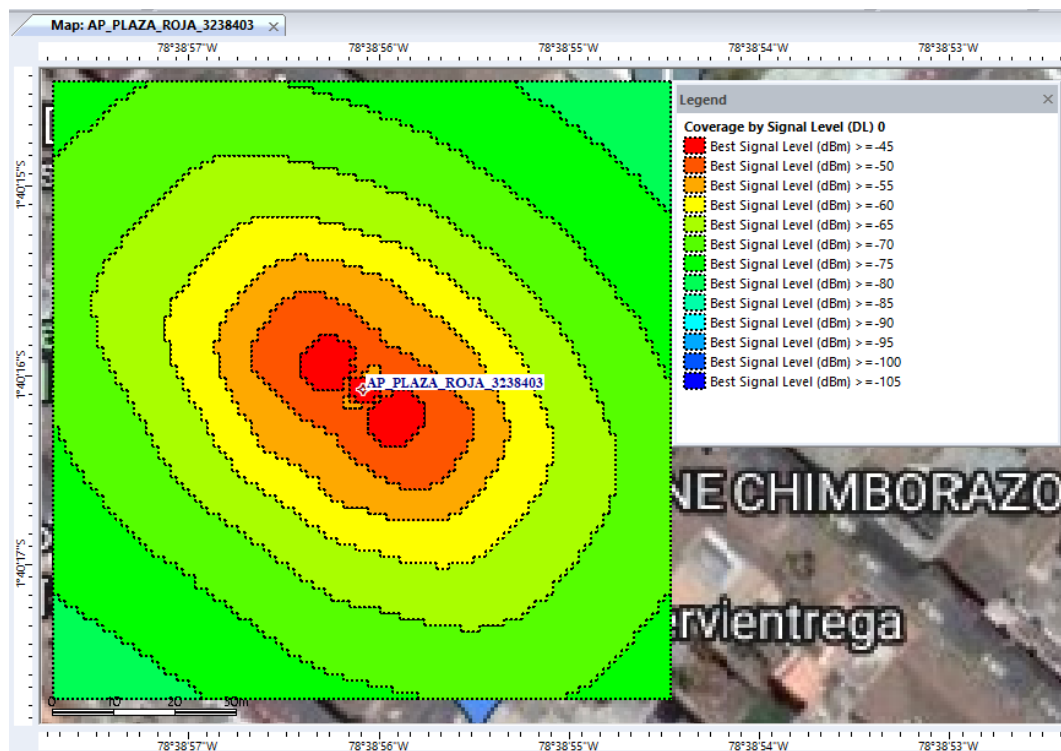


Ilustración 19-0 : Mapa cobertura del AP_Plaza_Roja_3238403 generado por el *software* Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

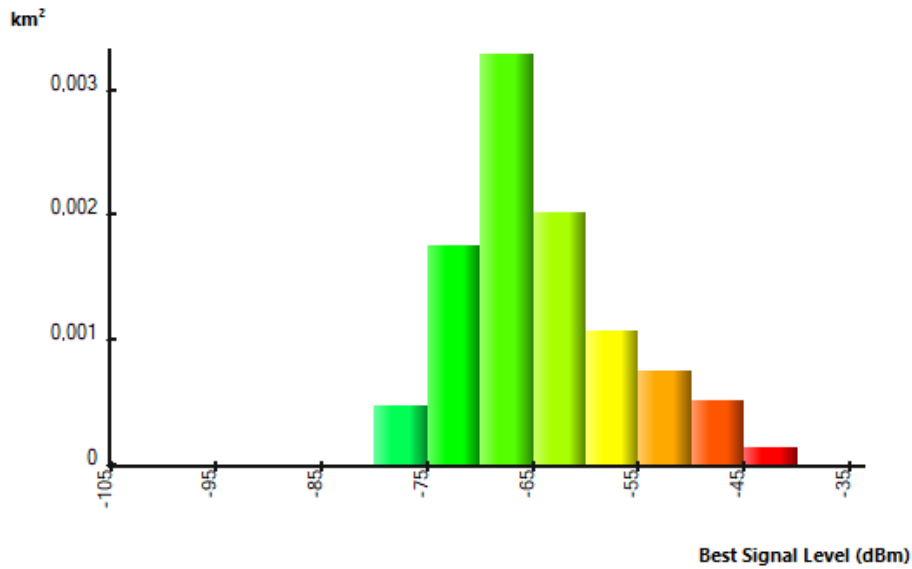


Ilustración 20-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Plaza_Roja_3238403 generado por el *software* Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

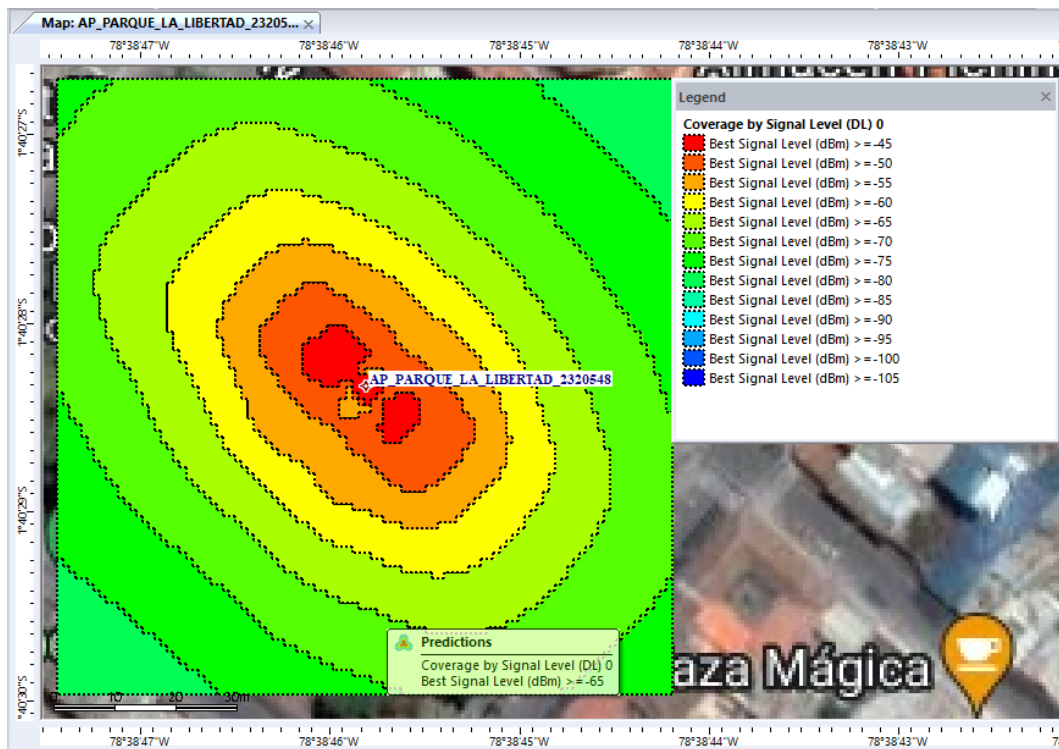


Ilustración 21-0 : Mapa cobertura del AP_Parque_la_Libertad_2320548 generado por el *software* Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

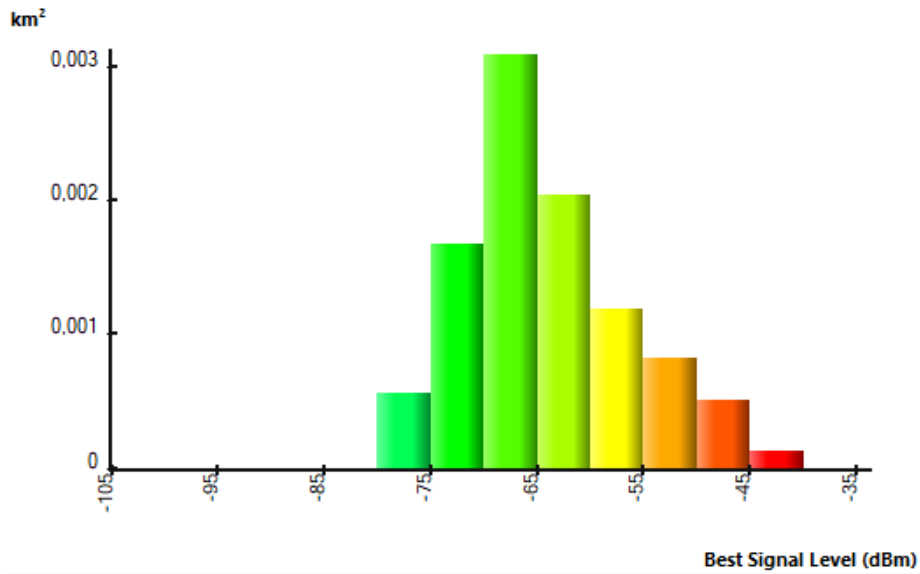


Ilustración 22-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Parque_la_Libertad_2320548 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

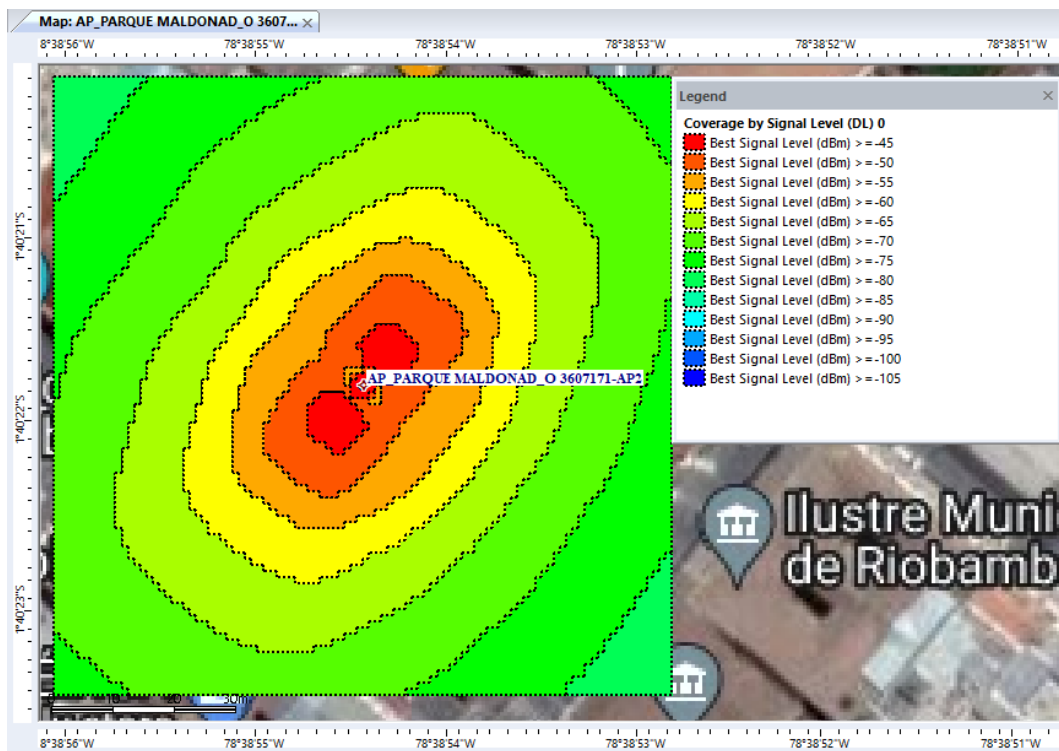


Ilustración 23-0 : Mapa cobertura del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

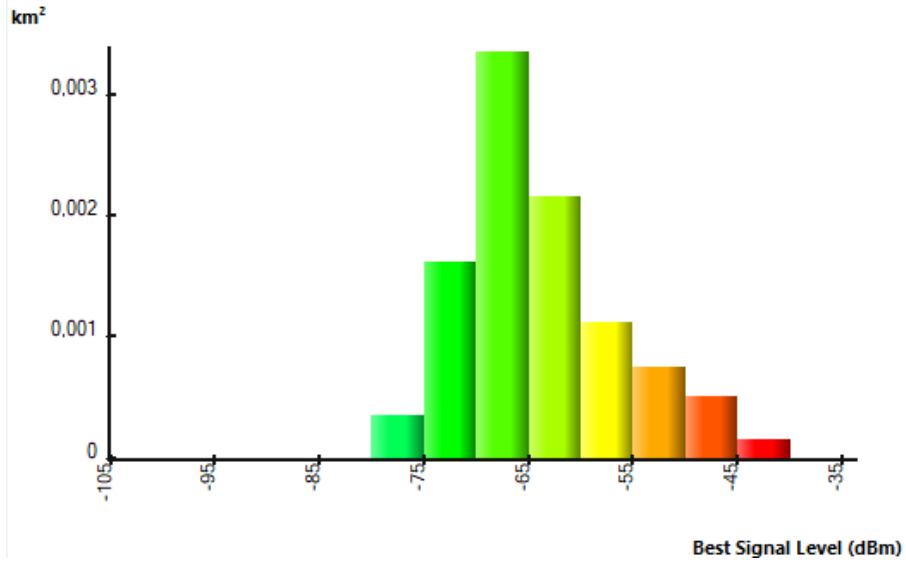


Ilustración 24-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2 generado por el *software* Atoll
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

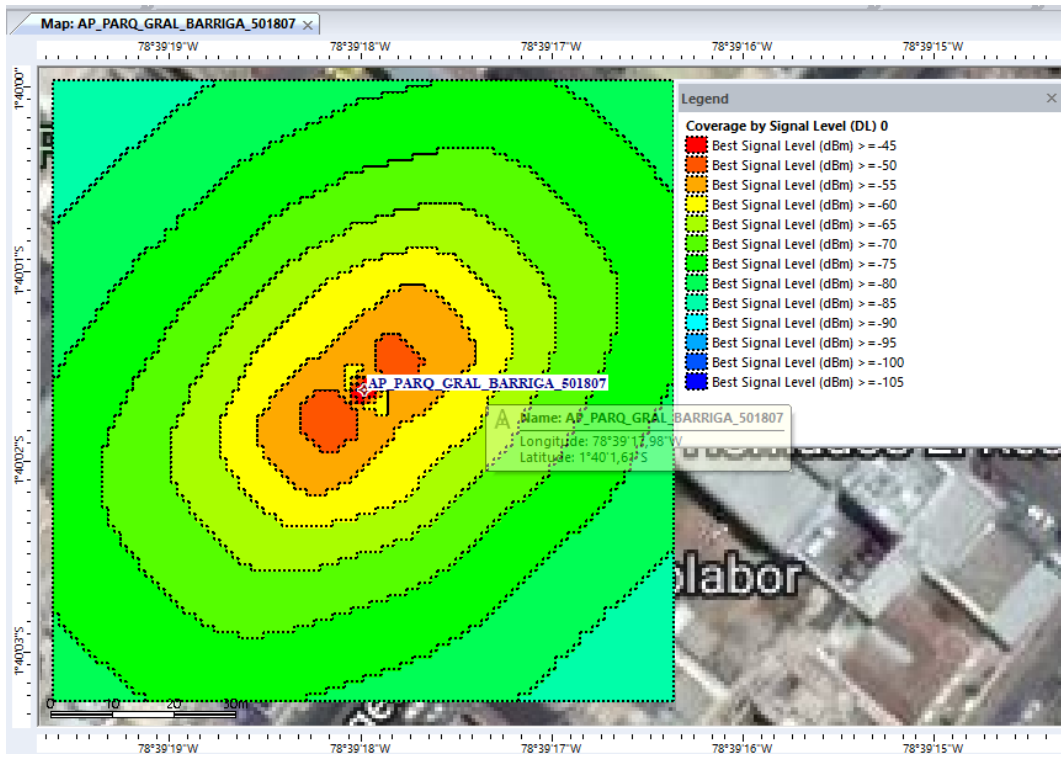


Ilustración 25-0 : Mapa cobertura del AP_Parq_Gral_Barriga_501807 generado por el *software* Atoll.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

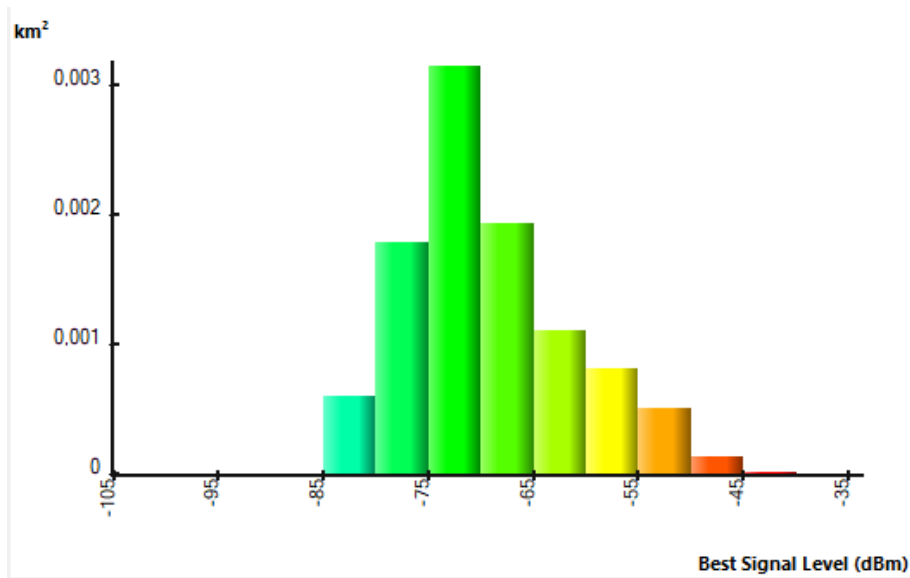


Ilustración 26-0 : Porcentaje de potencia recibida por km2 del AP_Parq_Gral_Barriga_501807 generado por el *software* Atoll
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

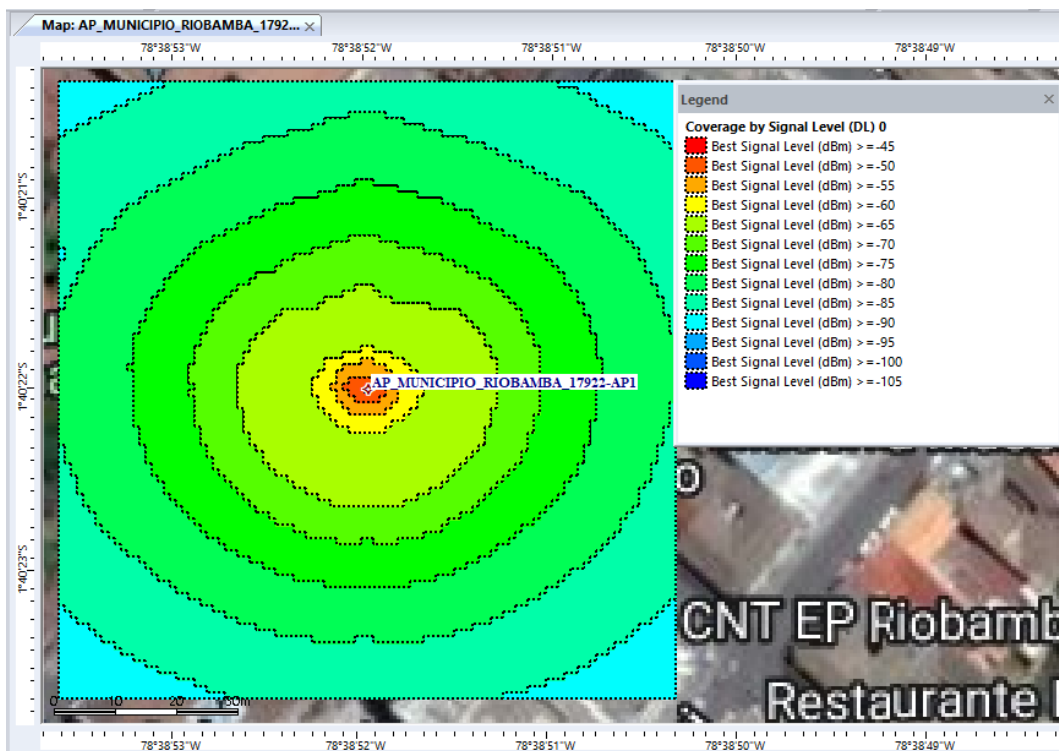


Ilustración 27-0 : Mapa cobertura del AP_Municipio_Riobamba_17922-API generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

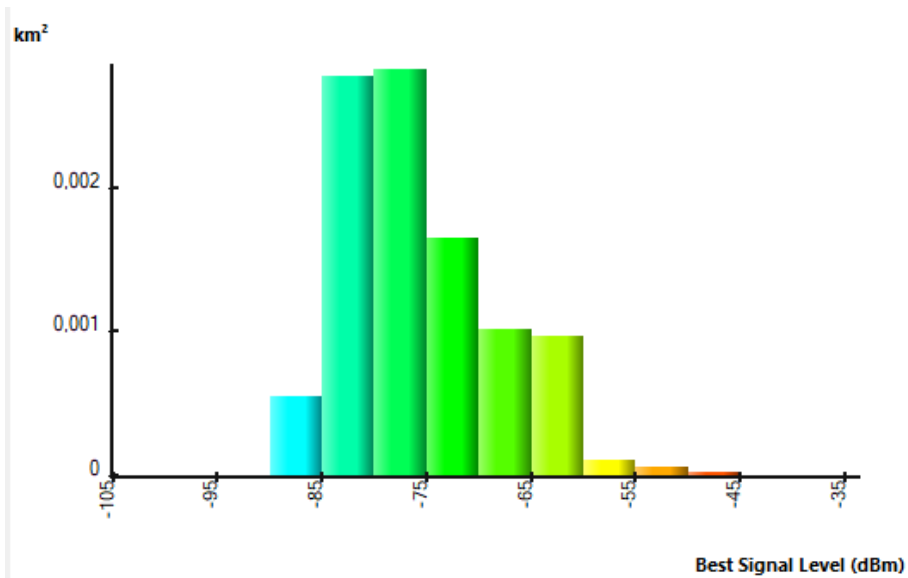


Ilustración 28-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1 generado por el software Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

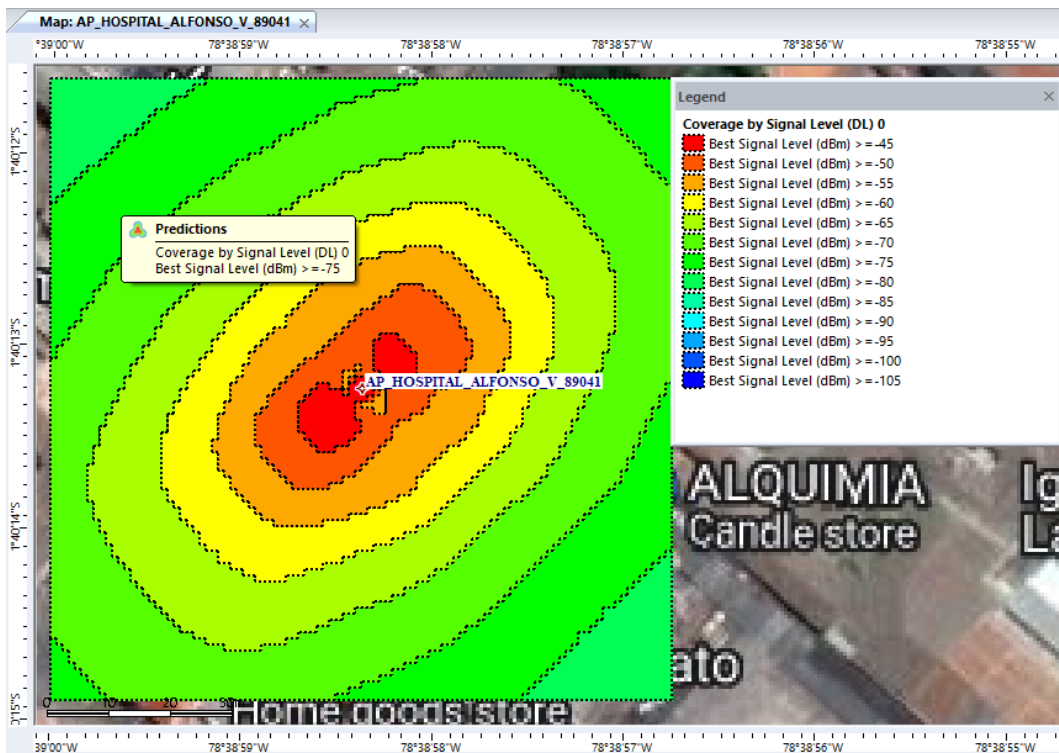


Ilustración 29-0 : Mapa cobertura del AP_Hospital_Alfonso_V_89041 generado por el software Atoll.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

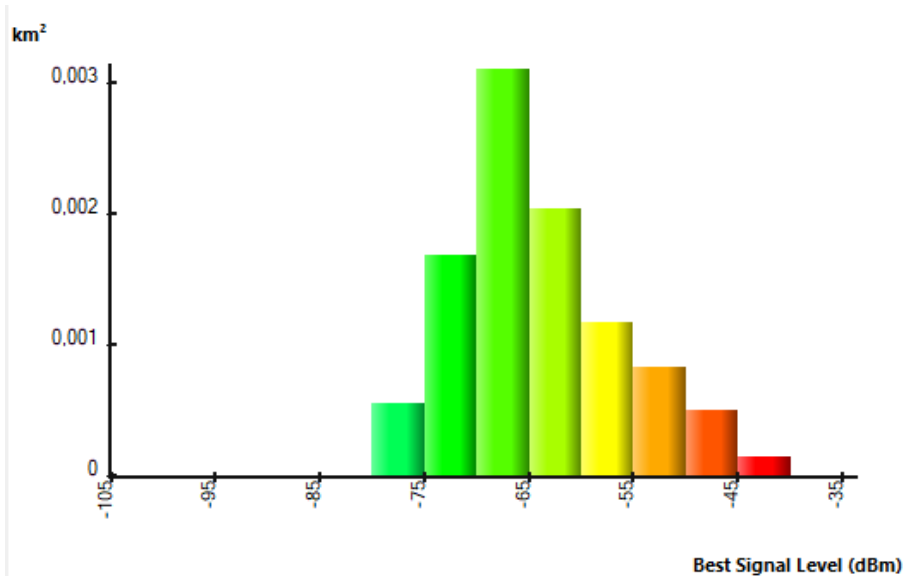


Ilustración 30-0 : Porcentaje de potencia recibida por km² del AP_Hospital_Alfonso_V_89041 generado por el *software* Atoll.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Tabla 3-5 expresa el área cubierta en relación con el radio de análisis por un rango de intensidad de señal por de Km² y porcentajes de las Ilustraciones 4-5, 6-5, 8-5, 10-5, 12-5, 14-5, 16-5, 18-5, 20-5, 22-5, 24-5, 26-5, 28-5 y 230-5. Los niveles de potencia de entre -60 dBm a -75 dBm cubren las áreas más extensas del radio de análisis, abarcando un porcentaje de entre el 12% al 33% del área cubierta del radio de análisis, estos valores de potencia recibida se encuentran dentro del umbral de intensidad potencia indicado en la Tabla 7-2 para una comunicación fiable e integra.

Los valores de potencia recibida en el rango de -100 dBm a -80 dBm, se encuentra en el porcentaje de entre 0% al 4% máximo de área cubierta respecto al radio de análisis teniendo en cuenta que estos son los valores de potencia inaceptables para la transmisión de información, indicados por la recomendación de la UIT.

Tabla 3-0: Rango de intensidad de señal recibida por kilómetro cuadrado en el radio de análisis.

Intervalo de potencia (dBm)	-100 a -95	-95 a -90	-90 a -85	-85 a -80	-80 a -75	-75 a -70	-70 a -65	-65 a -60	-60 a -55	-55 a -50	-50 a -45	-45 a -40
AP_Parque_Villa_Maria_2408001												
km ²	0	0	0	0	0.0005	0.0017	0.0032	0.002	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	4.9	16.78	32.41	20.38	11.31	7.76	5.02	1.44
AP_San_Francisco_18978												
km ²	0	0	0	0	0.0005	0.0017	0.0032	0.002	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	4.73	17.33	32.21	20.39	11.14	7.68	5.14	1.38
AP_San_Francisco_18978												
km ²	0	0	0	0	0.0005	0.0018	0.0032	0.002	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	4.96	17.85	32.23	19.59	11.09	7.98	5.09	1.21
AP_PARQUE_21_ABRIL_2500041-API												
km ²	0	0	0	0.0006	0.0018	0.0032	0.0019	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001	0
Porcentaje (%)	0.01	0.31	0.12	5.61	17.96	31.82	19.1	10.73	7.95	5.1	1.19	0.1
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2												
km ²	0.0003	0.0004	0.0003	0.0005	0.001	0.0027	0.0019	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001	0
Porcentaje (%)	3.1058	3.6587	3.3571	5.3573	9.5688	27.4902	19.5598	11.1267	8.2521	5.1161	1.1257	0.0905
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3												
km ²	0	0.0001	0.0001	0.0004	0.0014	0.0033	0.0021	0.0012	0.0008	0.0005	0.0001	0
Porcentaje (%)	0.47	0.61	0.71	4.22	14.42	32.65	20.78	11.96	8.17	4.67	1.2	0.1
AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778												
km ²	0	0	0	0	0.0006	0.0016	0.0033	0.002	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	5.66	16.24	32.59	20.34	11.08	7.7	4.94	1.45
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2												

km²	0	0	0	0.0006	0.0017	0.0031	0.002	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001	0
Porcentaje (%)	0	0	0	5.88	17.37	31.2	19.74	11.37	8.26	4.84	1.24	0.1
AP_Plaza_Roja_3238403												
km²	0	0	0	0	0.0005	0.0017	0.0033	0.002	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	4.69	17.5	32.94	20.13	10.72	7.54	5.09	1.39
AP_Parque_la_Libertad_2320548												
km²	0	0	0	0	0.0006	0.0017	0.0031	0.002	0.0012	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	5.57	16.7	30.94	20.37	11.84	8.26	5.01	1.31
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2												
km²	0	0	0	0	0.0004	0.0016	0.0034	0.0022	0.0011	0.0007	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	3.55	16.23	33.6	21.56	11.14	7.44	5.03	1.45
AP_Parq_Gral_Barriga_501807												
km²	0	0	0	0.0006	0.0018	0.0031	0.0019	0.0011	0.0008	0.0005	0.0001	0
Porcentaje (%)	0	0	0	5.96	17.76	31.43	19.34	11.07	8.1	5.03	1.21	0.1
AP_Hospital_Alfonso_V_89041												
km²	0	0	0	0	0.0005	0.0017	0.0031	0.002	0.0012	0.0008	0.0005	0.0001
Porcentaje (%)	0	0	0	0	5.44	16.83	31.14	20.36	11.68	8.28	4.91	1.36

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

En la Tabla 4-5 se describe la media y la desviación estándar generada por la cobertura de cada Access Point de la red Riobamba Digital, obtenidas por la simulación en el *software* Atoll.

Tabla 4-0: Media y desviación estándar generadas por la cobertura de los Access Point.

Nombre del Access Point	Media (dBm)	Desviación estándar (dBm)
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	-55.54	9.38
AP_San_Francisco_18978	-55.61	9.45
AP_San_Alfonso_15493-AP2	-55.74	9.51
AP_PARQUE_21_ABRIL_2500041-API	-60.7	9.5
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	-60.73	9.53
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	-60.73	9.49
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	-55.59	9.43
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	-60.55	9.52
AP_Plaza_Roja_3238403	-55.6	9.43
AP_Parque_la_Libertad_2320548	-55.61	9.44
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	-55.56	9.42
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	-60.59	9.54
AP_Municipio_Riobamba_17922-API	-67.58	8.14
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	-55.67	9.43

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

De la Tabla 4-5 se observa que la media estándar de los APs de la red de Riobamba Digital se encuentra en el rango de -55 a -60 dBm que es un excelente nivel de señal es adecuado para todos los usos de la red, tomando en cuenta que tiene una desviación estándar de 8-9 dBm esto indica que es una red no tan dispersa y que puede llegar a picos de -69 dBm que esta intensidad de señal será suficiente para voz sobre IP y streaming de vídeo.

1.26.1. Simulación de una porción de red en el software GNS3

De acuerdo con la información recopilada en la Tabla 13-2, que indica que, para que un usuario acceda a varias páginas web simultáneamente es necesario un ancho de banda mayor a 1.5 Mbps o 2 Mbps, Si bien el servicio de la red Riobamba Digital es un gran avance en crear una ciudad autómatas e inteligente que se encuentre conectada 24/7, pero por ello la red debe poseer la suficiente capacidad para que las personas que se conecten a la red puedan navegar con soltura y rapidez como lo hacen en sus hogares. Como se estableció en un rápida y breve simulación en el Capítulo III y las mediciones del Capítulo IV, la red cuando está completamente saturada presenta retardos y latencias e incluso perdida de paquetes superiores a los umbrales de las recomendaciones de la UIT, Por este motivo se propone aumentar el ancho de banda del canal a 3Mbps con una proyección a 5Mbps dentro de un par de años. como lo indica la Tabla 13-2, además de contar un intervalo de guarda de 0.5 Mbps para que el canal de comunicación no se sature. En la Ilustración 31-5 se muestra la topología de la red.



Ilustración 31-0 : Topología de la red.

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La red simulada es la misma que se simuló en el Capítulo IV, agregando las características de mejora de calidad analizadas, esto se describe en la Tabla 5-5

Tabla 5-0: Conexión de los equipos según sus interfaces.

Equipos que intervienen en lo enlaces de la red	Interfaces	Ancho de banda del canal	Intervalo de guarda
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-1)	e0/0 — eth0	3 Mbps	0.5 Mbps
(Router_R1) — (Host_Ubuntu-1)	e0/1 — eth0	3 Mbps	0.5 Mbps
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-3)	e0/2 — eth0	3 Mbps	0.5 Mbps
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-4)	e0/3 — eth0	3 Mbps	0.5 Mbps
(Router_R1) — (Host_WebTerminal-5)	e1/0 — eth0	3 Mbps	0.5 Mbps
(Router_R1) — (Router_R2)	e0/0 — Gi0/1	15 Mbps	2.5 Mbps
(Router_R2) — (Router_R3)	Gi0/0 — Gi0/0	1 Gbps	S/N
(Router_R3) — (Router_Router de Frontera)	Gi0/0 — Gi0/0	1 Gbps	S/N

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Generación de tráfico en la red. – Del mismo modo que la simulación realizada en el Capítulo III se generó tráfico en todos los hosts denominados como Web Terminal estos hosts ingresan a las páginas web como YouTube, Facebook, Wikipedia, entre otras páginas, se ingresan a más de una página por host simultáneamente, esto se visualiza en las Ilustraciones 32-5, 33-5, 34-5, 35-5.

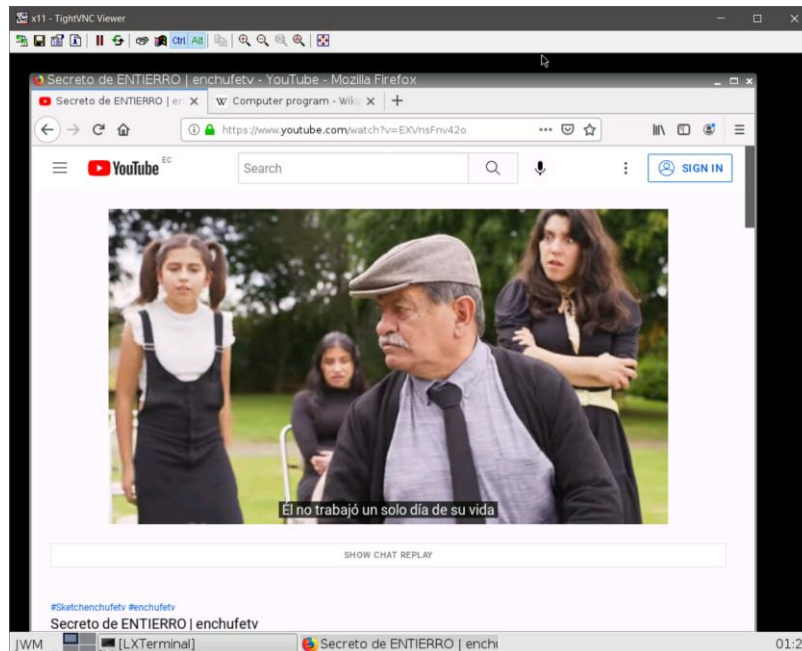


Ilustración 32-0 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 1.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

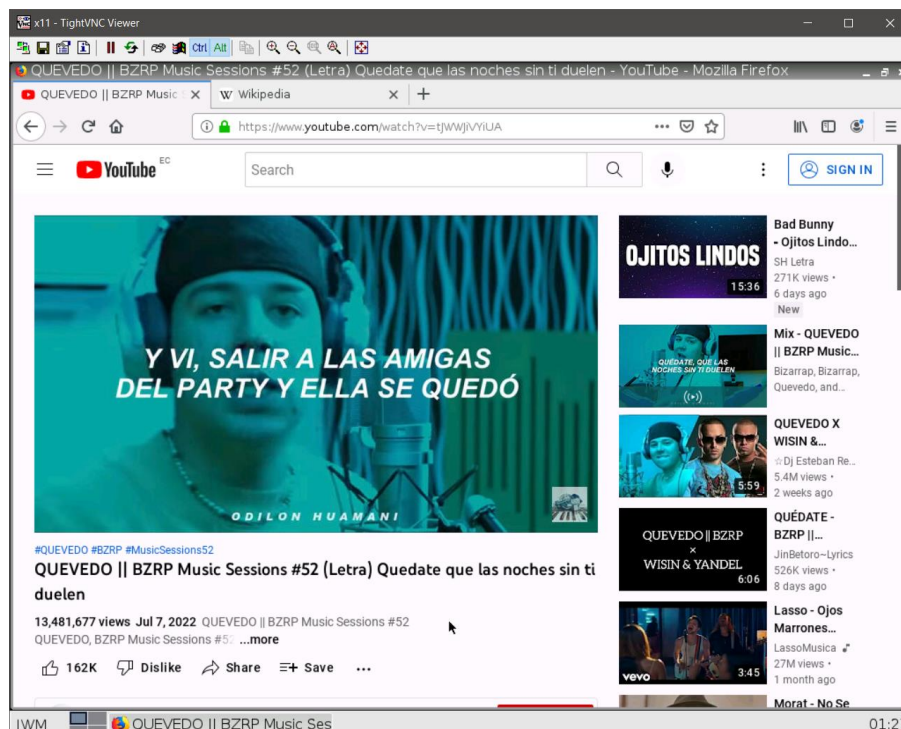


Ilustración 33-0 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 3.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

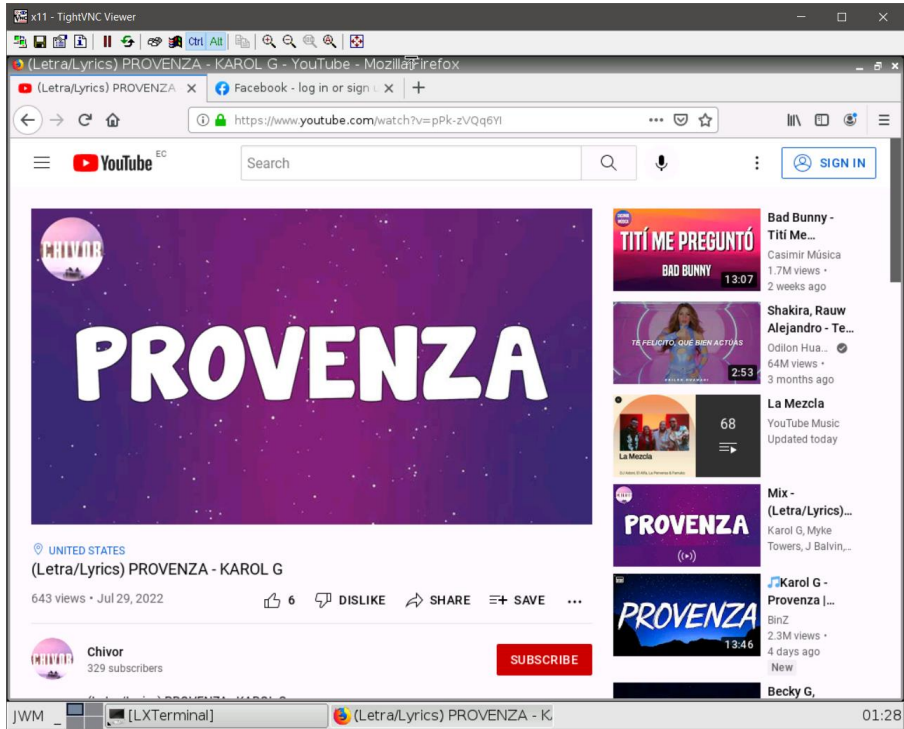


Ilustración 34-0 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 4
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

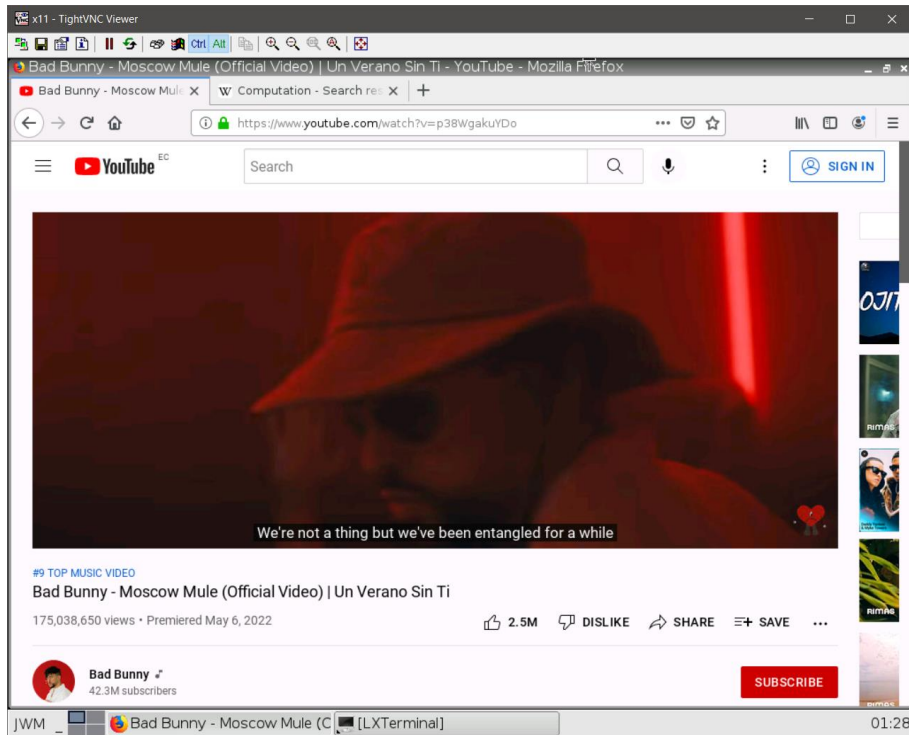


Ilustración 35-0 : Generación de tráfico en el host denominado como Web Terminal 5.
Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Prueba de ping. - Al realizar el análisis mediante la prueba de ping de la red, se comprueba que cuando se tiene dos páginas generando tráfico con anchos de banda de 3 Mbps y con intervalos de guarda para evitar cuellos de botella en los enlaces por usuario la pérdida de paquetes es de cero, esto se aprecia en la Ilustración 36-5, cuando se abren más de 4 páginas por dispositivo la pérdida va creciendo como se visualiza en la Ilustración 37-5.

```

root@Ubuntu-1:~# ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=110 time=26.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=110 time=25.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=110 time=25.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=110 time=25.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=110 time=24.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=110 time=24.9 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5005ms
rtt min/avg/max/mdev = 24.601/25.305/26.161/0.526 ms
root@Ubuntu-1:~#
  
```

Ilustración 36-0 : Prueba de ping 1.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

```

64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=110 time=25.8 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=110 time=29.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=110 time=31.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=110 time=28.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=110 time=27.0 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5007ms
rtt min/avg/max/mdev = 25.869/28.135/31.245/1.740 ms
root@Ubuntu-1:~# ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=110 time=27.4 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=110 time=26.4 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=110 time=50.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=110 time=25.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=110 time=26.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=110 time=43.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=110 time=65.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=110 time=29.1 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
9 packets transmitted, 8 received, 11% packet loss, time 8011ms
rtt min/avg/max/mdev = 25.607/36.825/65.593/13.853 ms
root@Ubuntu-1:~#
  
```

Ilustración 37-0 : Prueba de Ping 2.
 Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.26.2. Diseño de la red Riobamba Digital con las características de la propuesta de mejora

Considerando el gasto que los Access Point representan, el costo que conlleva adquirirlos y al analizar la capacidad y el futuro de las ciudades inteligentes, se propone que todos los Access Point deberían dar cobertura a un mínimo de 15 usuarios simultáneamente, de esta manera aprovechar la capacidad tan grande de cobertura que ofrece el equipo AP UAP -AC-Mesh-5G.

Para la propuesta de mejora, se toma en cuenta la reubicación de 6 APS con la finalidad de obtener una zona de cobertura más amplia con menores recursos (APs) y que cumplan con los servicios mínimos de QoS.

Análisis del diseño de la red, los cambios propuestos afectan principalmente a la red de dispersión, quedando intactos los valores de la red feeder, distribución e incluso la numeración de cada NAP conectada a los APs, la Tabla 6-5 muestra el resumen de las modificaciones que se realiza en el diseño de la red y en el Anexo G se plasman los planos completos de toda la red con las características de la propuesta de mejora.

Tabla 6-0: Descripción de las modificaciones del diseño de la red Riobamba Digital.

Nombre de la NAT	Distancia, red de dispersión (m)	Zona de Cobertura	Nombre de APs	Descripción
NAP C1	50	Parque 21 de Abril	AP_Parque_21_Abril_2500041 -AP1	Reubicación del AP_Parque_21_Abril_2500041 -AP1 y ubicación de AP_Parque_21_Abril_2500041 -AP1 en el poste denominado P_70 ubicado en la parte central del área de interés.
	57		AP_Parque_21_Abril_315199 8-AP2	
	67		AP_Parque_21_Abril_2477826 -AP3	
NAP B3	99	Parque Gral Barriga	AP_Parq_Gral_Barriga_501807	Reubicación del AP_Parq_Gral_Barriga_501807 en el poste P_45 ubicado en la parte lateral.
NAP B1	60	Coliseo Teodoro	AP_Coliseo_Teodoro_G_2528 320-AP2	Reubicación del AP_Coliseo_Teodoro_G_2528 320-AP2 en el poste contiguo denominado p_35.
NAP A3	84	Parque Maldonado	AP_Parque_Maldonado_36071 71-AP2	Reubicación del AP_Parque_Maldonado_36071 71-AP2 en el poste denominado P_24 ubicado en la parte central del sector.
NAP A4	87	Parque San Alfonso	AP_San_Alfonso_15493-AP2	Reubicación del AP_San_Alfonso_15493-AP2 en el poste P_23 situado en la parte central del sector.

NAP A2	149	Parque la Libertad	AP_Parque_la_Libertad_23205 48	Reubicación del AP_Parque_la_Libertad_23205 48 al poste denominado P-35.
-----------	-----	-----------------------	-----------------------------------	--

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.26.3. Estimación del porcentaje de población cubierta por el servicio de la red Riobamba Digital actual vs la propuesta de mejora

El corredor turístico dos de la ciudad de Riobamba se encuentra albergado en dos parroquias de la ciudad, estas parroquias se encuentran descritas en la Tabla 7-5, de acuerdo con el censo realizado en 2010 y las proyecciones realizadas por el INEC para el 2022 la cual arroja que la población actual de estas parroquias es:

Tabla 7-0: Número de habitantes en las parroquias urbanas Velasco y Maldonado

Parroquia Urbana	Población/ número de habitantes
Velasco	33810
Maldonado	25976
Total	59776

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Al conocer el número de habitantes de las urbanizaciones, se determina a que cantidad de habitantes satisface el servicio actual de la red Riobamba Digital, para este análisis se considera el escenario ideal de trabajo, cuando la red trabaja a toda su capacidad y de manera homogénea sin desperdiciar tiempos de conexión, eso indica que los usuarios explotan al máximo la capacidad de la red.

Los Access Point trabajan a su máxima capacidad cuando todos los usuarios permitidos están conectados simultáneamente durante el periodo de concesión de establecido por el servicio, al terminar este tiempo límite inmediatamente se conecte un nuevo grupo de usuarios, así hasta terminar las 24 horas del día. En la Tabla 8-5 se encuentra las personas por día que se logran conectar al servicio, teniendo en cuenta la premisa establecida.

Tabla 8-0: Número de habitantes beneficiado por la red Riobamba Digital

Número de Access Point	Tiempo de concesión de servicio	Número de usuarios por dispositivo	Número de horas	Cálculo	Población

2	1:00 hora	5	24	2*1*5*24	240
11	1:00 hora	10	24	11*1*10*24	2640
2	1:00 hora	15	24	2*1*15*24	720
				Total	3600

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Realizando una regla de tres se obtiene el siguiente resultado:

$$\begin{aligned}
 59776 \text{ hab} & \text{ --- } 100\% \\
 3600 \text{ hab} & \text{ --- } x \\
 x & = \frac{3600 \text{ hab} * 100\%}{59776 \text{ hab}} \\
 x & = 6.022\%
 \end{aligned}$$

Con las características actuales de transmisión la red Riobamba Digital satisface al 6.022% de la población existente en las dos parroquias donde se encuentran ubicados los Access Point. Por otro lado, realizando el mismo análisis para la propuesta de mejora que indica que todos los Access Point trabajen den servicio a 15 usuarios como se observa en la Tabla 9-5.

Tabla 9-0: Número de habitantes beneficiado por la red Riobamba Digital de la propuesta de mejora

Número de Access Point	Tiempo de concesión de servicio	Número de usuarios por dispositivo	Número de horas	Cálculo	Población
14	1:00 hora	15	24	14*1*15*24	5040
				Total	5040

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

Realizando una regla de tres se obtiene el siguiente resultado:

$$\begin{aligned}
 59776 \text{ hab} & \text{ --- } 100\% \\
 5040 \text{ hab} & \text{ --- } x \\
 x & = \frac{5040 \text{ hab} * 100\%}{59776 \text{ hab}} \\
 x & = 8.431\%
 \end{aligned}$$

Con las características de transmisión en este pequeño análisis la red satisface al 8.431% de la población existente en las dos parroquias donde se encuentran ubicados los Access Point.

Por formula se tiene que:

$$\begin{aligned}
 &59776 \text{ hab} \text{ --- } 100\% \\
 &x \text{ --- } 2.409\% \\
 &x = \frac{59776 \text{ hab} * 2.409\%}{100\%} \\
 &x = 1440 \text{ hab}
 \end{aligned}$$

Con la propuesta de mejora se logra dar el servicio a 1440 habitantes más que el número de habitantes beneficiados al realizar el análisis para la red actual.

Nota: Tener en cuenta que estos resultados se obtuvieron con la premisa de una conexión perfecta en todos los Access Point.

1.27. Resumen de la propuesta de mejora

Tras realizar el análisis de la red Riobamba Digital se concluyó que, esta red podría ser optimizada con los cambios que se describen en la Tabla 10-5 esto basado con las simulaciones realizadas en los apartados 5.1.1 y 5.1.2.

Tabla 10-0: Resumen de la propuesta de mejora

Nombre del Access Point	Modelo	Número de usuarios admitidos	Ancho de Banda por usuario	Ubicaciones de los equipos transmisores
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.666469444 -78.65283056
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.669513889 -78.65101944
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.672719444 -78.64844722
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.666072222 -78.65353889
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.666713889 -78.65325278

AP_Parq_Gral_Barriga_501807	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.667113889 -78.65499444
AP_Municipio_Riobamba_17922-API1	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.6727791647 -78.647760184
AP_San_Alfonso_15493-AP2	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.671458333 -78.64632778
AP_Parque_la_Libertad_2320548	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.674541667 -78.64605556
AP_San_Francisco_18978	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.674858333 -78.64701667
AP_Plaza_Roja_3238403	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.671136911 -78.64891023
AP_Escalinatas_Parque_21_de_Abril_892778	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.667678036 -78.65344899
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.670352778 -78.64954167
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	UAP-AC-Mesh-5G	15	3.5 Mbps	-1.676105556 -78.64324722

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.28. Estudio económico

En este apartado se realizó el estudio económico, el cual indica cuanto constaría implementar la propuesta de mejora, esto implica el costo de la implementación de las redes: feeder, distribución y dispersión y de los elementos que componen la red como son los splitters, los equipos transmisores, las rosetas entre otros.

1.28.1. Costo de implementación de la Red Feeder

Todos los materiales utilizados en la red Feeder se ha distribuido de la siguiente manera.

El análisis del presupuesto de la red Feeder se muestra en la Tabla 11-5, en donde se especifica que se invirtió un total de 167 dólares y 89 centavos.

Tabla 11-0: Presupuesto de la Red Feeder

Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cajas Manga porta Splitters	1	\$ 99.99	\$ 99.99
Herrajes de poste	X	\$ 1.00	X
Canalización	sin costo por canalización existente		
Fibra Óptica G.657.A2 de 8 hilos	200m	\$ 0.29	\$ 58.00
Splitter 1:8	1	\$ 9.90	\$ 9.90
Total:			\$ 167.89

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.28.2. Costo de implementación de la Red de Distribución

El presupuesto que se utilizó para la red de Distribución se muestra en la Tabla 12-5, de acuerdo a los valores obtenidos la inversión alcanza los \$ 1814 dólares con 90 centavos.

Tabla 12-0: Presupuesto de la Red de Distribución

Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cajas de Distribución de 8 puertos	9	\$ 25.20	\$ 226.80
Herrajes de poste	33	\$ 8.00	\$ 264.00
Preformados	66	\$ 4.90	\$ 323.40
Canalización	sin costo por canalización existente		
Fibra Óptica G.657.A2 de 8 hilos	2840m	\$ 0.29	\$ 823.60
Splitters 1:8	9	\$ 9.90	\$ 89.10
ARMARIOS FDB	2	\$44.00	\$ 88.00
Total:			\$ 1814.90

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.28.3. Costo de implementación de la Red de Dispersión

El análisis del costo de implementación de la red de Dispersión se realiza para un total de 120 clientes instalados hasta la última actualización de la información, se considera que se necesitará como máximo 60 metros de fibra G657A2 de 2 hilos para la instalación de cada uno de los clientes.

En la tabla 20-4 se encuentra el cálculo realizado de la inversión realizada para los 17 clientes, de acuerdo a los valores obtenidos la inversión de la red de Dispersión alcanzó los \$ 14 456 dólares.

Tabla 13-0: Presupuesto de la Red de Dispersión

Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Carrete de Fibra Óptica G.657.A1 de 2 hilos			
AP_Parque_21_Abril_3151998-AP2	58m	\$0.29	\$16.82
AP_Coliseo_Teodoro_G_2528320-AP2	90m	\$0.29	\$26.10
AP_Parque_Maldonado_3607171-AP2	100m	\$0.29	\$29.00
AP_Parque_21_Abril_2500041-AP1	68m	\$0.29	\$19.72
AP_Parque_21_Abril_2477826-AP3	49m	\$0.29	\$14.21
AP_Parq_Gral_Barriga_501807	75m	\$0.29	\$21.75
AP_Municipio_Riobamba_17922-AP1	20m	\$0.29	\$5.80
AP_San_Alfonso_15493-AP2	75m	\$0.29	\$21.75
AP_Parque_la_Libertad_2320548	100m	\$0.29	\$29.00
AP_San_Francisco_18978	77m	\$0.29	\$22.33
AP_Plaza_Roja_3238403	76m	\$0.29	\$22.04
AP_Escalinas_Parque_21_de_Abril_892778	100m	\$0.29	\$29.00
AP_Hospital_Alfonso_V_89041	85m	\$0.29	\$24.65
AP_Parque_Villa_Maria_2408001	40m	\$0.29	\$11.60
Herrajes de poste	32	\$ 8.00	\$ 256.00
Tensor de cable drop	64	\$ 1.99	\$ 127.36
Cable Ethernet UTP cat 5e a 1 Gbps	10m x14 APs	\$ 0.40	\$ 30.00
UniFi Switch Model: US-8-150W	14	\$247.00	\$4 199.00
Unifi Security Gateway Pro	14	\$139,00	\$ 2 363.00
UBIQUITI UniFi AC Mesh (UAP-AC-M)	14	\$ 416.00	\$ 7 072.00
Total:			\$ 14 456.00

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.28.4. Otros gastos de implementación

Como otros gastos en la implementación se ha considerado el pago de arriendo del local y el pago del plan al proveedor del servicio de Internet Telconet y además se considera el pago mensual del servicio de energía eléctrica, todos aspectos se han estimado por un periodo de 17 meses.

El contrato del plan consta de 800 Mb en donde cada una tiene un costo mensual de 2.5 dólares. En la tabla 21-4 se encontrarán los detalles de gastos que obtendrán un total de 39 169.00 dólares.

Tabla 14-0: Otros gastos de implementación

Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Pago mensual del arriendo de postes	17 meses x 65 postes	\$7.00 al año	\$ 644.58
Plan mensual del servicio de internet	17 meses	\$2 000.00	\$34 000.00
Pago mensual de Energía Eléctrica	17 meses	\$200.00	\$3 400.00
Empalmadora	1	\$1 650.00	\$1 650.00
Total:			\$39 169.00

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

1.28.5. Inversión total del proyecto

De acuerdo a todos los gastos realizados en la tabla 22-4 se calcula la inversión total que se ha realizado en el proyecto.

Tabla 15-0: Inversión total del proyecto

Descripción	Costo
Red Feeder	\$ 167.89
Red de Distribución	\$ 1814.90
Red de Dispersión	\$ 14 456.00
Otros gastos	\$39 169.00
Total:	\$ 61 346.13

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

La inversión total de la implementación del proyecto alcanzo los \$ 61 346 dólares con 13 centavos,

CONCLUSIONES

Tras un profundo análisis de los objetivos generales y específicos previamente enunciados en capítulos anteriores y sustentados posteriormente en el marco teórico, marco metodológico procedemos a resaltar y resumir los siguientes aspectos:

- Se estudió cada uno de los parámetros que determinan la calidad de servicio de los Access Points wifi, sus normativas y estándares vigentes presentes en las recomendaciones de la UIT son 7: intensidad de señal, ping mínimo, ping máximo, latencia, jitter, pérdida de paquetes y velocidad de transmisión.
- El ping mínimo debe ser menor a 50 ms, el ping máximo que debe ser menor a 100 ms, para la Clase 0, la latencia y el jitter que deben pertenecer aun Perfil A para un servicio bien gestionado, una velocidad bidireccional mayor a 384 kbp/s para transmisión de audio y video en tiempo real, una potencia de señal que oscile entre los -30dBm a -65dBm para una señal excelente a buena para asegurar una entrega de paquetes fiable y por último la pérdida de paquetes que debe ser menor al 1% como lo indica el Perfil A.
- La Clase 0, el Perfil A, la transmisión en tiempo real de audio y video y la intensidad de señal de excelente a buena nos indican las normas y estándares que son los umbrales de calidad idóneos para el funcionamiento de la red.
- Se seleccionó el hardware Spectra Precision Mobile Mapper 50 y la aplicación móvil Ping Tools que permitió medir los parámetros de calidad de servicio de los Access Points wifi gratuitos, esta elección en base a la comparativa realizada en las Tablas 18-2 y 19-2 del trabajo de integración curricular.
- Se seleccionó el hardware Spectra Precision Mobile Mapper 50 y la aplicación móvil Ping Tools que permitió medir los parámetros de calidad de servicio de los Access Points wifi gratuitos, esta elección en base a la comparativa realizada en las Tablas 18-2 y 19-2 del trabajo de integración curricular.
- Al analizar la QoS de los Access Points wifi gratuitos, se determinó que los parámetros medidos no cumplen con los requerimientos definidos de calidad por lo que se plantea la propuesta de mejora con nuevos equipos y reubicaciones de los puntos de acceso wifi en zonas estratégicas que generen una mayor cobertura de intensidad de señal.
- Se elaboró el estudio económico de la propuesta de mejora de la QoS de los Access Points wifi con la finalidad de conocer el costo que conlleva mejorar el servicio denominado Riobamba Digital.
- Implementar la propuesta de mejora indicado en el trabajo de integración curricular para que la QoS cumpla con las normativas de la UIT.

RECOMENDACIONES

- Investigar sobre nuevas tecnologías que se encuentren en auge en el mercado, esto debido a que la tecnología y la información crecen día tras día.
- Ampliar el periodo de pruebas, para que las mediciones obtenidas sean de mayor precisión.
- Si se realiza mediciones similares a del presente trabajo se recomienda generar tráfico en la red para que los resultados arrojados en las mediciones sean verídicos, tal y como se realizó en el presente documento.
- Emular el comportamiento de la red con los dispositivos seleccionados, para determinar que los dispositivos físicos cumplen con lo indicado en su configuración.
- Para aplicar la propuesta de mejora en toda la red Riobamba Digital es recomendable aplicar el mismo estudio en los demás sectores de análisis teniendo presente que pueden existir dispositivos que cumplan los requerimientos de QoS.
- Se recomienda implementar esta propuesta de mejora en la red Riobamba Digital, para asegurar un incremento en la QoS expuesto a la población, mejorando todas las áreas de análisis, esto de acuerdo a las posibilidades económicas.

BIBLIOGRAFÍA

Academy, Networking. 2021. Networking Academy. *Networking Academy*. [En línea] 09 de 07 de 2021. [Citado el: 25 de 01 de 2022.] <https://www.netacad.com/>.

ALCALÁ, UNIVERSIDAD DE. 2016. Packet Tracer pract_2.introduccion_packet_tracer. *ILibrary.co*. [En línea] 25 de 11 de 2016. [Citado el: 21 de 10 de 2021.] http://atc2.aut.uah.es/~rosa/LabRC/Prac_2/Prac_2.Introduccion_Packet_Tracer.pdf.

Ángeles, Francisco Ángeles. 2019. ¿Por qué es importante el uso de Excel? *Edu.mx*. [En línea] 25 de 06 de 2019. [Citado el: 07 de 09 de 2021.] <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/download/1717/5411?inline=1>.

ARCOTEL. 2015. MINTEL. [En línea] 12 de 09 de 2015. [Citado el: 15 de 08 de 2021.] <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/riobamba-cuenta-nuevas-zonas-wifi-gratuito/>.

CCNA. 2018. VLAN. *Com.ar*. [En línea] 06 de 05 de 2018. [Citado el: 12 de 11 de 2021.] https://www.reuter.com.ar/CCNA/CCNA2/mod3_ccna2/.

Chamorro y Márquez. 2015. El Comercio. [En línea] 15 de 05 de 2015. [Citado el: 18 de 08 de 2021.] <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/proyecto-riobamba-ciudad-digital-wifi.html>.

CNT. 2013. NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTA EXTERNA. [aut. libro] GERENCIA DE INGENIERÍA. *ACCESO FIJO*. QUITO : CNT;Gabriela Palacios, 2013.

Durán, Mauricio. 2014. EL COMERCIO. [En línea] 02 de 05 de 2014. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] <https://www.elcomercio.com/tendencias/metropolis-conectividad-ciudades-inteligentes-smart.html>.

EDUCATION. 2021. es.education-wiki.com. *es.education-wiki.com*. [En línea] 05 de 05 de 2021. [Citado el: 8 de MAYO de 2022.] <https://es.education-wiki.com/7682700-spss-vs-excel>. ISBN.

Ferguson, Paul y Huston, Geoff. 1998. *Quality of service: Delivering QoS on the internet and in corporate networks*. Nashville, TN : John Wiley & Sons, 1998. 9780471243588.

G.652, ITU-T. 2016. *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable*. s.l. : TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU, 2016.

Galeano, Susana. 2022. Marketing 4 Ecommerce - Tu revista de marketing online para e-commerce. *El número de usuarios de internet en el mundo crece un 4% y roza los 5.000 millones (2022)*. [En línea] 27 de 01 de 2022. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] <https://marketing4ecommerce.net/usuarios-de-internet-mundo/>.

INEC. 2016. ECUADOR EN CIFRAS. [En línea] 20 de 11 de 2016. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf.

ITU. 2001. G.1000:Calidad de servicio de las comunicaciones: Marco y definiciones. [En línea] 04 de 11 de 2001. [Citado el: 20 de 10 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1000/es>.

Jiménez, Emmanuel. 2016. PingTools, la app imprescindible para los frikis de las redes WiFi. *AndroidAyuda*. [En línea] 24 de 11 de 2016. [Citado el: 13 de 11 de 2021.] <https://androidayuda.com/pingtools-la-app-imprescindible-los-frikis-las-redes-wifi/>.

Jiménez, Javier. 2021. Redes Zone. *Redes Zone.net*. [En línea] 31 de 05 de 2021. [Citado el: 30 de 03 de 2022.] <https://www.redeszone.net/2018/10/20/que-velocidad-internet-necesaria/>.

Lavelle, M. 2014. Aruba. *Aruba 270 Series WI-Fi 5 outdoor access points*. [En línea] 15 de 11 de 2014. [Citado el: 10 de 01 de 2022.] <https://www.arubanetworks.com/products/wireless/access-points/outdoor-ruggedized-access-points/270-series/>.

Lorenzo, José Antonio. 2020. RedesZone. *Fing: Probamos esta app gratis para escanear redes y Wi-Fi*. [En línea] 07 de 06 de 2020. [Citado el: 20 de 08 de 2021.] <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/fing-app-escanear-redes-wi-fi/>.

Lorenzo, wifiHeatmap. 2020. RedesZone. *WiFi Heatmap: Así puedes crear mapas de cobertura WiFi*. [En línea] 18 de 07 de 2020. [Citado el: 24 de 08 de 2021.] <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/wifi-heatmap-crear-mapas-cobertura-wifi-gratis/>.

NetSignal. 2017. Kaibits-software.com. *Network Signal Info*. [En línea] 31 de 07 de 2017. [Citado el: 08 de 10 de 2021.] http://www.kaibits-software.com/product_networksignalonate.htm.

PERALES, SARA. 2021. Kelisto.es. *Kelisto.es*. [En línea] 14 de 10 de 2021. [Citado el: 25 de 04 de 2022.] <https://www.kelisto.es/telefonía-movil/consejos-y-analisis/cuantos-datos-necesito-para-navegar-por-internet-con-mi-movil-4739>.

Souto, Iria. 2019. Todo lo que necesitas saber sobre SPSS antes de utilizarlo. *USCMARKETINGDIGITAL*. [En línea] 12 de 04 de 2019. [Citado el: 3 de 10 de 2021.] <https://www.uscmarketingdigital.com/todo-sobre-spss/>.

SpeedTest. 2019. SpeedTest. *Ookla.com*. [En línea] 06 de 05 de 2019. [Citado el: 26 de 09 de 2021.] https://play.google.com/store/apps/details?id=org.zwanoo.android.speedtest&hl=es_EC&gl=US.

Telectrónica. 2018. GNS3 Guía Introductoria: Características y Requerimientos Mínimos. *Telectrónica*. [En línea] 29 de 04 de 2018. [Citado el: 08 de 10 de 2021.] <https://www.telectronika.com/articulos/ti/que-es-gns3/>.

Town, Planning and Implementing a Wi-Fi zone for your. 2014. Vtrural.org. [En línea] 01 de 10 de 2014. [Citado el: 03 de 11 de 2021.] <https://www.vtrural.org/programs/digital-economy/services/wifi/toolkit>.

UIT. 2016. A qué se dedica la UIT. [En línea] 25 de 06 de 2016. [Citado el: 14 de 09 de 2021.] <https://www.itu.int/es/about/Pages/whatwedo.aspx>.

UIT, ABOUT. 2002. E.360.1 : Encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos para redes multiservicios basadas en el protocolo Internet, modo de transferencia asíncrono y multiplexación por división en el tiempo. [En línea] 02 de 05 de 2002. [Citado el: 25 de 11 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.360.1/es>.

UIT, E.360.4. 2005. E.360.4 : Encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos - Métodos y requisitos de la gestión de tablas de encaminamiento. (*UIT-T E.360.4 2005*, p. 15–35). [En línea] 24 de 02 de 2005. [Citado el: 15 de 11 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.360.4/es>.

UIT, E.360.5. 2005. E.360.5 : Encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos - Métodos de encaminamiento de transporte. (*UIT-T E.360.5 2005*, p. 25–35). [En línea] 24 de 02 de 2005. [Citado el: 23 de 10 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.360.5/es>.

UIT, E.360.7. 2005. E.360.7 : Encaminamiento orientado a la calidad de servicio y métodos de ingeniería de tráfico conexos - Requisitos operacionales de ingeniería de tráfico. (*UIT-T E.360.7 2006*, p. 10–15). [En línea] 05 de 02 de 2005. [Citado el: 20 de 12 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.360.7/es>.

UIT, F.700. 2000. F.700 : Recomendación marco para los servicios multimedios. (*UIT-T F.700 2015*, p. 11–22). [En línea] 20 de 11 de 2000. [Citado el: 20 de 08 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-F.700/es>.

UIT, F.733. 2009. F.733 : Requisitos y descripción del servicio de conferencia multimedia por las redes con protocolo Internet. (*UIT-T F.733 2015*, pp. 9–15). [En línea] 20 de 05 de 2009. [Citado el: 23 de 09 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-F.733/es>.

UIT, G.1010. 2001. Categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedios . (*UIT-T G.1010 : End-user multimedia QoS categories*). [En línea] 23 de 11 de 2001. [Citado el: 24 de 08 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010/es>.

UIT, G.1050. 2016. G.1050 : Modelo de red para evaluar la calidad de la transmisión multimedia por el protocolo Internet. [En línea] 29 de 07 de 2016. [Citado el: 28 de 12 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1050-201607-I/es>.

UIT, G.652. 2016. G.652: Características de un cable y fibra óptica monomodo. [En línea] 13 de 11 de 2016. [Citado el: 20 de 01 de 2022.] <https://handle.itu.int/11.1002/1000/13076>.

UIT, J.281. 2005. J.281 : Requisitos para la transmisión multicanal de señales de vídeo a través de redes de fibra óptica basadas en IP. [En línea] 20 de 03 de 2005. [Citado el: 20 de 12 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-J.281/es>.

UIT, SOBRE. 2017. Sobre la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). [En línea] 23 de 05 de 2017. [Citado el: 14 de 08 de 2021.] <https://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx#:~:text=La%20UIT%20es%20el%20organismo%20de%20informaci%C3%B3n%20y%20la%20comunicaci%C3%B3n%20E%80%93%20TIC..>

UIT, X.641. 1997. X.641 : Tecnología de la información - Calidad de servicio: Marco. (*UIT-T X.641 2010*, p. 4-12). [En línea] 17 de 12 de 1997. [Citado el: 20 de 08 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.641/es>.

UIT, Y.1540. 2020. Y.1540 : Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet. (*UIT-T Y.1540 2010*, p 13-21). [En línea] 15 de 02 de 2020. [Citado el: 15 de 10 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1540/es>.

UIT, Y.1541. 2011. Y.1541 : Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet. (*UIT-T Y.1541 2010, p 9*). [En línea] 02 de 12 de 2011. [Citado el: 18 de 10 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541/es>.

UIT, Y.1543. 2018. Y.1543 : Mediciones en la red de protocolo internet para la evaluación de la calidad de funcionamiento al interior del dominio. (*UIT-T Y.1543 2012, p 17-28*). [En línea] 25 de 07 de 2018. [Citado el: 25 de 08 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1543/es>.

UIT, Y.1545. 2013. Y.1545 : Hoja de ruta para la calidad de servicio de redes interconectadas que utilizan el Protocolo Internet. (*UIT-T Y.1545 2012, p 17-28*). [En línea] 30 de 05 de 2013. [Citado el: 16 de 11 de 2021.] <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1545/es>.

UIT-T, G.657. 2016. G.657:Características de un cable y una fibra óptica monomodo insensibles a las pérdidas por flexión. [En línea] 13 de 11 de 2016. [Citado el: 14 de 02 de 2022.] <https://handle.itu.int/11.1002/1000/13078>.

UIT-T, G.984.2. 2019. G.984.2:Redes ópticas pasivas con capacidad Gigabit (G-PON): especificación de capa dependiente de medios físicos (PMD). [En línea] 29 de 08 de 2019. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] <https://handle.itu.int/11.1002/1000/14000>.

ANEXOS

ANEXO A

La Ilustración 1-A muestra el oficio de petición dirigido al Ing. Colcha director de área de Gestión de Tecnología e Informática, la información de la red Riobamba Digital.

Riobamba, 29 de Octubre 2021

Ing. Alfredo Colcha
JEFE DE GESTIÓN TECNOLÓGICA INFORMÁTICA

PRESENTE

De mi consideración

Reciba un cordial saludo a la vez deseándole éxitos en sus funciones diarias que desempeña en tan noble institución, a nombre de Bryan Gaibor y Cesar Parra estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.


Por medio del presente oficio solicito a Ud. de la manera mas comedida y respetuosa se nos conceda el acceso a los Mapas, Topología y Datos relacionados al funcionamiento de la Red del programa RIOBAMBA DIGITAL de la ciudad de Riobamba específicamente del CORREDOR TURÍSTICO 2 por el motivo del cual vamos a realizar una "MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE QoS DE LOS ACCESS POINT GRATUITOS DEL CORREDOR TURÍSTICO 2 DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA PARA PLANTEAR UNA PROPUESTA DE MEJORA" en nuestro Trabajo de Titulación para obtener el Título de Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes a la vez nos permita exponerle nuestra propuesta tecnológica que abarca nuestro Trabajo de Titulación, el día 5 de Noviembre del presente año en una hora que ud disponga de tiempo para que conozca todos los detalles referentes al tema antes mencionado.

Dentro de los puntos a considerar del Corredor Turístico 2 son los siguientes

N.º	LOCACIÓN	DIRECCIÓN
1	Parque Maldonado	1era Constituyente y 5 de Junio
2	Parque 21 de abril (Loma de Quito)	Argentinos y Miguel Ángel León
3	Coliseo Teodoro Gallegos (Patio de Comidas)	José Veloz y Pichincha
4	Plaza Roja	Juan Larrea y José de Orozco
5	Plaza General Barriga	Av. Miguel A. León y 1era Constituyente
6	Escalinatas Loma de Quito	Juan Montalvo entre Orozco y Veloz
7	Edificio Municipio de Riobamba	1era Constituyente y 5 de Junio
8	Hospital Alfonso Villagómez	Orozco y España
9	Mercado San Alfonso	Argentinos y 5 de Junio
10	Parque La Libertad	1era Constituyente y Alvarado
11	Mercado San Francisco	10 de Agosto y Velasco
12	Parque Villa María	José de Orozco y Loja

Por la favorable atención que le brinde al presente oficio le anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente


Bryan Gaibor
020182640-1
Estudiante la Epoch


Cesar Parra
0605105261
Estudiante la Epoch



Ilustración 1-A: Oficio de petición dirigido al Ing. Alfredo Colcha

Realizado por: (Gaibor A.; Parra C. 2022)

ANEXO B

TABLA 1-B: Características de los dispositivos utilizados

Modelo	Samsung J7	Huawei P20	Realme 8 (5G)	Iphone 6s
Características				
Imagen				
Memoria	1.5GB RAM	4GB RAM	6GB RAM	2GB RAM
Almacenamiento	16GB	128 GB	128 GB	64 GB
Sistema Operativo	Android 6.1	Android 8.1	Android 11	iOS 9.0.2
Número de Dispositivos	5	2	2	1
Precio	\$60	\$120	\$200	\$500
Compatible con Ping Tools	SI	SI	SI	NO

ANEXO C



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ODF (MARKADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA
	FIBRA OPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CAMARAS O POCOS
	ESPLITER OPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA OPTICA FEEDER (PROPUESTO)
	FIBRA OPTICA FEEDER (EXISTENTE)
	CONDUCCION DE CANALIZACION DE 2 FIBRAS
	CANALIZACION DE CABLE
	POZO DE MANTENIMIENTO CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA OPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSION (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CAVILAZACION

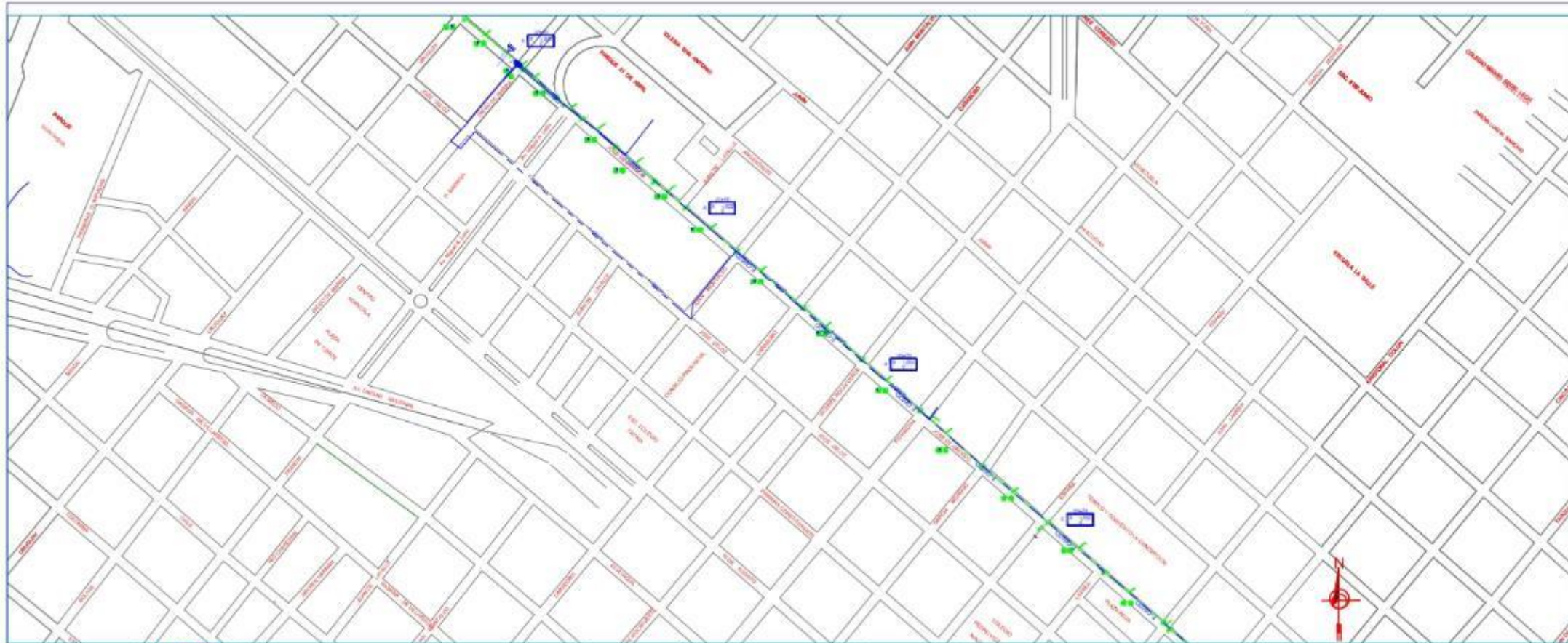


PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES
"Alcance Digital"
SME ESDA, Planificación y Desarrollo, Control y Operación

RED FEEDER

Logo of CPT (Compañía Pública de Telecomunicaciones) and TIE (Telecomunicaciones de Ecuador).

ODF 01_96h
s_G652D
FT01_00_00(288)(1..96)
2022-FT01
01 96 s_G652D
30



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ONT (ABONADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA
	ROSETA ÓPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CÁMARAS O POZOS
	SPLITTER ÓPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA ÓPTICA PREDI (P-28832)
	FIBRA ÓPTICA DRED (F-6574)
	Ocupación de canalización de 2 VÍAS
	CANALIZACIÓN DE VÍAS
	POZO DE MANO DE OBRERA CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	BUSQUEDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	BUSQUEDA A POSTE CANALIZACIÓN



CRIP Corporación Nacional de Telecomunicaciones

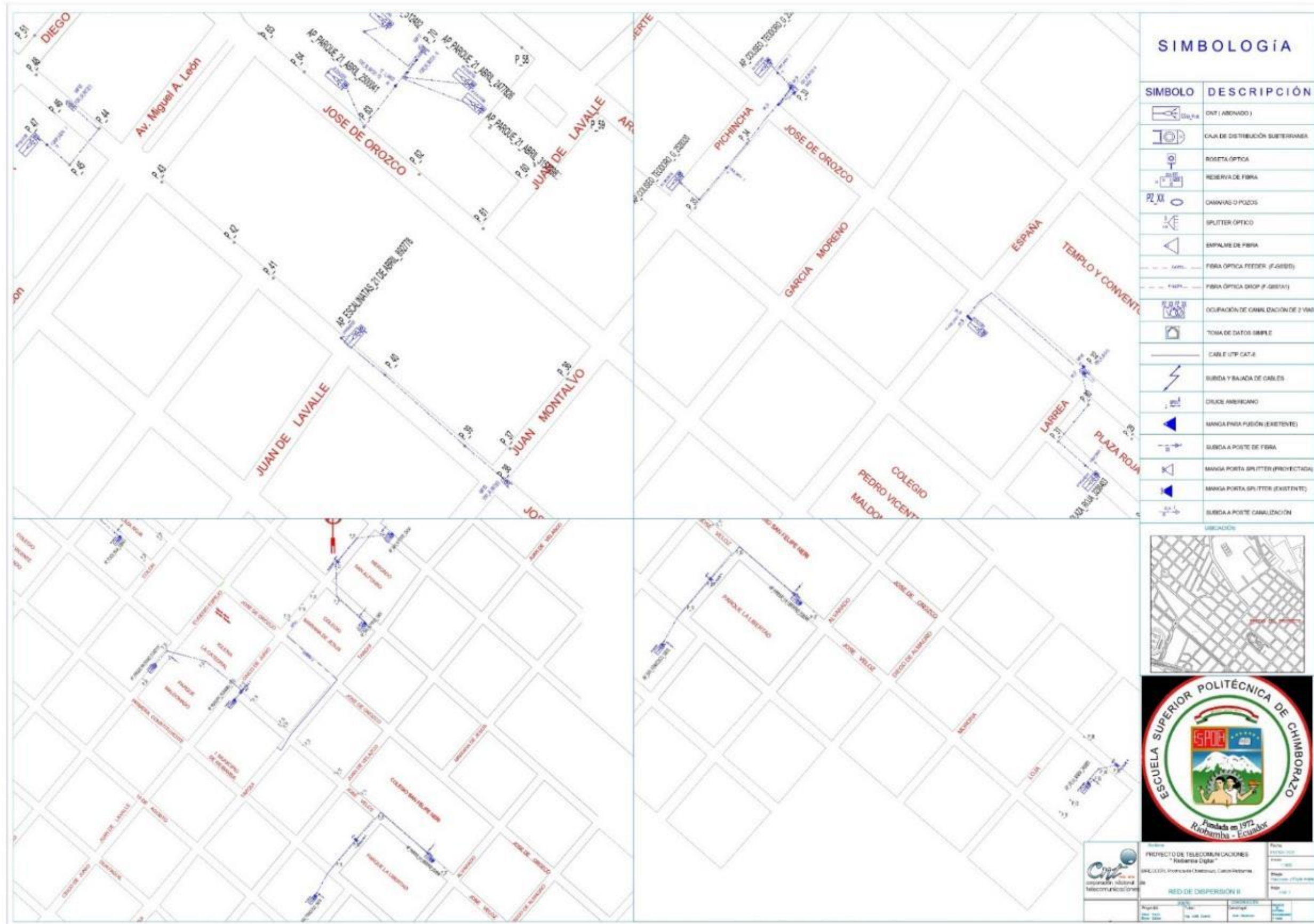
RIE

PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES
"Riobamba Digital"

SECCIÓN: División de Estudios, Cesar E. Torres

RED DE DISTRIBUCIÓN

Fecha: 08/08/2022
Escala: 1:500
Diseño: [Nombre]
Hoja: 08/07

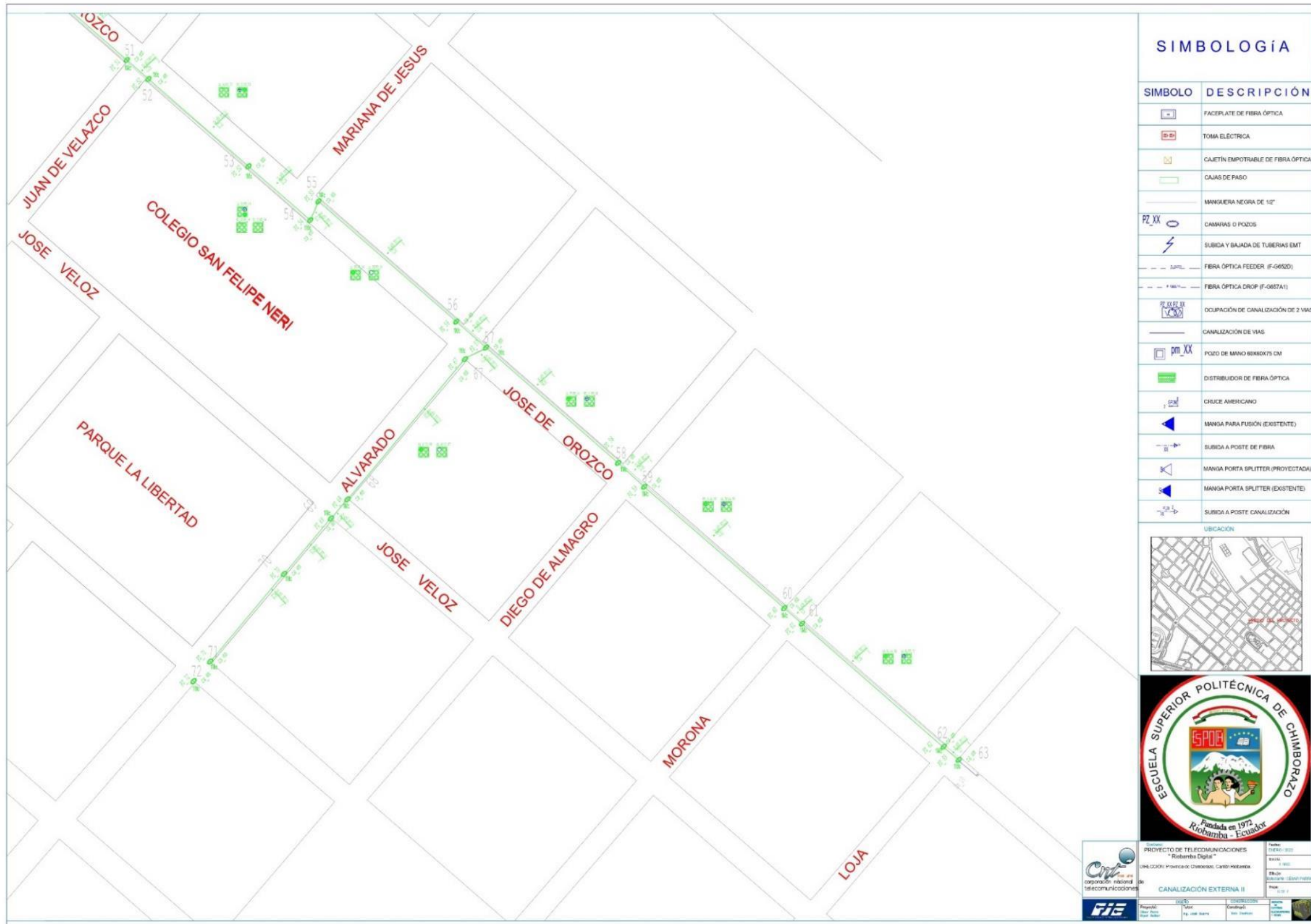


SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ONT (ABONADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA
	ROSETA ÓPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CAMBIOS O POZOS
	SPLITTER ÓPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-GSFD)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-GSFA)
	OCUPACIÓN DE CANALIZACIÓN DE 2 VÍAS
	TOMA DE DATOS SIMPLE
	CABLE UTP CAT. 5
	SUBIDA Y BAJADA DE CABLES
	CABLE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CANALIZACIÓN



		Proyecto de Telecomunicaciones "Riobamba Digital" Dirección: Provincia Chimborazo, Canton Riobamba
RED DE DISPERSIÓN II		
Escala: 1:1000 Fecha: 2023	Autor: [Nombre] Revisor: [Nombre]	Fecha: [Fecha] Estado: [Estado]



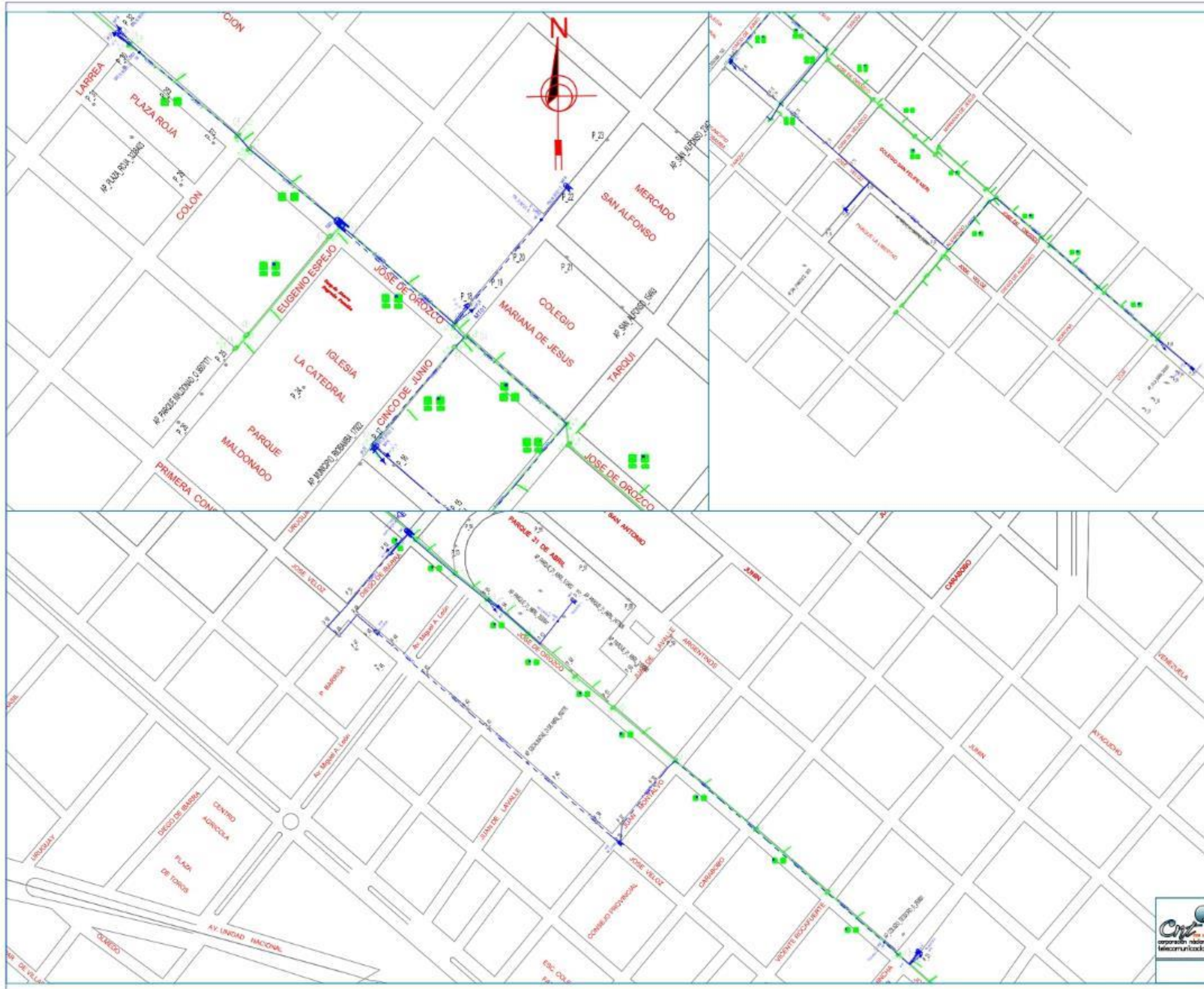
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	FACEPLATE DE FIBRA ÓPTICA
	TOMA ELÉCTRICA
	CAJETÍN EMPOTRABLE DE FIBRA ÓPTICA
	CAJAS DE PASO
	MANGUERA NEGRA DE 1/2"
	CAMBIAS O POZOS
	SUBIDA Y BAJADA DE TUBERIAS EMT
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-06520)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-0657A1)
	OCCUPACIÓN DE CANALIZACIÓN DE 2 VIAS
	CANALIZACIÓN DE VIAS
	POZO DE MANO REMOXTS CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CANALIZACIÓN



PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES
 "Riobamba Digital"
 UBICACIÓN: Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba.
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CANALIZACIÓN EXTERNA II
 Fecha: 10/11/17

PROYECTO	CONDICIONES
Proyecto: 1000	Condición: 1000
Fecha: 10/11/17	Fecha: 10/11/17



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ONT (ABONADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA
	FIBRA ÓPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CAMARAS O POZOS
	SPLITTER ÓPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA ÓPTICA PHEOM (P-DISP) (1)
	FIBRA ÓPTICA DREP (P-DISP) (2)
	Ocupación de canalización de 2 vas
	TOMA DE DATOS SIMPLE
	CABLE UTP CAT-6
	NÚMERO Y BAJADA DE CABLES
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	BUSQUEDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	BUSQUEDA A POSTE CANALIZACIÓN



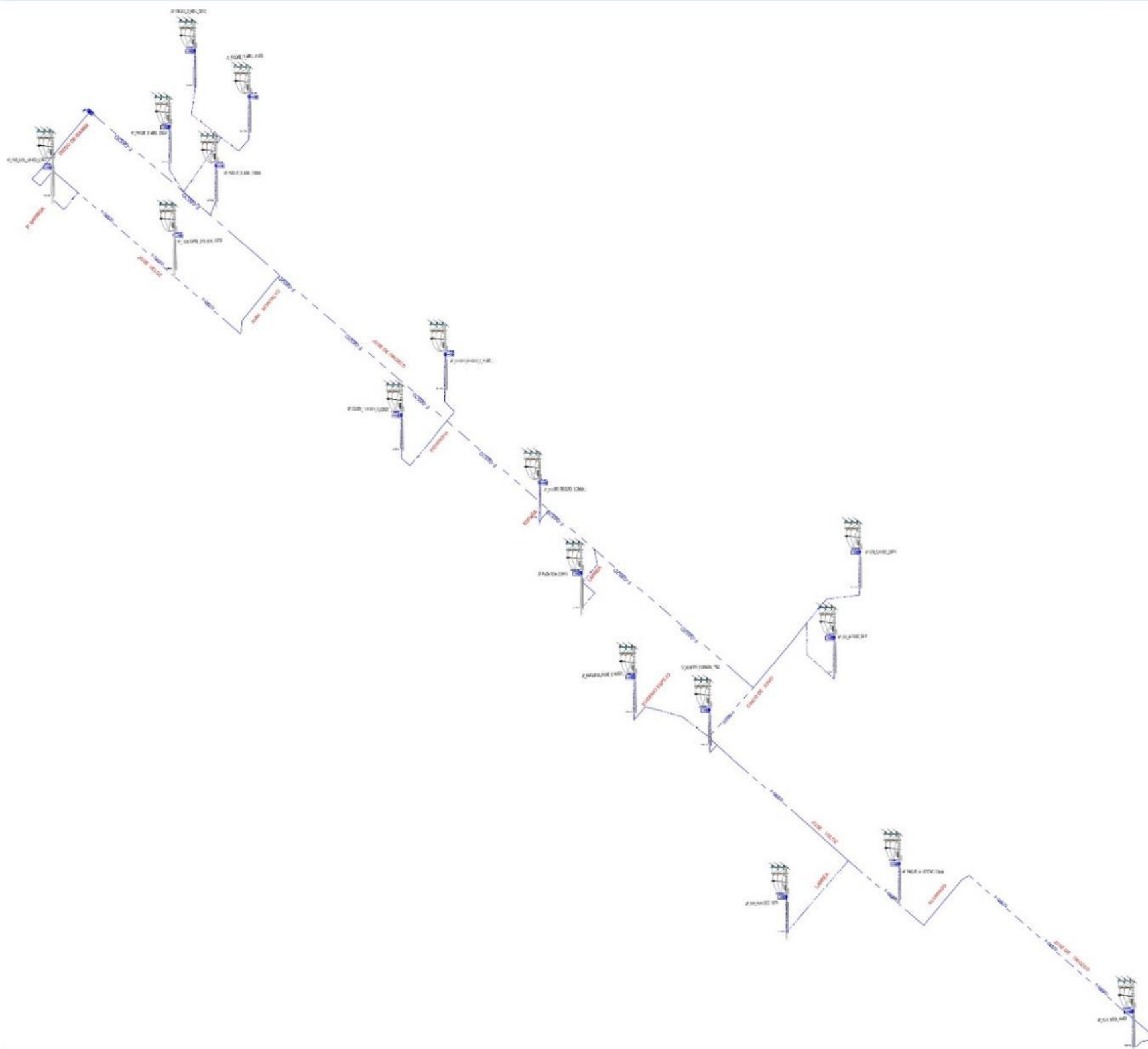
CRP Corporación Regional de Telecomunicaciones

PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES "Robamba Digital"

COORDINACIÓN: Planificación de Infraestructura - Corchil - Robamba

RED DE DISPERSIÓN I

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Fecha:
Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Fecha:



SIMBOLOGÍA

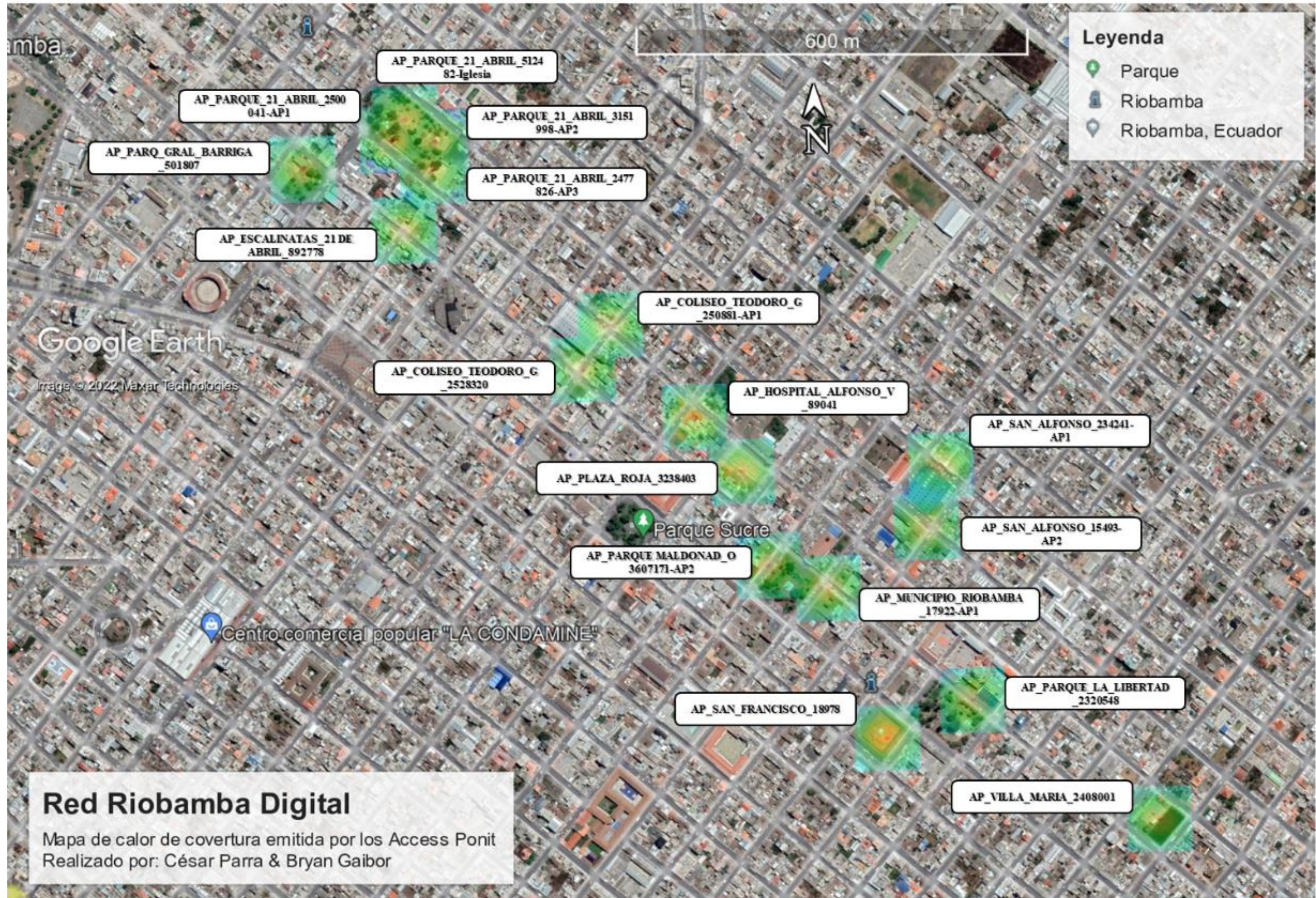
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ONT (ABONADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA
	ROSETA ÓPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CAMARAS O POZOS
	SPLITTER ÓPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-0652D)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-0657A1)
	OCUPACION DE CANALIZACIÓN DE 2 VIAS
	CANALIZACIÓN DE VIAS
	POZO DE MANO BOXBOX75 CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CANALIZACIÓN



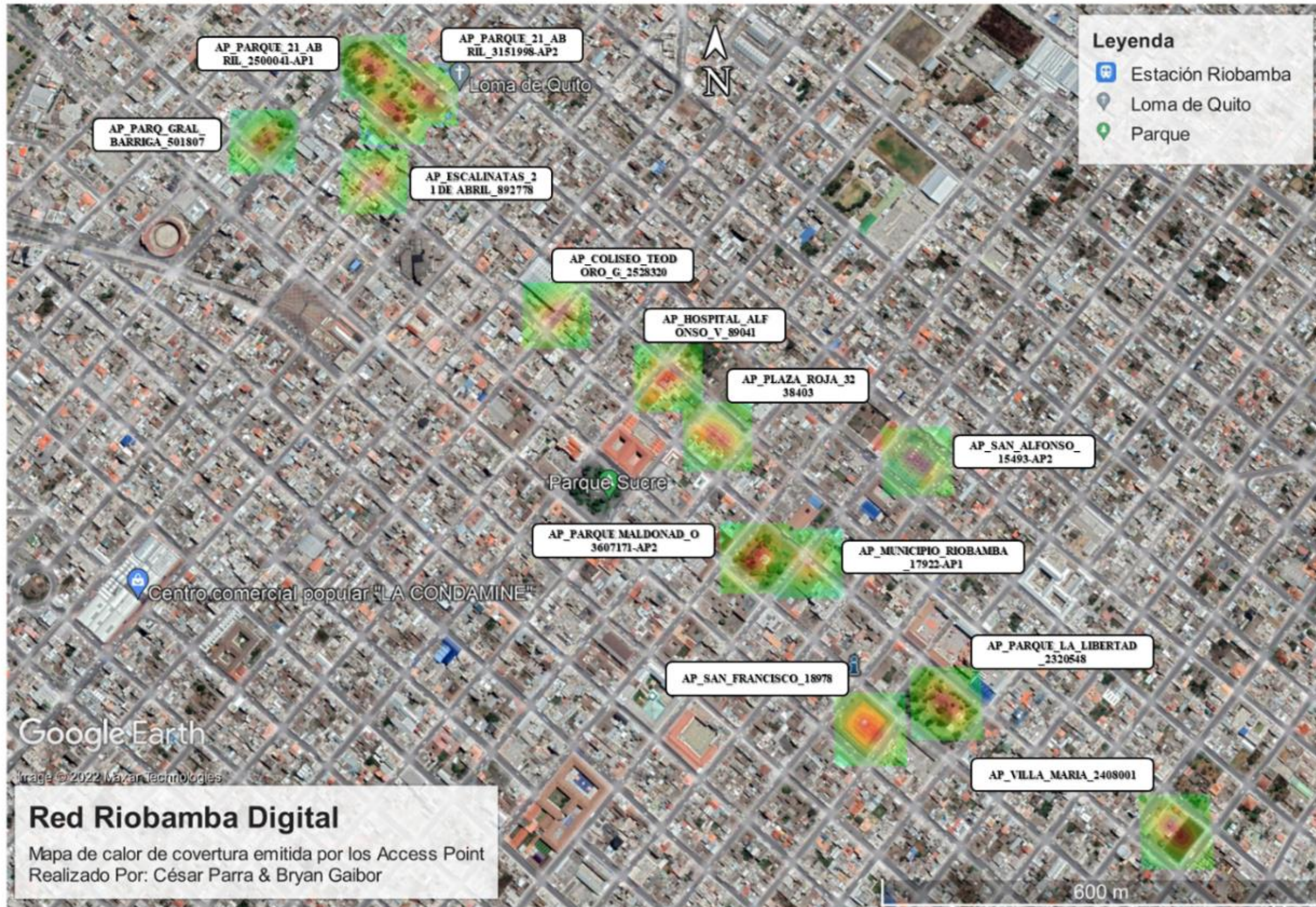
PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES "Riobamba Digital"
 ASOCIACIÓN Provincial de Chimborazo, Ecuador/Riobamba
 de **DIAGRAMA DE EMPALMES**
 Fecha: 15/05/2021
 Hoja: 1 de 1

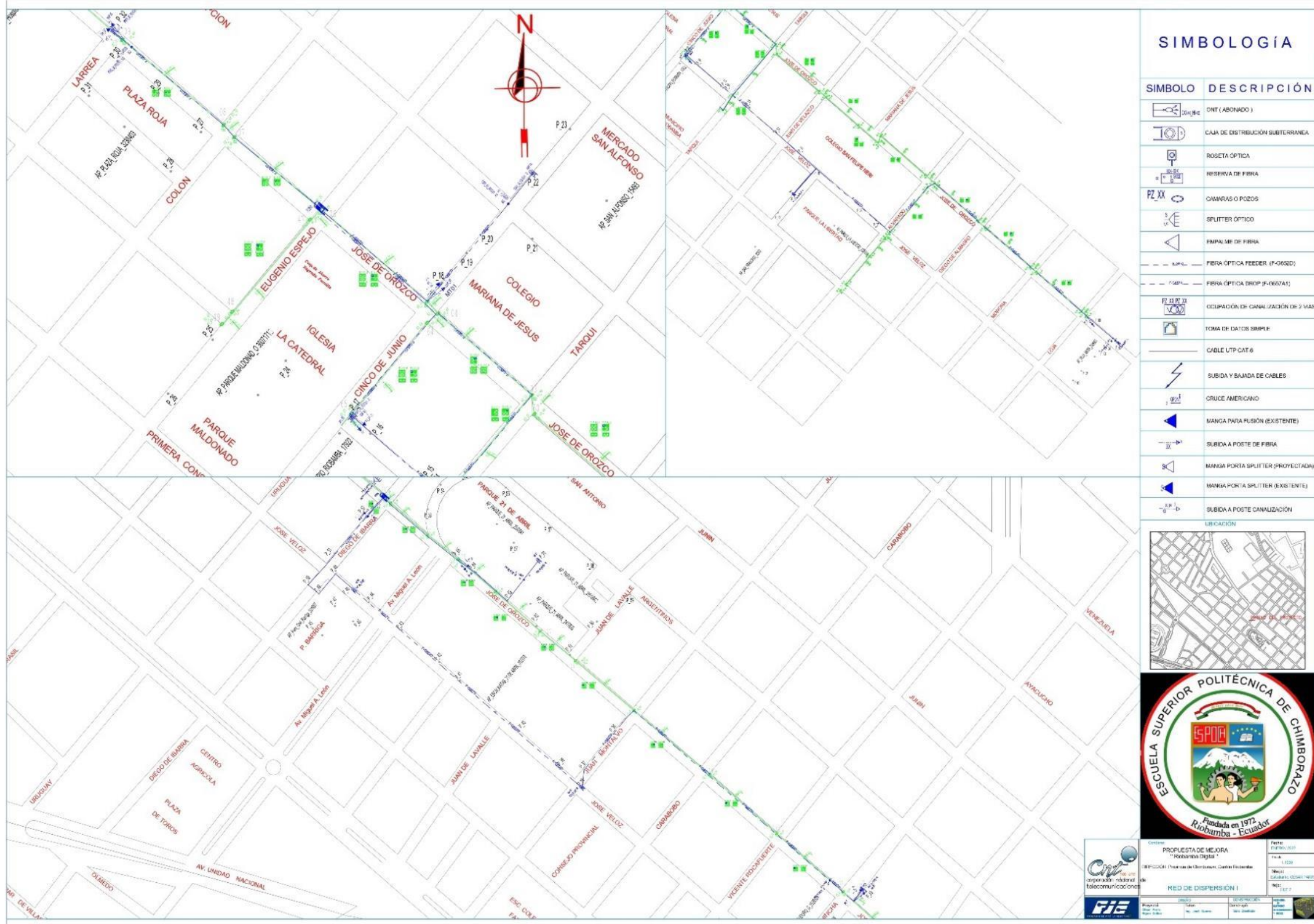
ANEXO D





ANEXO F





SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ONT (ABONADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA
	ROSETA ÓPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CAMARAS O POZOS
	SPLITTER ÓPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-0662D)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-0667A1)
	OCUPACIÓN DE CANALIZACIÓN DE 2 VÍAS
	TOMA DE DATOS SIMPLE
	CABLE UTP CAT 6
	SUBIDA Y BAJADA DE CABLES
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CANALIZACIÓN



PROYECTO DE MEJORA "Redes de Fibra Óptica"		Fecha: 20/05/2011
Ejecución: Universidad de Chimborazo - Centro de Estudios de Telecomunicaciones		Escala: 1:1000
RED DE DISPERSIÓN I		No. de Hojas: 01 de 01
Autor: Juan Carlos	Revisor: Juan Carlos	Aprobado: Juan Carlos



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CABINETO OPTICO
	CABINETO DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA
	ROSETA OPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	MANHOLE
	SPLITTER OPTICO
	FIBRA OPTICA FEEDER
	FIBRA OPTICA DROP
	FIBRA OPTICA
	TOMA DE DATOS SIMPLE
	CABLE LITP DATA
	SUBIDA Y BAJADA DE CABLE
	CRUCE AMERICANO
	MANHOLE EXISTENTE
	SUBIDA POSTE DE FIBRA
	MANHOLE PROYECTADO
	MANHOLE EXISTENTE
	SUBIDA POSTE CABLE



PROYECTO DE MEJORA "Redes Digitales"
 DIRECCIÓN Provincial de Telecomunicaciones
RED DE DISPERSION II
 FECHA: 2023-08-24
 ESCALA: 1:1000
 AUTOR: [Nombre del Autor]
 REVISOR: [Nombre del Revisor]
 APROBADO: [Nombre del Aprobado]



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	FACEPLATE DE FIBRA ÓPTICA
	TOBA ELÉCTRICA
	CAJETÍN EMPOTRABLE DE FIBRA ÓPTICA
	CAJAS DE PASO
	MANGUERA NEGRA DE 12"
	CAMPAÑAS O POZOS
	SURIDA Y BAJADA DE TUBERÍAS EMT
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-0620)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-0607A1)
	OCCUPACIÓN DE CANALIZACIÓN DE 2 VÍAS
	CANALIZACIÓN DE VÍAS
	POZO DE MANO 60X60X75 CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SURIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SURIDA A POSTE CANALIZACIÓN



PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORA "Reducción Digital"
UBICACIÓN: Universidad de Chimborazo, Ciudad de Riobamba
TIPO DE OBRA: CANALIZACIÓN EXTERNA I

FECHA: 2023-07-01
ESCALA: 1:1000
PROYECTISTA: [Nombre]

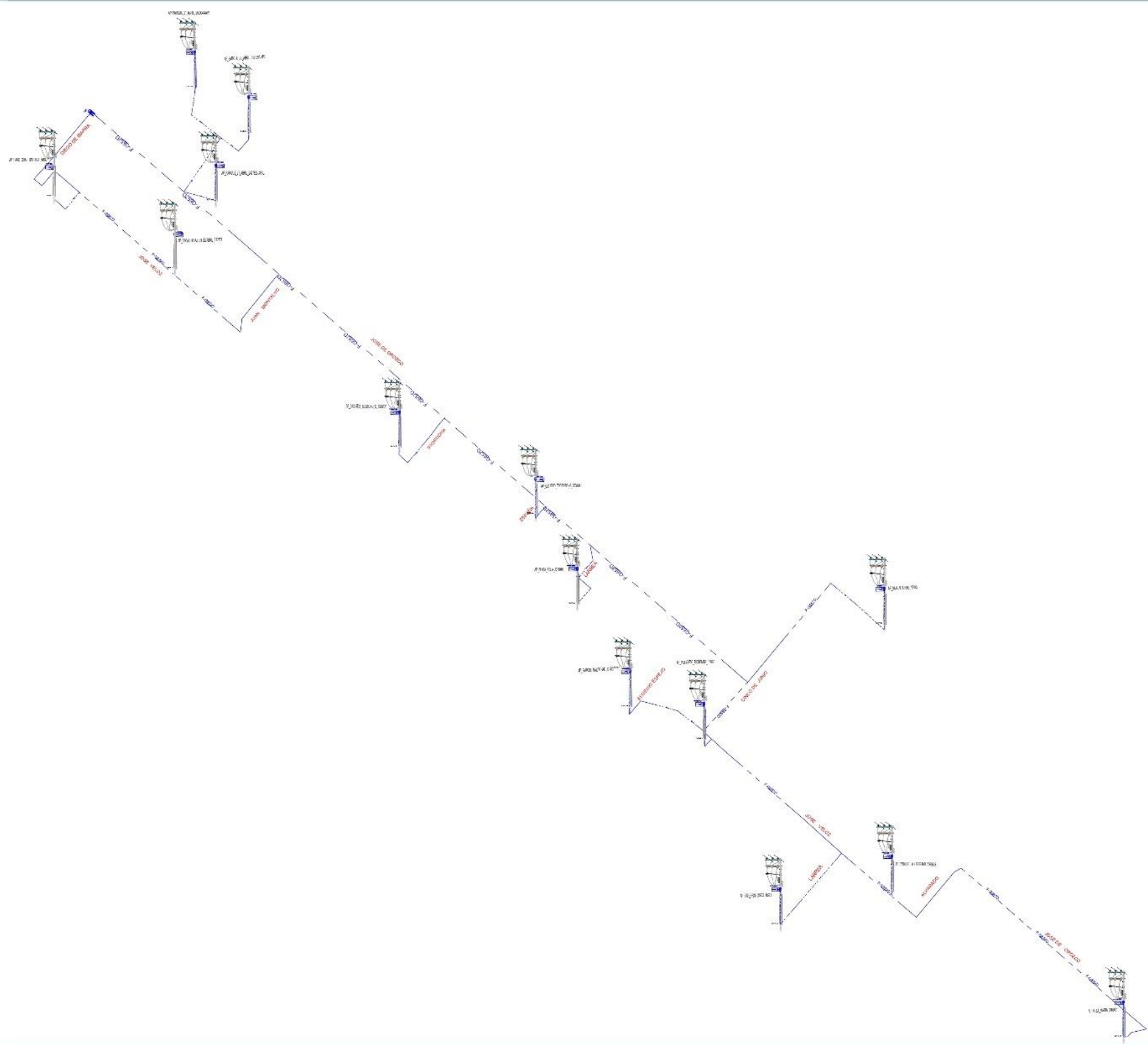


SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	FACEPLATE DE FIBRA ÓPTICA
	TOMA ELÉCTRICA
	CAJETÍN EMPOTRABLE DE FIBRA ÓPTICA
	CAJAS DE PARO
	MANGLERA NEGRA DE 1/2"
	CÁMARA O POZOS
	SUBIDA Y BAJADA DE TURBIRIAS FMT
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-0652D)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-0657A1)
	Ocupación de canalización de 2 VÍAS
	CANALIZACIÓN DE VÍAS
	POZO DE MANO 80X80X75 CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CANALIZACIÓN



 Corporación Nacional de Telecomunicaciones	Proyecto: PROYECTO DE MEJORA "Riobamba Digital"	Fecha: 2023
	Ejecución: DIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES Y SERVICIOS	Escala: 1:1000
	Tipo de Proyecto: CANALIZACIÓN EXTERNA II	Hoja: 4 DE 7



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ONT (ABONADO)
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA
	ROSETA ÓPTICA
	RESERVA DE FIBRA
	CAMERAS O POZOS
	SPLITTER ÓPTICO
	EMPALME DE FIBRA
	FIBRA ÓPTICA FEEDER (F-0652D)
	FIBRA ÓPTICA DROP (F-0657A1)
	OCCUPACIÓN DE CANALIZACIÓN DE 2 VIAS
	CANALIZACIÓN DE VIAS
	POZO DE MANO 33X33X75 CM
	DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA
	CRUCE AMERICANO
	MANGA PARA FUSIÓN (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE DE FIBRA
	MANGA PORTA SPLITTER (PROYECTADA)
	MANGA PORTA SPLITTER (EXISTENTE)
	SUBIDA A POSTE CANALIZACIÓN



PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORA "Riobamba Digital"
 DIRECCIÓN: Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba
 DE: DIRECCIÓN DE TELECOMUNICACIONES DE RIOBAMBA
 DE: DIRECCIÓN DE TELECOMUNICACIONES DE RIOBAMBA

FECHA: 01/07/2022
 PÁGINA: 1/100
 TÍTULO: DIAGRAMA DE EMPALMES
 NÚMERO: 1077



CERTIFICADO DE RECONOCIMIENTO

LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DEL GADM DEL CANTÓN RIOBMBA

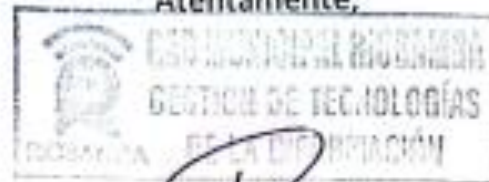
CERTIFICA:

Que el estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sr. BRYAN ALEXANDER GAIBOR AMBI, portador de la C.I. 020182640-1, realizó su investigación en la Red Riobamba Digital con el tema "Medición y análisis de QoS de los Access Points gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba para plantear una propuesta de mejora", POR LO QUE ENTREGÓ LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A ESTA Dirección de Gestión , con lo que se iniciarán las actividades que permitan mejorar el servicio a la ciudadanía.

Es todo lo que puede decir en honor a la verdad, facultándole a la interesada hacer uso del presente documento en la forma que así lo requiera.

Riobamba, 11 de Agosto del año 2022.

Atentamente,



Ing. Alfredo Calcha Ortiz

DIRECTOR DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



CERTIFICADO DE RECONOCIMIENTO

LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DEL
GADM DEL CANTÓN RIOBMBA

CERTIFICA:

Que el estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sr. CÉSAR AUGUSTO PARRA LOGROÑO, portador de la C.I. 060510526-1, realizó su investigación en la Red Riobamba Digital con el tema "Medición y análisis de QoS de los Access Points gratuitos del corredor turístico 2 de la ciudad de Riobamba para plantear una propuesta de mejora", POR LO QUE ENTREGÓ LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A ESTA Dirección de Gestión, con lo que se iniciarán las actividades que permitan mejorar el servicio a la ciudadanía.

Es todo lo que puede decir en honor a la verdad, facultándole a la interesada hacer uso del presente documento en la forma que así lo requiera.

Riobamba, 11 de Agosto del año 2022.

Atentamente,

Ing. Alfredo Colcha Ortiz

DIRECTOR DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



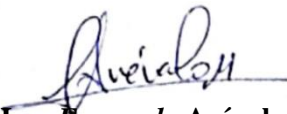
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 12 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR	
Nombres – Apellidos:	BRYAN ALEXANDER GAIBOR AMBI CÉSAR AUGUSTO PARRA LOGROÑO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad:	INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Carrera:	TELECOMUNICACIONES
Título a optar:	INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. <i>Fernanda</i> Arévalo M.

