



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**“PROTOTIPO DE UNA CIUDAD DIGITAL CON APLICACIÓN DE  
SERVICIOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD EN EL CASERÍO  
SAN JORGE DEL CANTON PATATE”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

**LINEA DE INVESTIGACION:**           Tecnologías de Comunicación  
**AUTOR:**                                Andy Roberto Mesias Barreno  
**TUTOR:**                                 Ing. Mg. Geovanni Danilo Brito Moncayo

Ambato, Ecuador

Noviembre, 2020

## **APROBACION DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: **PROTOTIPO DE UNA CIUDAD DIGITAL CON APLICACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD EN EL CASERIO SAN JORGE DEL CANTON PATATE**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Titulación por el señor **Andy Roberto Mesias Barreno**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, noviembre 2020

**EL TUTOR**



Firmado electrónicamente por:  
**GEOVANNI DANILO  
BRITO MONCAYO**

---

Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, Mg

## AUTORÍA

El presente trabajo Proyecto de Investigación titulado: “PROTOTIPO DE UNA CIUDAD DIGITAL CON APLICACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD EN EL CASERIO SAN JORGE DEL CANTON PATATE.”, es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato noviembre, 2020



---

Andy Roberto Mesias Barreno

CC: 180469213-3

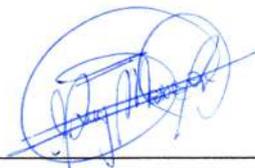
AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad

Ambato, noviembre 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Andy Roberto Mesias Barreno

CC: 180469213-3

## **APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Andy Roberto Mesias Barreno, estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Titulación, titulado “PROTOTIPO DE UNA CIUDAD DIGITAL CON APLICACIÓN DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD EN EL CASERIO SAN JORGE DEL CANTON PATATE”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, noviembre 2020



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA PILAR  
URRUTIA**

---

Ing. Pilar Urrutia, Mg

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**MARCO ANTONIO  
JURADO LOZADA**

---

Ing. Marco Jurado

**DOCENTE CALIFICADOR**



Firmado electrónicamente por:  
**JULIO ENRIQUE  
CUJI  
RODRIGUEZ**

---

Ing. Julio Cuji

**DOCENTE CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*Este proyecto va dedicado a mis padres quienes fueron los pilares fundamentales durante toda mi vida estudiantil, quienes siempre me apoyaron para poder cumplir mis metas ya que sin ellos nada sería posible.*

*A mis hermanos, que son el motivo para salir adelante y no rendirme en ningún momento para ser un ejemplo para ellos como hermano mayor.*

*A mis tíos, quienes de una manera u otra supieron apoyarme cuando necesitaba de su ayuda.*

*A mis abuelitos, que cada fin de semana con su sonrisa incomparable y sus concejos supieron levantarme los ánimos para seguir luchando por mis sueños.*

***Andy Roberto Mesias Barreno***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios y a la Virgencita por haberme escuchado en los momentos difíciles de mi vida, y por guiarme durante todo este largo camino, a mi primo Oscar que desde el cielo me cuida y me da fuerza y sabiduría para seguir adelante.*

*A mis Padres y a toda mi familia que me brindaron su apoyo incondicional en todo momento.*

*A mi tutor y a los docentes de la FISEI por impartir sus conocimientos y brindarme su apoyo no solo como docentes sino como amigos.*

*A mis amigos que de una u otra manera en los momentos difíciles supimos apoyarnos desde que iniciamos nuestra vida universitaria.*

***Andy Roberto Mesias Barreno***

## INDICE GENERAL

APROBACION DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
INDICE GENERAL .....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	1
1.1.1. Contextualización del Problema.....	3
1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	5
1.2.1. Caserío San Jorge .....	5
1.2.2. Ciudades Digitales .....	6
1.2.3. Sistemas de Control de Accesos .....	12
1.2.4. Sistemas de Detección de Intrusos .....	19
1.2.5. Telefonía IP.....	22
1.2.6. Radio Enlaces.....	27
1.2.7. Sistemas de comunicación Inalámbrica .....	30
1.2.8. Sistemas de Video vigilancia IP.....	36
1.2.9. Antenas.....	43
1.3. OBJETIVOS .....	44
1.3.1. Objetivo general .....	44
1.3.2. Objetivos específicos .....	44
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>45</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>45</b>
2.1 Materiales .....	45
2.2 Métodos .....	45
2.2.1 Modalidad de la Investigación .....	45
2.2.2 Propuesta de solución.....	46
2.2.3 Recolección de la Información.....	46

2.2.4	Procesamiento y Análisis de Datos .....	46
2.2.5	Desarrollo del Proyecto .....	46
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>48</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>48</b>
3.1	Análisis y Discusión de Resultados .....	48
3.2	Desarrollo de la Propuesta.....	48
3.2.1	Información General .....	48
3.2.2	Identificación de los lugares donde se encuentran instalados equipos de comunicaciones en el caserío San Jorge. ....	49
3.2.3	Análisis del estado actual de los servicios de comunicaciones y seguridad en el Caserío San Jorge .....	51
3.2.4	Selección de los servicios a aplicarse en el prototipo de ciudad digital en el caserío San Jorge .....	64
3.2.5	Diseño de la Red .....	70
3.2.6	Diseño del Prototipo.....	108
3.2.7	Ensamblaje del Prototipo .....	133
3.2.8	Pruebas de funcionamiento y análisis de resultados .....	134
3.2.9	Costo del prototipo .....	149
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>150</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>150</b>
4.1.	CONCLUSIONES .....	150
4.2.	RECOMENDACIONES.....	151
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>152</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>159</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Códecs de audio para VoIP.....	25
<b>Tabla 1.2</b> Comparación entre los diferentes estándares 802.11.....	35
<b>Tabla 3.1</b> Coordenadas de los barrios del Caserío San Jorge.....	55
<b>Tabla 3.2</b> Resumen de las características de los barrios del caserío San Jorge.....	56
<b>Tabla 3.3</b> Resumen de los niveles de cobertura de todas las operadoras (Claro, Movistar y CNT) en el caserío San Jorge .....	63
<b>Tabla 3.4</b> Ancho de banda que consume cada aplicación.....	67
<b>Tabla 3.5</b> Dimensionamiento de las estaciones.....	69
<b>Tabla 3.6</b> Coordenadas de la estación de repetición .....	71
<b>Tabla 3.7</b> Ubicación de CNT-Pelileo y UPC-Patate .....	71
<b>Tabla 3.8</b> Datos de los enlaces realizados .....	72
<b>Tabla 3.9</b> Lista de equipos para el Sistema .....	73
<b>Tabla 3.10</b> Características Equipos Ubiquiti y MikroTik .....	74
<b>Tabla 3.11</b> Características de equipos para enlaces PtMP .....	75
<b>Tabla 3.12</b> Características Equipo de radio Ubiquiti .....	77
<b>Tabla 3.13</b> Características de las antenas para las estaciones remotas.....	78
<b>Tabla 3.14</b> Equipos seleccionados para enlaces de radio.....	79
<b>Tabla 3.15</b> Parámetros técnicos de los equipos para enlace 1.....	82
<b>Tabla 3.16</b> Cálculos de Zona de Fresnel, Perdidas en el espacio libre y Potencia de Recepción.....	84
<b>Tabla 3.17</b> Características de Switch administrables .....	85
<b>Tabla 3.18</b> Características de los UPS .....	88
<b>Tabla 3.19</b> Características de cables FTP.....	97
<b>Tabla 3.20</b> Características de varillas de Copperweld .....	90
<b>Tabla 3.21</b> Características de diferentes pararrayos.....	91
<b>Tabla 3.22</b> Características de cámaras ANPR.....	92
<b>Tabla 3.23</b> Características de cámaras tipo Domo .....	94
<b>Tabla 3.24</b> Características de cámaras PTZ .....	95
<b>Tabla 3.25</b> Características de teléfonos IP .....	98
<b>Tabla 3.26</b> Características de centrales IP PBX.....	98
<b>Tabla 3.27</b> Características de los Access point para exteriores.....	100

<b>Tabla 3.28</b> Resumen de equipos seleccionados. ....	105
<b>Tabla 3.29</b> Lista de equipos para cada estación .....	106
<b>Tabla 3.30</b> Presupuesto general de equipos .....	107
<b>Tabla 3.31</b> Resultados de las pruebas de funcionamiento de lectura de placas. ....	138
<b>Tabla 3.32</b> Errores en la lectura de placas vehiculares .....	139
<b>Tabla 3.33</b> Presupuesto del prototipo de ciudad digital. ....	149

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Ubicación caserío San Jorge.....	5
<b>Figura 1.2</b> Ciudad Digital. ....	7
<b>Figura 1.3</b> Elementos de una Ciudad Digital. ....	7
<b>Figura 1.4</b> Elementos de un sistema autónomo de control de accesos. ....	13
<b>Figura 1.5</b> Sistema de control de acceso centralizado, ejemplo de sistema de control de asistencia. ....	14
<b>Figura 1.6</b> Diagrama de bloques de un sistema ANPR.....	15
<b>Figura 1.7</b> Captura de imagen del vehículo. ....	15
<b>Figura 1.8</b> Preprocesamiento de la imagen capturada.....	16
<b>Figura 1.9</b> Detección de Placa.....	16
<b>Figura 1.10</b> Segmentación de caracteres.....	17
<b>Figura 1.11</b> Caracteres extraídos de la Placa. ....	17
<b>Figura 1.12</b> Ejemplo de Cámara con ANPR.....	18
<b>Figura 1.13</b> Detección de intrusos informáticos. ....	19
<b>Figura 1.14</b> Pasillo monitorizado con sensores de movimiento.....	20
<b>Figura 1.15</b> Ejemplo de un sistema de Telefonía IP. ....	22
<b>Figura 1.16</b> Patrón de encendido y apagado durante el tráfico de VoIP.....	24
<b>Figura 1.17</b> VoIP mediante Asterisk.....	26
<b>Figura 1.18</b> Radioenlace. ....	27
<b>Figura 1.19</b> Enlace Punto a Punto (PtP).....	28
<b>Figura 1.20</b> Enlace punto multi punto (PtMP).....	28
<b>Figura 1.21</b> Gama de colores de Radio Mobile. ....	29
<b>Figura 1.22</b> Ejemplo de un radioenlace en Radio Mobile.....	30
<b>Figura 1.23</b> Ejemplo de una red PAN. ....	31
<b>Figura 1.24</b> Ejemplo de una red LAN.....	31
<b>Figura 1.25</b> Ejemplo de una red MAN.....	32
<b>Figura 1.26</b> Ejemplo de una red WAN. ....	32
<b>Figura 1.27</b> Ejemplo de una red WiFi.....	33
<b>Figura 1.28</b> Ejemplo de redes HiperLAN. ....	34
<b>Figura 1.29</b> Arquitectura Lógica 802.11.....	36
<b>Figura 1.30</b> Elementos de un Sistema de Video Vigilancia IP. ....	37
<b>Figura 1.31</b> Cámara tipo domo fijo.....	39

<b>Figura 1.32</b> Cámara tipo domo PTZ. ....	40
<b>Figura 1.33</b> Cámara tipo bala. ....	40
<b>Figura 1.34</b> Almacenamiento con NVR. ....	42
<b>Figura 3.1</b> Geolocalización del Caserío San Jorge. ....	49
<b>Figura 3.2</b> Torre de repetición barrio Silvicha. ....	50
<b>Figura 3.3</b> Torre de repetición barrio el Pedregal. ....	50
<b>Figura 3.4</b> Barrio El Pedregal. ....	51
<b>Figura 3.5</b> Barrio el Cristal. ....	52
<b>Figura 3.6</b> Barrio el Duende. ....	52
<b>Figura 3.7</b> Barrio el Centro. ....	53
<b>Figura 3.8</b> Barrio la "Y". ....	53
<b>Figura 3.9</b> Barrio la Iglesia. ....	54
<b>Figura 3.10</b> Barrio Silvicha. ....	54
<b>Figura 3.11</b> Área de cobertura de la red 2G de Claro en el caserío San Jorge. ....	57
<b>Figura 3.12</b> Área de cobertura de la red 3G de Claro en el caserío San Jorge. ....	58
<b>Figura 3.13</b> Área de cobertura de la red 4G de Claro en el caserío San Jorge. ....	58
<b>Figura 3.14</b> Área de cobertura de la red 2G de Movistar en el caserío San Jorge. ...	59
<b>Figura 3.15</b> Área de cobertura de la red 3G de Movistar en el caserío San Jorge. ...	60
<b>Figura 3.16</b> Área de cobertura de la red 4G de Movistar en el caserío San Jorge. ...	60
<b>Figura 3.17</b> Área de cobertura de la red 2G de CNT en el caserío San Jorge. ....	61
<b>Figura 3.18</b> Área de cobertura de la red 3.5G de CNT en el caserío San Jorge. ....	61
<b>Figura 3.19</b> Área de cobertura de la red HSPA+ en el caserío San Jorge. ....	62
<b>Figura 3.20</b> Área de cobertura de la red LTE 4G en el caserío San Jorge. ....	62
<b>Figura 3.21</b> Razones de uso de internet. ....	65
<b>Figura 3.22</b> Promedio de Usuarios de internet en Ecuador. ....	66
<b>Figura 3.23</b> Tiempo diario en sitios web. ....	66
<b>Figura 3.24</b> Ubicación de los barrios y Área el caserío San Jorge. ....	70
<b>Figura 3.25</b> Antena PBE-5AC-Gen2. ....	75
<b>Figura 3.26</b> Antena sectorial AM-5G20-90. ....	77
<b>Figura 3.27</b> Radio RP-5AC-Gen2 y Antena Sectorial. ....	78
<b>Figura 3.28</b> Partes de la antena Ubiquiti LBE-5AC-Gen2. ....	79
<b>Figura 3.29</b> Área de cobertura de la red en el caserío San Jorge. ....	80
<b>Figura 3.30</b> Switch HPE 1920S JL383A. ....	86

<b>Figura 3.31</b> Elementos de una torre ventada semi pesada. ....	87
<b>Figura 3.32</b> Elementos de una torre ventada liviana. ....	88
<b>Figura 3.33</b> UPS Vertiv GXT MT+ 03 kVA. ....	89
<b>Figura 3.34</b> Cable FTP categoría 6 marca LS. ....	97
<b>Figura 3.35</b> Varilla de copperweld ERICO 615900. ....	90
<b>Figura 3.36</b> THOR Gel. ....	91
<b>Figura 3.37</b> Pararrayos Franklin múltiples puntas INGESCO. ....	92
<b>Figura 3.38</b> Cámara ANPR Hikvision DS-2CD4A26FWD-(IZHS). ....	93
<b>Figura 3.39</b> Cámara tipo domo Hikvision DS-2CD1121-I. ....	95
<b>Figura 3.40</b> Cámara DAHUA modelo DH-SD49225T-HN. ....	96
<b>Figura 3.41</b> Teléfono IP y central PBX Grandstream. ....	100
<b>Figura 3.42</b> Access point Ubiquiti UAP-AC para exteriores. ....	101
<b>Figura 3.43</b> Botonera de emergencia SS2422EM-ES. ....	101
<b>Figura 3.44</b> Elementos para las estaciones remotas. ....	103
<b>Figura 3.45</b> Esquema Físico de la Red. ....	104
<b>Figura 3.46</b> Ubicación de la casa del señor Milton Lesano y vías de acceso. ....	109
<b>Figura 3.47</b> Vía de acceso al barrio que se va a controlar. ....	110
<b>Figura 3.48</b> Instalación de la Cámara ANPR. ....	110
<b>Figura 3.49</b> NVR y Router utilizados. ....	111
<b>Figura 3.50</b> Verificación de IP's con SADP Tool. ....	111
<b>Figura 3.51</b> Configuración del Área de Detección. ....	112
<b>Figura 3.52</b> Configuración de Ganancia en 50. ....	112
<b>Figura 3.53</b> Configuración de ganancia en 20. ....	113
<b>Figura 3.54</b> Configuraciones de Imagen. ....	114
<b>Figura 3.55</b> Lista blanca y Negra. ....	114
<b>Figura 3.56</b> Configuración del servidor FTP. ....	115
<b>Figura 3.57</b> Lista blanca y negra NVR. ....	115
<b>Figura 3.58</b> Configuración me método de enlace. ....	116
<b>Figura 3.59</b> Configuraciones de imagen para e-mail. ....	117
<b>Figura 3.60</b> Configuración del servidor de correo. ....	117
<b>Figura 3.61</b> Instalación de la cámara para control de intrusos. ....	118
<b>Figura 3.62</b> Configuración de imagen por defecto. ....	119
<b>Figura 3.63</b> Configuración de imagen y contraluz. ....	119

<b>Figura 3.64</b> Búsqueda por IP de la cámara para control de intrusos.....	120
<b>Figura 3.65</b> configuración de zonas de detección. ....	120
<b>Figura 3.66</b> Configuración de alertas en iSpy.....	121
<b>Figura 3.67</b> Configuración de Festival.....	122
<b>Figura 3.68</b> Configuración de las extensiones en Linphone. ....	122
<b>Figura 3.69</b> Router D-LINK DIR 610.....	123
<b>Figura 3.70</b> Dispositivos para el botón de emergencia. ....	124
<b>Figura 3.71</b> Servidor web XAMPP. ....	127
<b>Figura 3.72</b> Menú Inicio. ....	128
<b>Figura 3.73</b> Menú Control de Accesos. ....	128
<b>Figura 3.74</b> Menú control de intrusos. ....	129
<b>Figura 3.75</b> Menú Equipos.....	129
<b>Figura 3.76</b> Formulario de inicio de sesión.....	131
<b>Figura 3.87</b> Sección de registro y monitoreo de dispositivos. ....	132
<b>Figura 3.78</b> Diseño adaptativo Web Responsive. ....	132
<b>Figura 3.79</b> Dispositivos para el prototipo de ciudad digital. ....	133
<b>Figura 3.80</b> Cámara para el control de intrusos (a), Cámara para el control de accesos (b).....	133
<b>Figura 3.81</b> Lectura de placas durante el día. ....	135
<b>Figura 3.82</b> Registro de letras y números con fondo blanco.....	135
<b>Figura 3.83</b> Almacenamiento de números de placas en NVR. ....	136
<b>Figura 3.84</b> Lectura de placas durante la noche.....	136
<b>Figura 3.85</b> Lectura de placas en los parabrisas de los vehículos.....	137
<b>Figura 3.86</b> Lectura de placas de motocicletas. ....	137
<b>Figura 3.87</b> Lectura de placas en los laterales de vehículos. ....	137
<b>Figura 3.88</b> Correo de notificación de lista negra. ....	140
<b>Figura 3.89</b> Almacenamiento en servidor FTP. ....	141
<b>Figura 3.90</b> Extensiones activas en Asterisk.....	141
<b>Figura 3.91</b> Entorno de control de iSpy. ....	142
<b>Figura 3.92</b> Activación de la alerta de intrusos.....	142
<b>Figura 3.93</b> Prueba de funcionamiento de llamada para verificar la cámara.....	143
<b>Figura 3.94</b> dispositivos para la botonera de emergencia. ....	144
<b>Figura 3.95</b> Activación de botonera de Emergencia. ....	144

<b>Figura 3.96</b> Interfaz de gestión y control de cámaras. ....	145
<b>Figura 3.97</b> Menú para agregar cámaras (a), Menú para modificar registros de cámaras (b). ....	146
<b>Figura 3.98</b> Visualización de cámaras desde la interfaz de gestión y control. ....	147
<b>Figura 3.99</b> Interfaz de gestión y control de botoneras de Emergencia. ....	147
<b>Figura 3.100</b> Menú control de accesos. ....	148
<b>Figura 3.101</b> Menú control de intrusos. ....	148

## RESUMEN

Uno de los objetivos de una Ciudad Digital es la implementación de una infraestructura de telecomunicaciones que permita la interoperabilidad de todos los servicios que una Ciudad Digital posee entre los cuales se encuentran los servicios de comunicaciones, seguridad, salud, economía, etc. Estos servicios deben ser optimizados para brindar una respuesta más ágil y eficaz ante alguna emergencia. Este trabajo de investigación presenta un prototipo de una Ciudad Digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad en el caserío San Jorge tales como: Internet, VoIP, videovigilancia, control de accesos e intrusos y botoneras de emergencia. Estos servicios fueron seleccionados una vez que se realizó el estudio de campo en cada uno de los barrios del caserío. Los sistemas de seguridad podrán ser monitoreados y supervisados por un administrador mediante un servidor web basado en lenguaje de programación PHP.

El diseño de la red principal se realizó mediante Radio Enlaces bajo el estándar 802.11ac la cual cubre la mayor parte del caserío San Jorge, especialmente las zonas pobladas. Para el control de accesos se propone la utilización de cámaras de reconocimiento automático de matrículas o ANPR de última tecnología para el registro y lectura de placas para controlar el ingreso y salida de vehículos del barrio El Centro del caserío San Jorge.

El control de intrusos se realizó mediante la utilización del software iSpy juntamente con la central telefónica Asterisk que se utilizó para recibir llamadas de alerta y verificar las cámaras con solo realizar una videollamada cuando se detecte movimiento en una zona de interés. Finalmente, ante una situación de riesgo la botonera de emergencia envía una notificación de alerta al servidor web de gestión y control la cual será verificada por el administrador de la Unidad de Policía Comunitaria.

**Palabras claves:** Sistema de control, iSpy, PHP, Radio Enlaces, ANPR, estándar 802.11ac.

## ABSTRACT

One of the objectives of a Digital City is the implementation of a telecommunications infrastructure that allows the interoperability of all the services that a Digital City has among which are the services of communications, security, health, economy, etc. These services must be optimized to provide a more agile and effective response to any emergency. This research work presents a prototype of a Digital City with application of communication and security services in the San Jorge farmhouse such as: Internet, VoIP, video surveillance, access and intruder control and emergency button panels. These services were selected once the field study was carried out in each of the neighborhoods of the farmhouse. The security systems can be monitored and supervised by an administrator through a web server based on PHP programming language.

The design of the main network was done through Radio Links under the 802.11ac standard which covers most of the San Jorge hamlet, especially the populated areas. For access control, the use of automatic license plate recognition cameras or ANPR of the latest technology for registration and reading of plates to control the entry and exit of vehicles from the neighborhood El Centro of the San Jorge farmhouse is proposed.

The control of intruders was carried out by using the iSpy software together with the Asterisk telephone exchange that was used to receive alert calls and verify the cameras by only making a video call when movement is detected in an area of interest. Finally, in the event of a risk situation, the emergency button panel sends an alert notification to the management and control web server, which will be verified by the administrator of the Community Police Unit.

**Keywords:** Control system, iSpy, PHP, Radio Links, ANPR, 802.11ac standard

# CAPITULO I

## MARCO TEORICO

### 1.1. Antecedentes Investigativos

De la investigación realizada en los repositorios de las diferentes Universidades Nacionales e Internacionales, en artículos científicos publicados en diferentes revistas, se ha encontrado proyectos de investigación relacionados con prototipos de ciudades digitales de los cuales se puede destacar los siguientes:

En el año 2018, en el repositorio de la IEEE se ha registrado un artículo con el nombre “Smart cities in india: Features, policies, current status, and challenges” realizado por: Nallapaneni Manoj Kumar, Sonali Goel y Pradeep Kumar Mallick, el cual se dio a conocer en la conferencia internacional sobre ciudades inteligentes, en este artículo se estudian definiciones de ciudad inteligente basadas en el enfoque general y el concepto que define el carácter central de la ciudad inteligente. Además, presenta un estudio exhaustivo sobre el concepto de ciudad inteligente a la vista de la India, la cual se centra en las características, los criterios de selección y evaluación y las políticas, también se discute el estado actual y los desafíos a la vista de la ciudad inteligente en el contexto indio. Como conclusiones del artículo se explica y propone la definición de la ciudad inteligente en el contexto general, así como la integración de la tecnología y los criterios de selección y evaluación para ciudades inteligentes en India fueron claramente establecidos. [1]

En el año 2018, en el repositorio de la IEEE se ha registrado un artículo con el nombre “HERMES: GS1-based Smart City Service Intercommunity” realizado por: Wondeuk Yoon, Yunho Lee, Hyangseok Chae, Sangwon Seo, Sehyeon Heo, Nakyung Lee, Kiwoong Kwon y Daeyoung Kim, el cual se dio a conocer en la conferencia internacional sobre ciudades inteligentes, en este artículo se propone una plataforma intercomunitaria de servicios de ciudades inteligentes basada en el estándar internacional GS1. El HERMES consta de un HERMES ONS y un Cliente HERMES.

HERMES ONS permite el registro, descubrimiento, acceso y utilización de los servicios de ciudades inteligentes vinculados a recursos urbanos. También se define Service Point como un medio para conectar ciudadanos y servicios en forma de código de barras, matriz de datos, código QR, baliza Bluetooth y WiFi AP. Y para finalizar implementaron seis escenarios de casos de uso, como el tráfico y la administración, y verificamos la efectividad de HERMES en Smart Cities globales. [2]

Colistra Joe realizó un artículo el cual está registrado en el repositorio de la IEE en el año 2018 con el nombre “The Evolving Architecture of Smart Cities”, el mismo que se dio a conocer en la conferencia internacional sobre ciudades inteligentes, en este artículo se presenta la investigación que realizó en el desarrollo de modelos de vivienda que aprovechan la recopilación de datos para su uso en estrategias de salud de la población. Desarrolló una unidad prototipo multifamiliar que demuestra las mejores prácticas para crear comunidades habitables dentro de Smart Cities en las cuales las redes Gigabit permiten que Smart Cities recopile y analice grandes cantidades de datos. Los sensores integrados en el entorno construido pueden recoger signos vitales humanos, actividad física, condiciones ambientales y regímenes farmacéuticos. Esta capacidad de predicción permitirá que las ciudades inteligentes evolucionen en ciudades receptivas. Concluyo que las técnicas de fabricación optimizadas pueden dar como resultados conjuntos de construcción prefabricados que conforman entornos ricos en sensores a escala. Las unidades prefabricadas configuradas en viviendas multifamiliares y edificios de uso mixto pueden proporcionar una infraestructura tecnológica que permite que los proveedores de servicios de salud remotos prescriban, supervisen y ajusten estrategias de salud y bienestar conectables. [3]

Iza Coro Grace Jacqueline en el año 2018, realizó un proyecto de investigación que está registrado en el repositorio de la Universidad Técnica de Ambato con el nombre: “Carretera inteligente con aplicación de servicios digitales en el trayecto Pelileo-Baños en la Provincia de Tungurahua”, en este trabajo de investigación se realizó un estudio para definir un sistema de comunicaciones que integre servicios digitales y de seguridad para de esta manera brindar beneficios a la mayoría de las personas que

habitan o transitan por la vía. El sistema de comunicación que se diseñó consiste en cuatro servicios digitales que son: Videovigilancia, VoIP, Botoneras de Emergencia y Acceso a Internet, concluyó que los equipos presentados para el diseño de la red tanto para el radio enlace como para las estaciones remotas presentan las mejores características técnicas para brindar una comunicación de calidad en cada uno de los servicios digitales y de seguridad. [4]

### **1.1.1. Contextualización del Problema**

En el año 2020 en las zonas rurales y urbanas de la provincia de Tungurahua se han visto afectadas debido a la inseguridad que existe en sus sectores, ya que aseguran que existen diferentes delitos que se cometen incluso a plena luz del día y en el centro de la ciudad. Según el Comité de seguridad ciudadana de Tungurahua se han identificado 10 delitos más frecuentes en la provincia, entre los cuales se encuentran el hurto que tiene un 23,12% y robo a personas con un 15, 10%, a continuación de estos se encuentran robos a vehículos, estafa y robos a domicilios, entre otros. El distrito Ambato Sur es el de mayor conflicto, ya que se registran mil 664 delitos atendidos por la Policía Nacional en el transcurso del 2020, mientras que en el Distrito Ambato Norte fueron mil 523 casos y en tercer lugar está el Distrito Patate-Pelileo con 128 delitos. [5]

En las zonas rurales de la provincia de Tungurahua es donde las comunicaciones y la seguridad son menos atendidas que las zonas urbanas debido a la localización de ciertas comunidades que se encuentran fuera de alcance de los proveedores de servicios de comunicaciones y seguridad. La inseguridad es un factor importante a considerar ya que en estas zonas se producen robos de animales, frutas, víveres, y en ciertas ocasiones los domicilios y vehículos de los habitantes. Cuando sucede alguno de estos actos de delincuencia los habitantes denuncian, pero pocas veces responden las autoridades es por ello que toman represalias los mismos directivos de las comunidades cuando encuentran a los responsables de dichos actos.

El presente proyecto surge ante la necesidad del caserío San Jorge de solventar algunos problemas que se presenta como: inseguridad por las noches por la presencia de carros y personas no identificadas dentro del caserío, deficiente señal de celular de algunas

operadoras y la falta de servicios comunicaciones para todos los barrios del caserío. Según datos del Control de Mando Integral de la Policía Nacional del Ecuador la cantidad de delitos en el cantón Patate en el periodo Enero 2018 Enero 2019 han aumentado de 34 a 38 entre los cuales están: hurtos, robos a domicilios, robos de bienes, robos a carros, entre otros. [6] En el caserío San Jorge aproximadamente suceden 4 delitos en el año, los que comúnmente son robos de bienes, robos de productos de campesinos y robos a domicilios. Se han propuesto algunas posibles soluciones a estos problemas, pero no se las llevó acabo debido al desacuerdo de los directivos y a la falta de recursos del sector. Es por ello por lo que es necesario realizar un prototipo de una ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad y así poder solventar los problemas del sector.

Los beneficiarios de este proyecto son principalmente los habitantes del caserío San Jorge, así como también las diferentes personas que visitan el caserío los fines de semana. Además, los caseríos que requieran nuevos servicios de comunicaciones y seguridad en su comunidad pueden optar por este sistema ya que integra tecnologías existentes en el mercado y se pueden adaptar a cualquier entorno para su funcionamiento.

Realizar un proyecto investigativo de este tipo llama la atención de los investigadores involucrados en el tema de las ciudades digitales, el cual posee muchas aplicaciones en la vida cotidiana y cada vez se va desarrollando juntamente con nuevas tecnologías que a futuro poseerán muchas ciudades del país y porque no las comunidades de sus alrededores. Además, con el desarrollo de este proyecto se brinda ayuda teoría-práctica para futuras investigaciones y trabajos.

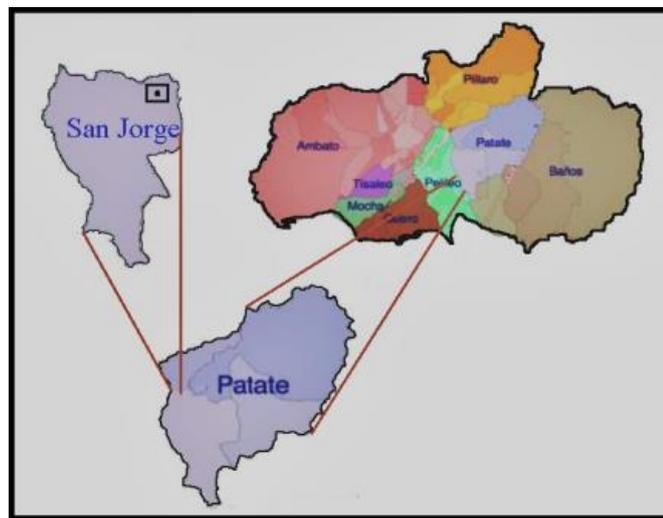
## 1.2. Fundamentación Teórica

### 1.2.1. Caserío San Jorge

En la década de los 70, los habitantes del cabildo en aquel tiempo denominados los Filos, debido a que habitaban en la cima de la cordillera andina que atraviesa el cantón Patate la cual seguidamente tomaría el seudónimo de el “Pedregal” ya que en el sector existía un gran número de terrenos pedregosos, dependían de una agrupación establecida denominada “Tahuaicha”. [7]

Los habitantes de este sector trabajaban en la hacienda Leito y Manteles desde sus progenies; sintieron la necesidad de poseer su propia identidad, dando paso así a la creación de un cabildo neutral llamado San Jorge, en estima al Sr. Jorge Durán quien en representación de la hacienda Manteles donó el primer espacio físico comunitario para la construcción de un estadio de deportes, lugar donde hoy en día es el núcleo del caserío San Jorge. [7]

El caserío San Jorge se encuentra localizado interiormente en los límites de lo que en tiempos pasados fue la Hacienda de Leito perteneciente al cantón Patate ubicado al suroriente de la provincia de Tungurahua rodeado por las comunidades de Tahuaicha, Libertad y la Esperanza. Cuenta con un área de 75.97 Km<sup>2</sup> a una elevación promedio de 2800 m.s.n.m. .El caserío está distribuido en 7 diferentes barrios que son los siguientes: El Pedregal, El Centro, La Iglesia, La Y, Silvicha, El Cristal y Los Duendes, cuenta con una población de 252 cabezas de familia (Registro de socios de la Junta Administradora de Agua potable Regional San Jorge 2019). [7]



**Figura 1.1** Ubicación caserío San Jorge. [7]

### **1.2.2. Ciudades Digitales**

Una ciudad digital se define como una comunidad interconectada mediante una infraestructura computacional flexible de banda ancha la cual integra diferentes sistemas de información y comunicación que responden a las expectativas y necesidades de organizaciones y grupos, tanto públicos como privados con servicios de alta calidad que garantizan el bienestar para la comunidad.

La clave de una ciudad digital no es su dimensión, sino una infraestructura estandarizada de carácter inalámbrico que permite la interoperabilidad de todos sus sistemas (sistemas de comunicaciones, seguridad, salud, educación.etc.), ya sea para dar servicio a una comunidad de miles de personas o comunidades pequeñas, como: industrias, instituciones gubernamentales, obreros, empleados, empresas públicas o privadas, instituciones públicas y privadas, etc. [8]

Entre los puntos principales a tomar en cuenta para la infraestructura de hardware y software que se están visualizando para las ciudades digitales en un futuro se encuentran los siguientes: [8] :

- Aplicaciones informáticas las cuales garanticen el desempeño, seguridad y control de toda la infraestructura urbana
- Aplicaciones para la optimización de las TIC's en la nube que garanticen la innovación y la entrega correcta de resultados
- Aplicaciones para garantizar la conectividad y el acceso entre las distintas bases de datos y sistemas integrados
- Aplicaciones para reducir costos en la administración de datos
- Aplicaciones para control y software avanzado de seguridad
- Aplicaciones que posean comunicación en tiempo real

Las ciudades digitales constituyen espacios de cooperación intervenidos por la tecnología los cuales permiten la implementación competente de procesos de distinta naturaleza tecnológica que facilitan la productividad, la ejecución y la armonía en los diferentes espacios de convivencia pública. [8]

La Ciudad Digital redefine radicalmente el modelo usual de prestación de servicios públicos de las entidades locales, se conforma alrededor de las necesidades individuales del ciudadano. Es el enfoque conocido como Citizen Centric. En la figura

1.2 se puede observar un ejemplo de la conexión a internet y a la nube en una ciudad digital. [9]



**Figura 1.2** Ciudad Digital. [10]

### **Características de una Ciudad Digital**

Una Ciudad Digital tiene como fundamento constituirse como una infraestructura de telecomunicaciones para la unificación de todos los sistemas de gestión pública, comunicaciones, salud, etc. Una ciudad digital no solo se trata de tecnología avanzada, sino también de la comunicación unificada e interconexión de servicios que benefician a la población en diferentes áreas. En la imagen 1.3 se muestra un gráfico con algunos de los servicios que ofrece una ciudad digital. [11]



**Figura 1.3** Elementos de una Ciudad Digital. [12]

Entre las características que se puede destacar de una Ciudad Digital se tiene siguientes: [11]:

- **Gestión integrada de los centros de asistencia a la salud**

La Ciudad Digital facilita la gestión integrada de los centros de asistencia a la salud, usando nuevas tecnologías como videoconferencia y telemedicina, además de la

integración con servicios como la Policía y el Cuerpo de Bomberos, esto acelera la atención a los pacientes, disminuyendo colas en los centros de salud y hospitales, modernizando los sistemas locales de la actualidad. [11]

- **Acceso a la información en las escuelas**

La Ciudad Digital beneficia del mismo modo, al aprendizaje mediante la interconexión de las escuelas con centros de información, como laboratorios, centros de investigación y bibliotecas, también permite el acceso a colecciones de libros y documentos históricos. Todo eso facilita, inclusive, a la capacitación de profesores y profesionales de la educación. [11]

- **Tecnología en seguridad**

El monitoreo utilizando cámaras de seguridad a través de internet en puntos más vulnerables de la ciudad es otra de las principales características que posee una Ciudad Digital. Es uno de los medios para brindar una respuesta más ágil y eficaz a problemas de seguridad, además de la interconexión a través de computadoras a entidades como son la Policía Civil y el Cuerpo de Bomberos. Una solución que trae más seguridad y tranquilidad a los ciudadanos. [11]

- **Incentivo al emprendimiento**

La Ciudad Digital, también tiene medios que incentivan el emprendimiento, como por ejemplo el acceso a Internet inalámbrico para pequeños empresarios, comunicación más barata con empresarios de otra ciudad o región a través de Internet o de la telefonía VoIP e incentivo al turismo. [11]

- **Modernización de la administración pública**

La implementación de la Ciudad Digital significaría la modernización de la administración pública contando con paneles de control en tiempo real de sus opiniones y mecanismos que hacen posible la solicitud y los trámites a través de portales digitales desde un empadronamiento, o la inscripción en una oferta de empleo para ocupar un puesto de trabajo público, hasta la renovación de la cédula de identidad. [13]

## **Servicios de una ciudad digital**

En la actualidad las ciudades de Latinoamérica y del mundo en general han avanzado tecnológicamente hasta convertirse algunas de ellas en ciudades digitales con ecosistemas donde los ciudadanos pueden convivir con seguridad, mejor

comunicación, tener oportunidades de desarrollo mucho mejores e infraestructuras de telecomunicaciones dignas de una ciudad digital con servicios de internet, redes avanzadas y sistemas de seguridad que sean capaces de alertar a la ciudadanía de peligros en tiempo real.

Los servicios de una ciudad digital son los siguientes [14]:

- **Emergencias**

Los servicios de emergencias son las estaciones de policía y bomberos están en red con los hospitales y así coordinar de mejor manera y actuar con tiempo ante situaciones de emergencia.

- **Salud**

Dentro de los servicios de salud están los centros de salud o casas de salud que están interconectados para compartir información sobre diagnósticos, historias clínicas y recetas de los pacientes

- **Seguridad**

Los servicios de seguridad son sistemas de video vigilancia y control para resguardar la seguridad, prevenir y resolver actos de delincuencia

- **Sistema Educativo**

El servicio de sistema educativo permite la conectividad entre las distintas instituciones que ayudara a la integración de los alumnos con sistemas de educación a distancia y acceso directo a la información global de las instituciones.

- **Gestión de servicios públicos municipales**

Los servicios públicos municipales se enfocan en la atención, cobranza o pagos de servicios como alumbrado público, alcantarillado, luz eléctrica, agua potable, aguas residuales, etc.

- **Acción social**

El servicio de acción social se refiere al funcionamiento, inscripción, participación y operación y verificación de los avances gubernamentales.

- **Acción cultural**

El servicio de acción cultural trata sobre la difusión, instrumentación, organización y gestión de los programas de desarrollo cultural del gobierno local de la zona.

- **Actividad Económica**

El servicio de actividad económica consiste en el teleprocesamiento de información entre distintos agentes de la economía, conformen o no agrupamientos, y entre consumidores finales y los agentes productivos.

- **Internet**

Este servicio se enfoca en brindar el servicio de internet en lugares públicos como parques, escuelas, hospitales y también lugares turísticos.

### **Ciudades Digitales en Ecuador**

En Ecuador hoy por hoy no se cuenta con ninguna ciudad digital o inteligente, pero existen propuestas y programas para que Ecuador pueda aumentar la productividad y competitividad con los países más desarrollados, el 17 de mayo de 2019 el MINTEL lanzó el Plan de Acción llamado “Ecuador Digital” el cual consta de algunos programas que beneficiaran al Ecuador y a su desarrollo hacia la era digital el cual está basado en algunos ejes que están establecidos en el Acuerdo Nacional 2030 que se realizarán en el transcurso de los años 2019-2030. La idea de este Plan de Acción es aportar a la evolución digital de los establecimientos públicos y los diferentes sectores que aportan a la economía del país. [15]

A continuación se muestra un resumen de las estrategias tecnológicas de las principales ciudades del Ecuador:

- **Quito**

Quito es la capital del Ecuador y tiene su estrategia 2022 para convertirse en una ciudad digital, la misma que se enfoca en 7 ejes fundamentales entre los cuales se destacan: movilidad, sostenibilidad y productividad. Actualmente la ciudad de Quito se encuentra finalizando el proyecto de la construcción del Metro, este proyecto promete optimizar considerablemente la movilidad y productividad de la ciudad. El metro cubrirá una extensión de 22Km, tendrá 15 estaciones y movilizará 500 mil usuarios por día aproximadamente. Con respecto a los e-servicios, su portal cuenta con un número reducido de tramites como los siguientes: [16]:

- Consulta de obligaciones
- Consulta de registro de propiedad
- Pagos por internet con tarjeta de crédito
- Registro catastral

- Preguntas Frecuentes
- Declaración en línea patente y 1.5 por mil

- **Guayaquil**

La ciudad de Guayaquil también tiene su estrategia de “Guayaquil Digital”, con la que se pretende convertirse en la primera ciudad inteligente del país, dentro de la estrategia para llegar a su meta contempla los siguientes puntos: el despliegue de 6000 hotspots gratuitos, el despliegue de kioscos digitales en los cuales se podrá realizar trámites similares a los que se realiza en el municipio, la entrega de tablets a los recién graduados y la provisión de servicios en línea.

Con el paso de los años estos objetivos se han ido cumpliendo de a poco como por ejemplo la entrega de tablets a los recién graduados, el despliegue de hotspots gratuitos, etc. Además, Guayaquil se convirtió en la primera ciudad en dotar de servicios en línea de Telemedicina cubriendo zonas que no disponían de los servicios de salud. Entre los servicios que ofrece el portal [tramites4.guayaquil.gob.ec/](http://tramites4.guayaquil.gob.ec/) están los siguientes: [16]:

- **Consultas**

Dentro del servicio de consultas se encuentra el impuesto predial, Exoneración de la ley del anciano, Uso de Suelo, Seguimiento de tramites, Recibo electrónico de pago, Validar certificado emitido, Tramites de edificaciones y Tramites de turismo.

- **Tramites**

Los tramites que se pueden realizar son la obtención del certificado de No Adeudar, Renovación Anual, Certificado de Avalúo y Registro de Predio Urbano, Certificado de tener Predio Catastrado, Certificado de no tener Predio Catastrado, Certificado de ser poseionario, Tasa para Local Nuevo, Rectificación de datos, Baja de tasa de Habilitación, Tasa para local Cerrado, Anulación de Tramites, Aprobación de Planos, Registro de Construcción, Prorroga de Registro, Cambio Responsable Técnico, Inspección Final, Anulación de Registro de Construcción, Remodelaciones en Propiedad Horizontal, Consulta de Normas Edificación, Impuesto 1.5 x mil Impuesto Patente Municipal, Registro de Plano Estructural, Solicitud de nuevo local Turismo, Solicitud

actualización y renovación local turismo Solicitud baja de local de Turismo y Anteproyecto Urbanístico.

- **Cuenca**

La ciudad de Cuenca es una de las más importantes del país por lo que también tiene un plan para convertirse en una ciudad digital para lo cual el ayuntamiento de Cuenca ha empezado a desplegar una red de comunicaciones en la ciudad que le permitirá la monitorización de datos y actuación en diferentes tipos de casos que puedan ocurrir. El establecimiento de esta red local de comunicaciones, sensores asociados (que captarán datos de conteo de vehículos, calidad del aire, humedad, temperatura) y la plataforma de gestión asociada permitirá optimizar la eficiencia y la nitidez en la prestación de servicios públicos, sentado las bases de Cuenca como Smart City. [17]

- **Ambato**

El 12 de agosto de 2020 el viceministro de Tecnologías de la Información y Comunicación y el alcalde de Ambato realizaron un convenio de cooperación y coordinación interinstitucional para la elaboración de proyectos para que Ambato se convierta en una Ciudad Inteligente y Sostenible. La propuesta para este proyecto se llama “iAmbato” que contempla estrategias para que Ambato sea un cantón seguro, moderno y solidario, bajo los ejes de la movilidad, trabajo, cultura, seguridad y en temas transversales como: medio ambiente, turismo, tecnologías de la información y comunicación. Este proyecto beneficiara a las personas e industrias para que puedan mejorar su competitividad ya que se podrán realizar los trámites en línea, sin necesidad de acudir a las dependencias municipales. [15]

### **1.2.3. Sistemas de Control de Accesos**

Un sistema de control de accesos es un conjunto de dispositivos que tienen por objetivo impedir el libre acceso del público en general a diversas áreas que se denominan protegidas. [18]

Este sistema debe proteger a dichas áreas mediante algún dispositivo mecánico ya sea mediante barreras, o puertas que son accionadas mediante cerraduras electrónicas.

Los sistemas de control de accesos, al mismo tiempo de brindar seguridad, pueden aportar funciones adicionales como control de tiempos, control de aforos, registro de

eventos, localización de personas, etc. En función de la complejidad y necesidades se puede optar entre sistemas autónomos o centralizados. [19]

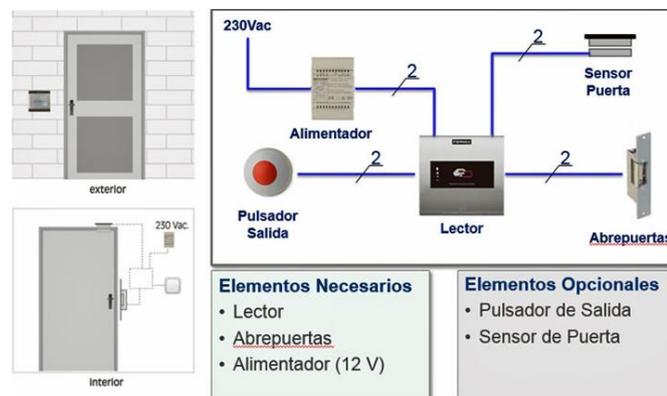
### Tipos de control de accesos

Básicamente los controles de acceso se clasifican en dos tipos:

- Sistemas de Control de Accesos Autónomos
- Sistemas de Control de Accesos en Red o Centralizados

### Sistema de control de accesos Autónomo

Un sistema de control de acceso autónomo consta de un solo lector que controla un único acceso o entrada sin estar conectado a un PC o sistema central de control, por lo tanto, no se guarda registros de eventos ocurridos. Toda la gestión de usuarios se hace en el propio lector mediante un identificador de administrador. En algunos casos es posible conectar el lector a un ordenador para facilitar la gestión y adquirir un registro básico de incidencias. En la figura 1.4 se puede observar un ejemplo de un sistema de control de acceso autónomo. [19]

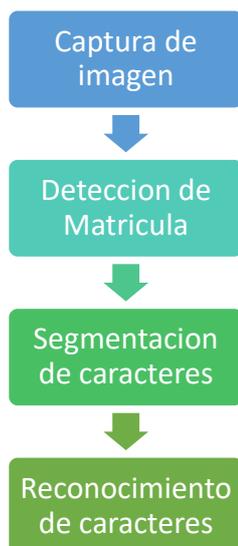


**Figura 1.4** Elementos de un sistema autónomo de control de accesos. [19]

### Sistemas de Control de Acceso en Red o Centralizados

Un sistema de control de acceso centralizado se conecta mediante un bus a una o varias unidades centrales que son las que almacenan toda la información de la instalación, tanto de configuración como de registro e incidencias. Son sistemas que se integran a través de un PC específico, donde se hace uso de un software de control que permite llevar un registro de todos los procedimientos realizados sobre el sistema con fecha, horario y autorización como se puede ver en la figura 1.5. Van desde aplicaciones





**Figura 1.6** Diagrama de bloques de un sistema ANPR.

**Elaborado por:** El Investigador

En la figura 1.6 se observa el diagrama de bloques de un sistema ANPR convencional el cual consta de cuatro etapas o procesos las cuales se describen brevemente a continuación:

**a. Captura de Imagen**

La captura de imagen se refiere a obtener una imagen de la sección del vehículo que contiene la numeración de la placa usando una cámara digital. Las imágenes capturadas están en formato RGB, por lo que se puede seguir procesando la extracción de la matrícula. En la figura 1.7 se observa la captura de una imagen de un vehículo. [23]



**Figura 1.7** Captura de imagen del vehículo. [24]

Una vez obtenida la imagen RGB, hay ocasiones en que se ve afectada por muchos factores como son: distorsión del sistema óptico, ruido, la falta de exposición, el movimiento excesivo de la cámara o altas velocidades de los vehículos, etc. Por lo tanto, antes del procesamiento de la imagen, la imagen se convierte de RGB a gris, luego se realiza la eliminación de ruido mediante filtros y se mejora el brillo, contraste y saturación para que se pueda observar de mejor manera la placa. Este proceso se puede observar en la figura 1.8. [23]



**Figura 1.8** Preprocesamiento de la imagen capturada. [24]

#### **b. Detección de Matricula**

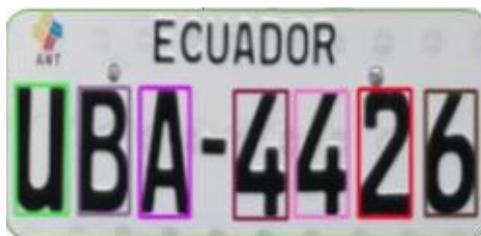
En el proceso de detección de matrícula se debe ubicar la posible matrícula del vehículo y luego extraer la imagen para su posterior procesamiento. La localización se realiza por detección del tamaño de la matrícula, detección de bordes, palabras clave como se puede observar en la figura 1.9. En este paso se incluye un algoritmo que sea capaz de detectar una región específica de la matrícula que se llama Región de interés (ROI). [23]



**Figura 1.9** Detección de Placa. [24]

### c. Segmentación de Caracteres

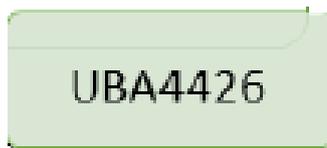
En la segmentación de caracteres cada carácter debe dividirse respectivamente. Los caracteres individuales deben ser distinguidos unos de otros. Para obtener caracteres segmentados en la matrícula, la imagen de la placa se convierte en imagen binaria, luego mediante otras funciones se divide el texto de la matrícula con líneas para separar cada carácter para que pueda ser reconocido más fácilmente. Este proceso se puede observar en la figura 1.10 [23]



**Figura 1.10** Segmentación de caracteres. [24]

### d. Reconocimiento de Caracteres

El reconocimiento de caracteres es más conocido como ROC (Reconocimiento óptico de caracteres) es uno de los métodos que más se utiliza para reconocer cada carácter basándose en varios enfoques y técnicas de reconocimiento de caracteres. Una vez segmentados los caracteres se realiza el reconocimiento de los mismos los cuales se muestran en texto como se puede observar en la figura 1.11. [24]



**Figura 1.11** Caracteres extraídos de la Placa. [24]

Los Sistemas Reconocimiento Automático de Matrículas (ANPR) permiten realizar de forma automática la identificación de los vehículos que accedan al interior de diferentes recintos controlados o que circulen por una determinada vía pública. Para ello, estos sistemas almacenan cada paso de vehículos en un registro con los siguientes datos: matrícula reconocida, fecha y hora del tránsito, y las imágenes asociadas al tránsito. En la actualidad estos sistemas son de gran ayuda para controlar el acceso vehicular a distintos lugares públicos o privados, por lo que hoy en día existen cámaras de video que realizan internamente todo el proceso mencionado anteriormente, así como también incorporan la posibilidad de contar con imágenes para realizar la

auditoría de perfiles del vehículo o incluso incorporar una cámara facial para identificar al conductor del vehículo. [25]

### **Cámaras ANPR**

Las cámaras ANPR realizan todo este proceso de detección de matrículas mencionado anteriormente, simplemente configurando ciertos parámetros como el lugar de detección, el horario, los accesos, etc. Estas cámaras son capaces de registrar instantáneas perfectamente visibles de los vehículos en marcha gracias a su notable velocidad de obturación ya que algunas cámaras solo requieren una diezmilésima de segundo para capturar la imagen. Existen diversas marcas y modelos de cámaras ANPR, una de estas se puede observar a continuación en la figura 1.12 [26]

2 MP VF ANPR Bullet Network Camera



**Figura 1.12** Ejemplo de Cámara con ANPR. [27]

Al momento de la instalación de estas cámaras hay que tener en cuenta ciertos factores que influyen en la correcta detección de la matrícula como son: [28]

- **La posición**

La posición de la cámara es importante por lo que se debe posicionar de manera que se pueda minimizar la variabilidad de tamaño, posición y proyección de la matrícula, se intentará siempre alejar la cámara del punto donde va a situarse el vehículo.

- **La altura**

La altura que se recomienda para instalar una cámara ANPR está entre 50 y 60 cm del suelo.

- **Velocidad del vehículo**

La velocidad del vehículo es muy importante ya que en ocasiones el vehículo no se detiene, por lo que se deberá colocar cámaras especiales con Reset Asíncrono, esto permite obtener una imagen nítida del vehículo a 20 Km/h o a 120 Km/h.

## Características de las Cámaras ANPR

Algunas de las características principales de las cámaras ANPR se mencionan a continuación: [27]:

- Son autónomas
- Posee 2048 registros posibles (notificación por correo, búsqueda por matrícula, activar pulso al momento de la lectura, lista blanca y lista negra, etc.)
- Detección de dirección
- Trigger de salida (Pulso seco)
- Zona de reconocimiento
- Stop & Go
- Fotografía lectura
- Real Time ANPR

### 1.2.4. Sistemas de Detección de Intrusos

#### Sistema de detección de Intrusos Informáticos

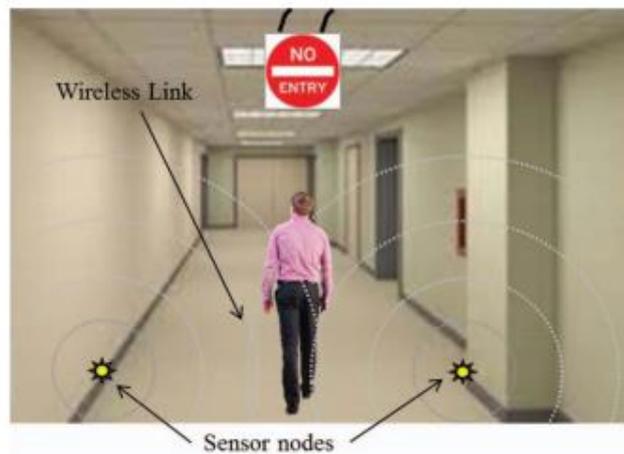
El Sistema de Detección de Intrusos o IDS (Intrusion Detection System) es una herramienta de seguridad encargada de monitorizar los eventos que ocurren en un sistema informático en busca de intentos de intrusión. Un IDS puede detectar cuando un atacante ha intentado penetrar en un sistema explotando un defecto no rectificado del sistema como se observa en la figura 1.13. De esta forma, podríamos informar al administrador para que lleve a cabo una copia de seguridad del sistema rápidamente, evitando en seguida que se pierda información valiosa. [29]



**Figura 1.13** Detección de intrusos informáticos. [30]

## Sistema de detección de intrusos para hogares o edificios

Los sistemas de detección de intrusos para hogares o edificios se instalan en lugares que tienen restringido el acceso a ciertas personas, y estos pueden ser activados o desactivados manualmente mediante un código que se ingresa en la matriz de la alarma instalada. En la figura 1.14 se puede observar un ejemplo de estos sistemas los cuales cuentan con sensores de movimiento que se instalan en puertas, ventanas, en pasillos, etc. La mayoría de los mecanismos de detección de movimiento dependerán de los sistemas de video vigilancia, los cuales necesitan análisis de datos adicionales, como análisis de imagen, seguimiento de objetos, modelado del entorno, algoritmos de reconocimiento facial, etc. [31]



**Figura 1.14** Pasillo monitorizado con sensores de movimiento. [31]

Algunos de los elementos que pueden ser instalados para detectar intrusos en hogares o edificios son:

- **Contactos magnéticos**

Los contactos magnéticos sirven para realizar la detección puntual de la apertura de una puerta o ventana. El contacto magnético consta de dos elementos, un imán y una pequeña ampolla al vacío con dos láminas metálicas. Al separarse el imán de la ampolla se produce la separación de dichas láminas y consecuentemente la detección. [32]

- **Detector de rotura de cristales**

Los detectores de rotura de cristales se basan en detección microfónica es decir vía audio de la rotura de un cristal, suelen tener un radio de acción de 5 a 7 metros, con lo

cual un mismo detector puede cubrir varias ventanas. Detectan la alta frecuencia característica que se genera al romper el cristal. [32]

- **Detectores inerciales**

Los detectores inerciales actúan cuando existen golpes en las paredes que van instalados, se pueden regular para que salten al primer golpe o cuando ya se han producido varios, además se puede ajustar la sensibilidad al golpeo. Hay dos tipos de detectores pasivos y activos, los pasivos constan de esfera metálica, de mercurio, en estado inestable, lo cual hace cerrar un circuito cuando se produce cualquier movimiento o vibración cercana, y los activos incluyen un circuito analizador para que no salten a la primera vibración o golpe. [32]

- **Detectores de movimiento volumétricos**

Los detectores de movimiento volumétricos son los más fiables y menos costosos hoy en día, es la única tecnología para detección en exterior que posibilita la instalación sin cables. Se han desarrollado estos dispositivos con tecnología vía radio para grandes parcelas, los cuales tienen la posibilidad de discriminar pequeños animales de 60 cm y hasta 20 Kg. [32]

- **Barreras Infrarrojos o microondas**

Las barreras infrarrojas pueden instalarse en exteriores en jardines, parcelas de terreno, etc. Existen barreras infrarrojas o microondas dependiendo si el terreno es liso o irregular. La barrera con infrarrojos consta de un emisor y un receptor cada uno mide entre 20 a 35 cm dependiendo de la cantidad de haces que tengan, estas barreras se suelen usar en terrenos lisos. [32]

- **Cable sensor**

El cable sensor es muy preciso, normalmente microfónico, inercial o de fibra óptica, adherido a alguna valla existente en el lugar. Detecta el escalado, manipulación o corte de la valla. Se trata de un sistema muy eficaz y fiable, pero poco extendido en protección residencial. Es necesario tener valla metálica tensada alrededor de la parcela sin árboles o arbustos cerca. [32]

- **Detectores Laser**

Los detectores laser existen en versión detector y en versión barrera, en ambos casos es muy rara su utilización para protección perimetral en sistemas residenciales, debido al alto coste para el dueño y el alto requerimiento técnico para el instalador que conllevan estos equipos. [32]

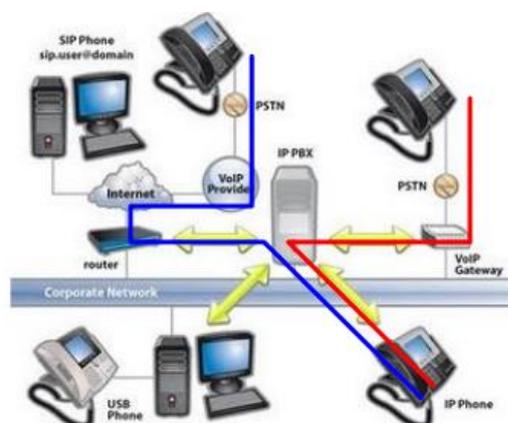
- **CCTV (Circuito cerrado de Televisión)**

Un circuito cerrado de televisión realiza un barrido de todo el lugar para poder visualizar todo el perímetro que se está protegiendo. Cada cámara puede asociarse a un punto de detección y luego visualizarse desde la vivienda, en monitores específicos o incluso en canales de TV o de manera remota a través de internet. Las imágenes también se pueden grabar, para saber que paso en caso de una alarma u otro incidente. [32]

### **1.2.5. Telefonía IP**

Telefonía IP es el término usado para definir la transmisión de llamadas telefónicas sobre Internet. Se habla de telefonía IP cuando se implementan equipos de telefonía tradicional y computadoras, siendo estas las terminales de la red como se puede ver en la figura 1.15. Incluso se considera telefonía IP cuando las llamadas telefónicas son totalmente o parcialmente transmitidas sobre Internet. [33]

Los servicios de Telefonía IP permiten a las empresas mejorar sus inversiones actuales en tecnología y puedan migrar a una red completamente convergente en relación a su ritmo de crecimiento. [33]



**Figura 1.15** Ejemplo de un sistema de Telefonía IP. [33]

## **Comparación entre telefonía IP y telefonía tradicional**

Los sistemas de telefonía tradicional están guiados por un sistema muy simple pero ineficiente debido a la cantidad de flujo de datos que se maneja hoy en día por lo que el tráfico de datos está superando al tráfico de voz, es decir la telefonía tradicional es de escasa flexibilidad y escalabilidad. La conmutación de circuitos fue usada por las operadoras tradicionales como Boston Telephone Dispatch y New England Telephone Company por más de 100 años. En este sistema cuando una llamada es realizada la conexión es mantenida durante todo el tiempo que dure la comunicación. Este tipo de comunicaciones es denominado "por circuito" porque la conexión está realizada entre dos puntos hacia ambas direcciones. Estos son los fundamentos del sistema de telefonía convencional. [33]

Sin embargo, en una llamada de telefonía IP, los paquetes de datos que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet hacia la dirección IP del destinatario. En una llamada telefónica IP se comprime la señal de voz y utiliza una red de paquetes sólo cuando es necesario. A este tipo de conmutación se la llama por paquetes. Los paquetes no están obligados a seguir la misma ruta de un extremo al otro, bien puede existir una falla en la red donde un router quede deshabilitado y los paquetes deban utilizar otra vía. [33]

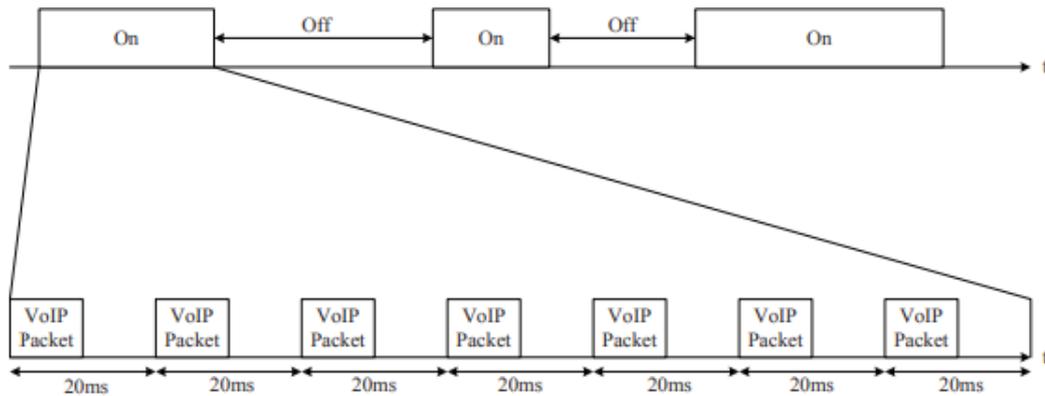
### **VoIP**

Voz sobre IP o más conocido como VoIP es un conjunto de medios que hacen posible que la señal de voz viaje a través de redes TCP/IP. El tráfico de VoIP puede transitar por cualquier red TCP/IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet. Esto quiere decir que se envía la señal de voz en paquetes, en lugar de enviarla a través de circuitos utilizables sólo para telefonía como en la red telefónica conmutada. [34]

El servicio de VoIP ha aumentado su nombradía gradualmente en los últimos años debido a que es un servicio en tiempo real y proporciona un servicio de voz de bajo costo y de alta calidad mediante el uso de redes de paquetes. [35]

En el momento en que se realiza una llamada de voz, el habla humana consiste en períodos de encendido (conversación rápida) y fuera de período o apagado (silencio) En los períodos de encendido, se generan paquetes de tamaño fijo a intervalos regulares para transmitir información de voz. Por ejemplo, los códecs VoIP como el

G.729 generan paquetes de 60 bytes cada 20 ms, como se muestra en la Figura 1.16. Sin embargo, en períodos de inactividad, un usuario ocupa el canal, pero no transmite información de voz. [35]



**Figura 1.16** Patrón de encendido y apagado durante el tráfico de VoIP. [35]

### Protocolos VoIP

- **Protocolo IAX**

Este protocolo fue diseñado para conmutadores virtuales especialmente Asterisk para protocolo abierto, es decir que se puede descargar y desarrollar libremente. Está basado en el protocolo RDSI Q.931 y está enfocado para situaciones en las que se combina el trabajo entre IP y la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Facilita la introducción de Telefonía IP en las redes existentes de la Red Digital de servicios Integrados basadas en sistemas PBX. [36]

- **Protocolo SIP**

Este protocolo Fue desarrollado por el IETF8. Se trata de un protocolo de señalización para crear, modificar y terminar sesiones con uno o más participantes. Estas sesiones incluyen llamadas telefónicas por internet, distribución de datos multimedia, y conferencias multimedia. El protocolo SIP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real, considera cada conexión como un par y se encarga de negociar las capacidades entre ellos. [36]

- **Protocolo H.323**

Este protocolo se creó para poder transmitir voz, video y datos sobre redes de conmutación de paquetes en un tiempo, estableciendo estándares para la compresión y descompresión de audio y video. [36]

## Códecs para VoIP

Un códec de audio incluye un conjunto de algoritmos que permiten codificar y decodificar los datos auditivos, esto quiere decir que un códec permite reducir la cantidad de bits que ocupa el fichero de audio. Los códecs se diferencian en función de su frecuencia de muestreo, velocidad de bits, algoritmo de codificación, retardo de codificación, ancho de banda requerido, calidad de sonido, etc. Pero los más comunes son los que se muestran en la Tabla 1.1 [37]

**Tabla 1.1** Códecs de audio para VoIP. [37]

Códec	Algoritmo	Tamaño de la muestra(bytes)	Intervalo de muestra(ms)	Velocidad de Bits(kbps)	Retardo de Códec	QoS
G.711	PCM	80	10	64	0.125	4.45
G.723	ACELP	24	30	6.3	37.5	3.9
G.729	CS-ACEPL	10	10	8	15	4.04
G.722	SB-ADPCM	80	10	48,56,64	0.125	4.13
G.726	ADPCM	15	5	16,24,32,40	0.125	4.40
GSM-FR	RPE-LTP			13	20	

En la tabla 1.1 se puede observar un resumen de las características de los códecs de audio más comunes en VoIP, entre las características principales esta la velocidad de bits y el intervalo de la muestra.

## Elementos de SIP

Los elementos básicos de un sistema SIP son los agentes de usuario (UA, User Agent) y los servidores. Estos últimos pueden ser de diferentes tipos: Proxy, de Registro y de Redirección. La configuración más simple para establecer una sesión SIP utiliza sólo dos UA conectados uno a otro. El protocolo SIP permite el establecimiento de sesiones multimedia entre dos o más usuarios mediante el intercambio de mensajes entre las partes. [34]

## Asterisk

Asterisk es una implementación libre de una centralita telefónica, el programa permite tanto que los teléfonos conectados a la centralita puedan hacer llamadas entre ellos como servir de pasarela a la red telefónica tradicional. El código del programa fue originalmente creado por Mark Spencer basado en las ideas y en el trabajo anterior de Jim Dixon que se denomina “proyecto de telefonía Zapata”. El programa, sus mejoras y correcciones, es el resultado del trabajo colectivo de la comunidad del software libre. Aunque Asterisk puede funcionar en muchos sistemas operativos, GNU/Linux es la plataforma más estable y en la que existe un mayor soporte. En la figura 1.17 se muestra un ejemplo de una centralita Asterisk. [38]



**Figura 1.17** VoIP mediante Asterisk. [39]

### Aplicación de Asterisk

Asterisk ejecuta secuencialmente los comandos asociados a cada extensión, esos comandos realmente son aplicaciones que controlan en sí el comportamiento de la llamada y del sistema. Algunos de los comandos más usados en Asterisk son los siguientes: [39]:

- **Hangup**  
Este comando permite colgar una llamada.
- **Dial**  
Este comando permite realizar una llamada saliente.
- **Goto:**  
Con este comando se puede saltar a otra extensión o contexto.

Asterisk puede funcionar de dos maneras: [39]:

- **Servidor**

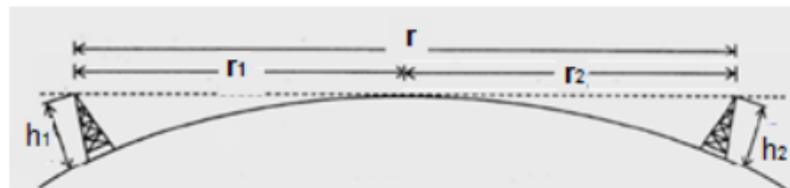
En el modo servidores Asterisk admite registros de clientes IAX, pudiendo ser estos clientes hardware, software u otros Asterisk

- **Ciente**

En modo cliente Asterisk puede registrarse en otros Asterisk o en operadores IP que utilicen este protocolo.

### 1.2.6. Radio Enlaces

Un radio enlace terrestre es una interconexión entre terminales fijos o móviles efectuada por ondas de radio que trabajan con frecuencias en el rango de 800MHz y 42 GHz. En la figura 1.18 se puede observar un ejemplo de un radio enlace y sus parámetros principales como son la distancia entre estaciones ( $r$ ), la altura de las antenas ( $h$ ) y las zonas de Fresnel. Existen 2 tipos de arquitecturas de radio enlaces que se analizarán a continuación. [40]

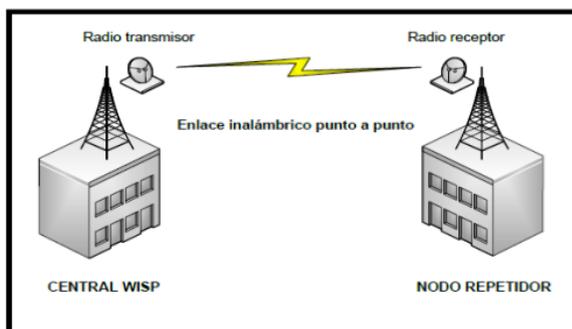


**Figura 1.18** Radioenlace. [40]

#### a. Radio Enlace Punto a Punto

Un radio enlace punto a punto (PtP) es un tipo de arquitectura que se usa para conectar dos puntos que se encuentran separados a una distancia específica como se puede ver en la figura 1.19, estos enlaces se usan debido a que el uso de cables para transmitir información no es viable o por temas geográficos del área. Este tipo de arquitectura se utiliza usualmente para enlaces Backbone o para conexiones de gran ancho de banda a largas distancias. Entre las ventajas que se pueden destacar de este tipo de arquitectura son las siguientes: [41]:

- Se usan en enlaces en redes de largo alcance
- Alto rendimiento respecto al ancho de banda
- La configuración e instalación es sencilla
- Costo de implementación bajo
- Permite llegar a donde la tecnología cableada no.

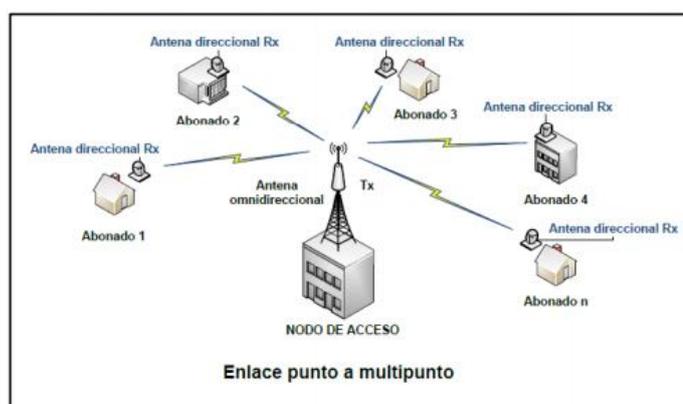


**Figura 1.19** Enlace Punto a Punto (PtP). [41]

### b. Radio Enlace Punto Multi Punto

Los enlaces punto multipunto (PtMP) es un tipo de arquitectura en donde hay un equipo central que hace la función de transmisor con diferentes equipos receptores que se comunican en conjunto hacia él como se puede observar en la figura 1.20. En los enlaces PtMP se utilizan antenas omnidireccionales o varias antenas sectoriales que se encargan de la transmisión de información hacia los distintos equipos receptores para que los diferentes abonados tengan conexión a distintos servicios (internet, datos, VoIP, etc.). algunas de las ventajas de este tipo de arquitectura son las siguientes: [41]:

- Implementación rápida
- Optimización del espectro (menos uso de frecuencias)
- Menor cantidad de radios activos
- Ocupa menos espacios en la torre de acopio
- Canal de información dedicado
- La conexión entre nodos puede realizarse con diferentes sistemas de transmisión a distintas velocidades.



**Figura 1.20** Enlace punto multi punto (PtMP). [41]

## Radio Mobile

Radio Mobile es una herramienta que permite simular radioenlaces y diseñar redes de comunicaciones de manera sencilla. Algunas de las principales características de este software son las siguientes: [42]:

- Provee de un gran rango de frecuencias (20MHz a 20GHz).
- Usa un modelo topográfico digital que entrega la elevación del terreno y en base a ello puede calcular enlaces virtuales aplicando el modelo de radiación de Longley-Rice o ITM, considerando parámetros como la ganancia, pérdidas en el espacio, zonas de Fresnel, altura de las antenas, entre otros.

En la figura 1.21 se puede observar distintas gamas de colores que se pueden observar al momento de realizar un radioenlace en Radio Mobile.



**Figura 1.21** Gama de colores de Radio Mobile. [43]

Estos colores indican lo siguiente:

- **Color Verde**

El color verde indica que en esa área existe una excelente cobertura.

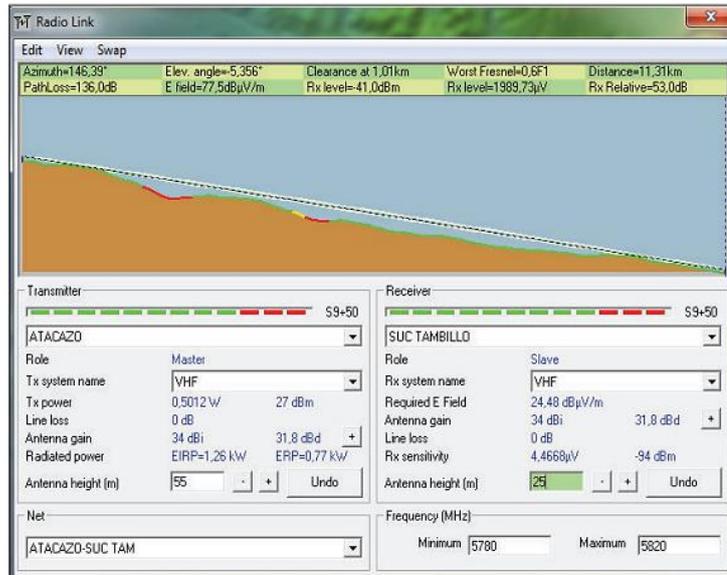
- **Color Amarillo**

El color amarillo indica que en esa área existe cobertura, pero llega por refracción.

- **Color Rojo**

El color rojo indica que en esa área no existe cobertura.

Este software automáticamente construye el perfil entre dos puntos a partir de los datos de elevación y muestra, las zonas de Fresnel y la curvatura de la tierra, así como la altura de antena requerida para despejar los obstáculos. Es una herramienta fabulosa para estudiar distintos escenarios y diferentes valores para las variables del sistema cuyo único requerimiento para la comunicación es que exista línea de vista. En la figura 1.22 se puede observar un ejemplo de un radio enlace en Radio Mobile en donde se simula un enlace desde el cerro Atacazo hasta una estación en tambillo, se puede observar los datos de la potencia de transmisión, ganancia y altura de las antenas, etc. [43]



**Figura 1.22** Ejemplo de un radioenlace en Radio Mobile. [43]

### 1.2.7. Sistemas de comunicación Inalámbrica

Un sistema de comunicación inalámbrica es un sistema que consta de un emisor y varios receptores los mismos que se comunican sin ningún tipo de cable, es decir inalámbricamente a través de ondas electromagnéticas. Las comunicaciones inalámbricas han sido identificadas como tecnologías clave para aumentar la seguridad en la carretera y la eficiencia del transporte, de la misma manera el acceso móvil a Internet, para asegurar la conectividad inalámbrica. Actualmente, dependiendo del alcance y ámbito que se desee que tengan los sistemas de comunicaciones, las redes de comunicaciones inalámbricas pueden dividirse en PAN, LAN, MAN y WAN. [44]

#### Redes PAN

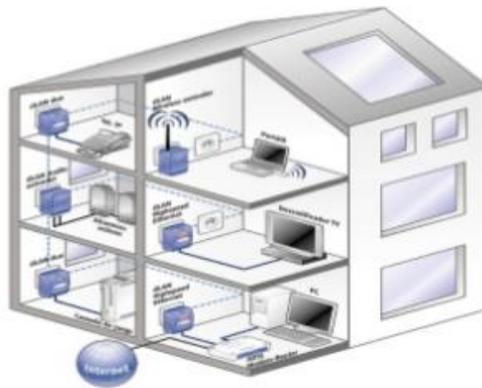
Las redes PAN (Personal Área Network) se diseñaron para el intercambio de información entre dispositivos cercanos como celulares, laptops, computadoras, etc. Son redes inalámbricas de corto alcance, y velocidad media. Estas redes no poseen infraestructura previa para que la red pueda formarse por lo que son del tipo Ad-Hoc. En la figura 1.23 se observa un ejemplo de una Red Pan. [45]



**Figura 1.23** Ejemplo de una red PAN. [46]

### **Redes LAN (Local Area Network)**

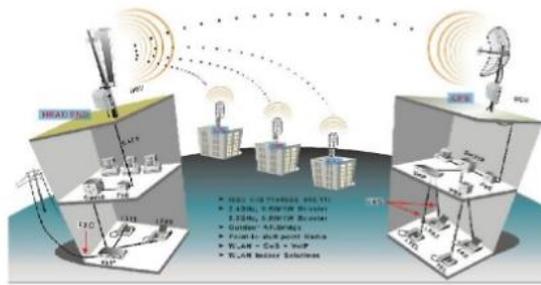
Las redes de área local son aquellas que conectan una red de ordenadores que usualmente están confinadas en un área geográfica, como puede ser un edificio, una casa, como se puede observar en la figura 1.24. Estas redes no son simples de planificar ya que pueden ser usadas en un edificio por miles de usuarios. Casi todas las redes LAN utilizan transmisión por difusión, a velocidades de 10, 100 o 1000 Mb/s. [45]



**Figura 1.24** Ejemplo de una red LAN. [46]

### **Redes MAN (Metropolitan Area Network)**

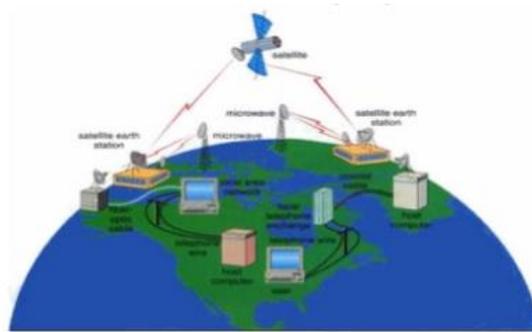
Las redes de área metropolitana están formadas por la interconexión de varias redes LAN que se encuentran a distancias mayores a las incluidas en su edificio o campus, pero no sobrepasan el ámbito urbano, tienen un diámetro de 50 Km. En la figura 1.25 se puede ver un ejemplo de una red MAN. [47]



**Figura 1.25** Ejemplo de una red MAN. [46]

### **Redes WAN (Wide Area Network)**

Las redes de área amplia conectan dos o más redes LAN ubicadas en sitios geográficos distantes por ejemplo entre dos ciudades como se puede ver en la figura 1.26. La mayoría de redes WAN utilizan protocolos punto a punto. [45], [47]



**Figura 1.26** Ejemplo de una red WAN. [46]

### **Redes Inalámbricas**

Una red inalámbrica es aquella que permite la interconexión de uno más dispositivos entre sí sin la necesidad de cables. Estas redes no necesitan tendido de cable entre el emisor y el receptor. La información se transmite en forma de ondas electromagnéticas que se propagan por el aire, siendo necesarias antenas para emitir y recibir la información. [4]

Dentro del rango de frecuencias que se utilizan para la tecnología de redes inalámbricas, sobresalen los rangos de 902 a 928 MHz, 2.4 a 2.5 GHz y 5.8 a 5.9 GHz. A estas bandas se les conoce como ISM, por el campo de aplicación específico. En el rango de 18 a 19 GHz, se utilizan microondas de baja potencia y en el rango de frecuencias de las luces infrarrojas, se utiliza tecnología de transmisión infrarroja. [48]

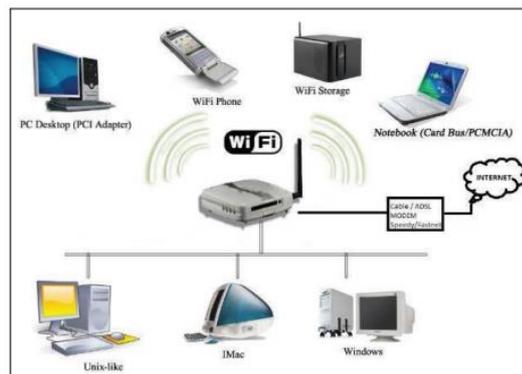
## Redes WLAN (Wireless Local Area Network)

Las Redes WLAN fueron pensadas para crear un entorno de red en un edificio o campo en donde todos los dispositivos cercanos puedan comunicarse entre sí. Este tipo de redes trabajan en bandas libres (2.4 y 5.8 GHz) y tienen una cobertura en el orden de los metros. En la actualidad es común ver el uso de estas redes casi en todos lugares tanto públicos como privados. Entre las principales tecnologías de WLAN son: [49]:

- WiFi
- HiperLAN

### a. Wifi

WiFi es un conjunto de estándares para redes inalámbricas que se basan su funcionamiento en la IEEE 802.11. mediante el WiFi se puede mejorar la cobertura de la red de datos cableada de manera inalámbrica. En la figura 1.27 se puede observar un ejemplo de WiFi. [49]



**Figura 1.27** Ejemplo de una red WiFi. [49]

### b. HiperLAN (High Performance Radio LAN)

El estándar HiperLAN fue creado con el objetivo de superar las velocidades de transferencia del estándar IEEE 802.11. Esta tecnología tiene por objetivo tener WLANs de altas capacidades de servicio y movilidad, pero que no supere los 50 m. trabajan en la frecuencia de 5 GHz a 54 Mbps.

En la figura 1.28 se puede observar un ejemplo de una red con el estándar HiperLAN. [49]



**Figura 1.28** Ejemplo de redes HiperLAN. [49]

### **Redes WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)**

Las redes inalámbricas de área metropolitana fueron creadas para la interconexión de distintas ciudades dentro de una misma área metropolitana debido a que tiene mayor radio de acción que las redes WLAN. Las redes WMAN alcanzan distancias en el orden de los kilómetros. Las principales tecnologías de estas redes WMAN son: [49]:

- WIMAX
- WiBro

#### **a. WIMAX (WorldWide Interoperability for Microwave Access)**

WiMax es un estándar de transmisión inalámbrica definido en IEEE 802.16 que permite la recepción de información por microondas y se retransmite mediante ondas de radio, tiene un radio de cobertura de 50 Km. Una de las principales características de este estándar es que posee un gran ancho de banda lo cual permite transmitir información con velocidades de 70 Mbps. [49]

#### **b. WiBro**

La tecnología Wirbo se basa en el estándar IEEE 802.16e más conocido como WiMax Móvil. Soporta usuarios viajando a velocidades de hasta 120 Km/h con velocidades de 50 Mbps y posee un alcance de 5 Km. [49]

En la tabla 1.2 se puede observar un resumen de algunos de los estándares de redes inalámbricas y sus características fundamentales.

**Tabla 1.2** Comparación entre los diferentes estándares 802.11.

<b>Parámetros</b>	<b>802.11a</b>	<b>802.11g</b>	<b>802.11n</b>	<b>802.11ac</b>
<b>Fecha de lanzamiento</b>	1999	2003	2007	2013
<b>Frecuencia de Operación</b>	5GHz	2,4GHz	2,4GHz y 5GHz	5GHz
<b>Velocidad teórica</b>	54 Mbps	54 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps
<b>Técnica de Modulación</b>	OFDM	DSSS y OFDM	OFDM y MIMO	OFDM
<b>Alcance en exteriores</b>	30 - 300 m ó 5Km para (Radio enlaces)	469 m o 50 Km para (Radioenlaces)	820 m o 100 Km para (Radioenlaces)	-
<b>Alcance en interiores.</b>	12-90 m	50-100 m	120 m	90 m

**Elaborado por:** El Investigador en base a [50], [51]

### **Arquitectura de Red**

La arquitectura de una red es un sistema funcional compuesto de equipos de transmisión, de programas y protocolos de comunicación y de una infraestructura alámbrica o radioeléctrica que permite la transmisión de datos entre los diferentes componentes. [52]. Una red con protocolo 802.11 consta de los siguientes elementos ya que está basada en la arquitectura de sistemas celulares: [53]

- Se dividen en celdas denominadas Conjunto Básico de Servicios (Basic Service Set o BSS) y está conformado por nodos fijos o móviles que se denominan estaciones.
- Cada BSS esta comandada por un Punto de Acceso (Access Point o AP) el cual es un elemento fundamental en todo sistema inalámbrico puesto que será el transmisor y receptor de la información que se transmita por el medio de comunicación.
- Las estaciones BSS obtienen acceso al Sistema de Distribución (Distribution System o DS) y por consiguiente a otros nodos fuera de su área de cobertura, a través del AP. El DS es el componente lógico de la 802.11 que se encarga de conducir las tramas hasta su destino.

- El conjunto de celdas y cada uno de los puntos de acceso se presentan a los niveles superiores como una unidad lógica llamada Conjunto de Servicio Extendido (Extended Service Set o ESS), que consiste en la unión de varias BSS.
- El medio inalámbrico (el aire) es el medio de transmisión usado para comunicaciones de una estación a otra. La arquitectura de 802.11 define varias capas físicas para llevar a cabo esta transmisión.
- Las estaciones (STA) suelen ser algún tipo de computadoras, provistas de interfaces de red inalámbricas, tanto portátiles o cualquier dispositivo que tenga la capacidad de intervenir en el medio inalámbrico.

En la figura 1.29 se observa un ejemplo de la arquitectura de Red 802.11



**Figura 1.29** Arquitectura Lógica 802.11. [53]

### 1.2.8. Sistemas de Video vigilancia IP

Gracias a los avances en técnicas de compresión, se puede transmitir señales compuestas de video y audio sobre circuitos de redes típicas de LAN y WAN, e incluso sobre internet. La videovigilancia IP es un sistema desarrollado para monitorear y registrar las imágenes de las video cámaras o webcams. [54]

Los sistemas de vigilancia por medio de IP son una efectiva solución de seguridad para el monitoreo de áreas, la vigilancia IP tiene cámaras que tienen las características de soportar el protocolo IP para la transmisión de señales de control y datos de imágenes ya sea por medio del cable ethernet o por la red inalámbrica, en la mayoría de los casos esta instalación sea realiza junto a un NVR o grabador de video creando un sistema de grabación y monitoreo. [54]

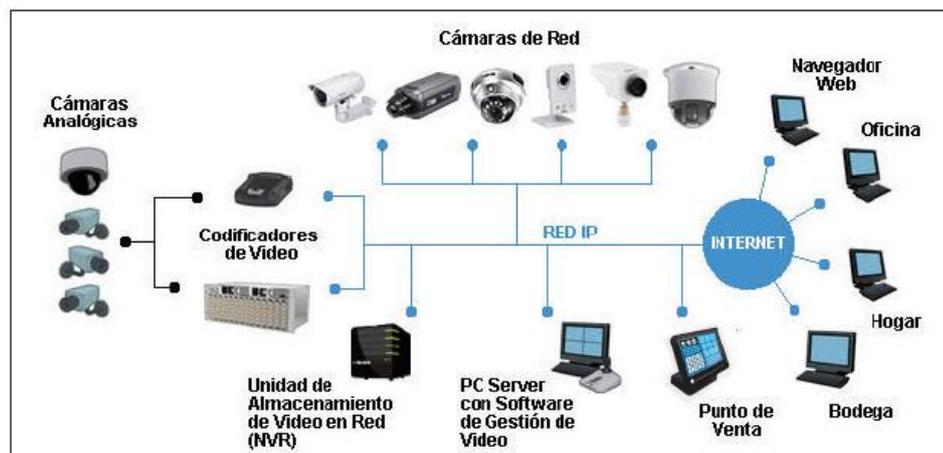
La seguridad y flexibilidad que proporciona la videovigilancia IP es la razón por la cual ha sido implementada en diferentes áreas como: [55]:

- Educación
- Transporte
- Entornos empresariales

### Elementos de un sistema de Video vigilancia

Los Elementos fundamentales que forman un sistema de video vigilancia IP se observan en la figura 1.30 y estos son: [49]

- Cámara IP
- Codificador de video
- Medios de transmisión
- Dispositivos de almacenamiento de video
- Sistema de gestión y administración de video



**Figura 1.30** Elementos de un Sistema de Video Vigilancia IP. [49]

#### a. Cámaras IP

Las cámaras IP son dispositivos que captan y transmiten señales de audio y video a través de una red de datos basado en IP de manera alámbrica o inalámbrica hasta un dispositivo de almacenamiento de video desde el cual se puede gestionar y administrar la información. [49]

De la misma manera que las computadoras a las cámaras IP se les debe asignar una dirección IP para que tenga conexión en la red. Algunos de los factores que se deben

tomar en cuenta al momento de seleccionar una cámara de vigilancia son los siguientes: [49]:

- **Sensibilidad**

La sensibilidad indica la intensidad de la luz necesaria para que la cámara funcione de manera correcta en condiciones que no exista mucha luz. La unidad de medida de este parámetro es el Lux, a mayor sensibilidad el valor de lux será menor.

- **Resolución**

La resolución Viene dada por cantidad de pixeles tanto horizontales como verticales, a mayor número de pixeles mayor resolución tendrá la cámara.

- **Conmutación**

La conmutación se refiere a la capacidad de la cámara de funcionar a color durante el día y cuando llegue la noche o exista poca iluminación conmute a blanco y negro esto se realiza con la finalidad de conseguir mayor sensibilidad y resolución.

- **Compensación de contraluz**

La compensación de contraluz evita que existan imágenes oscuras en ambientes que haya poca luz y también imágenes demasiado claras cuando exista mucha luz.

- **Ajuste de Blancos**

Las cámaras necesitan poseer información de cuál es el color blanco para mostrar una tonalidad correcta entre el resto de colores, esto depende del tipo de luz del ambiente en que se encuentre.

Las Cámaras IP que se usualmente se usan ya sea para interiores o exteriores pueden ser: [56]:

Para interiores:

- **Domo Fijo**

Las cámaras domo fijo pueden cubrir un ángulo de hasta 180 grados.

- **Domo PTZ**

- Las cámaras domo PTZ se mueven en los 2 ejes tanto horizontal como vertical para mayor cobertura.

Para exteriores:

- **Ciber domo Robótico PTZ**

Posee las mismas características que las cámaras PTZ para interiores, pero con grados de protección diferentes.

- **Tipo Bala**

Las cámaras tipo bala tienen un enfoque a un punto fijo una vez que son instaladas

### **1. Cámaras tipo domo fijo**

Este tipo de cámaras tienen más grado de cobertura que las cámaras fijas (sin movilidad), debido a que pueden mover su lente en cualquier dirección. El diseño permite tener un movimiento en distintas direcciones, sea este movimiento anteriormente indicado o el que este pre configurado en el dispositivo. Habitualmente este tipo de cámaras son instaladas en techos o pared, de tal manera que pueda cubrir un ángulo de 180 grados.

En la figura 1.31 se muestra un ejemplo de la cámara tipo domo fijo. [56]



**Figura 1.31** Cámara tipo domo fijo. [56]

### **2. Cámaras tipo domo PTZ**

Una cámara tipo PTZ, es aquella que puede mover su lente en los dos ejes, horizontal con un ángulo de 360° y vertical hasta 180°, además puede acercarse o alejarse de la imagen, con el fin de enfocar de mejor manera el objetivo deseado. Este movimiento de la cámara puede ser anteriormente configurado o puede ser realizado en tiempo real de dos maneras, analógicamente usando cables externos o digitalmente con un cable que incluye la información de movilidad y video. [56]

En la figura 1.32 se muestra un ejemplo de las cámaras tipo PTZ.



**Figura 1.32** Cámara tipo domo PTZ. [56]

### **3. Cámaras tipo bala**

Estas cámaras tienen un enfoque directo hacia un punto determinado, es decir, una vez que son instaladas, su posición final es fija. Están cubiertas por un protector que las hace resistentes a la intemperie y permite la captura de imágenes infrarrojas. [56]

En la figura 1.33 se puede observar un ejemplo de las cámaras tipo bala.



**Figura 1.33** Cámara tipo bala. [56]

#### **b. Medios de transmisión**

Los medios de transmisión son las vías por donde viajan las ondas electromagnéticas, dependiendo de la aplicación estos pueden ser guiados o no guiados. Los medios de transmisión son muy diversos, dependiendo del tipo de red, ya que la integración de todos los dispositivos hacia el servidor puede ser de manera fija o inalámbrica. Uno de los medios más comunes es la fibra óptica (F.O) debido a las propiedades intrínsecas material transparente, muy poca pérdida de señal, etc. [56]

### **c. Dispositivos de almacenamiento de video**

Los dispositivos de almacenamiento de video son una parte esencial en un sistema de video vigilancia ya que permiten monitorear, grabar, administrar y archivar videos e imágenes que sean provenientes de las cámaras instaladas en el sistema.

Estos dispositivos de almacenamiento permiten realizar una configuración específica del modo de grabación, el horario de grabación, y también permite configurar individual de las cámaras. Entre los principales métodos de grabación se tiene: [49]:

- **Grabación Continua**

En el método de grabación continua se graba continuamente sin interrupciones durante todo el tiempo.

- **Grabación Programada**

En el método de grabación programada se programa fechas o periodos de tiempo que se desea grabar

- **Grabación por eventos**

En este método el dispositivo empezara a grabar cuando exista detección de movimiento o se active alguna alarma.

- **Grabación por eventos y tiempo**

En este método se empezará a grabar cuando existan eventos y se encuentren dentro de un periodo de tiempo específico.

Existen 3 formas de almacenamiento de video que son: [49]:

- **Almacenamiento en el mismo dispositivo**

En este tipo de almacenamiento se usa una tarjeta SD que se instala en la misma cámara se puede almacenar la información.

- **Almacenamiento en un PC con software de control**

En este tipo de almacenamiento la información se almacena en el disco duro del computador que se esté utilizando.

- **Almacenamiento con NVR**

El almacenamiento con NVR es la más utilizada en la actualidad ya que permite almacenar gran cantidad de información. se complementa con un software específico de video vigilancia que funciona independientemente con un computador. Este dispositivo tiene grandes funcionalidades para la gestión de video

en red que permiten grabar, visualizar y gestionar las imágenes provenientes de cámaras instaladas en el sistema. En la imagen 1.34 se observa un ejemplo de esta forma de almacenamiento.



**Figura 1.34** Almacenamiento con NVR.

**Elaborado por:** El Investigador

#### **d. Sistemas de gestión y administración de video**

Las compañías que fabrican sistemas de gestión y administración de video intentan cumplir con las exigencias más altas de los usuarios, como ser compatible con distintos sistemas operativos, ser altamente escalable, integrar distintos sistemas y marcas, etc. Por lo tanto, estos desarrolladores se han enfocado en la integración y compatibilidad del software de gestión con las cámaras, considerando las siguientes características: [56]:

- Registro de video y visualización de imagen de manera concurrente.
- Grabación de alarmas y detección de movimiento.
- Búsqueda de múltiples eventos almacenados.
- Acceso remoto de varios usuarios.
- Control PTZ de las cámaras.
- Soporte de Audio.
- Envío de alertas.

Todo sistema de video vigilancia debe tener un software para la gestión de video el cual nos permita realizar gestión, monitorización y control de las cámaras instaladas en el dispositivo de almacenamiento. Hay veces en que este software viene incorporado en el NVR y se instala en cualquier dispositivo ya sea un PC o un Smartphone. Este software depende también de la marca y modelo de los equipos de

video vigilancia que tengamos, por ejemplo, un software gratuito de la marca Hikvision para la gestión de video es el IVMS.

### **1.2.9. Antenas**

Las antenas son dispositivos que emiten o reciben ondas electromagnéticas a través del medio que en este caso es el aire, siendo un elemento de transición entre un dispositivo de guía de ondas y el espacio libre. Para seleccionar una antena hay que basarse en 3 factores principales los cuales son: [57]:

- Polarización
- Patrón de Radiación
- Rango de frecuencias de operación

Una de las características más importantes de las antenas es la ganancia, debido a que a mayor ganancia mejor será la antena y mejor será la comunicación entre emisor y receptor.

### **Tipos de Antenas**

#### **a. Antenas Direccionales**

Las antenas direccionales se usan generalmente en enlaces punto a punto debido a que su radiación se concentra en un solo punto dando un mejor rendimiento evitando interferencias de terceros y la posibilidad de enviar información a determinadas zonas de largo alcance. [57]

#### **b. Antenas Omnidireccionales**

Las antenas omnidireccionales radian en todas las direcciones, debido a esto teóricamente es posible conectarse y empezar a enviar y recibir información desde todas las direcciones. La única desventaja de estas antenas es que su alcance es menor en comparación con las direccionales. [57]

#### **c. Antenas Sectoriales**

Las antenas sectoriales son una mezcla de las direccionales y omnidireccionales, pero son más costosas. El alcance de estas antenas es mejor que las omnidireccionales, pero no mejor que las direccionales. Para cubrir un radio de 360° se debe instalar dos antenas cada 120°. [57]

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Implementar un prototipo de una ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad para caserío San Jorge del cantón Patate.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar las condiciones actuales de comunicaciones y seguridad del caserío San Jorge del cantón Patate.
- Investigar los servicios de comunicaciones y seguridad que se pueden aplicar al caserío San Jorge.
- Diseñar una red que permita incorporar los servicios de comunicaciones y de seguridad como ciudad digital para el caserío San Jorge.

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGIA**

#### **2.1 Materiales**

El desarrollo de la metodología para el presente proyecto requiere de los siguientes materiales:

- Computadora personal.
- Internet.
- Cámaras IP
- NVR
- Monitor
- Teléfono Móvil
- Router
- Pulsador
- Arduino UNO
- Shield Ethernet
- Software de gestión y programas adicionales.
- Libros, revistas y artículos científicos.

#### **2.2 Métodos**

##### **2.2.1 Modalidad de la Investigación**

- Investigación aplicada, debido a que se empleó los conocimientos ya existentes para solucionar problemas con el prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad en el caserío San Jorge.
- Investigación bibliográfica, ya que el proyecto de investigación se basó en consultas de revistas técnicas, libros, artículos científicos, publicaciones y en proyectos de tesis similares referente al tema de ciudades digitales o ciudades inteligentes.
- Investigación experimental, puesto a que se implementó el prototipo de la ciudad digital en el barrio “El Centro” del caserío San Jorge en el cual se realizó las pruebas piloto para calibrar el sistema para su correcto funcionamiento.

- Investigación de campo, ya que se realizó el análisis del perfil topográfico del sector para colocar en un sitio adecuado los dispositivos y así tener una mejor cobertura en todos los barrios, también se verificó si existe o no cobertura celular en los diferentes barrios del caserío San Jorge.

### **2.2.2 Propuesta de solución**

La implementación del prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad beneficia a las personas que habitan en el caserío San Jorge ya que se integra los servicios de voz, datos y video elevando los niveles de seguridad y permitiendo tener un sistema de comunicaciones eficiente.

### **2.2.3 Recolección de la Información**

Para la recolección de información se optó por diversos medios tanto físicos como electrónicos, por ejemplo: revistas científicas, libros, bases de datos, papers y proyectos desarrollados en años pasados relacionados con el tema de prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios digitales y seguridad en el caserío San Jorge del cantón Patate.

### **2.2.4 Procesamiento y Análisis de Datos**

Para el procesamiento y análisis de datos se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Análisis y revisión de la información recolectada.
- Toma de decisiones para que información utilizar.
- Interpretación de la información.
- Mejoras y anexos en los datos e información
- Pruebas piloto.
- Verificación y control de errores
- Interpretación de los resultados

### **2.2.5 Desarrollo del Proyecto**

- Identificación de los lugares donde se encuentran instalados los equipos de comunicaciones en el caserío San Jorge.
- Análisis de las zonas con poca cobertura de servicios de voz y datos en el caserío San Jorge.
- Análisis de los lugares con mayor inseguridad en el caserío San Jorge.

- Identificación de los servicios de comunicaciones y seguridad que pueden ser incorporados en el prototipo de ciudad digital.
- Elección de los servicios de comunicaciones y seguridad que se van a aplicar en el prototipo de ciudad digital para el caserío San Jorge.
- Desarrollo del sistema de control de accesos vehicular y control de intrusos.
- Diseño de una red que permita incorporar los servicios de VoIP, telefonía IP e internet.
- Selección de los equipos para la red de servicios de comunicaciones y seguridad para el prototipo de ciudad digital.
- Diseño del prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad para el Caserío San Jorge.
- Ensamblaje del prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad para el caserío San Jorge.
- Realización de pruebas de Funcionamiento y análisis de fallas

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Análisis y Discusión de Resultados**

La implementación del prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad permite mejorar los servicios de comunicaciones que actualmente existe en el caserío San Jorge, diseñando una red que permita incorporar una tecnología alternativa a la telefonía celular como es la telefonía IP e internet para que los habitantes puedan comunicarse entre todos los usuarios que estén conectados en la misma red.

Los sistemas de control de accesos e intrusos y botonera de emergencia que se implementó en el barrio “El Centro” del caserío San Jorge son alternativas que benefician a todos los habitantes del caserío San Jorge debido a que gracias a estos sistemas se puede tener un registro y control del acceso de vehículos al caserío San Jorge mediante el número de placa, también se tiene un monitoreo constante de intrusos a locales comerciales y una opción viable para personas de la tercera edad ante alguna situación de riesgo como es la botonera de emergencia.

#### **3.2 Desarrollo de la Propuesta**

##### **Caserío San Jorge**

El caserío San Jorge se encuentra localizado entre los límites de lo que en tiempos pasados fue la Hacienda de Leito perteneciente al cantón Patate ubicado al suroriente de la provincia de Tungurahua rodeado por las comunidades de Tahaucha, la Libertad y la Esperanza.

##### **3.2.1 Información General**

- **Provincia:** Tungurahua
- **Cantón:** Patate
- **Principal fuente económica:** Agricultura y ganadería
- **Población:** 252 cabezas de familia
- **Extensión:** 75.97 Km<sup>2</sup>
- **Altitud:** 2800 m.s.n.m
- **Beneficiarios:** Habitantes del caserío San Jorge

- **Presidente de la Comunidad:** Segundo Muñoz

En la figura 3.1 se observa la geolocalización del caserío San Jorge y la ubicación de cada uno de sus barrios con marcas de color amarillo, también se observa el área aproximada del caserío señalada con las líneas negras. La descripción de cada barrio se realiza en la sección 3.2.3



**Figura 3.1** Geolocalización del Caserío San Jorge.

**Elaborado por:** El Investigador

### **3.2.2 Identificación de los lugares donde se encuentran instalados equipos de comunicaciones en el caserío San Jorge.**

En el barrio Silvicha se encuentra instalada una pequeña torre repetidora en la terraza de la casa del señor Julio Saquina en la cual están instaladas algunas antenas para proveer algunos servicios de comunicaciones (TV, Internet, etc.) a ciertas familias de la zona, pero como se puede observar en la figura 3.2 la estructura de la torre no es la adecuada para utilizarla como repetidora ya que los materiales de la misma son de mala calidad debido que ya están desgastados y oxidados debido a las condiciones climáticas de la zona, otra de las observaciones que se puede realizar es que no tiene

sistema de aterramiento en el caso de caída de rayos los cuales afectarían a la familia que vive en esta casa.



**Figura 3.2** Torre de repetición barrio Silvicha.

**Elaborado por:** El Investigador

De la igual manera en una zona del barrio el Pedregal se encuentra instalada una torre repetidora en la casa del señor Flavio Pérez, esta torre es nueva ya que poco tiempo atrás la terminaron de instalar y como se puede observar en la figura 3.3 se encuentra instalada una antena de tambor la cual apunta hacia el cerro Nitón en el cual el proveedor tiene instalado una antena para repetición de internet. Esta torre se encuentra ubicada en una zona de gran visibilidad por lo que cubre gran parte del barrio.



**Figura 3.3** Torre de repetición barrio el Pedregal.

**Elaborado por:** El Investigador

### **3.2.3 Análisis del estado actual de los servicios de comunicaciones y seguridad en el Caserío San Jorge**

Actualmente los servicios de comunicaciones en los barrios de caserío San Jorge son ineficientes puesto a que no todos los barrios cuentan con cobertura celular de ninguna operadora (Movistar, CNT, Claro), esto es debido a que los barrios se encuentran ubicados en zonas de terrenos irregulares, por este motivo algunas familias han optado por contratar el servicio de Internet de la Empresa CNT u otros proveedores (FiberHome) que poseen cobertura en algunos barrios de la zona , pero muchas de las veces la calidad de internet que brindan es deficiente debido a que realizan algunas repeticiones de señal hasta llegar al hogar del beneficiario por lo que se pierde la calidad de la señal.

La seguridad en todos los barrios del caserío es regular debido a que para ingresar al caserío existen muchas vías alternas que pasan por los distintos barrios y en las noches es transitada por vehículos que no son del caserío y pocas veces se sabe las intenciones de personas desconocidas. El caserío cuenta con siete barrios los cuales se pueden observar a continuación en las siguientes figuras.

- **Barrio el Pedregal**

En el barrio el pedregal los servicios de comunicaciones son ineficientes puesto a que no hay cobertura celular de las operadoras Movistar, Cnt y Claro. La seguridad en el barrio es regular debido a que personas del lugar informan que al menos 2 veces al año ocurren robos a los hogares.



**Figura 3.4** Barrio El Pedregal.

**Elaborado por:** El Investigador

- **Barrio el Cristal**

Este barrio se encuentra en una zona rodeado de montañas por lo que no existe cobertura celular de ninguna operadora. La mayor parte del barrio está conformado por terrenos que se utilizan para la ganadería o agricultura. Personas del barrio manifiestan que existen robos constantemente de alimentos o animales por lo que se debe tomar en cuenta.



**Figura 3.5** Barrio el Cristal.

**Elaborado por:** El Investigador

- **Barrio el Duende**

Este barrio de igual manera no existe cobertura celular de ninguna operadora debido a su ubicación geográfica porque está en una zona baja rodeado de montañas.



**Figura 3.6** Barrio el Duende.

**Elaborado por:** El Investigador

- **Barrio el Centro**

En el barrio el centro a pesar de estar en una zona alta la cobertura celular es regular puesto a que la señal es muy baja de todas las operadoras. En este barrio hay una escuela, un coliseo, un estadio y varios locales comerciales.



**Figura 3.7** Barrio el Centro.

**Elaborado por:** Investigador

- **Barrio la Y**

En el barrio la “Y” los servicios de voz son buenos en comparación a los otros barrios ya que si posee cobertura celular de la operadora claro y movistar. Cabe mencionar que en este barrio existen varios accesos para llegar al caserío San Jorge.



**Figura 3.8** Barrio la "Y".

**Elaborado por:** El Investigador

- **Barrio la Iglesia**

En el barrio la Iglesia la cobertura celular es regular debido a que si hay señal celular pero de baja calidad por lo que no se puede hacer uso de datos móviles. En este barrio hay algunos locales comerciales, restaurantes y una iglesia.



**Figura 3.9** Barrio la Iglesia.

**Elaborado por:** El Investigador

- **Barrio Silvicha**

El barrio Silvicha es el barrio más alto del caserío san Jorge ubicado a una altura de 2965m.s.m. Es el barrio con más habitantes del caserío San Jorge, pero así mismo en este barrio se encuentran personas con discapacidades y bajos recursos económicos. La cobertura celular en el barrio es buena de las operadoras Movistar y Claro.



**Figura 3.10** Barrio Silvicha.

**Elaborado por:** Investigador

A continuación, en la tabla 3.1 se encuentra una lista de todos los barrios que conforman el caserío San Jorge con sus respectivas coordenadas de ubicación y altura de cada barrio.

**Tabla 3.1** Coordenadas de los barrios del Caserío San Jorge

<b>Barrio</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura</b>
<b>El Pedregal</b>	1°18'19.51"S	78°28'46.62"O	2929.6 m
<b>El Cristal</b>	1°18'29.06"S	78°28'17.91"O	2742.6 m
<b>El Duende</b>	1°18'12.66"S	78°28'36.32"O	2880.8 m
<b>El Centro</b>	1°18'45.31"S	78°28'42.42"O	2915.6 m
<b>La Y</b>	1°18'58.58"S	78°28'54.65"O	2878.6 m
<b>La Iglesia</b>	1°18'48.95"S	78°28'49.09"O	2896.6 m
<b>Silvicha</b>	1°19'22.29"S	78°29'7.86"O	2965.6 m

**Elaborado por:** El Investigador

En la tabla 3.2 se muestra un resumen de las características principales de cada barrio entre los cuales se tomó en cuenta los siguientes servicios: Voz, Datos y Seguridad. La tabla 3.2 se realizó de acuerdo con el estudio de campo y consultas a los moradores de cada barrio realizado por el investigador en los diferentes barrios del caserío San Jorge.

**Tabla 3.2** Resumen de las características de los barrios del caserío San Jorge

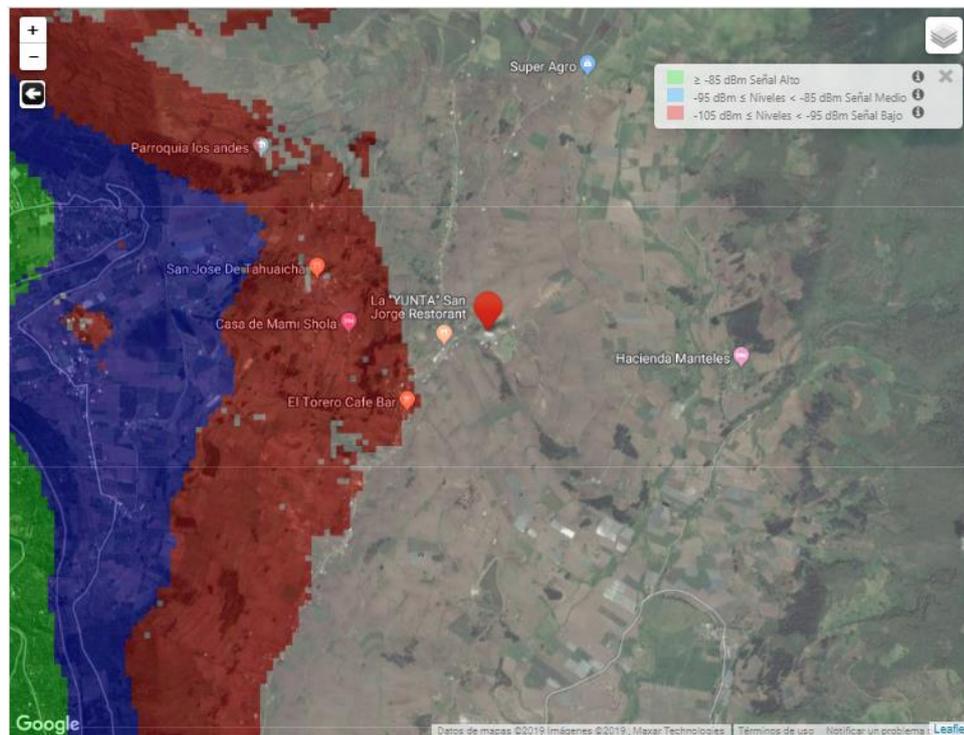
Barrio	Voz			Datos			Seguridad			Observaciones
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	
<b>El Pedregal</b>		X		X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una torre de repetición, servicio de internet bueno</li> <li>• Señal celular deficiente.</li> </ul>
<b>El Cristal</b>			X			X			X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiente señal celular, internet y seguridad</li> <li>• Zona rodeada de montañas</li> </ul>
<b>El Duende</b>			X		X			X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiente señal celular e internet</li> </ul>
<b>El Centro</b>		X		X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona comercial poblada</li> <li>• Internet bueno, señal celular deficiente</li> </ul>
<b>La Y</b>	X				X			X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona poblada</li> <li>• Zona con varios accesos</li> </ul>
<b>La Iglesia</b>		X		X				X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona comercial poblada</li> <li>• Seguridad regular</li> <li>• Servicio de internet bueno</li> </ul>
<b>Silvicha</b>	X				X			X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona poblada, zona más Alta</li> <li>• Existe una torre de repetición</li> </ul>

**Elaborado por:** El Investigador

En la mayoría de los barrios del caserío San Jorge no existe buena cobertura celular de ninguna operadora debido a la ubicación de los barrios y a las irregularidades del terreno, a pesar que la mayoría estén localizados en zonas altas como se puede observar en la Tabla 3.1

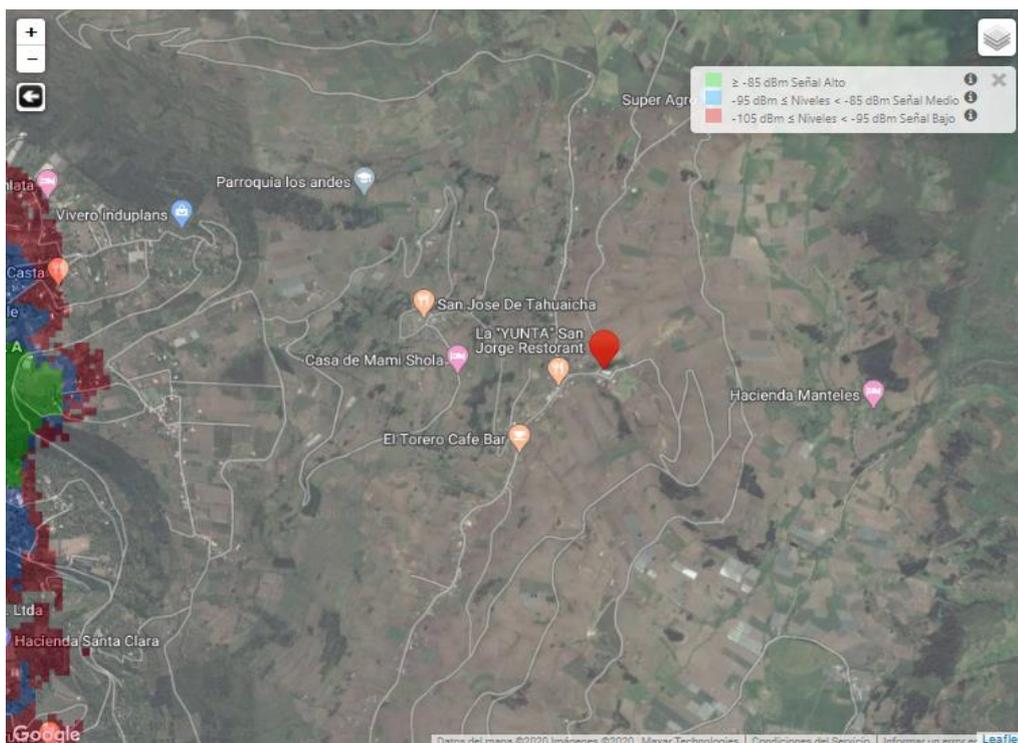
Para tener claro los niveles de cobertura de telefonía celular que se tiene en el caserío San Jorge y sus barrios se ingresó a las páginas de las operadoras Claro, Movistar y CNT ingresando las coordenadas de uno de los barrios para visualizar estos niveles.

En el caso de la operadora CLARO se ingresó al portal: <http://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/> para observar los niveles de cobertura celular de las redes 2G, 3G y 4G que existe para el caserío, la marca de color rojo representa la ubicación del caserío San Jorge. Se puede visualizar los resultados en las figuras 3.11, 3.12 y 3.13 respectivamente.



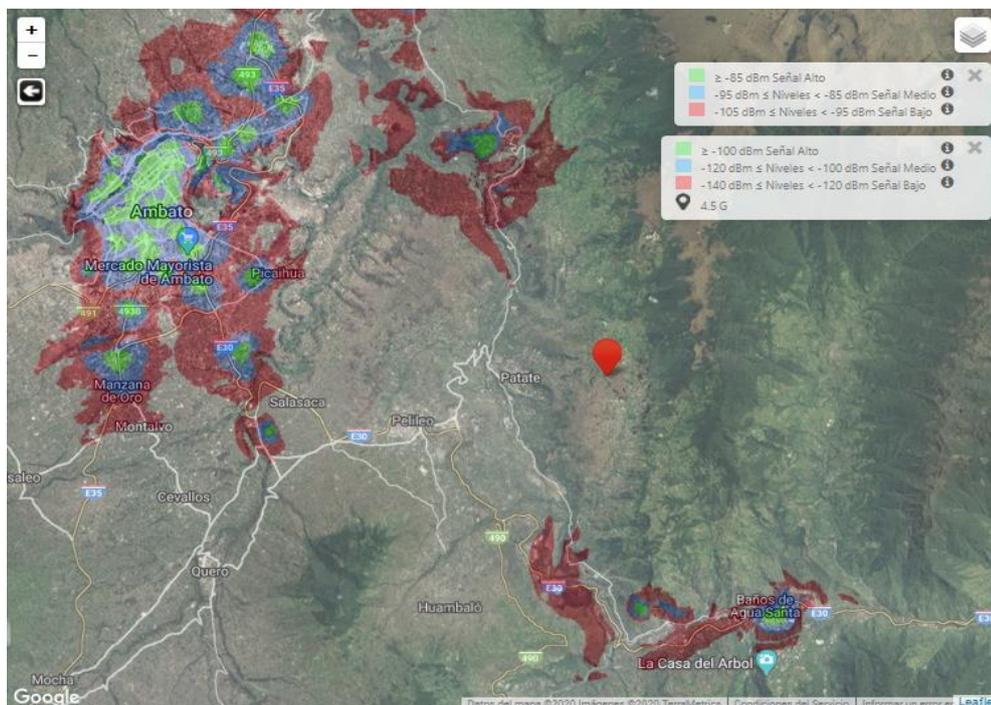
**Figura 3.11** Área de cobertura de la red 2G de Claro en el caserío San Jorge. [58]

En la figura 3.11 se puede ver que los niveles de cobertura para la red 2G de claro es ineficiente porque apenas llegan niveles de señal bajos entre  $-95\text{dBm}$  y  $-105 \text{ dBm}$  valores que no cubren casi nada del caserío San Jorge.



**Figura 3.12** Área de cobertura de la red 3G de Claro en el caserío San Jorge. [58]

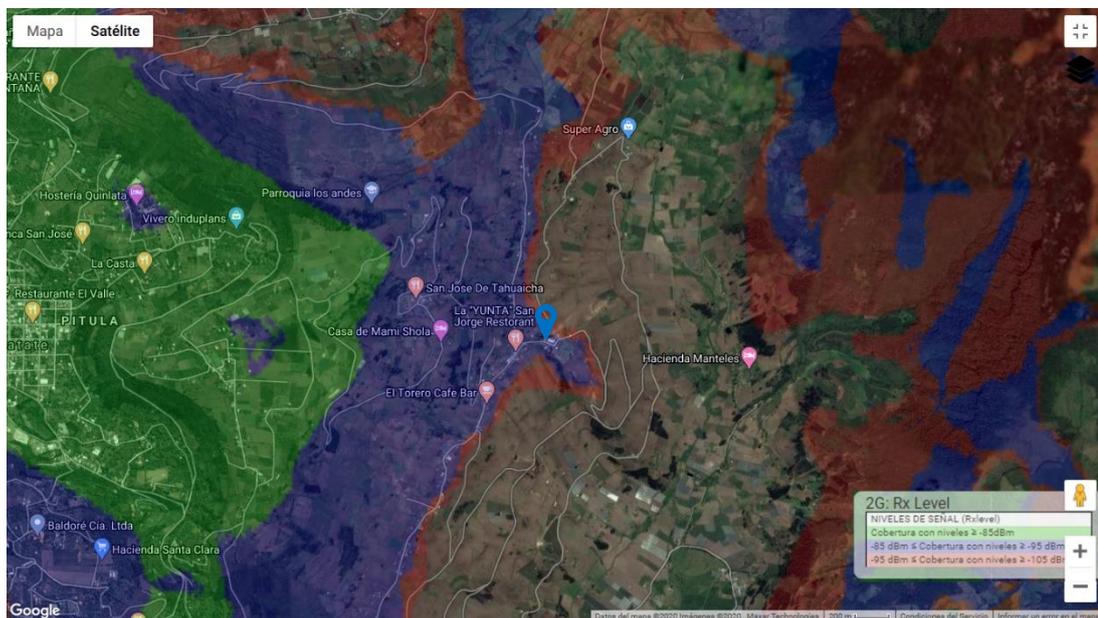
Respecto a la red 3G, no hay cobertura en el caserío San Jorge como se observa en la figura 3.12, no posee niveles de señal ni para las comunidades aledañas como son Tahuaiacha y la Libertad.



**Figura 3.13** Área de cobertura de la red 4G de Claro en el caserío San Jorge. [58]

La Red 4G aun no posee cobertura algunos cantones como Patate, Pelileo, mucho menos las comunidades pequeñas de estos cantones, excepto en el cantón Ambato y Baños que si se posee cobertura de esta red como se observa en la figura 3.13.

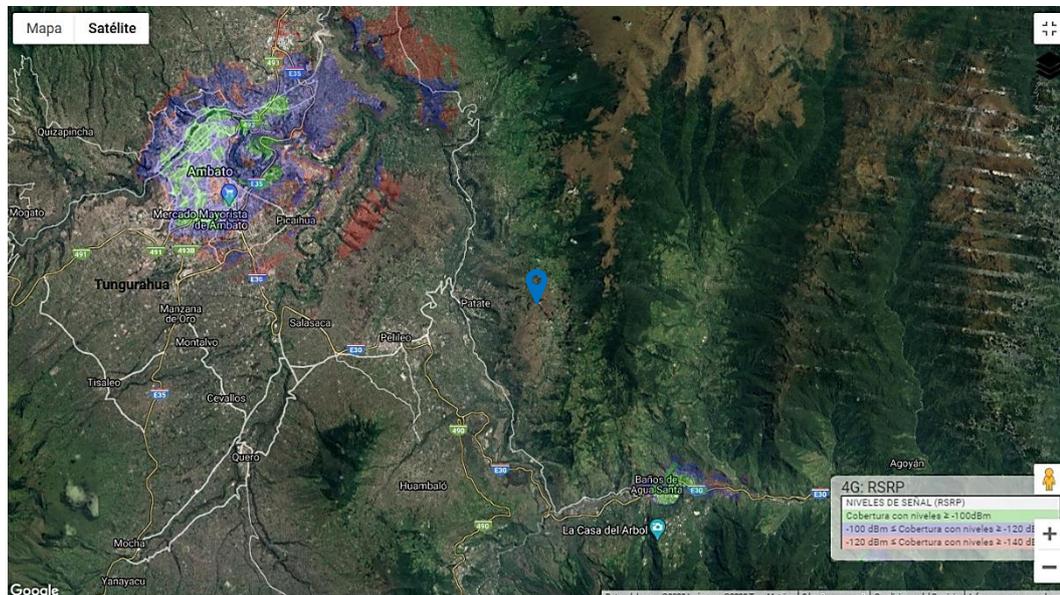
Para la operadora MOVISTAR igualmente se ingresó al portal: <https://www.movistar.com.ec/productos-y-servicios/cobertura> para poder observar los niveles de cobertura celular de las redes 2G, 3G y 4G que existe en el caserío, la marca de color azul representa la ubicación del caserío San Jorge. Los resultados se observan en las figuras 3.14, 3.15 y 3.16 respectivamente.



**Figura 3.14** Área de cobertura de la red 2G de Movistar en el caserío San Jorge. [59] Respecto a los niveles de cobertura de la red 2G de la operadora Movistar se puede observar que llega al caserío señal en el rango de -85 dBm y -95 dBm para los barrios en zonas geograficas altas, pero en los demás barrios apenas se llega a tener niveles en el rango de -95 dBm y -105 dBm. En el barrio el Cristal que se encuentra en la zona mas baja no existe cobertura de esta red como se observa en la fugura 3.14.

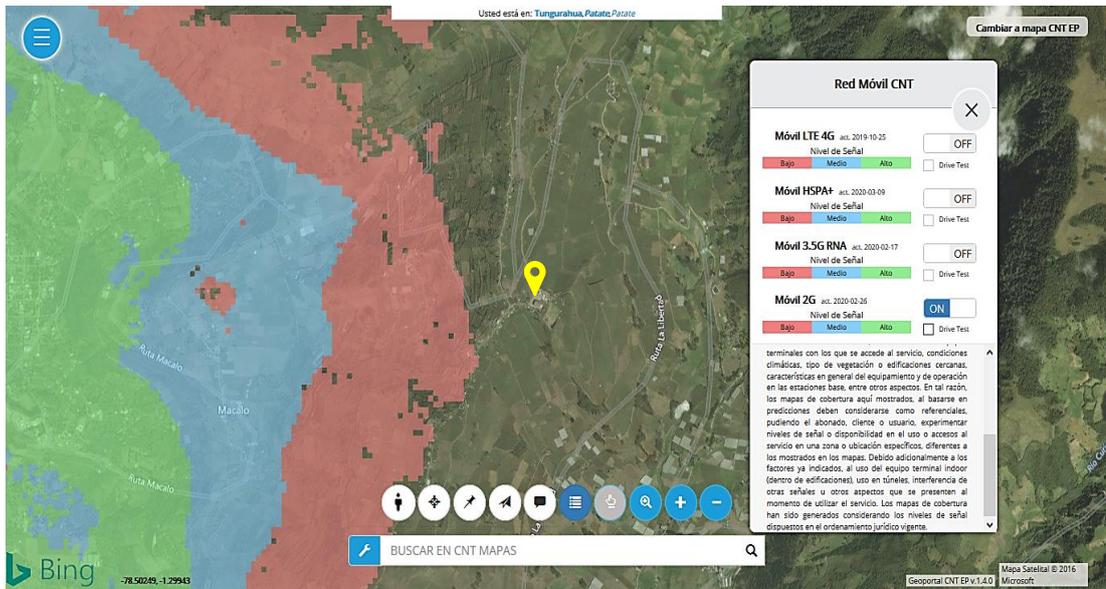


**Figura 3.15** Área de cobertura de la red 3G de Movistar en el caserío San Jorge. [59]  
 En la figura 3.15 se puede ver que los niveles de cobertura de la operadora Movistar para la red 3G se encuentra entre los -95 dBm y -105 dBm para algunos barrios lo cual es un nivel bajo, y para los otros barrios no existe cobertura de esta red.



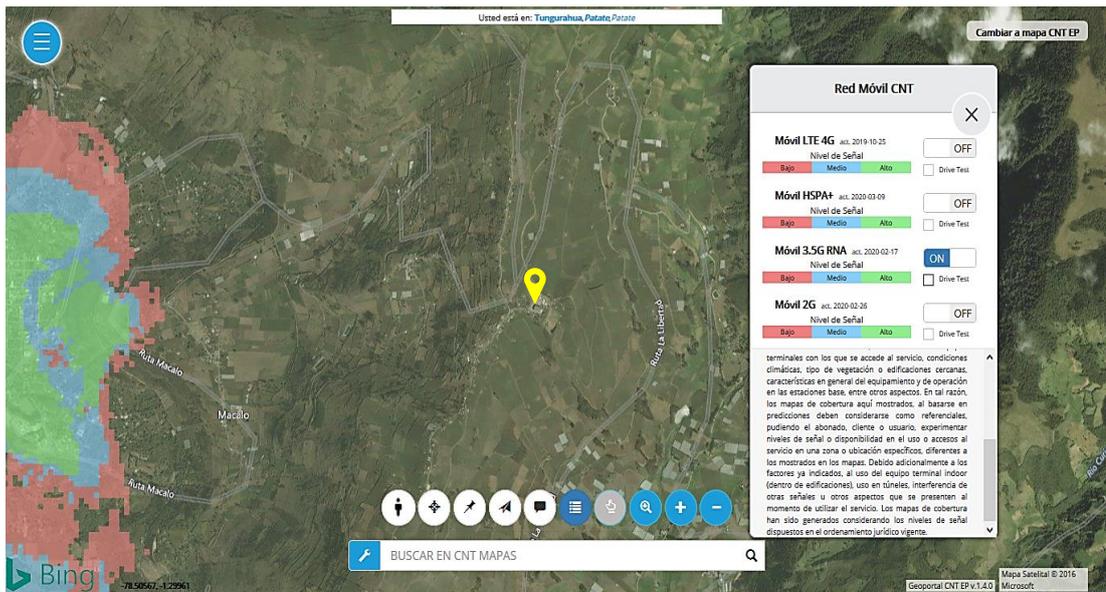
**Figura 3.16** Área de cobertura de la red 4G de Movistar en el caserío San Jorge. [59]  
 La red 4G aun no esta disponible en el canton Patate y mucho menos para sus parroquias y alrededores como se observa en la figura 3.16 a excepcion del cantón Ambato y Baños que si poseen cobertura.

En el caso de la operadora CNT se ingresó al portal: <https://gis.cnt.gob.ec/appgeoportal/> para verificar los niveles de señal de las redes 2G, 3.5G, 4G LTE y HSPA+ para el caserío San Jorge, la marca de color amarillo representa la ubicación del caserío San Jorge. Los resultados se aprecian en las figuras 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20 respectivamente.



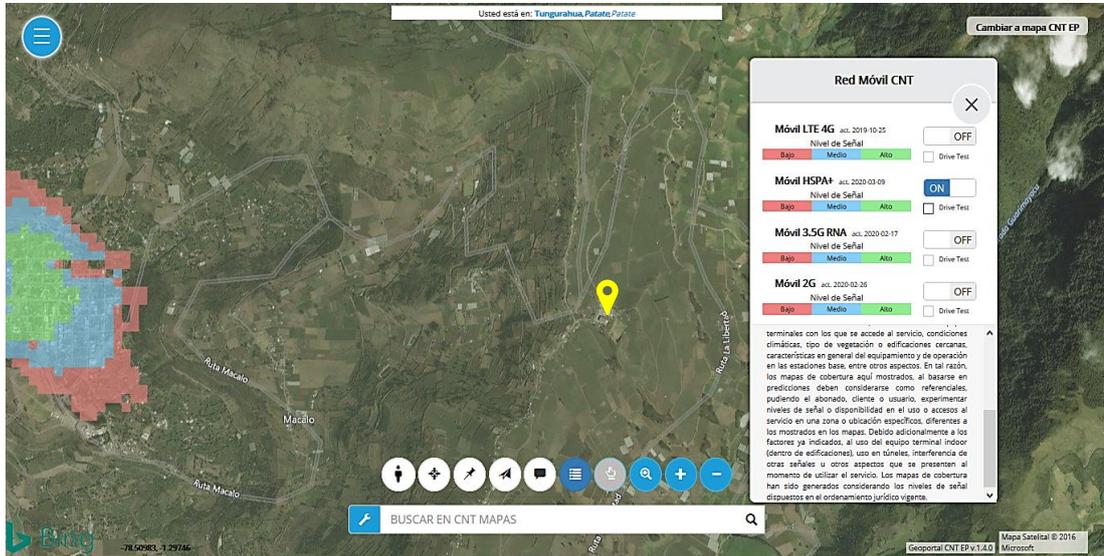
**Figura 3.17** Área de cobertura de la red 2G de CNT en el caserío San Jorge. [60]

En la figura 3.17 se observa que los niveles de señal de esta red no alcanzan a cubrir el caserío San Jorge ni en los niveles más bajos.



**Figura 3.18** Área de cobertura de la red 3.5G de CNT en el caserío San Jorge. [60]

Con respecto a los niveles de señal de la red 3.5G se puede observar en la figura 3.18 que al igual que la red 2G no cubre el caserío San Jorge apenas existe cobertura hasta el cantón Patate.



**Figura 3.19** Área de cobertura de la red HSPA+ en el caserío San Jorge. [60]

En el caso de la red HSPA+ como se puede ver en la figura 3.19 no existe cobertura en el caserío San Jorge ni sus alrededores, solo existe cobertura hasta el cantón Patate.



**Figura 3.20** Área de cobertura de la red LTE 4G en el caserío San Jorge. [60]

La red 4G como en el caso de las otras operadoras aún no está disponible en el caserío San Jorge, solo hay cobertura en algunas partes de la provincia como se observa en la figura 3.20.

En la tabla 3.3 se muestra un resumen de los niveles de cobertura de las distintas operadoras de telefonía móvil en el caserío San Jorge basada en el análisis realizado anteriormente de cada operadora.

**Tabla 3.3** Resumen de los niveles de cobertura de todas las operadoras (Claro, Movistar y CNT) en el caserío San Jorge

<b>OPERADORA</b>	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>HSPA+</b>
<b>CLARO</b>	-Señal baja no llega la cobertura al caserío	- La cobertura de esta red no llega al caserío ni a las comunidades de los alrededores	- No hay cobertura en el cantón, mucho menos en las comunidades cercanas	
<b>MOVISTAR</b>	- Buena calidad de señal en barrio ubicados en zonas altas, en los demás no existe cobertura	-Baja calidad de señal en los barrios altos, los demás sin cobertura	- No existe cobertura para el cantón ni sus alrededores	
<b>CNT</b>	- Señal baja no existe cobertura en el caserío	-Solo hay cobertura de esta red hasta el cantón Patate, mas no para sus alrededores.	- No existe cobertura en el cantón ni sus alrededores, excepto el cantón Ambato y Baños	- La cobertura de este tipo de red solo llega hasta el cantón Patate, mas no a las comunidades cercanas.

**Elaborado por:** El Investigador

En general la calidad de los servicios de comunicaciones en los barrios del caserío San Jorge son ineficientes debido a la ubicación geográfica de cada barrio En los barrios que si poseen cobertura celular se puede hacer el uso de datos móviles para acceder a internet, pero también existen barrios que no poseen cobertura celular tampoco internet como por ejemplo los barrios el Cristal y el Duende.

Con respecto al servicio seguridad hay que tomar en cuenta en todos los barrios del caserío ya que ninguno posee ningún tipo de seguridad ante algún acto delictivo o alguna emergencia, por lo tanto, es necesario tener sistemas de protección que brinden seguridad para los habitantes del caserío y para las personas que lo visitan los fines de semana.

### **3.2.4 Selección de los servicios a aplicarse en el prototipo de ciudad digital en el caserío San Jorge**

De acuerdo con las necesidades que presenta cada barrio del caserío se decidió por los siguientes servicios:

- VoIP
- Acceso a Internet
- Sistema de Control de Accesos e Intrusos
- Videovigilancia
- Botoneras de Emergencia

#### **Dimensionamiento de las estaciones base para cada barrio**

Para dimensionar las estaciones hay que tener en cuenta los servicios que se va a brindar y cada uno de los anchos de banda que se va a necesitar, debido a que el ancho de banda de un canal depende la calidad de los servicios que se requiera para el sistema.

El ancho de banda de un canal representa la cantidad de información que se puede transmitir en un segundo por un medio de comunicación. Existe dos tipos de velocidades de los canales de transmisión de datos, una es la Nominal y otra es la Efectiva, La velocidad efectiva, es la cantidad de bits por segundo que se puede realmente usar para una señal de video, mientras que la Nominal es la que viene escrita en un contrato de internet. No obstante, esta velocidad no es efectiva, es decir no se puede usar la totalidad de la velocidad nominal que se contrata, porque ocurren varios factores los cuales afectan su desempeño.

- **Videovigilancia**

Para el caso del sistema de video vigilancia, el bitrate o tasa de bits determina la cantidad de bits por segundo, es decir la cantidad de datos que son procesados en un segundo, a mayor bitrate mejor calidad de video, dependiendo la calidad del video las

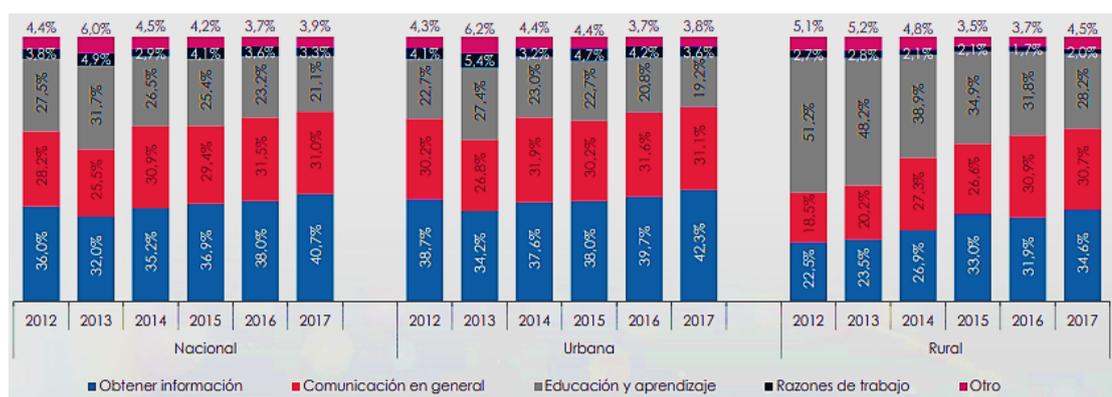
tasas de transmisión van desde 250 Kbps hasta 16000 Kbps que son para video en 4K. En el caso de la cámara de control de accesos la tasa de transmisión máxima es 4096 Kbps y para la detección de intrusos la tasa de transmisión máxima es 1024 Kbps. Estos parámetros fueron configurados en las cámaras de acuerdo a las necesidades del proyecto, es decir el bitrate para el control de accesos es mayor que el de control de intrusos debido a que se necesita que los números de la placa se observen claramente.

- **Internet**

Para el caso de internet se trabaja bajo las normas del estándar 802.11ac, el cual teóricamente posee una tasa de transmisión de bits hasta 1.3Gbps. Como se trata de internet para una comunidad primero se analizó que aplicaciones se van a brindar para obtener el ancho de banda total.

**Razones de uso de internet**

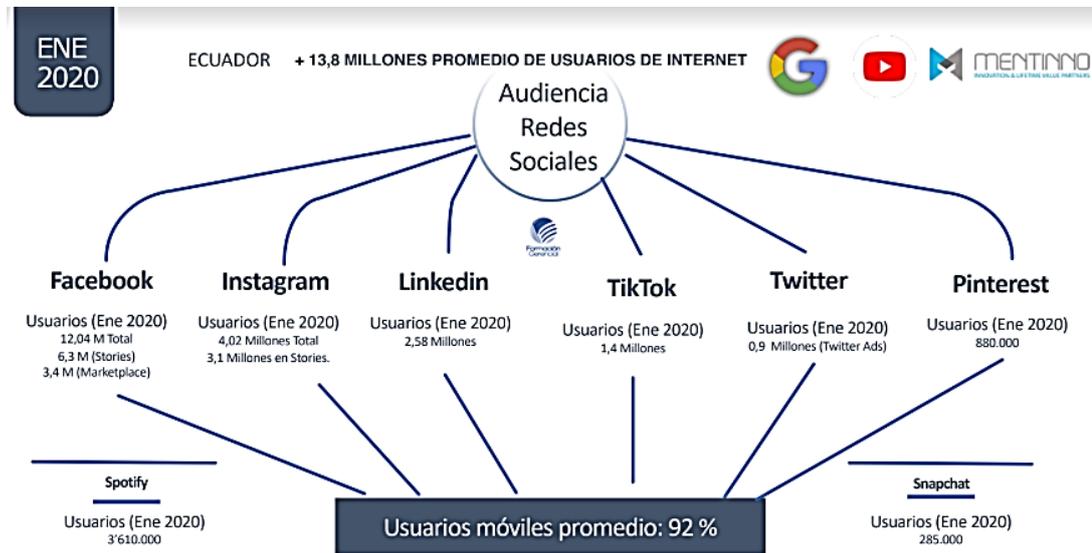
Al momento de proveer un servicio de internet se verifica las necesidades del usuario, en el presente año como se observa en la figura 3.21. En 2017 a nivel nacional, el 40,7% de las personas usaban el internet para obtener información, mientras el 31,0% lo utilizó como medio de comunicación en general y el 22.8 % lo utilizo para educación y aprendizaje, el resto lo utilizo por razones de trabajo u otras situaciones. Se observa una tendencia parecida en cuanto a comunicación en general tanto el área urbana y rural en el año 2017 con un 31.1% y un 30.7% respectivamente.



**Figura 3.21** Razones de uso de internet. [55]

Esto sirve como una referencia para las prioridades y limitaciones de uso de ancho de banda para los usuarios de la red inalámbrica para los habitantes del caserío San Jorge.

Las redes sociales que más se usan en Ecuador son Facebook, Instagram y Twitter, para mensajería instantánea se usa WhatsApp y Messenger como se puede observar en la figura 3.22. En general el promedio de usuarios de internet a través de dispositivos móviles de todas las operadoras hasta 2020 es del 92%.



**Figura 3.22** Promedio de Usuarios de internet en Ecuador. [56]

Asimismo, en la figura 3.23 se puede observar el tiempo diario en sitios web que pasan las personas cuando están conectadas a internet según la Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo-ENEMDU.



**Figura 3.23** Tiempo diario en sitios web. [56]

### Aplicaciones a brindar

Como se puede observar en las figuras 3.21 y 3.22 las razones por las que los usuarios usan internet son por las redes sociales Facebook y WhatsApp como medio de comunicación y mensajería instantánea, y para obtener cualquier tipo de información se realizan búsquedas en diferentes páginas web conocidas. Otros servicios que se utilizan mucho para entretenimiento es Youtube, Instagram y Spotify.

En la tabla 3.4 se puede observar los diferentes anchos de banda que consume cada aplicación que se va brindar en la red inalámbrica.

**Tabla 3.4** Ancho de banda que consume cada aplicación. [57]

<b>Aplicación</b>	<b>Ancho de banda por usuario</b>	<b>Ancho de Banda por 252 usuarios</b>
<b>Navegación Web</b>	100 Kbps	25,2 Mbps
<b>Redes sociales y mensajería</b>	307 Kbps	77,36 Mbps
<b>Correo Electrónico</b>	100 Kbps	25,3 Mbps
<b>YouTube y música</b>	360 Kbps	90,72 Mbps

Cabe mencionar que se tomó en cuenta 252 usuarios, es decir al menos un miembro de cada familia se conectará a la red.

### Estimación de la velocidad de internet

Hoy en día la mayoría de usuarios utilizan dispositivos móviles para conectarse a las redes WiFi, esto quiere decir que no pueden estar utilizando todas las aplicaciones a la vez por lo que se toma el valor máximo de las aplicaciones que en este caso es 360 Kbps garantizando así la eficiencia de la red.

Para obtener el valor total de la velocidad que se necesita para la conexión a internet se realiza la multiplicación del número de usuarios por la velocidad, es decir 360 Kbps por 252 usuarios, esto quiere decir que aproximadamente se necesitara una velocidad de 90,72 Mbps

## **Factor de Simultaneidad**

El factor de simultaneidad expresa que porción de usuarios utilizan el servicio al mismo tiempo y se representa como  $1/n$  en este caso los niveles del factor de simultaneidad son iguales a 0,5 hasta 0,1 debido a que es casi improbable que todos los usuarios se conecten a la misma hora y además existe una alta probabilidad de que una porción de ellos utilice el servicio simultáneamente. [57]

Esto quiere decir que hay una baja probabilidad que los 252 usuarios estén conectados al mismo tiempo. Por lo tanto se utilizó un factor de simultaneidad de 0,3 es decir que el 30% de los usuarios se conectarán a la red al mismo tiempo, es decir de los 252 usuarios 75 se podrán conectar a la misma hora y simultáneamente. Entonces para calcular la velocidad total de la red para uso de internet se tiene la ecuación 1: [57]:

$$VT = VTT \times \text{Factor de simultaneidad} \quad (1)$$

En donde:

VTT: Velocidad total de la red

VT: Velocidad del factor de simultaneidad

$$VT = 90,72 \text{ Mbps} \times 0,3$$

$$VT = 27,21 \text{ Mbps}$$

Entonces para el servicio de internet para el caserío San Jorge se necesita de 30 Mbps aproximados los cuales se repartirán dinámicamente a todos los barrios del caserío.

La voz sobre IP depende de los códecs de voz que se estén utilizando, el códec mínimo requiere 8 Kbps que es el G.729, pero una vez añadidas las cabeceras para establecer la comunicación consume 31.2 Kbps por sentido de comunicación, entonces, se requiere 62.4 Kbps para establecer la comunicación. De la misma manera que para el servicio de internet se calculó la velocidad estimada con el factor de simultaneidad dando como resultado un total de 4,68 Mbps los cuales se repetirán para todos los barrios del caserío.

Por último, para el caso de la botonera de emergencia como solo emite señal cuando es pulsada no requiere de un gran ancho de banda como en los casos anteriores. En la

tabla 3.5 se observa un resumen del dimensionamiento de los servicios para las estaciones de cada barrio.

**Tabla 3.5** Dimensionamiento de las estaciones

Barrio	Servicios Digitales				
	VoIP	Control de Accesos	Control de Intrusos	Internet	Botoneras de emergencia.
<b>Ancho de Banda (Mbps)</b>	4,68	4,09	2,04	30	0,01
<b>El Pedregal</b>	-	X	X	-	X
<b>El Cristal</b>	-	X	X	-	X
<b>El Duende</b>	-		X	-	X
<b>El Centro</b>	-	X	X	-	X
<b>La Y</b>	-	X	X	-	X
<b>La Iglesia</b>	-		X	-	X
<b>Silvicha</b>	-	X	X	-	X
<b>Subtotal (Mbps)</b>	4,68	20,45	14,28	30	0,07
<b>Total Ancho de banda (Mbps)</b>	<b>69,5</b>				

**Elaborado por:** El Investigador

La selección de los servicios que se observa en la tabla 3.5 se realizó dependiendo de las necesidades de cada uno de los barrios, tomando en cuenta las características de los servicios resumidos en la tabla 3.2, es por esto que para algunos barrios ciertos servicios no se tomó en cuenta.

Para el control de accesos no se tomó en cuenta 2 barrios porque para llegar a estos se tiene que pasar por otros barrios aledaños los cuales si se tomaron en cuenta para este servicio.

Como se puede apreciar en la tabla anterior los servicios que más ancho de banda consumen son los de control de accesos con 2,04 Mbps por la configuración de la tasa de bits de la cámara para obtener mejores resultados al momento de detectar las placas vehiculares, y para el de control de intrusos el ancho de banda es de 14,28 Mbps, esto debido a que en el valor de 2,04 Mbps se está tomando en cuenta 1,02 Mbps para control de intrusos y 1,02 Mbps para videovigilancia. En total de ancho de banda requerido para brindar los servicios a todos los barrios es de 69,5 Mbps, es decir si se aproxima los decimales sería un total de 70 Mbps.

### 3.2.5 Diseño de la Red

#### a) Áreas de Cobertura

Todas las marcas que se encuentran en la figura 3.24 hacen referencia a los barrios del caserío San Jorge y el área de este, es decir los puntos que van a tener cobertura de los servicios digitales que se va a brindar.



**Figura 3.24** Ubicación de los barrios y Área el caserío San Jorge.

**Elaborado por:** El Investigador

### b) Ubicación del punto de repetición

El punto de repetición seleccionado fue la “Loma del Sr. Pedro”, considerando que existe energía eléctrica en los alrededores del sitio, además que existe una vía de acceso empedrada que casi llega hasta el punto de repetición, luego hay que caminar unos 50 metros para llegar al punto exacto. Desde este punto se cubre todas las zonas de interés en el caserío San Jorge.

En la tabla 3.6 se puede observar las coordenadas del punto de repetición.

**Tabla 3.6** Coordenadas de la estación de repetición

Sector	Latitud	Longitud
Loma del Sr. Pedro	1°17'46.17"S	78°28'45.01"O

**Elaborado por:** El Investigador

El prototipo de ciudad digital para el caserío San Jorge requiere de un lugar para que se concentre toda la información que generan los sistemas de control de accesos e intrusos y las botoneras de emergencia, teniendo en cuenta estos servicios lo más viable es realizar un enlace con la Unidad de Policía Comunitaria (UPC) más cercana para que sea el Centro de control y monitoreo de todos los sistemas, en este caso la más cercana se encuentra en el cantón Patate, las coordenadas de ubicación de esta Unidad se pueden observar en la tabla 3.7.

También se necesita de un proveedor del servicio de Internet, por lo tanto se optó por el servicio de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) debido a que por el momento es el único proveedor de internet de confianza en el caserío San Jorge. Debido a que en el cantón Patate no hay sucursal de la empresa CNT se seleccionó la sucursal en el cantón Pelileo. Las coordenadas de esta sucursal se pueden apreciar en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7** Ubicación de CNT-Pelileo y UPC-Patate

Sector	Latitud	Longitud
CNT - Pelileo	1°19'45.28"S	78°32'48.37"O
UPC - Patate	1°18'44.08"S	78°30'48.83"O

**Elaborado por:** El Investigador

Resumiendo la conexión, el proveedor de internet es la empresa CNT, la estación de control está en la Unidad de Policía Comunitaria del cantón Patate, la estación para repetición se encuentra en la “Loma del Sr. Pedro” y siete estaciones base una en cada barrio del caserío San Jorge.

### c) Perfiles Topográficos

Para visualizar los perfiles topográficos se utilizó el software radio Mobile y Google Earth el cual permite analizar la zona de Fresnel y la ubicación adecuada de los equipos para tener una línea de vista directa y un enlace confiable. Los perfiles topográficos, las simulaciones de los enlaces que se realizaron con los diferentes barrios se encuentran en el Anexo A en donde se observan todos los parámetros de esta simulación. Las distancias y el tipo de enlace se pueden apreciar en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8** Datos de los enlaces realizados

<b>N°</b>	<b>Enlace</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Tipo de Enlace</b>
<b>1</b>	<b>CNT-Repetidor</b>	8.33	Punto a Punto
<b>2</b>	<b>Repetidor-UPC</b>	4.18	Punto a Punto
<b>3</b>	<b>Repetidor-El Centro</b>	1.81	Punto Multipunto
<b>4</b>	<b>Repetidor-La “Y”</b>	2.24	Punto Multipunto
<b>5</b>	<b>Repetidor-El Pedregal</b>	1.01	Punto Multipunto
<b>6</b>	<b>Repetidor-La iglesia</b>	1.92	Punto Multipunto
<b>7</b>	<b>Repetidor-El duende</b>	0.85	Punto Multipunto
<b>8</b>	<b>Repetidor-El Cristal</b>	1.56	Punto Multipunto
<b>9</b>	<b>Repetidor-Silvicha</b>	3.02	Punto Multipunto

**Elaborado por:** El Investigador

Gracias a las facilidades que proporciona el programa Google Earth se puede conocer con anticipación el perfil topográfico de los tramos así como también verificar si existen obstáculos o montañas que pueden afectar la línea de vista directa (L.O.S), por consiguiente verificar que la zona de Fresnel este despejada para todos los enlaces.

#### d) Selección de los equipos

Para la selección de los equipos se tomó en cuenta los servicios que se van a brindar, la distancia hasta la estación base, el tipo de comunicación que se requiere en el lugar y las características de cada equipo para brindar un servicio de calidad a cada uno de los barrios. En la tabla 3.9 se detallan los equipos que se requieren en cada estación.

**Tabla 3.9** Lista de equipos para el Sistema

	<b>Enlaces de Radio</b>	<b>Infraestructura y equipos</b>	<b>Estaciones Remotas</b>	<b>Gestión y control</b>
<i>Equipos</i>	✓ Equipos de Radio ✓ Antenas ✓ Switch	✓ Torres ✓ Pararrayos ✓ Conexión a tierra ✓ UPS ✓ Cables FTP	✓ Cámaras IP ✓ Router ✓ Teléfono ✓ Botón de emergencia	✓ NVR ✓ Software de gestión

**Elaborado por:** El Investigador

#### 1. Equipos para Backbone o Red principal

En Latinoamérica hay dos empresas que son reconocidas por ofrecer buena calidad de productos los cuales poseen excelentes características para distintas aplicaciones. Estas empresas son Ubiquiti Networks y MikroTik, Inc. Como se sabe los radioenlaces trabajan en las frecuencias desde 300Mhz hasta 300GHz, pero no todas las frecuencias son libres excepto la banda de 2.4GHz y la de 5.8GHz que son bandas que pueden ser utilizadas con registro en la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones de Ecuador.

##### **Ubiquiti Networks**

Ubiquiti es una compañía estadounidense que se enfoca en tres tecnologías principales que son: acceso distribuido a Internet de alta capacidad, tecnología de información unificada y electrónica de consumo de última generación para uso doméstico y personal. Para lo cual ha creado tecnologías NanoStation, AirMAX, UniFi, AirFiber, AMPLIFI, UFiber y por último la más reciente UniFiGX que presenta modelos de 10

Gbps para un enrutamiento potente, conmutación y rendimiento inalámbrico cada una con sus respectivas características para sus aplicaciones. [61]

### **MikroTik**

MikroTik es una empresa letona que proporciona hardware y software para conectividad a Internet. En 1997 crearon el sistema de software RouterOS el cual proporciona estabilidad, controles y flexibilidad para todo tipo de interfaces de datos y enrutamiento. Asimismo en 2002 crearon su propio hardware, de donde nació la marca RouterBOARD. [62]

### **Antenas para enlaces punto a punto (PtP)**

En la tabla 3.10 se muestra las características de las antenas Ubiquiti y Mikrotik para para enlaces punto a punto.

**Tabla 3.10** Características Antenas Ubiquiti y MikroTik

<b>Modelo</b>	<b>Ubiquiti</b>		<b>Mikrotik</b>	
	<b>PBE-5AC-Gen2</b>	<b>NBE-5AC-Gen2</b>	<b>RBDiscG-5acD</b>	<b>RBLHG-5Nd</b>
<b>Frecuencia</b>	Worldwide: 5150–5875 Mhz USA: 5725–5850 Mhz	Worldwide: 5150–5875 Mhz USA: 5725– 5850 Mhz	International: 5150 MHz- 5875 MHz USA: 5725- 5835 MHz	International: 5150 MHz- 5875 MHz USA: 5725- 5835 MHz
<b>Dimensiones</b>	420 x 420 x 230 mm	189x189x125 mm	265mm, height: 80mm	391x222 mm
<b>Ganancia</b>	25dBi	19dBi	21dBi	24.5dBi
<b>Potencia de salida</b>	25dBm	25dBm	25dBm	20dBm
<b>Alcance</b>	+25Km	+15Km	5-8Km	0.5-12Km
<b>Polaridad</b>	Dual	Dual	Dual	Dual
<b>Voltaje</b>	24V, 0.5A	24V, 0.5A	10 - 30 V	10 V - 30 V
<b>Peso</b>	2.22Kg	0.530Kg	No especifica	1.98Kg

**Elaborado por:** El Investigador basado en [62], [63]

Luego de analizar cada una de las características técnicas que presentan estas antenas, en función de los requerimientos de distancia que se necesita para los enlaces se decidió por la marca Ubiquiti debido a que posee mejores características como es la ganancia, el alcance y la tecnología de Generación 2 y airMax que posee la marca Ubiquiti misma que ayudan a la eliminación de ruido durante el enlace en comparación a Mikrotik, características que son esenciales en el desarrollo de este proyecto.

En la actualidad las antenas PowerBeam tienen un desempeño superior ya que poseen la más reciente tecnología airMAX AC Gen 2, gracias a esto su rendimiento superan los 450 Mbps y su alcance supera los 25Km. Debido a estas y otras características adicionales se optó por la antena Ubiquiti PBE-5AC-Gen2. Para consultar todas las especificaciones de esta antena revisar el Anexo B.

En la figura 3.25 se puede observar la imagen de la antena seleccionada.



**Figura 3.25** Antena PBE-5AC-Gen2. [63]

### **Equipos de radio y antenas para enlaces punto multipunto PtMP**

En la tabla 3.11 se analizan las características de los productos que ofrece Ubiquiti y MikroTik para enlaces punto multipunto, algunos de estos ya vienen incluido el equipo de radio para la antena.

**Tabla 3.11** Características de antenas para enlaces PtMP

	<b>Ubiquiti</b>		<b>Mikrotik</b>	
<b>Modelo</b>	<b>AM-5G17-90</b>	<b>AM-5G20-90</b>	<b>MTAS-5G-19D120</b>	<b>RB911G-2HPnD-12S</b>
<b>Frecuencia</b>	4.90- 5.85 GHz	5.15 - 5.85 GHz	5.17 - 5.825 GHz	2412-2484 MHz

<b>Dimensiones</b>	367x63x41mm	700x135x70mm	152x598x78 mm	140x348x82mm
<b>Ganancia</b>	16.1 - 17.1 dBi	19.4 - 20.3 dBi	19 dBi	12 dBi
<b>Potencia de salida</b>	No especifica	No especifica	No especifica	30 dBm
<b>Alcance</b>	8Km	8Km	No especifica	No especifica
<b>Angulo de elevación</b>	8°	4°	5°	10°
<b>Amplitud de polarización</b>	90°	90°	120°	120°
<b>Polaridad</b>	Dual-Linear	Dual Linear	Dual	Dual
<b>Voltaje</b>			8-30V Puerto POE	jack: 8-30V DC, PoE in: 10- 28 V DC
<b>Peso</b>	1.1Kg	5.9Kg	1270 g	

**Elaborado por:** El Investigador basado en [61], [62]

Luego de analizar las áreas de cobertura, el alcance, la ganancia y el ángulo de polarización que ofrecen cada una de estas antenas sectoriales y teniendo en cuenta que el punto de repetición se encuentra en la “Loma del Sr. Pedro”, se seleccionó la antena sectorial AM-5G20-90 de la marca Ubiquiti la cual posee un ángulo de polarización de 90°, una ganancia de 20 dBi y un alcance de 8Km suficientes para cubrir el caserío San Jorge. En la figura 3.26 se observa una imagen de la antena seleccionada. Para más detalles técnicos de esta antena revisar el Anexo C.

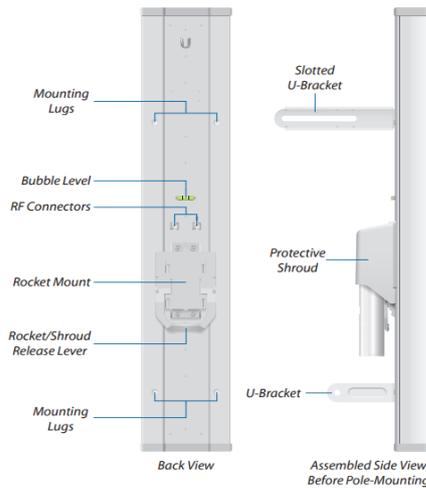
Cabe recalcar que las antenas de la marca Ubiquiti no vienen incluido el equipo de radio como en la marca Mikrotik por lo que se necesita un equipo de radio, en las hojas técnicas de los equipos se recomienda usar algunos modelos de radio, por lo que se optó por el Rocket Prism 5AC Gen2 el cual posee una tecnología airPRISM que es una tecnología que ayuda a eliminar interferencias en donde existe mucho ruido, en la figura 3.27 se puede apreciar el equipo de radio montado en la antena sectorial. Para más detalles técnicos de este equipo de radio revisar el Anexo D.

En la tabla 3.12 se lista algunas de las características principales de este equipo de radio.

**Tabla 3.12** Características Equipo de radio Ubiquiti

<b>Modelo</b>	<b>RP-5AC-Gen2</b>
<b>Dimensiones</b>	88 x 40 x 230 mm
<b>Frecuencia</b>	Worldwide: 5150 – 5875, USA: 5725 – 5850
<b>Potencia de salida</b>	28 dBm
<b>Voltaje</b>	24V, 1A Gigabit Adaptador POE
<b>Canales</b>	PtP Mode: 10/20/30/40/50/60/80 MHz, PtMP Mode: 10/20/30/40 MHz
<b>Peso</b>	400 g
<b>Modo de operación</b>	Estación, AP
<b>Ancho de Banda</b>	+500 Mbps

**Elaborado por:** El Investigador en base a [61]



**Figura 3.26** Antena sectorial AM-5G20-90. [61]



**Figura 3.27** Radio RP-5AC-Gen2 y Antena Sectorial. [61]

### Antena para las estaciones remotas

Las características de las antenas para las estaciones remotas se analizan a continuación en la tabla 3.13, teniendo en cuenta que las distancias desde el repetidor hasta las estaciones no son muy largas, la mayor distancia es cerca de los 4 Km.

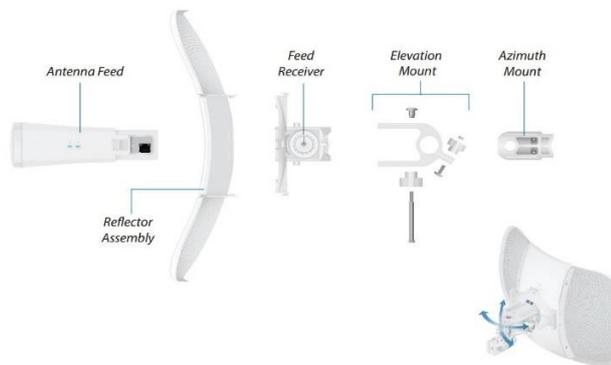
**Tabla 3.13** Características de las antenas para las estaciones remotas.

	<b>Ubiquiti</b>		<b>Mikrotik</b>
<b>Modelo</b>	<b>LBE-5AC-Gen2</b>	<b>LBE-5AC-LR</b>	<b>RBLHG-5nD</b>
<b>Frecuencia</b>	Worldwide: 5150–5875 Mhz USA: 5725–5850 Mhz	Worldwide: 5150–5875 Mhz USA: 5725–5850 Mhz	International: 5150 - 5875 MHz USA: 5725 - 5835 MHz
<b>Dimensiones</b>	358 x 271.95 x 272.5 mm	512.5 x 385.75 x 258.3 mm	391 x 222 mm
<b>Ganancia</b>	23dBi	26dBi	24.5 dBi
<b>Potencia de salida</b>	25dBm	25dBm	25 dBm
<b>Alcance</b>	5-15 Km	8-15 Km	8-15 Km
<b>Polaridad</b>	Dual	Dual	Dual
<b>Voltaje</b>	24V, 0.3A	24V, 0.3A	11-30V
<b>Peso</b>	800 g	1.360 Kg	2Kg

**Elaborado por:** El Investigador basado en [61], [63]

El equipo que se seleccionó debido a las características y el rendimiento para la red es la antena Ubiquiti LBE-5AC-Gen2 porque las distancias de los enlaces no van a ser muy largas y no se necesita que la antena tenga una ganancia elevada, además de que la mayoría de los equipos son Gen2. Para más información técnica sobre esta antena revisar el Anexo E.

En la figura 3.28 se muestra una imagen de la antena seleccionada y las partes que conforma la misma, además de los accesorios que incluye el producto.



**Figura 3.28** Partes de la antena Ubiquiti LBE-5AC-Gen2. [63]

## 2. Equipos para la estación Base

En la tabla 3.14 se muestran todos los equipos seleccionados en función de sus características y de acuerdo a las necesidades para esta red como son la distancia, la ganancia de la antena , los ángulos de elevación, la potencia, etc.

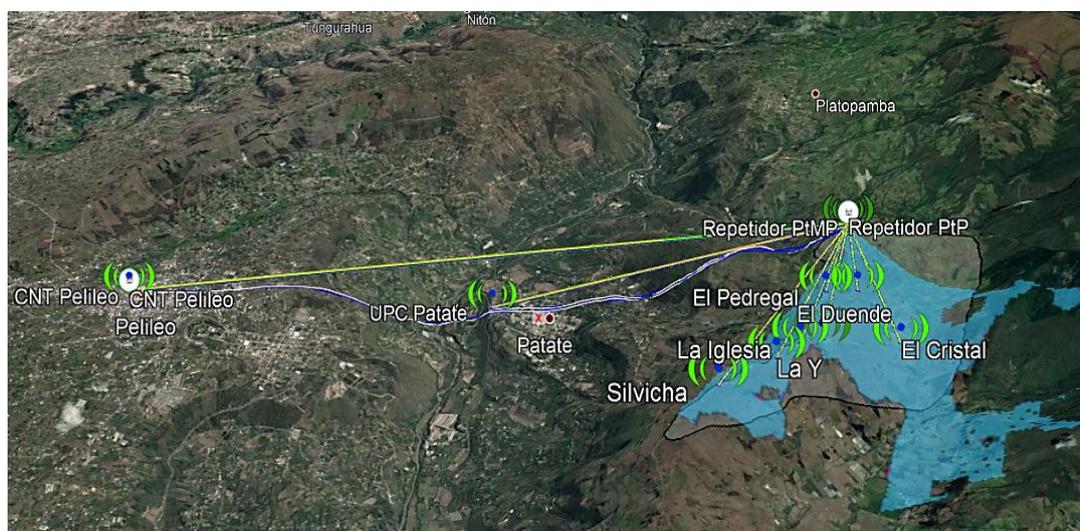
**Tabla 3.14** Equipos seleccionados para enlaces de radio.

Nº	Lugar	PBE-5AC- Gen2	AM-5G20- 90	RP-5AC- Gen2	LBE-5AC- Gen2
1	CNT-Pelileo	1			
2	Repetidor “Loma del Sr. Pedro”	2	1	1	
3	UPC- Patate	1			
4	El Centro				1
5	La “Y”				1

6	El Pedregal				1
7	La Iglesia				1
8	El Duende				1
9	El Cristal				1
10	Silvicha				1

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez analizados y seleccionados todos los elementos que se van a utilizar en la red se realizó el esquema físico de ésta y se simuló en el software radio Mobile y airLINK, luego se exportó el trabajo al Google Earth para poder observar de mejor manera la cobertura que tendrá esta red en el caserío San Jorge. En la figura 3.29 se observa el esquema de la red exportado a Google Earth. Para más información de la simulación de los enlaces y cobertura de la red en el caserío San Jorge realizados en airLINK revisar el Anexo F.



**Figura 3.29** Área de cobertura de la red en el caserío San Jorge.

**Elaborado por:** El Investigador

Como se observa en la figura 3.29 el diseño de la red cubre la mayor parte del caserío San Jorge (Área con bordes negros representa el caserío San Jorge y el área sombreada celeste la cobertura de la red) brindando cobertura a todos los barrios del caserío especialmente las zonas donde existen casas o hay mayor cantidad de personas.

## Cálculos de propagación de los enlaces

Una vez seleccionados los equipos y los puntos en donde se van a colocar los equipos de radio y antenas se realizó los cálculos de propagación para ver si los enlaces son factibles y si se va a tener una buena recepción de la señal.

### Cálculo de la Zona de Fresnel

El espacio entre emisor y receptor debe estar libre para evitar en lo posible el fenómeno de cancelación por fase. Las zonas de Fresnel son elipsoides concéntricos que rodean al rayo directo de un enlace radioeléctrico y que quedan definidos a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora como regla general se sabe que al menos el 60% de la primera zona de Fresnel debe estar libre de obstáculos para tener una señal adecuada y así una buena recepción. [64]

La zona de Fresnel se calcula en el punto medio del enlace cuando  $r$  alcanza su punto máximo. La fórmula para calcular la primera zona de Fresnel se observa en la ecuación 2:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f(\text{GHz})}} \quad (2)$$

En donde:

**r:** es el radio de la primera zona de Fresnel

**d:** es la distancia entre transmisor y receptor en Km

**f:** frecuencia de transmisión en GHz

### Cálculo de las pérdidas en el espacio libre

$$L_{bf} = 32.4 + 20 \log f (\text{MHz}) + 20 \log d (\text{Km})$$

### Cálculo de la Potencia de Recepción

$$P_{RX} = P_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - L_{bf} + G_{RX} - AL_{RX}$$

Donde:

✓ **PRX** = Potencia de recepción [dBm]

✓ **PTX** = Potencia de transmisión [dBm]

- ✓ **ALTX, ALRX** = Atenuación por guía de onda o cable coaxial, de transmisión y recepción respectivamente [dB].
- ✓ **GTX, GRX** = Ganancias de las antenas de transmisión y recepción [dB]
- ✓ **Lbf** = Perdidas por espacio libre [dB].

Como un ejemplo se realizará los cálculos para el enlace 1: CNT-Pelileo y repetidor “Loma del Sr. Pedro”

**Tabla 3.15** Parámetros técnicos de los equipos para enlace 1

<b>PARÁMETROS TÉCNICOS ENLACE 1</b>	
Potencia de Transmisión	25 dBm
Frecuencia Central (f)	500MHz = 5.8GHz (5150-5875)
Ganancia de la Antena	25 dBi
Atenuación por Cable	0.5 dB
Distancia del Enlace	8.33 Km

**Elaborado por:** El Investigador basado en datos técnicos de los equipos

### Zona de Fresnel

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f(\text{GHz})}}$$

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{8.33}{4 * 5.8}}$$

$$r = 10.37 \text{ m}$$

Esto quiere decir que el radio que debe estar despejado alrededor de la línea de vista del enlace es de 10.37 metros a partir del punto medio del enlace para reducir interferencias causadas por reflexiones de ondas en objetos cercanos.

### Perdidas en el espacio libre

$$Lbf = 32.4 + 20 \log f (\text{MHz}) + 20 \log d (\text{Km})$$

$$Lbf = 32.4 + 20 \log (5800) + 20 \log (8.33)$$

$$Lbf = 126.08 \text{ dB}$$

Para obtener las pérdidas totales debemos tener en cuenta otras pérdidas (bosques, obstrucciones, estadísticas, conectores, etc). En este caso existen pérdidas por obstrucciones y estadísticas, dichos valores fueron obtenidos de la simulación realizada que se puede observar en el Anexo A, entonces las pérdidas totales son:

$$Lbf = 126.08 \text{ dB} + 0.7 \text{ dB} + 6.7 \text{ dB}$$

$$Lbf = 133.4 \text{ dB}$$

Esto significa que la mayor atenuación durante el enlace será de 133.4 dB que puede ser causada por efectos de propagación de la onda electromagnética.

### **Potencia de recepción**

$$P_{RX} = P_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - Lbf + G_{RX} - AL_{RX}$$

$$P_{RX} = 25 \text{ dBm} - 0.5 \text{ dB} + 25 \text{ dBi} - 133.4 \text{ dB} + 25 \text{ dBi} - 0.5 \text{ dB}$$

$$P_{RX} = -59.4 \text{ dBm}$$

La potencia de recepción del primer enlace es de -59.4 dBm, esto quiere decir que esta en un rango muy bueno de señal debido a que mientras más alto sea el valor (números cercanos a cero) mejor será la calidad de la señal.

Una vez realizado el ejemplo se realizó los cálculos para todos los enlaces, los resultados de estos cálculos se muestran en la siguiente tabla juntamente con los resultados de la simulación realizada en airLINK. Para más detalles de esta simulación revisar el Anexo F.

**Tabla 3.16** Cálculos de Zona de Fresnel, Perdidas en el espacio libre y Potencia de Recepción

Nº	Lugar	Distancia (Km)	Potencia de Recepción (dBm)	Zona de Fresnel (m)	Perdidas en el espacio libre (dB)	Intensidad de señal de Rx en el Access Point (dBm)	Intensidad de señal de Rx en la Estación (dBm)	Capacidad Total (Mbps)
1	CNT- Repetidor	8.33	-59.4	10.37	133.4	-74.87	-74.87	72.80
2	Repetidor-UPC	4.18	-51.9	7.35	125.9	-69.11	-69.11	72.80
3	Repetidor-El Centro	1.81	-41.9	4.83	113.9	-60.63	-66.63	95.55
4	Repetidor-La “Y”	2.24	-45.3	5.38	117.3	-62.48	-68.48	86.45
5	Repetidor-El Pedregal	1.01	-63.8	3.61	135.8	-55.72	-61.72	106.5
6	Repetidor-La Iglesia	1.92	-42.9	4.98	114.9	-61.16	-67.16	86.45
7	Repetidor-El Duende	0.85	-39.5	3.31	111.5	-54.46	-60.46	115.15
8	Repetidor-El Cristal	1.56	-41.1	4.49	113.1	-59.61	-62.61	100.10
9	Repetidor-Silvicha	3.02	-52.4	6.24	124.4	-65.01	-71.01	81.90

**Elaborado por:** El Investigador

Como se puede ver en la tabla 3.16 los valores de potencia de recepción de todos los enlaces son valores altos, esto quiere decir que la calidad de la señal es muy buena en las estaciones base en cada barrio y en las estaciones de repetición y control (UPC) se tiene niveles un poco más altos pero aún siguen siendo considerados buenos, a partir

de -90 dBm no se considera un nivel de señal bueno. Se puede observar de igual manera que el radio de la primera zona de Fresnel varía desde 3 a 10 metros en todos los casos debido a las irregularidades del terreno.

Todos los enlaces son satisfactorios debido a que la capacidad total supera los 70 Mbps (ancho de banda necesario para todos los servicios). La capacidad total representa la cantidad de información que puede ser transmitida en un radioenlace.

Los parámetros de pérdidas en el espacio libre, potencia de recepción y zona de Fresnel que se muestran en la tabla 3.16 son parámetros calculados, si se desea verificar la veracidad de estos valores revisar el Anexo A y F.

### 3. Switch administrable

Para esta red se necesita un switch administrable de capa 3 debido a que distintos equipos con direcciones IP estarán conectados en la red, por ende es necesario de un switch que permita hacer enrutamiento tanto estático como dinámico. En la tabla 3.17 se muestran algunas características de diferentes marcas de switch.

**Tabla 3.17** Características de Switch administrables

	<b>CISCO 2960X- 24PD-L</b>	<b>TP-LINK T3700G-28TQ</b>	<b>HPE 1920S JL383A</b>
<b>Consumo de energía</b>	52.3 W	63 W	9.7 W
<b>CPU y Memoria FLASH</b>	APM86392 600 MHz dual core and 128 MB	128 MB	ARM Cortex-A9 @ 400 MHz, 256 MB SDRAM,
<b>Capacidad de Switching</b>	100 Gbps	128 Gbps	16 Gbps
<b>Puertos LAN</b>	24 Ethernet + 2SFP	24 Ethernet 4SFP+ Slots	4 RJ45 +POE, 4 RJ45 normales
<b>Voltaje entrada</b>	100-240 VAC	100-240VAC	110-220 VAC
<b>Peso</b>	5.7 Kg	2.8 Kg	0,91 Kg
<b>Dimensiones</b>	4.5x36.8x 44.5cm	440x330x44 mm	25.4x15.95x4.39 cm

**Elaborado por:** El Investigador basado en [65]

Una vez analizadas las características como el número de puertos, consumo de energía y el CPU de las diferentes marcas de switch administrables se seleccionó el switch de la marca Hewlett Packard Enterprise 1920S el modelo JL383A debido a las características y costo de este equipo. Estos switches pueden ser alimentados por un conmutador de alimentación a través de Ethernet (Alimentación POE) para entornos donde no hay alimentación de línea disponible. Para más información técnica de este switch revisar el Anexo G

La serie HPE OfficeConnect 1920S proporciona una fácil incorporación, y configuración, además incluyen funciones básicas de Capa 2 como VLAN y agregación de enlaces, así como también funciones avanzadas como el enrutamiento estático de capa 3, IPv4 y modo de host IPv6, ACL y árbol de expansión protocolos HPE OfficeConnect 1920S. [65]

En la figura 3.30 se observa una imagen del switch seleccionado.



**Figura 3.30** Switch HPE 1920S JL383A. [65]

## **4. Infraestructura y Equipos de protección**

### **Infraestructura**

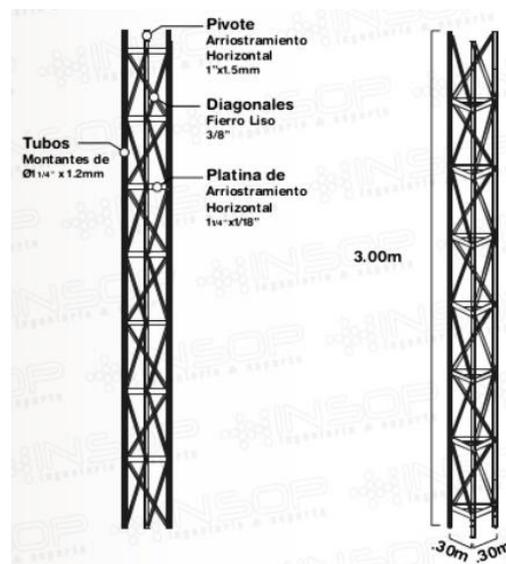
#### **Torres**

Para la infraestructura se necesitan torres de 45 m para la estación de repetición, 20 m para la estación en Unidad de Policía Comunitaria del cantón Patate y 10 m para el resto de estaciones. Estos valores fueron seleccionados de acuerdo a la simulación realizada (revisar en el Anexo A) para que exista línea de vista directa y la primera zona de Fresnel este despejada. Existen diferentes tipos de torres que se pueden ocupar como son, autoportadas, monopolo, y torres riendadas. De acuerdo con los equipos y la altura que se va a necesitar para este proyecto se optó por las torres de tipo ventadas o riendadas de la cual sus características se presentan a continuación.

De acuerdo con la altura de la estación de repetición para esta red se necesita una torre ventada semi pesada la cual se compone de: [66]

- 3 tubos montantes de  $\text{Ø}1\frac{1}{4}'' \times 1.2\text{mm}$
- 7 platinas de arriostramiento  $1\frac{1}{4}'' \times 1/8''$
- diagonales Fierro liso  $3/8''$
- 3 pivotes de  $1'' \times 1.5\text{mm}$

Cabe recalcar que la estructura es galvanizada bajo la norma ISA ASTM-A12. En la figura 3.31 se puede observar los elementos de este tipo de torres.



**Figura 3.31** Elementos de una torre ventada semi pesada. [66]

Las especificaciones técnicas de este tipo de torres permiten alcanzar una altura máxima de 60 metros de altura con un viento aproximado de 75Km/h y soportar cargas hasta de 150Kg. [66]

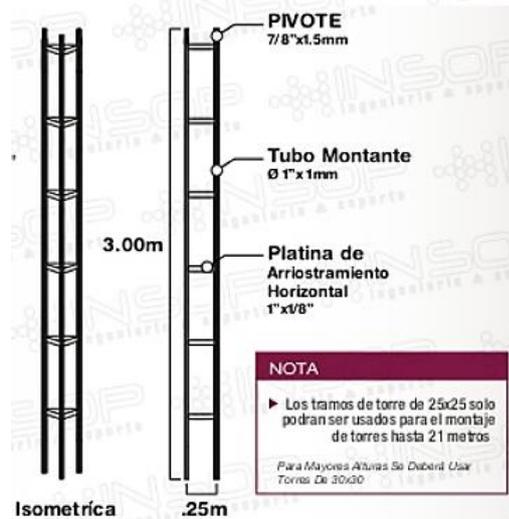
Las recomendaciones de los expertos para el uso de estas torres son distintos, pero para lo que más se usa es en redes GSM, Radio Enlaces, Meteorología, videovigilancia, turbinas de viento, etc.

Para las estaciones base o remotas se propone el uso de la misma torre ventada pero ligera en lugar de semi pesada ya que las alturas son menores, esta torre se compone de: [66]

- 3 tubos montantes de  $\text{Ø}1'' \times 1\text{mm}$

- 6 platinas de arriostamiento 1" x 1/8"
- 3 pivotes de 1"x1.5mm

De la misma manera estas torres son galvanizadas bajo la norma ISA ASTM-A123 las cuales soportan un peso aproximado de 9 Kg. Este tipo de torres se puede montar hasta una altura de 21 m los cuales son suficientes para las estaciones base. [66]



**Figura 3.32** Elementos de una torre ventada liviana. [66]

### Equipos de protección

#### UPS

Los UPS son Sistemas de Alimentación Interrumpida, estos equipos se utilizan cuando existen cortes de energía para que los equipos de las estaciones sigan funcionando con normalidad por un tiempo determinado hasta que nuevamente se restablezca la energía eléctrica. Las características de algunas marcas de UPS se analizan en la tabla 3.18.

**Tabla 3.18** Características de los UPS

	<b>APC SRT5KRMXLI</b>	<b>GXT MT+ 03 kVA</b>	<b>GXT4- 1500RT230E</b>
<b>Tiempo de recarga</b>	1.5 horas	4 horas 90 %	4 horas 90%
<b>Capacidad/Potencia</b>	5000 VA	3000 VA	1500 VA
<b>Vida útil</b>	3-5 años	3-5 años	3-5 años

<b>Batería</b>	Acido de plomo sellada con electrolito	Ácido de plomo regulado, no derramable	Ácido de plomo regulado, no derramable
<b>Voltaje de Salida</b>	220, 240V	220/230/240V	220/230/240V
<b>Peso</b>	54.43 Kg	41 Kg	72 Kg
<b>Autonomía</b>	3.5 minutos	5 minutos	
<b># Tomas</b>	7 salidas C13 y 1 C19	8 salidas C13	No especifica
<b>Dimensiones</b>	130.0 mmx432.0 mmx720.0 mm	421x190x318 mm	369x190x630m m

**Elaborado por:** El Investigador basado en [67], [68]

Por las diferentes características que presentan los equipos como la capacidad, tiempo de vida, batería, autonomía, conectores, tiempo de carga, y de acuerdo a las necesidades de este proyecto se seleccionó el UPS de la marca Vertiv el modelo GXT MT+ 03 kVA. Para más información de este UPS revisar el Anexo H.

En la figura 3.33 se observa el equipo UPS seleccionado.



**Figura 3.33** UPS Vertiv GXT MT+ 03 kVA. [67]

### **Conexión a tierra**

#### **Varillas Copperweld**

Las conexiones a tierra son importantes en todo sistema donde se tenga equipos que van a estar al aire libre o que puedan dañarse con una descarga eléctrica, estas varillas

permiten una adecuada propagación a tierra de las corrientes de falla que se puedan presentar en el sistema eléctrico.

En la tabla 3.20 se puede observar algunas características de esta clase de varillas.

**Tabla 3.19** Características de varillas de Copperweld

	<b>INTELI-HASTE IH</b>	<b>ERICO 615900</b>
<b>Diámetro</b>	14,30 mm	16 mm
<b>Longitud</b>	3 m	3 m
<b>Espesor del recubrimiento de cobre</b>	No especifica	0.254 mm
<b>Material</b>	Cobre	Núcleo de acero con recubrimiento de cobre

**Elaborado por:** El Investigador basado en [69], [70]

De acuerdo con las características vistas en la tabla 3.20 de las varillas de copperweld se decidió por la varilla de la marca Erico la serie 615900 con un largo de 3m y 16mm de diámetro como se observa en la figura 3.35.



**Figura 3.34** Varilla de copperweld ERICO 615900. [70]

### **Gel de resistencia para puesta a tierra**

Hay diferentes marcas de gel para puestas a tierra, pero el más reconocido es el de la marca THOR ya que posee diferentes propiedades como por ejemplo posee aditivos que regulan el PH del suelo, reduce los efectos corrosivos de las sales y mejoran la

conductividad del pozo donde se va a colocar la varilla garantizando la ausencia de estos efectos corrosivos por al menos cuatro años. Este gel posee las propiedades de absorción de agua lo cual le permite regenerar sus propiedades y así prolongar su tiempo de vida. [71]



**Figura 3.35** THOR Gel. [71]

### Pararrayos

En todo sistema de telecomunicaciones, automatización de procesos, es indispensable el uso de un pararrayos para proteger los equipos ante descargas eléctricas ya que muchos de estos equipos son vulnerables ante este fenómeno natural.

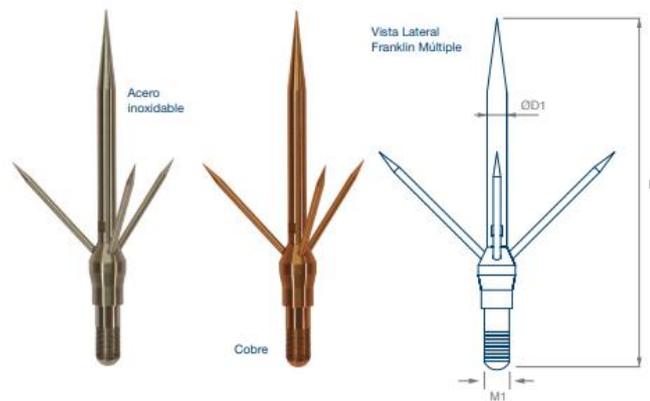
En la tabla 3.21 se puede observar algunas características de pararrayos de diferentes marcas.

**Tabla 3.20** Características de diferentes pararrayos.

	<b>INGESCO PDC 4.3</b>	<b>INGESCO PDC 3.1</b>	<b>INGESCO Franklin Múltiples puntas</b>
<b>Material</b>	Acero Inoxidable AISI316L	Acero Inoxidable AISI316L	Cobre y acero inoxidable
<b>Dimensiones</b>	598x16x156 mm	387x16x95 mm	384x20 mm
<b>Peso</b>	3400 g	2350 g	855 g
<b>Radio de protección</b>	Nivel 1: 54 m Nivel 2: 63 m Nivel 3: 74 m Nivel 4: 85 m	Nivel 1: 35 m Nivel 2: 43 m Nivel 3: 54 m Nivel 4: 63 m	Nivel 1: 20m Nivel 2: 30m Nivel 3: 45m Nivel 4: 60m

**Elaborado por:** El Investigador basado en [72], [73]

De acuerdo a los niveles de seguridad, costo y simplicidad que ofrecen los diferentes pararrayos se seleccionó el tipo Franklin múltiples puntas, debido a que es el más usado actualmente por su costo y facilidad de instalación. Este tipo de pararrayos se caracteriza por su alta disipación debido a que logra un radio de acción de en todos los planos tanto en XYZ, esto hace que el rayo líder se disipe indistintamente al ángulo de formación y con esto se disminuya en un 85% la descarga atmosférica. [73] En la figura 3.37 se puede observar este pararrayos.



**Figura 3.36** Pararrayos Franklin múltiples puntas INGESCO. [72]

## 5. Equipos para las estaciones remotas

### Cámaras de Reconocimiento Automático de Matriculas o ANPR

Para el control de accesos al caserío San Jorge es necesaria la utilización de cámaras ANPR que permitan realizar una lectura en tiempo real de números de placas vehiculares, por lo tanto, en la tabla 3.22 se analizan las características principales de dos marcas diferentes de cámaras ANPR.

**Tabla 3.21** Características de cámaras ANPR

	<b>HIKVISION DS-2CD4A26FWD-(IZHS)/P</b>	<b>DAHUA ITC215-PW4I-IRLZF27135</b>
<b>Resolución</b>	1080P (1920 x 1080)	1080P (1920 x 1080)
<b>Sensor</b>	1/1.8" Exploración progresiva CMOS	1/1.9" 2 Megapíxeles CMOS
<b>Iluminación</b>	Color: 0.002 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0.0027 Lux @ (F1.4, AGC ON), 0 (IR on)	0.002Lux/F1.2 (Color), 0Lux/F1.2(IR on)

<b>Rango</b>	2.8-12 mm, F1.4, campo de visión horizontal: 92° a 32° 8-32 mm, F1.6, campo de visión horizontal: 42° a 13.5°	H:90°(Wide)~58°(Tele)
<b>Compresión de imagen</b>	H.264+/H.264/MPEG4/MJPEG	H.264M/H.264H/H.264B
<b>Protocolos</b>	TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6	IPv4/IPv6, HTTP, TCP/IP, UDP, NTP, DHCP, DNS
<b>Almacenamiento</b>	Ranura Micro SD / SDHC / SDXC incorporada, hasta 128 GB	Micro SD, Max 64GB Pantalla de Estado PC Local Para Grabación Instantánea.
<b>Velocidad de obturación</b>	1 s to 1/100000 s	1/25~1/10000
<b>Protección</b>	IP67	IP66
<b>Entrada/Salida de alarma</b>	1 entrada/1 salida	2 entradas/1 salida

**Elaborado por:** El Investigador basado en [74], [75]

Una vez analizadas las diferentes características como el rango, protocolos, velocidad de obturación y costos de las cámaras ANPR se seleccionó la cámara Hikvision el modelo DS-2CD4A26FWD-(IZHS)/P porque posee mejores características y es adecuada para la instalación en el barrio El Centro. Para más datos técnicos sobre esta cámara revisar el Anexo I.



**Figura 3.37** Cámara ANPR Hikvision DS-2CD4A26FWD-(IZHS). [75]

### Cámaras tipo Domo

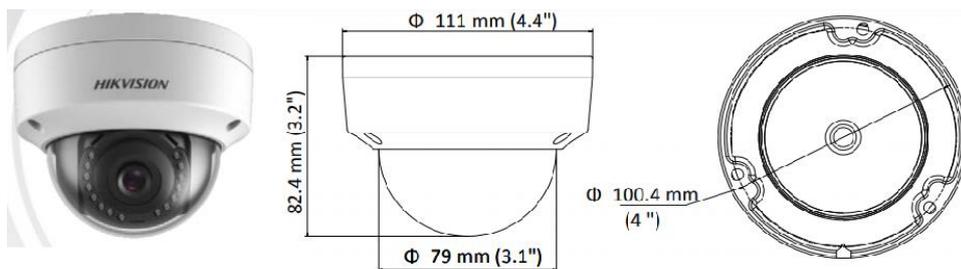
Para el control de intrusos en el caserío se propone el uso de cámaras tipo domo debido a que poseen un ángulo de visión mayor en comparación con las cámaras tipo bala cuyo ángulo no supera los 90 grados y también porque las cámaras tipo domo son comúnmente usadas para interiores. En la tabla 3.23 se analizan las características principales de este tipo de cámaras.

**Tabla 3.22** Características de cámaras tipo Domo

	<b>DAHUA DH-IPC-HDW1230S</b>	<b>HIKVISION DS-2CD1121-I</b>
<b>Resolución</b>	1080P(1920x1080)	1080P (1920x1080)
<b>Sensor</b>	1/2.7" Escaneo progresivo de 2 MP CMOS	1/2.8" Escaneo progresivo de 2 MP CMOS
<b>Iluminación</b>	0.3Lux/F2.0 (Color,1/30s,30IRE) 0Lux/F2.0(IR on)	Color: 0.01Lux (F1.2, AGC ON),0 Lux with IR
<b>Dia/Noche</b>	Auto (IR-Cut) / Color / B/W	Soporte automático, programado
<b>Compresión de imagen</b>	H.265+/H.265/H.264+/H.264 4	Main stream: H.264+/H.264 Sub stream: H.264/MJPEG
<b>Velocidad de obturador</b>	Auto/Manual, 1/3~1/100000s	1/3s to 1/100000 s, soporta obturador lento
<b>Dimensiones</b>	84.9 mm (Al) x 108(Ø) mm	Ø 111 mm × 82 mm
<b>Protección</b>	IP67	IP67, IK10

**Elaborado por:** El Investigador en base a [74] , [76]

Las características de las dos marcas de cámaras son similares por lo que se podría elegir cualquiera de las dos, pero en este caso se seleccionó la cámara de la marca Hikvision ya que posee mejores características en comparación con la otra marca, una de las principales diferencias es que posee protección IK10 que es anti vandalismos. Para más información técnica de la cámara revisar el Anexo J.



**Figura 3.38** Cámara tipo domo Hikvision DS-2CD1121-I. [76]

### Cámaras tipo PTZ

Para el control de intrusos a nivel de todo el barrio se necesita cámaras PTZ porque estas cámaras tienen un ángulo de visión de hasta 360 grados por lo que se tendrá un amplio rango de visión para el monitoreo de cada barrio, por lo tanto, en la tabla 3.24 se analizan las características principales de estas cámaras.

**Tabla 3.23** Características de cámaras PTZ

	<b>DAHUA</b> <b>DH-SD49225T-HN</b>	<b>HIKVISION</b> <b>DS-2DE4215IW-DE</b>
<b>Resolución</b>	1080P (1920 x 1080)	1080P (1920 x 1080)
<b>Sensor</b>	1/2.8" STARVIS™ CMOS	1/2.8" Escaneo progresivo CMOS
<b>Iluminación</b>	Color: 0.005Lux@F1.6; B/W: 0.0005Lux@F1.6; 0Lux@F1.6 (IR on)	Color: 0.005 Lux @(F1.6, AGC ON) B/W: 0.001Lux @(F1.6, AGC ON) 0 Lux with IR
<b>Dia/Noche</b>	Auto (ICR) / Color / B/W	Filtro de corte IR
<b>Compresión de imagen</b>	H.265+/H.265/H.264+/H.264	H.265+/H.265/H.264+/H.264/MJPEG
<b>Pan/Tilt Range</b>	Pan: 0° ~ 360° endless; Tilt: -15° ~ 90°, auto flip 180°	Pan: 0° ~ 360° endless; Tilt: -15° ~ 90°, auto flip 180°
<b>Zoom</b>	Óptico 25x, Digital 16x	Óptico 15x, Digital 16x
<b>Protocolos</b>	IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, SSL, TCP/IP, UDP, UPnP, ICMP, IGMP, SNMP, RTSP, RTP, SMTP, NTP, DHCP,	IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, Qos, FTP, SMTP, UPnP, SNMP, DNS, DDNS, NTP, RTSP, RTCP,

	DNS, PPPOE, DDNS, FTP, IP Filter, QoS, Bonjour,802.1x	RTP, TCP/IP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, PPPoE, Bonjour
<b>Dimensiones</b>	Ø 160(mm) x 295(mm)	Ø 164.5 mm × 290 mm
<b>Protección</b>	IP66	IP66

**Elaborado por:** El Investigador basado en [77], [78]

Una vez analizadas las características de las diferentes marcas de cámaras PTZ se seleccionó la cámara de la marca Dahua el modelo DH-SD49225T-HN pese a que poseen similares características, pero este modelo posee un zoom óptico de mayor rango (25x), paneo horizontal de 360° y vertical hasta de 160°. Para más datos técnicos de esta cámara revisar el Anexo K.



**Figura 3.39** Cámara DAHUA modelo DH-SD49225T-HN. [78]

### **Cable FTP**

Para las conexiones de los diferentes equipos se necesita cable FTP por lo cual hay que tomar en cuenta algunos factores de los lugares en donde se van a instalar como por ejemplo factores climáticos debido a que si se encuentra a la intemperie con sol y lluvia se desgasta con el paso de los años. También se ven afectados por perturbaciones en la transmisión, dentro de las perturbaciones se encuentran atenuación, capacitancia, distorsión por retardo y Ruido mismas que pueden afectar en la transmisión.

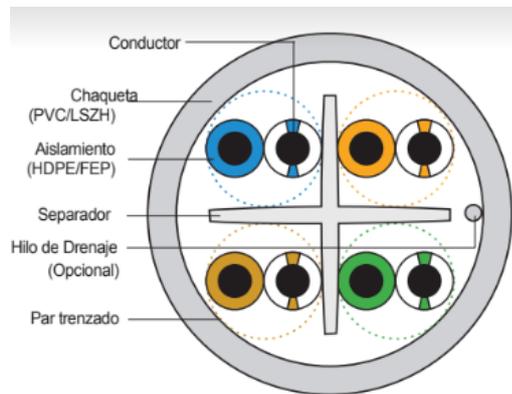
Las características principales de cables FTP se pueden apreciar a continuación en la tabla 3.19.

**Tabla 3.24** Características de cables FTP

	<b>LS</b>	<b>Belden</b>
<b>Categoría</b>	6	6
<b>Calibre del conductor</b>	24 AWG,	24 AWG
<b>Tipo de aislamiento</b>	Polietileno o Fluoropolímero	Polietileno
<b>Tipo de cubierta</b>	(PVC/LSZH)	PVC con propiedades retardantes a la flama
<b>Tipo de ensamblaje</b>	4 pares con cruceta en el centro	4 pares con cruceta central
<b>Conductor</b>	Cobre solido	Cobre sólido de 0.51 mm
<b>Impedancia</b>	100 ±15% ohms	100 ohms

**Elaborado por:** El Investigador basado en [79], [80]

Una vez analizadas las distintas características que poseen estos cables como el tipo de aislamiento, cubierta, impedancia, etc. Las dos marcas de cables poseen características similares por lo que se podría elegir cualquiera de los dos, en este caso se seleccionó el cable de la marca LS.



**Figura 3.40** Cable FTP categoría 6 marca LS. [80]

### Telefonía IP

El servicio de telefónica IP es una alternativa viable debido a que los datos de voz digitalizados se envían a través de internet y pueden tomar diferentes rutas para llegar a su destino, la calidad de audio es igual o mejor que la telefonía convencional. Este

servicio se requiere especialmente en los barrios que no existe cobertura celular de ninguna operadora.

En la tabla 3.25 se analizan algunas características principales de diferentes marcas de teléfonos IP teniendo en cuenta las necesidades del proyecto.

**Tabla 3.25** Características de teléfonos IP

	<b>Grandstream GXP1780</b>	<b>Cisco CP-7821-3PCC-K9</b>
<b>Cuentas SIP</b>	4	2
<b>Protocolos</b>	SIP, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, DNS, DHCP, SSH, TELNET, SRTP, IPV6	UDP/TCP, DHCP, IPv 4, SIP RFC3261, DNS, LLDP
<b>Audio</b>	G.729A/B, G.711, G.726, G.722, G.723, iLBC, OPUS, DTMF	G.711, G.722.2, G.722, G.729 AB, iLBC, iSAC y Opus, DTMF
<b>Funciones</b>	Retención, transferencia, desvío, recuperación de llamadas, llamada en espera, registro de llamadas,	Bloqueo, desvío, retención de llamadas, llamada en espera, transferencia de llamadas, historial de llamadas.
<b>Alimentación</b>	100-240V; PoE (802.3af)	100-240V; PoE (802.3af)
<b>Dimensiones</b>	231 x 167 x 86 mm	No especifica

**Elaborado por:** El Investigador en base a [81], [82]

Pese a que los dos teléfonos analizados anteriormente poseen características similares se seleccionó el de la marca Grandstream el modelo GXP1780, debido a que este tiene la capacidad de usar cuatro cuentas SIP, además que es uno de los primeros teléfonos que viene equipado con una ranura de seguridad Kensington que es una solución antirrobo. Para más datos técnicos revisar el Anexo L.

La serie de teléfonos IP Grandstream se pueden usar con la serie UCM de IP PBX, por lo tanto, en la tabla 3.26 se analizan algunas características de estas centrales PBX.

**Tabla 3.26** Características de centrales IP PBX

	<b>Grandstream UCM6208</b>	<b>Grandstream UCM6510</b>
--	----------------------------	----------------------------

<b>Códecs</b>	<b>Audio:</b> G.711, G.722, G.723.1 5.3K/6.3K, G.726, G.729A/B, iLBC, GSM, AAL2-G.726-32, ADPCM; T.38 <b>Video:</b> H.264, H.263, H263+	<b>Audio:</b> G.711, G.722, G.723.1 5.3K/6.3K, G.726, G.729A/B, iLBC, GSM, AAL2-G.726-32, ADPCM; T.38 <b>Video:</b> H.264, H.263, H263+
<b>Protocolos</b>	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, ICMP, DDNS, DHCP, SSH, HTTP/HTTPS, SIP, STUN, SRTP.	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, ICMP, DDNS, DHCP, SSH, HTTP/HTTPS, SIP, STUN, SRTP.
<b>Alimentación</b>	100-240VAC, 50-60Hz	100-240VAC, 50-60Hz
<b>Capacidad máxima de llamadas</b>	Hasta 800 usuarios SIP registrados, 100 llamadas simultaneas.	Hasta 2000 usuarios SIP registrados, 200 llamadas simultaneas.
<b>Funciones</b>	Estacionamiento, desvío, transferencia de llamadas, DND, grupo de extensiones/captura, radiolocalización/sistema de intercomunicación, etc.	Estacionamiento, desvío, transferencia de llamadas, DND, grupo de extensiones/captura, radiolocalización/sistema de intercomunicación, etc.
<b>Dimensiones</b>	440 x 185 x 44mm	440 x 185 x 44mm

**Elaborado por:** El Investigador en base a [81]

Básicamente las dos centrales PBX poseen las mismas características, la única diferencia es la capacidad máxima de llamadas que tiene cada uno, por lo tanto, en este caso se opta por el modelo UCM6208 debido a que la comunidad no es muy grande y con 800 usuarios SIP será suficiente. Para más información técnica de esta central IP PBX revisar el Anexo L.

En la figura 3.41 se muestra la imagen del teléfono IP y la central PBX



**Figura 3.41** Teléfono IP y central PBX Grandstream. [81]

### Acceso a Internet

Para el acceso a internet se necesita un router o Access point para exteriores, la serie Unifi de Ubiquiti es una de las más reconocidas por sus prestaciones en exteriores debido a que trabajan a altas velocidades, por lo tanto, en la tabla 3.27 se analizan las características de los posibles routers a utilizarse.

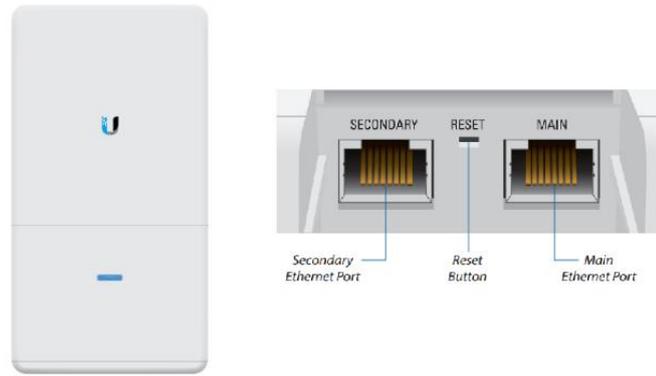
**Tabla 3.27** Características de los Access point para exteriores

	<b>UAP-Outdoor+</b>	<b>UAP-AC Outdoor</b>
<b>Velocidad</b>	300 Mbps	450 Mbps para 2.4 GHz y 1300 Mbps para 5GHz
<b>Alcance</b>	183 m	183 m
<b>Polaridad</b>	Omnidireccional	MIMO 3x3 con diversidad espacial
<b>Ganancia</b>	2 antenas 5 dBi	3 antenas 3 dBi
<b>Potencia</b>	28 dBm	25 dBm
<b>Seguridad</b>	WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2, TKIP/AES)	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i
<b>Estándar</b>	802.11 b/g/n	802.11 a/b/g/n/ac

**Elaborado por:** El Investigador basado en [61]

De acuerdo con las características analizadas anteriormente se seleccionó el router Ubiquiti UAP-AC Outdoor ya que posee mejores características como es la de trabajar a mayor velocidad a la misma frecuencia de 2.4 GHz las cuales son adecuadas para el proyecto, además de tener a capacidad para trabajar también en la frecuencia de 5 GHz. Para más datos técnicos revisar el Anexo M.

En la figura 3.42 se observa el router para exteriores Ubiquiti UAP-AC Outdoor



**Figura 3.42** Access point Ubiquiti UAP-AC para exteriores. [61]

### Botoneras de emergencia

Las botoneras de emergencia son elementos que no se pueden conectar directamente a la red, debido a que son solo pulsadores alimentados con 110 o 220V. Por lo tanto se requiere de elementos extras que se verán más adelante para conectarlos a la red. La botonera de emergencia que se seleccionó es de la serie SS2000 debido a las características se muestran a continuación: [83]:

- Activación de botón, pulsar para activar, tecla para restablecer
- El LED se ilumina en verde, rojo o blanco.
- Etiqueta EMERGENCIA elevada (español)
- Dos (2) contactos forma "C" con capacidad nominal de 10 amp @ 125/250 VAC, 1/2 HP 30 VDC, 6A
- Incluye cubierta protectora para interiores o exteriores
- Listado UL / cUL, Cumple con Normas ADA

En la figura 3.43 se puede observar la imagen de la botonera de emergencia.



**Figura 3.43** Botonera de emergencia SS2422EM-ES. [83]

Para poder conectar la botonera de emergencia a la red se necesita de un Arduino UNO al cual se conecta la botonera de emergencia para realizar la lectura al momento que es pulsada, una vez obtenido este dato se necesita de un Shield Ethernet el cual permite conectar la botonera de emergencia a la Red y así enviar la señal de alerta al servidor web. A continuación se presentan las características principales de estos dispositivos.

#### **Características Arduino UNO: [84]**

- ✓ Microcontrolador: ATmega328
- ✓ Voltaje de operación: 5V
- ✓ Voltaje de entrada: 7-12V
- ✓ Entradas/Salidas digitales: 14 con 6 de PWM
- ✓ Entradas Analógicas: 6
- ✓ Memoria Flash: 32 KB
- ✓ Velocidad de reloj: 16 MHz

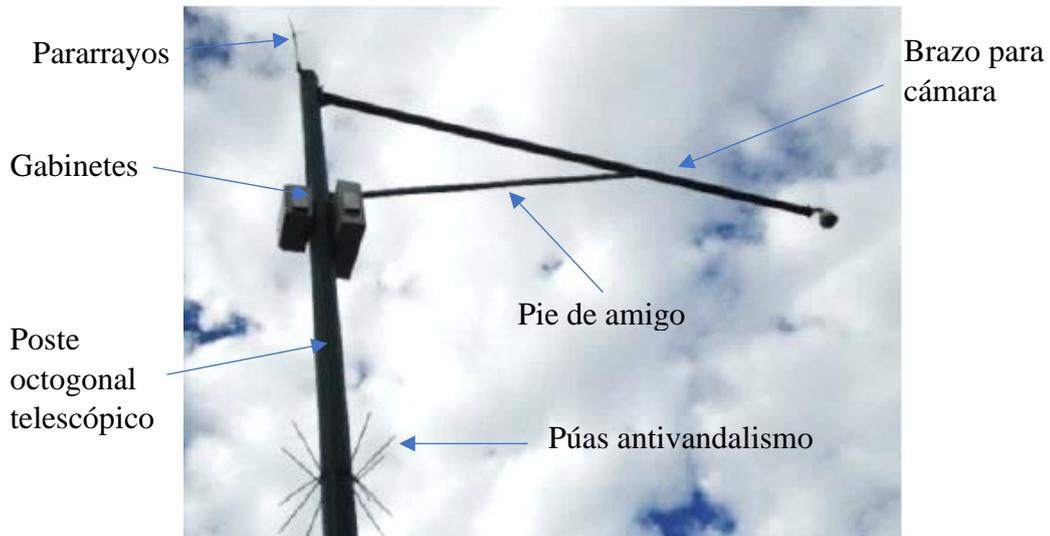
#### **Características Shield Ethernet: [84]**

- ✓ Voltaje de operación: 5V
- ✓ Velocidad de conexión: 10/100 Mb
- ✓ Conexión con Arduino en el puerto SPI
- ✓ Puerto RJ45
- ✓ ACT: parpadea cuando hay actividad RX o TX
- ✓ Leds que parpadean cuando envía o recibe datos
- ✓ Botón de reset, reestablece tanto la Shield como el Arduino

#### **Infraestructura para las estaciones base**

##### **Poste octagonal telescópico de 12 metros**

Estos postes son construidos completamente con láminas ASTM-A 36 de 5mm de espesor, diámetro menor de 25 cm en la base y 18 cm en la parte superior, y la placa base de 400x400x15 mm galvanizada en vivo los primeros 300 mm de alto, ventana de control, acoples para dos cajas, brinda para brazo y pie de amigo. [85]



**Figura 3.44** Elementos para las estaciones remotas. [85]

El ángulo laminado del pie de amigo es de 50x50x6 mm y tiene una longitud de 2.50 m, por otra parte, el brazo para la cámara tiene una longitud de 3.50 m.

Además, se necesita de otros elementos para las estaciones como son:

- Gabinetes para conexiones eléctrica y de datos
- Abrazaderas metálicas
- Pernos de acero
- Base metálica para cámara
- Equipos de protección
- Manguera para instalaciones eléctricas
- UPS de 1.5 kVA (especificaciones técnicas en la tabla 3.19)
- Púas antivandalismo

Algunos de estos elementos para las estaciones remotas se pueden observar en la figura 3.44.

## 6. Gestión y Control

Para la parte de gestión y control se realizó un enlace a la Unidad de Policía Comunitaria (UPC) del cantón Patate, aquí ya se cuentan con los equipos e infraestructura necesarios para realizar el monitoreo de las cámaras. Para el sistema de almacenamiento (NVR) se necesita uno de la serie DS-7600NI-I2/P porque este

permite trabajar con todas las funcionalidades que tiene la cámara de reconocimiento automático de matrículas (ANPR).

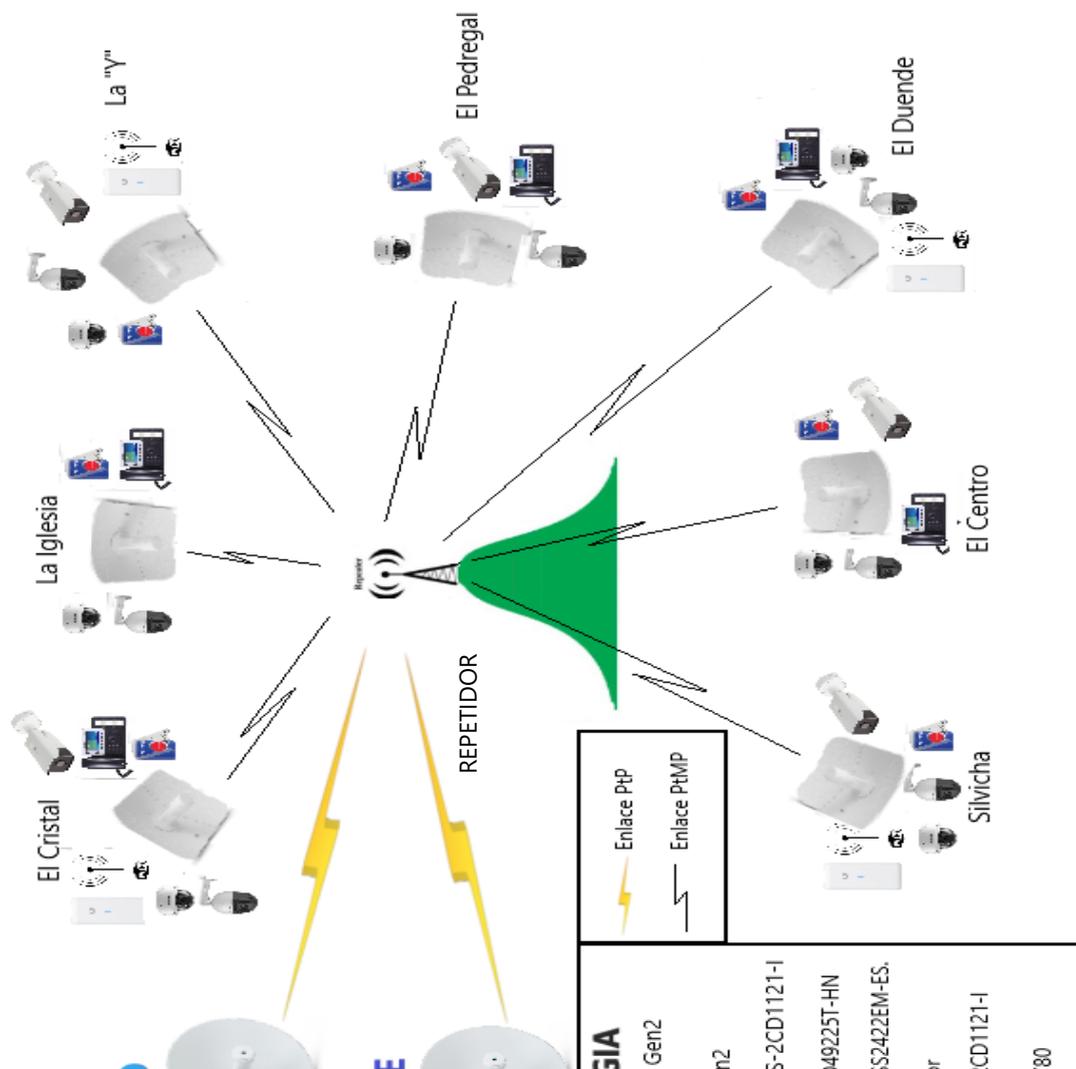
Para la parte de detección de intrusos tienen acceso tanto el presidente de la comunidad como los señores policías de la UPC para un mayor control y monitoreo de los lugares más vulnerables del caserío San Jorge.

Para lo que es Telefonía IP, se puede realizar con una PBX IP, la cual es la encargada del control de cada usuario SIP registrado y configurado en las diferentes estaciones.

El acceso a internet como se había mencionado será contratado a la empresa CNT y gestionado mediante servidor web conjuntamente con todos los dispositivos conectados en la red en donde se registra todas las acciones que se realice, además de poder visualizar el estado de las estaciones, modelos de equipos, etc.

## 7. Esquema físico de la red

En la figura 3.45 se muestra el esquema físico de la red con todos los servicios que se va a brindar en cada estación remota del caserío San Jorge.



En la tabla 3.28 se tiene un resumen de todos los equipos seleccionados para el prototipo de ciudad digital en el caserío San Jorge

**Tabla 3.28** Resumen de equipos seleccionados.

	<b>Equipos</b>	<b>Modelo</b>
<b>Radio Enlaces</b>	<b>Antenas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PBE-5AC-Gen2</li> <li>• AM-5G20-90</li> </ul>
	<b>Equipo de Radio</b>	RP-5AC-Gen2
	<b>Switch</b>	HPE 1920S JL383A
<b>Estaciones Remotas</b>	<b>Antena</b>	LBE-5AC-Gen2
	<b>Cámaras IP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DS-2CD4A26FWD-(IZHS)/ P</li> <li>• DS-2CD1121-I</li> <li>• DH-SD49225T-HN</li> </ul>
	<b>Teléfono IP</b>	HD IP GXP1780
	<b>Router</b>	UAP-AC-Outdoor
	<b>Botón de Emergencia</b>	SS2422EM-ES
<b>Infraestructura y Equipos de protección</b>	<b>Torres</b>	Torres Ventadas
	<b>Pararrayos</b>	Franklin Múltiples puntas INGESCO
	<b>UPS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GXT MT+ 03 kVA</li> <li>• GXT4-1500RT230E</li> </ul>
	<b>Cable FTP</b>	LS Cat 6
	<b>Conexión a tierra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varilla de copper weld ERICO 615900</li> <li>• Gel THOR</li> </ul>
	<b>Accesorios adicionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gabinetes eléctricos y de datos</li> <li>• Postes octagonales</li> <li>• Abrazaderas metálicas</li> <li>• Mangueras y cables de conexión eléctrica.</li> </ul>

**Elaborado por:** El Investigador

## 8. Presupuesto de implementación

En la tabla 3.29 se puede observar un resumen de los equipos seleccionados para cada estación una vez analizadas las características de los distintos equipos los necesarios para este proyecto.

**Tabla 3.29** Lista de equipos para cada estación

#	Equipos	PBE-5AC-Gen2	LBE-5AC-Gen2	AM-5G20-90	RP-5AC-Gen2	Switch HPE 1920S JL383A	Cámara ANPR Hikvision	Camada domo Hikvision	Cámara PTZ Dahua	Teléfono IP GXP1780	UAP-AC-Outdoor	Botonera de Emergencia	Torres Ventadas	UPS GXT MT+ 03 kVA	UPS GXT4-1500RT230E A	Equipos de Protección	NVR DS-7600NI-I2/P	Postes Octagonales	Accesorios adicionales
1	Repetidor	2		1	1	1							1	1		1			1
2	CNT-Pelileo	1																	
3	UPC-Patate	1				1							1			1	1		1
4	El Centro		1			1	1	1	1	1		1			1	1		1	1
5	La “Y”		1			1	1	1	1		1	1			1	1		1	1
6	El Pedregal		1			1	1	1	1	1		1			1	1		1	1
7	La Iglesia		1			1		1	1	1	1	1			1	1		1	1
8	El Duende		1			1		1	1	1	1	1			1	1		1	1
9	El Cristal		1			1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	1
10	Silvicha		1			1	1	1	1		1	1			1	1		1	1
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>9</b>

Elaborado por: El Investigador

En la tabla 3.30 se tiene los precios unitarios de todos los equipos e infraestructura y las cantidades que se requieren para este proyecto de investigación, además del presupuesto general para la implementación del sistema.

**Tabla 3.30** Presupuesto general de equipos

<b>Equipos</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total</b>
PBE-5AC-Gen2	\$155	4	\$620
LBE-5AC-Gen2	\$86	7	\$602
AM-5G20-90	\$259	1	\$259
RP-5AC-Gen2	\$311	1	\$311
Switch HPE 1920S JL383A	\$199	9	\$1791
Cámara ANPR Hikvision	\$620	5	\$3100
Camada domo Hikvision	\$70	7	\$490
Cámara PTZ Dahua	\$580	7	\$4060
Teléfono IP GXP1780	\$75	5	\$375
Central IP PBX	\$330	1	\$330
UAP-AC-Outdoor	\$220	5	\$1100
Botonera de Emergencia	\$98	7	\$686
Torre Ventada 20 m	\$1129.93	1	\$1129,93
Torre Ventada 45 m	\$5525.40	1	\$5525,40
UPS GXT MT+ 03 kVA	\$595	1	\$595
UPS GXT4-1500RT230E A	\$200	7	\$1400
Equipos de Protección para las estaciones base	\$250	9	\$2250
NVR DS-7600NI-I2/P	\$300	1	\$300
Postes Octagonales	\$4450	7	\$31150
Accesorios adicionales	\$200	-	\$200
Imprevistos	\$100	-	\$100
<b>Presupuesto total</b>			<b>\$56374,33</b>

**Elaborado por:** El Investigador

Dentro de los accesorios adicionales que se pueden necesitar para la instalación del prototipo de ciudad digital se encuentran canaletas, abrazaderas metálicas, tornillos, pernos, etc.

En la tabla 3.30 se puede observar el presupuesto total de la implementación del prototipo de ciudad digital para todo el caserío San Jorge el mismo que esta cotizado en aproximadamente \$56374,33 dólares, pero en este valor no está incluido la mano de obra que se optó por cobrar un valor de \$424 el cual según el Ministerio de Trabajo es el sueldo básico aproximado de un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, se optó por este valor debido a que no se sabe cuánto tiempo llevara realizar la instalación y configuración de los equipos a nivel de todo el caserío. Además de un costo adicional por el diseño del prototipo de \$100 dólares debido a que se debe realizar la programación y levantamiento de un servidor web, por lo tanto el costo final del prototipo sería de \$56898,33 dólares.

### **3.2.6 Diseño del Prototipo**

El diseño de prototipo de ciudad digital se realizó en base a los servicios digitales y seguridad mencionados en el apartado 3.2.4, el prototipo se implementó en el barrio “El Centro” del caserío San Jorge, para ello se necesitó los siguientes materiales.

#### **Materiales**

- Cámaras IP
- NVR
- Monitor
- Teléfono IP
- Router
- Relés
- Foco indicador
- Pulsador
- Arduino UNO
- Shield Ethernet
- Software de gestión y programas adicionales.

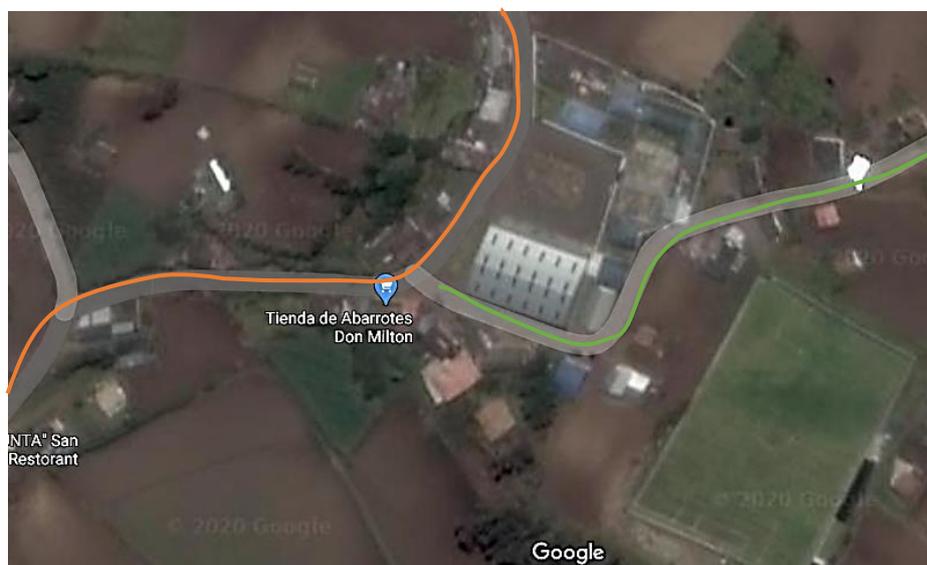
#### **1. Desarrollo del sistema de control de accesos vehicular**

Para el desarrollo del sistema de control de accesos vehicular se ocupó los siguientes materiales

- Cámara ANPR Hikvision DS-2CD4A26FWD- IZS/ P

- NVR DS-7600NI-K2/8P
- Cable FTP categoría 6
- Monitor ACER
- Router D-LINK DIR-610

La cámara se instaló en la casa del señor Milton Lesano, la misma que está ubicada en el barrio “El Centro” frente a la entrada principal a este barrio. En la figura 3.46 se puede observar la ubicación de la casa en donde se instaló la cámara y las vías de acceso a este barrio.



**Figura 3.46** Ubicación de la casa del señor Milton Lesano y vías de acceso.

**Elaborado por:** El Investigador

La línea de color naranja que se observa en la figura 3.46 representa la vía principal Patate-San Jorge, esta vía es asfaltada totalmente y es la principal vía de acceso tanto al caserío como al barrio El Centro. La línea de color verde representa un camino de tierra que lleva a un sector llamado “Guapón” que es parte del caserío en donde hay terrenos cultivables pero no es muy transitado debido a las condiciones en que se encuentra. Por lo tanto el control de acceso se realizó en la vía principal Patate-San Jorge.

Existe una gran ventaja al hacer el control de accesos en esta casa y en esta vía, debido a que los automóviles que ingresan o salen del barrio tiene que reducir la velocidad debido a que hay un rompe velocidades construido en el lugar, por lo tanto, esto facilita

el registro de placas de la cámara. En la figura 3.47 se observa el acceso al barrio que se va a controlar.



**Figura 3.47** Vía de acceso al barrio que se va a controlar.

**Elaborado por:** El Investigador

La cámara se instaló en la casa del señor Milton Lesano a una altura de 3 metros desde el suelo. Como se puede observar en la figura 3.48.



**Figura 3.48** Instalación de la Cámara ANPR.

**Elaborado por:** El Investigador

La distancia desde la cámara hasta el lugar por donde van a pasar los carros es de 5 metros por lo que está dentro del rango recomendado que es hasta los 9 metros.

Para la instalación se utilizó cable FTP categoría 6 y clips de clavo para llevar el cable hasta el NVR y conectar la cámara, también se colocó un gabinete antivandalismo para

prevenir que sea deshabilitada o robada. En la figura 3.49 se observa el NVR y el Router que se utilizó para tener acceso a internet.



**Figura 3.49** NVR y Router utilizados.

**Elaborado por:** El Investigador

### Configuración de los dispositivos

Como primer paso se realizó la conexión de la cámara al NVR mediante un conmutador de alimentación a través de ethernet o por sus siglas en ingles POE, luego se configuró el router D-LINK para tener acceso a internet.

A continuación se instaló el programa SADPTool el cual permite visualizar los equipos Hikvision que estén conectados en la red, para así poder saber cuáles son las direcciones IP de los dispositivos para realizar las configuraciones. En la figura 3.50 se observa las direcciones IP del NVR y de la cámara.

ID	Device Type	Status	IPv4 Address	Port
001	DS-7608NI-K2/8P	Active	192.168.2.64	8000
002	DS-7608NI-K2/8P	Active	192.168.0.102	8000
003	DS-2CD4A26FWD-IZS/P	Active	192.168.254.11	8000

**Figura 3.50** Verificación de IP's con SADP Tool.

**Elaborado por:** El Investigador

### a) Cámara DS-2CD4A26FWD- IZS/ P

Se ingresó a la dirección IP de la cámara 192.168.254.11 para realizar las configuraciones necesarias en donde se configuro el área de detección, las líneas amarillas representan los bordes de los carriles, y la línea azul es la línea de detección, es decir por donde la placa tiene que pasar para ser registrada. En la figura 3.52 se observa la configuración de esta Área.



**Figura 3.51** Configuración del Área de Detección.

**Elaborado por:** El Investigador

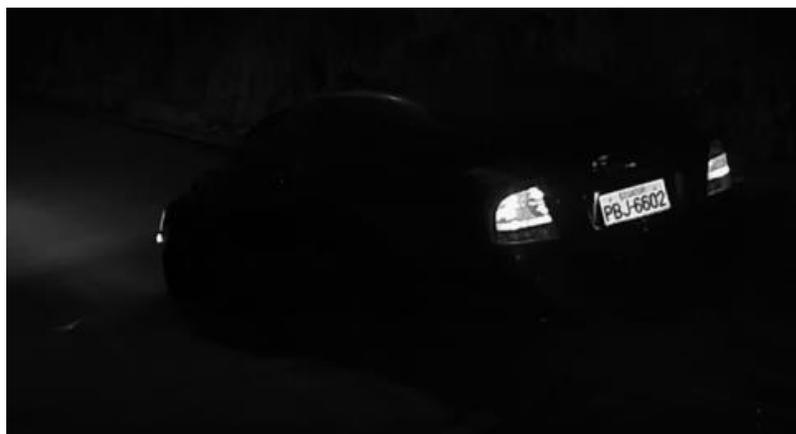
Una vez configurada la zona de detección, en la pestaña de ajustes de imagen se configuró la ganancia para cuando se conmute a modo noche debido a que en la noche los vehículos circulan con las luces encendidas y esto hace que brille demasiado y la placa no se puede observar claramente como se puede observar en la figura 3.52.



**Figura 3.52** Configuración de Ganancia en 50.

**Elaborado por:** Investigador

Es por esto que la ganancia se configuro en 20 para que las imágenes que se vayan a registrar de las placas sean claras y se pueda observar los números de una manera legible en la noche. El rango recomendado para una lectura correcta de las placas es de 20 a 30. En la figura 3.53 se puede observar cómo se ven las imágenes con una ganancia de 20.



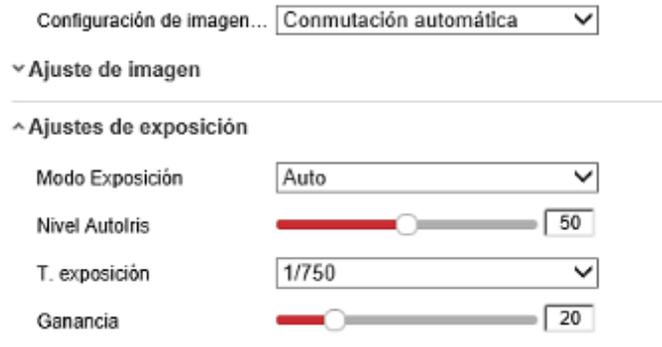
**Figura 3.53** Configuración de ganancia en 20.

**Elaborado por:** El Investigador

El objetivo de configurar la ganancia en este nivel es que la placa se pueda observar de una forma clara y los números sean legibles tanto para el observador como para la cámara debido a que el punto de interés es la placa mas no el entorno, es decir la marca del auto, el color, la forma, etc.

Luego de configurar la ganancia, se configuró el tiempo de exposición de la cámara, hay que tener muy en cuenta este parámetro ya que mientras mayor sea el tiempo de exposición la placa se verá más borrosa y más claro será el entorno, por lo tanto hay que configurar este parámetro más pequeño para que se observe claramente los números de la placa, pero esto hará más obscuro el entorno alrededor de esta. Pero como la región de interés (ROI) es la placa entonces se recomienda la configuración de este parámetro en el rango de 1/250 a 1/1000.

Para este caso se configuro el tiempo de exposición en 1/750 ya que se realizó diferentes pruebas y los números de placa se observan claramente con esta configuración. En la figura 3.54 se observa las configuraciones que se realizó en la pestaña de imagen.



**Figura 3.54** Configuraciones de Imagen.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez configurados los parámetros principales de la cámara, desde el día que se instaló se dejó que registre placas durante un mes en donde se registró la entrada y salida de 506 vehículos, todo esto se almacenó en el NVR. A continuación, se exportó todos estos archivos con los números de placas y se realizó un archivo en Excel el cual consta de una Lista Blanca (número 1) que son los números de placas de los vehículos que son conocidos y Lista Negra (número 0) que son los números de placas de vehículos que son desconocidos. En la figura 3.55 se puede observar estas listas.

Contenido de lista negra y lista blanca				
N°	N.º de matrícula	Tipo	Hora de creación	Expiry Date
1	TAA2846	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
2	TBE8423	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
3	PBC8231	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
4	TBA8610	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
5	PLO203	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
6	TBE4222	blackList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
7	TAO016	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
8	TPB1442	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
9	PIJ429	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30
10	TBB6972	whiteList	2020-08-22 11:26:53	2020-08-30

Total 506 Artículos << < 1/51 > >>

**Figura 3.55** Lista blanca y Negra.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez importada la lista blanca y negra en la cámara, se instaló y configuro un servidor FTP en CentOS 7 para almacenamiento de imágenes y datos de los vehículos que no consten en la lista blanca o negra, es decir vehículos nuevos para la cámara. En la figura 3.56 se puede observar la configuración del servidor FTP en la cámara.

SNMP **FTP** Email HTTPS QoS 802.1x

Dirección de servidor: 192.168.254.11

Puerto: 21

Nombre de usuario: matriculas  Anónimo

Contraseña: ●●●●●●

Confirmar: ●●●●●●

Estruct. Directorio: Guardar en el raíz

Carpeta principal: Usar nombre del dispositivo

Intervalo de archivo de im...: 2 Día(s)

Nombre de la imagen: Por defecto

Cargar imagen

Prueba

**Guardar**

**Figura 3.56** Configuración del servidor FTP.

**Elaborado por:** El Investigador

### b) Configuración del NVR DS-7600NI-K2/8P

Se ingresó con la dirección IP en el navegador y lo que se configuro es el método de grabación del NVR, es decir, con qué eventos va a grabar, por lo tanto, se configuró para que grabe cada vez que detecte una señal de alarma o un evento, dentro de los eventos esta la detección de movimiento o detección de vehículo.

Una vez configurado el método de grabación, de la misma manera que en la cámara se importó el archivo de Excel que contiene las Listas blanca y negra de los vehículos en la pestaña de detección de vehículo.

**Exportar**

Lista negra/Lista blanca

**Importar fichero configuración**

Lista negra/Lista blanca: C:\Users\DR TECH\Desktop\ldv.xls

Estado:  Los parámetros se han importado con éxito.

**Guardar**

**Figura 3.57** Lista blanca y negra NVR.

**Elaborado por:** El Investigador

A continuación, en la pestaña de método de enlace se realizó la selección para que cuando detecte un vehículo de Lista Negra realice las siguientes acciones:

- **Aviso audible:** El NVR emite un sonido durante unos segundos cuando detecta un vehículo desconocido

- **Enviar E-mail:** Envía un E-mail a los destinatarios configurados con una imagen y un texto con el número de placa especificando ciertos parámetros que se configuraran más adelante.
- **Salida Disparo de Alarma:** Se activa una salida (pulso seco) del NVR para activar o desactivar cualquier dispositivo electrónico conectado. Esta salida puede activarse tanto la de la cámara como la del NVR, pero por facilidad se seleccionó la del NVR.
- **Activar grabación:** Se activa la grabación cuando un vehículo entra en el área de detección configurada en la cámara y se guarda junto al archivo de imagen de la placa del vehículo que pasa por esta área.

En la figura 3.58 se puede observar la configuración de los métodos de enlace mencionados anteriormente.

Tipo Lista negra ▼

Configuración de área > Horario > Método enlace

<input type="checkbox"/> Enlace normal	<input type="checkbox"/> Salida disparo de alarma	<input type="checkbox"/> Activar grabación
<input checked="" type="checkbox"/> Aviso audible	<input checked="" type="checkbox"/> A->1	<input checked="" type="checkbox"/> D1
<input checked="" type="checkbox"/> Enviar email	<input type="checkbox"/> D1->1	<input type="checkbox"/> D2
<input type="checkbox"/> Notificar al software remoto		<input type="checkbox"/> D3
<input type="checkbox"/> Visión a Pantalla Completa		<input type="checkbox"/> D4
		<input type="checkbox"/> D5
		<input type="checkbox"/> D6
		<input type="checkbox"/> D7
		<input type="checkbox"/> D8

**Figura 3.58** Configuración me método de enlace.

**Elaborado por:** El Investigador

Para el caso de la lista blanca no se seleccionó ninguna acción, excepto la de activar grabación, para que quede almacenado cuando pasen los vehículos.

Luego de esto, se configuro en la pestaña imagen los parámetros que van a tener las imágenes que se envíen al correo electrónico de los destinatarios. En la figura 3.59 se puede observar estas configuraciones.

Superposición

Color de fuente

Color de fondo

**Text Overlay (Texto sobrepuesto)**

N° de dispositivo  Hora de captura  N.º de matrícula  Información d...  N° cámara

Tipo	Ordenando
N° cámara	↑ ↓
N° de dispositivo	↑ ↓
Hora de captura	↑ ↓
N.º de matrícula	↑ ↓
Información de cámara	↑ ↓

**Figura 3.59** Configuraciones de imagen para e-mail.

**Elaborado por:** El Investigador

Por último se configuro el servidor de correo electrónico para que el NVR pueda enviar un e-mail con las imágenes cuando se detecte un vehículo desconocido. En la figura 3.60 se observa dichas configuraciones.

SNMP **Email** Acceso a plataforma HTTPS Otros Protocolo de integración

Remitente

Dirección del remitente

Servidor SMTP

Puerto SMTP

Habilita SSL

Imagen adjunta

Intervalo  sg

Autenticación

Nombre de usuario

Contraseña

Confirmar

Destinatario			
N°	Destinatario	Dirección del destinatario	Prueba
1	Andy Mesias	andymesias@hotmail.es	<input type="button" value="Prueba"/>
2			<input type="button" value="Prueba"/>
3			<input type="button" value="Prueba"/>

**Figura 3.60** Configuración del servidor de correo.

**Elaborado por:** El Investigador

Para que el NVR pueda enviar el e-mail a los destinatarios añadidos, se necesita del servidor de correo electrónico STMP también conocido como protocolo simple de

transferencia de correo. Este protocolo es responsable de entregar los mensajes de correo electrónico del remitente al destinatario.

El servidor SMTP que se utilizó es el de G-mail, para lo cual primero en G-mail se debe activar para que permita el acceso de aplicaciones desconocidas, en este caso es el NVR. El puerto que utiliza G-mail es el 587.

## 2. Desarrollo del sistema de control de intrusos

Para el sistema de control de intrusos se necesitó de los siguientes programas y materiales:

- Software iSpy
- Software y aplicación móvil Linphone
- Cámara HiLook IPC-T121
- Asterisk
- Máquina Virtual con CentOS 7

De igual manera se instaló la cámara IP en la casa del señor Milton Lesano para monitorear y controlar los intrusos que puedan ingresar a la tienda de abarrotes que el señor tiene.

En la figura 3.61 se puede observar la cámara instalada en la tienda, la misma que se instaló a una altura de 1.85 m en la columna para tener vista a la puerta de ingreso a la tienda.



**Figura 3.61** Instalación de la cámara para control de intrusos.

**Elaborado por:** El Investigador

## Configuración de dispositivos

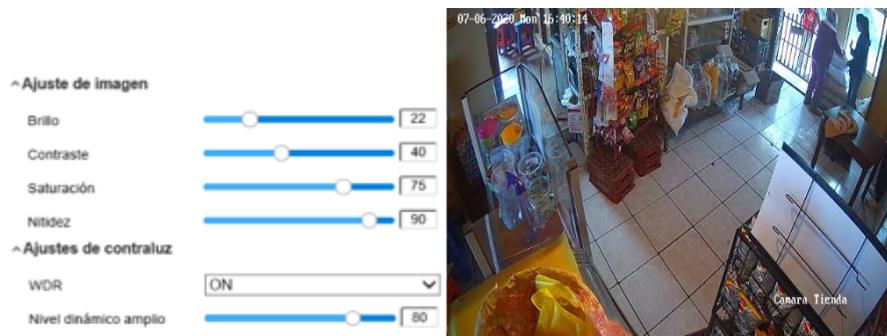
Luego de haber instalado la cámara se puede observar en la figura 3.62 que existe mucha contraluz por lo que fue necesario realizar ciertas configuraciones en la pestaña de imagen.



**Figura 3.62** Configuración de imagen por defecto.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez configurados estos parámetros la imagen quedó de la siguiente manera.



**Figura 3.63** Configuración de imagen y contraluz.

**Elaborado por:** El Investigador

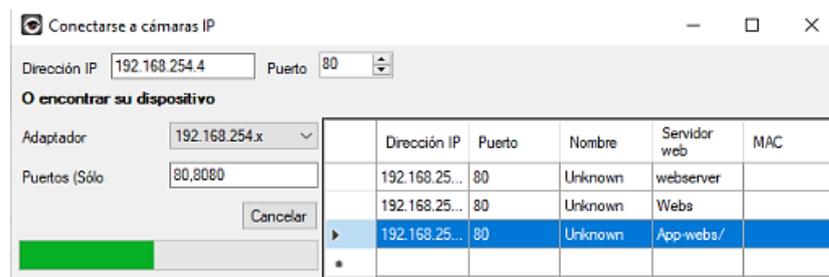
El control y monitoreo de esta cámara no se realizó de la misma manera que la cámara de reconocimiento automático de matrículas o ANPR sino que se realizó con el software iSpy.

## iSpy

iSpy es la aplicación de videovigilancia de código abierto más popular del mundo. Es compatible con la gran mayoría de cámaras web de consumo y cámaras IP. iSpy puede definir áreas específicas de video que se debería ver para el movimiento y establecer

un valor umbral para la cantidad de movimiento que desencadenaría la grabación automática. También permite realizar reconocimiento facial y detección de cambios en la iluminación del ambiente. iSpy puede funcionar en modos de grabación continua o grabación manual y admite la programación de la misma. [86]

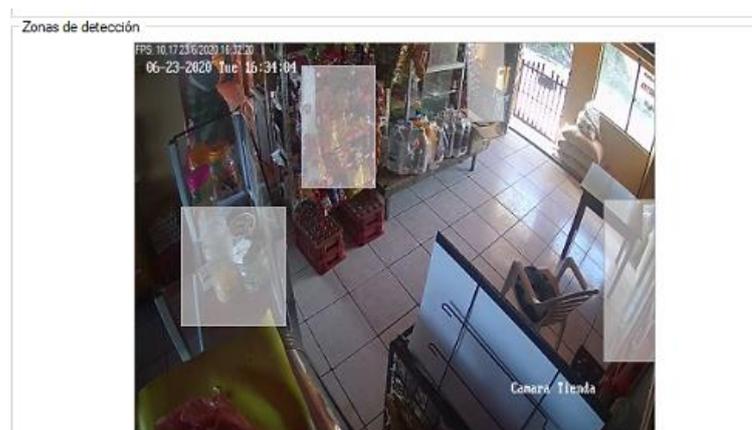
Se instaló el programa iSpy en el computador y una vez hecho esto se agregó la cámara IP buscando la cámara con la dirección IP asignada por el NVR como se puede observar en la figura 3.64.



**Figura 3.64** Búsqueda por IP de la cámara para control de intrusos.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez agregada la cámara se realizó la configuración del rango de disparo y las zonas de detección que son de prioridad para los dueños de la tienda que en este caso son 4 como se puede observar en la figura 3.65.

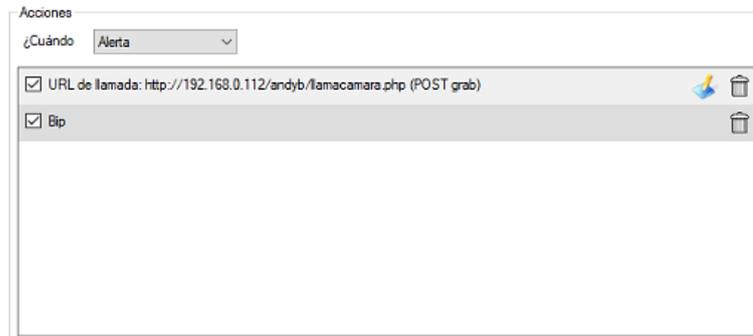


**Figura 3.65** configuración de zonas de detección.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez configuradas las zonas de detección, se procedió del mismo modo a configurar las alertas, la alerta principal es la de URL como se observa en la figura 3.66, es decir que cuando se detecte movimiento en alguna de las zonas de interés se active la alerta

y el URL se va a ejecutar. Este URL corresponde a la dirección de un archivo PHP que está ubicado en una máquina virtual CentOS 7 en el cual se encuentra la programación para que se realice una llamada a una extensión predefinida. Para revisar la programación de este archivo revisar el Anexo N.



**Figura 3.66** Configuración de alertas en iSpy.

**Elaborado por:** El Investigador

Cuando se ejecuta este archivo se recibe una llamada a la extensión colocada en la programación, y una vez que se conteste se escucha un audio con un mensaje de alerta que se configuró en Asterisk.

Luego, si el usuario quiere verificar la cámara lo puede hacer directamente llamando a la extensión 200 desde el teléfono que recibió la llamada en vez de estar ingresando en el navegador o verificando en el programa iSpy.

Como servidor de llamadas se utilizó el software Asterisk instalado en una máquina virtual en CentOS 7, en el cual se configuro las extensiones para que se pueda realizar la llamada a la cámara, luego se configuro los paquetes de audio y las extensiones SIP para que al momento que el usuario conteste la llamada se escuche un mensaje previamente programado con festival. Todas estas configuraciones de las extensiones y cuentas SIP se puede verificar en el Anexo N.

Para que se pueda recibir el mensaje de audio se descargó y se instaló el paquete de festival para Asterisk, luego se ingresó al directorio `/usr/share/festival/lib/festival.scm` y se editó el archivo festival.scm colocando después de la última línea el siguiente código de la figura 3.67.

```

.language spanish
(set! voice_default 'voice_el_diphone)

(define (tts_textasterisk string mode)
  "(tts_textasterisk STRING MODE)
  Apply tts to STRING. This function is specifically designed for
  use in server mode so a single function call may synthesize the
string
  This function name may be added to the server safe functions."
  (let ((wholeutt (utt.synth (eval (list 'Utterance 'Text string))))
        (utt.wave.resample wholeutt 8000)
        (utt.wave.rescale wholeutt 5)
        (utt.send.wave.client wholeutt)))
    (utt.send.wave.client wholeutt)))

[provide 'festival]

```

**Figura 3.67** Configuración de Festival.

**Elaborado por:** El Investigador

Para realizar pruebas de funcionamiento se utilizó el software y aplicación móvil Linphone.

### Linphone

Se lanzó en 2001 como la primera aplicación de código abierto que usa SIP en Linux, permite el desarrollo de software en C++, C, Java, C#, etc. Linphone tiene la posibilidad de trabajar con distintos protocolos como son: SIP TLS, SRTP, SRTP-DTLS, zRTP, RTP, ICE, TURN, además del cifrado extremo para mensajería instantánea. Esta aplicación se puede encontrar tanto para dispositivos móviles iOS, Android, Qt, Xamarin y para dispositivos de escritorio en Windows y Linux. [87]

En la aplicación Linphone se configuró el usuario SIP con la respectiva dirección IP del servidor como se puede observar en la figura 3.68

The screenshot shows the 'CONFIGURACIÓN' (Configuration) screen in Linphone. On the left, there are input fields for SIP address (sip:200@192.168.0.112), SIP Server address (<sjp:192.168.0.112;transport=udp>), Registration duration (600), Transport (UDP), Route, Contact params, and AVPF regular RTPC interval (5). There are also three toggle switches for Register, Publish presence information, and Enable AVPF, all of which are turned on. At the bottom are 'CANCEL' and 'CONFIRM' buttons. On the right, there is a dark grey panel with a back arrow and the title 'CONFIGURACIÓN'. It contains fields for 'Identificador de usuario\*' (201), 'Identificador de usuario para la autenticación', 'Contraseña\*' (with a 'Debe' label), and 'Dominio\*' (sip.ejemplo.org si su cuenta es john@sip.ejemplo.org, 192.168.0.112). At the bottom of this panel, it shows 'Nombre a mostrar' (Usuario 2).

**Figura 3.68** Configuración de las extensiones en Linphone.

**Elaborado por:** El Investigador

Luego se configuro la extensión SIP en el teléfono celular para la estación de control o para el presidente de la comunidad para que pueda estar alerta de los sucesos que pasan en el caserío.

### **3. Acceso a Internet**

Para el acceso a internet se utilizó un router D-LINK modelo DIR-610 el mismo que se configuro como repetidor inalámbrico conectado a la red del señor Milton Lesano. El router se utilizó para dar acceso a internet a las cámaras IP y al NVR para que el destinatario pueda recibir el correo electrónico, también se usó para conectar el Shield Ethernet y obtener una dirección IP para enviar la información al centro de control. En la figura 3.69 se observa la imagen del router utilizado.



**Figura 3.69** Router D-LINK DIR 610.

**Elaborado por:** El Investigador

### **4. VoIP (Telefonía IP)**

Para la Voz sobre IP se instaló un servidor Asterisk en la plataforma de CentOS 7. El cual permite la configuración de una central telefónica IP. Asterisk es líder en el mercado de código abierto VoIP, el cual ofrece la posibilidad de convertir un ordenador común y corriente en un sofisticado servidor de comunicaciones VoIP. [4]

La versión de Asterisk que instaló y se configuró es la 13.27.0, primero se actualizo las librerías del sistema y se actualizo los paquetes del mismo. En el Anexo O se puede revisar las configuraciones que se realizó en Asterisk para VoIP.

De igual manera que en el control de intrusos la aplicación que se utilizó para conectar las cuentas SIP y realizar las pruebas de funcionamiento es la aplicación Linphone.

## 5. Botonera de emergencia

Para realizar la botonera de emergencia se optó por los siguientes materiales para la realización del mismo.

- Arduino UNO
- Shield Ethernet
- Pulsador y Resistencia
- Cable de red y Router
- Software de programación

El botón o botonera de emergencia estará disponible en cada barrio del caserío San Jorge colocado en una zona de acceso al público para alguna emergencia que ocurra en el barrio. También es posible instalar el botón de emergencia de manera privada en el hogar si alguna familia desea este servicio para su casa.

Para el botón de emergencia se necesitó de una base de datos en donde se almacena los datos de registro de cada botón de emergencia instalado, así como también el dato cuando se active este botón para luego tomar decisiones que se mencionaran en el apartado de gestión y control.

Para realizar la programación del botón de emergencia se necesitó del software Arduino IDE en el cual se realizó la configuración de red y la configuración del envío de la señal del pulsador a la base de datos. Para más detalles de esta programación del Arduino Uno y del código PHP para la base de datos revisar el Anexo O. en la figura 3.70 se puede observar los dispositivos usados para esta botonera de emergencia.



**Figura 3.70** Dispositivos para el botón de emergencia.

**Elaborado por:** El Investigador

A continuación, se realizó la programación de un script de notificaciones push para que se muestren en el computador principal de gestión y control cuando el botón de emergencia haya sido activado.

La programación de estas notificaciones constan de dos partes: la primera es que cuando se pulse el botón se muestre el texto “ACTIVADA” en la sección de alarma en el formulario de registro de botoneras de emergencia. La segunda es que se muestre una notificación push en el escritorio del computador principal para que se alerte en el momento que se pulse el botón en el caso que no estemos en la pestaña de la página web. A continuación se muestra la programación de este script de notificaciones. La programación de estas notificaciones se puede revisar en el Anexo P.

**<script>**

```
//Primera parte (programación de aviso “ACTIVAD”)
window.onload = function () {
var dataLengthAngle = 0;
var dataAngle = [];
var aviso="  ACTIVADA";
updateAlarma();
function updateAlarma() {
$.getJSON("data.php", function (result) {
if (dataLengthAngle == 0) {
$('#F01').val(' DESACTIVADO')
document.getElementById("A1").style.display='none';
document.getElementById("F01").style.color = "#000000"; }
if (dataLengthAngle !== result.length) {
for (var i = dataLengthAngle; i < result.length; i++) {
var num1=parseFloat(result[i].valor)
if(num1 == 1){
$('#F01').val(aviso)
document.getElementById("F01").style.color = "#fc0008 ";
```

```

document.getElementById("F01").style.background = "#f0fc00";
document.getElementById("A1").style.display=' ' ;
notificacion();
    }
    }

    dataLengthAngle = result.length;
    }
    });
    }

//Segunda parte (programación notificación push)
function notificacion()
{
Push.create('BOTON DE EMERGENCIA', {
body : 'Alarma Activada desde <?php echo $arduino['ArduinoIP'];?>',
icon : 'img/logo.png',
timeout : 10000,
vibrate : [100,100,100],
onclick : function(){
location.href='index.php'
}
});
}

setInterval(function () {
updateAlarma();
//notificacion();
},);

Push.requestPermission();
}
</script>

```

## 6. Gestión y control

Para la gestión y control del prototipo de ciudad digital con aplicación de servicios de comunicaciones y seguridad para el caserío San Jorge hubo la necesidad de crear una página web y alojarla en un servidor local para un mejor manejo de la misma. Para ello se realizó la instalación del paquete de software libre XAMPP.

Según estudios que se realizaron en el Departamento de informática e ingeniería en la universidad de Utama en Indonesia, XAMMP es mejor que Appserv debido a que tiene mejores aplicaciones web y es un confiable servidor web para usuarios que recién están indagando en el mundo de la programación. [88]

### XAMPP

XAMPP significa Plataforma cruzada (X), Apache (A), MariaDB (M), PHP (P) y Perl (P). Xampp es una solución de servidor web de distribución apache para crear un servidor web local para alojar páginas web, o para ejecutar cualquier software que requiera de herramientas como Apache y MySQL. [89]



**Figura 3.71** Servidor web XAMPP.

**Elaborado por:** El Investigador

Para la administración y gestión de contenidos se decidió realizar la instalación de Joomla en un servidor local. El mismo que es una plataforma de creación de sitios web de forma gratuita que cuenta con un sistema de registro y administración de usuarios de diferentes niveles los cuales vienen incorporados en el propio sistema de Joomla, lo cual es de gran ayuda si deseamos registrar cuentas de diferentes usuarios para distintas funciones específicas.

En la página web se colocó información relacionada sobre el control de accesos e intrusos, acceso a internet y telefonía IP que se realizó en el caserío San Jorge, así como también información de los equipos que se utilizó para el diseño e implementación del prototipo de ciudad digital. La información de cada uno de estos

temas se añadió en distintos menús los cuales se pueden crear en el gestor de menús de Joomla. Los menús que se crearon son los siguientes:

**Inicio:** En este menú se muestra una presentación de la página web y de los servicios que se aplicaron en el prototipo de ciudad digital como se puede observar en la figura 3.72



**Figura 3.72** Menú Inicio.

**Elaborado por:** El Investigador

**Control de Accesos:** En este menú se colocó información del control de accesos que se realizó en el barrio “El Centro” del caserío San Jorge como se observa en la figura 3.73



**Figura 3.73** Menú Control de Accesos.

**Elaborado por:** El Investigador

## Control de Intrusos:

En este menú se colocó información sobre el control de intrusos que se realizó en el barrio “El Centro”. En la figura 3.74 se puede observar el contenido de este menú.



Figura 3.74 Menú control de intrusos.

Elaborado por: El Investigador

## Equipos:

En este menú se colocó la información de los principales equipos para el diseño e implementación del prototipo de ciudad digital con sus respectivas hojas técnicas. En la figura 3.75 se puede observar este menú.



Figura 3.75 Menú Equipos.

Elaborado por: El Investigador

Para la gestión y control tanto de las cámaras como de las botoneras de emergencia se creó un menú llamado “Registros” en el cual se creó un formulario de inicio de sesión en donde solo usuarios registrados previamente en una base de datos pueden ingresar para poder monitorear, controlar y registrar nuevos dispositivos que se quieran instalar en el caserío San Jorge.

El código del formulario de inicio sesión se divide en diferentes archivos denominados: index, validar, salir y una hoja de estilos en CSS. A continuación se puede observar la programación de cada archivo mencionado anteriormente.

**Archivo:** index.html

```
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
<title>Login Form</title>
<link rel="stylesheet" href="css/master.css">
</head>
<body>
<div class="login-box">

<h1>Inicie Sesion</h1>

<form action="validar.php" method="post">
<!--USERNAME-->
<label for="username">Username</label>
<input type="text" placeholder="Ingrese su Usuario" name="Usuario" required>
<!--PASSWORD-->
<label for="password">Password</label>
<input type="password" placeholder="Ingrese su contraseña" name="Clave"
required>
<br>
<input type="submit" value="Log In">
</form>
</div>
</body>
</html>
```

**Archivo:** validar.php

```
<?php
$Usuario=$_POST['Usuario'];
$Clave=$_POST['Clave'];
//conexion base de datos
$conexion=mysqli_connect("localhost", "root", "", "registros");
```

```

$consulta="SELECT * FROM `usuarios` WHERE Usuario='$Usuario' and
Clave='$Clave'";
$resultado=mysqli_query($conexion, $consulta);
//inicio de sesion
session_start();
$filas=mysqli_num_rows($resultado);
if ($filas>0) {
    $_SESSION['username']=$Usuario;
    header("location:../Camaras/index.php");
}
else {
    echo "Error en Autenticacion";
}
?>

```

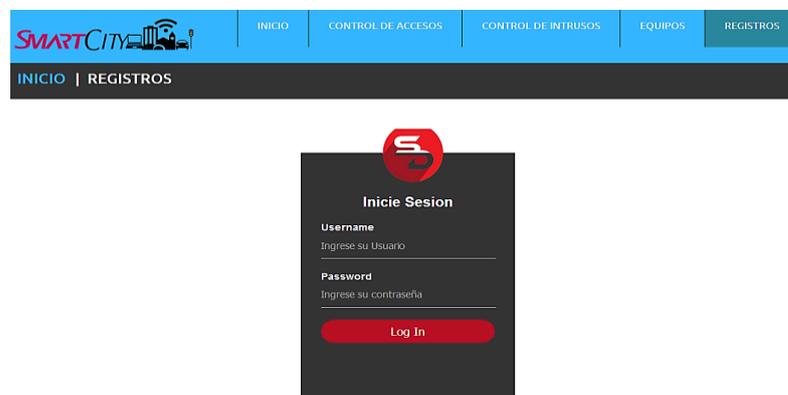
**Archivo:** salir.php

```

<?php
session_start();
session_destroy();
header("location:index.html");
exit();
?>

```

Una vez realizada la programación de estos archivos en la figura 3.76 se puede observar el resultado del formulario de inicio de sesión.



**Figura 3.76** Formulario de inicio de sesión.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez iniciada la sesión se ingresa a un nuevo archivo el cual consta de formularios para registrar, modificar y eliminar dispositivos tales como cámaras o botoneras de emergencia, en donde también se puede monitorear el estado de todos los dispositivos registrados como se puede observar en la figura 3.87.



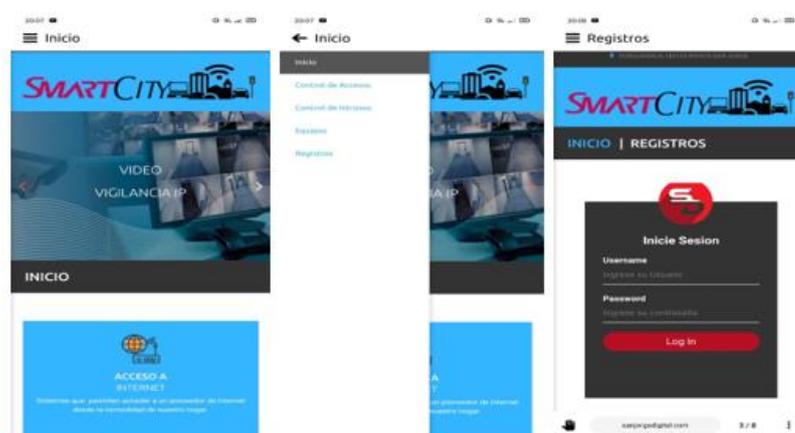
**Figura 3.77** Sección de registro y monitoreo de dispositivos.

**Elaborado por:** El Investigador

Para más información de la programación de estos formularios de registro revisar el Anexo P.

### Diseño Web Responsive

El diseño web responsive consiste en reestructurar todos los elementos de la página web para que puedan adaptarse al área de una Tablet o teléfono móvil utilizando tamaños variables en lugar de fijos en pixeles, de este modo se puede garantizar una buena experiencia al usuario. En la figura 3.78 se puede observar el diseño web responsive en un dispositivo móvil.



**Figura 3.78** Diseño adaptativo Web Responsive.

**Elaborado por:** El Investigador

### 3.2.7 Ensamblaje del Prototipo

Todos los dispositivos se instalaron y configuraron en el barrio “El Centro” en la casa del señor Milton Lesano, tanto para el control de accesos, intrusos y botonera de emergencia como se puede ver en la figura 3.79. Las cámaras se pueden observar en un monitor para que los dueños de la casa tengan constancia de los sucesos que pasen durante el transcurso de los días. En la figura 3.79 se puede observar una caja roja en donde se encuentran los dispositivos para el funcionamiento de la botonera de emergencia.

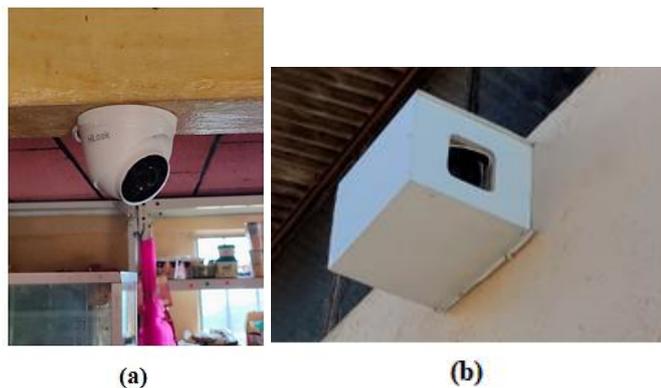
Posteriormente se realizó las pruebas respectivas del prototipo que se pueden apreciar en la sección 3.2.8



**Figura 3.79** Dispositivos para el prototipo de ciudad digital.

**Elaborado por:** El Investigador

De igual manera en la figura 3.80 se puede observar las cámaras para el control de intrusos (a) y para control de accesos (b) instaladas.



**Figura 3.80** Cámara para el control de intrusos (a), Cámara para el control de accesos (b).

**Elaborado por:** El Investigador

### **3.2.8 Pruebas de funcionamiento y análisis de resultados**

Una vez finalizado el ensamblaje del prototipo, fue necesario realizar las pruebas de funcionamiento correspondientes ya con todos los dispositivos conectados en una sola red, es decir la botonera de emergencia, cámaras IP y teléfono celular para VoIP. También se realizó las pruebas de funcionamiento respectivas del servidor web que se encarga de la gestión, control y visualización de cámaras y botoneras de emergencia.

A continuación se detalla las pruebas de funcionamiento de estos servicios.

#### **A. Pruebas de funcionamiento del Sistema de Control de Accesos.**

Las pruebas de funcionamiento del sistema de control de accesos se realizaron una vez configurados los dispositivos y generada la lista blanca y negra de los vehículos. Las pruebas se realizó durante una semana donde se obtuvo 2006 lecturas y registros de placas vehiculares pertenecientes tanto a la lista blanca como a la lista negra las 24 horas del día.

#### **Registro y lectura de placas durante el día**

El registro de placas durante el día se realizó con total normalidad, todo dependía del estado en que se encuentre la placa vehicular porque algunas placas no se podían observar con total claridad. En la figura 3.81 se puede observar la lectura en tiempo real de las placas durante el día.

N°	Hora de captura	N.º de matrícula	Imagen capturada	Nº de carril	Dirección	Resultado coincidente
20	05-11-2020 18:02:09	POH270		1	Avance	Lista blanca
19	05-11-2020 17:42:08	PBT2437		1	Avance	Lista blanca
18	05-11-2020 17:41:30	PTB0264		1	Avance	Lista blanca
17	05-11-2020 17:36:59	TBE4284		1	Avance	Lista negra
16	05-11-2020 17:36:52	HOM721		1	Avance	Lista blanca
15	05-11-2020 17:32:47	PCD1994		1	Avance	Lista blanca
14	05-11-2020 17:28:28	PLO203		1	Retroceso	Lista blanca

**Figura 3.81** Lectura de placas durante el día.

**Elaborado por:** El Investigador

Como se puede observar en la figura 3.82 la cámara detecta todo número y toda letra que tenga fondo blanco como se había mencionado en la teoría de sistemas de detección de matrículas.

26	07-06-2020 17:26:51	REVAALE		1	Retroceso	Otra lista	
25	07-06-2020 17:26:50	13038		1	Retroceso	Otra lista	
24	07-06-2020 17:25:49	13020		1	Retroceso	Otra lista	
23	07-06-2020 17:25:48	1302L		1	Retroceso	Otra lista	
22	07-06-2020 17:21:53	PBA9817		1	Avance	Lista blanca	
21	07-06-2020 17:20:21	TCZ701		1	Avance	Lista blanca	
20	07-06-2020 17:14:21	OZ184		1	Error desconocido	Otra lista	
19	07-06-2020 17:11:07	TBB5870		1	Avance	Lista blanca	
18	07-06-2020 17:09:13	TBF5343		1	Retroceso	Lista negra	

**Figura 3.82** Registro de letras y números con fondo blanco.

**Elaborado por:** El Investigador

En la figura 3.83 se puede observar el registro y almacenamiento de placas en el NVR.

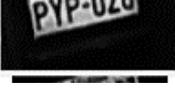


**Figura 3.83** Almacenamiento de números de placas en NVR.

**Elaborado por:** El Investigador

### Registro y lectura durante la noche

De igual manera se realizó el registro de números de placas vehiculares durante la noche como se puede observar en la figura 3.84.

N°	Hora de captura	N.º de matrícula	Imagen capturada	Nº de carril	Dirección	Resultado coincidente
20	07-16-2020 18:55:14	PFS0608		1	Avance	Lista blanca
19	07-16-2020 18:48:22	XAH036		1	Retroceso	Otra lista
18	07-16-2020 18:46:31	TBD5779		1	Avance	Lista blanca
17	07-16-2020 18:45:19	TBB9517		1	Avance	Lista negra
16	07-16-2020 18:43:13	TBB9517		1	Retroceso	Lista negra
15	07-16-2020 18:40:34	PFS608		1	Error desconocido	Otra lista
14	07-16-2020 18:39:18	TCM618		1	Avance	Lista blanca
13	07-16-2020 18:38:21	PYP028		1	Retroceso	Otra lista

**Figura 3.84** Lectura de placas durante la noche.

**Elaborado por:** El Investigador

Esta cámara tiene la capacidad de registrar números de matrículas de motocicletas, números de placas que se encuentran pintadas en los laterales de los cajones de madera o impresos en papeles que están pegados en parabrisas o en los vidrios del carro. En las siguientes figuras se puede observar algunos de estos registros que se realizaron.

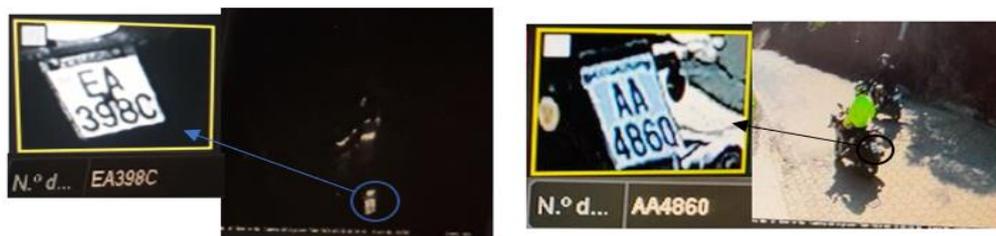
En la figura 3.85 se puede observar la lectura de placas que están colocadas en papeles en los parabrisas de los vehículos.



**Figura 3.85** Lectura de placas en los parabrisas de los vehículos.

**Elaborado por:** El Investigador

En la figura 3.86 se puede observar la lectura de placas de motocicletas.



**Figura 3.86** Lectura de placas de motocicletas.

**Elaborado por:** El Investigador

Por último se puede observar en la figura 3.87 la lectura de placas pintadas en los laterales de los vehículos.



**Figura 3.87** Lectura de placas en los laterales de vehículos.

**Elaborado por:** El Investigador

### Análisis de los Resultados

A continuación, en la tabla 3.31 se muestra un resumen por día del registro de placas vehiculares.

**Tabla 3.31** Resultados de las pruebas de funcionamiento de lectura de placas.

<b>Día</b>	<b>N° de Lecturas</b>	<b>N° de Fallas</b>	<b>Porcentaje de acierto</b>
<b>1</b>	229	7	96.94%
<b>2</b>	204	11	94.60%
<b>3</b>	234	6	97.44%
<b>4</b>	264	7	97.35%
<b>5</b>	265	4	98.50%
<b>6</b>	270	11	95.93%
<b>7</b>	263	10	96.20%
<b>8</b>	277	23	91.70%
<b>TOTAL</b>	<b>2006</b>	<b>79</b>	<b>96.09%</b>

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez realizadas las pruebas durante una semana se obtuvo que el porcentaje de confiabilidad de la lectura y registro de placas vehiculares es del 96.09% de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 3.31.

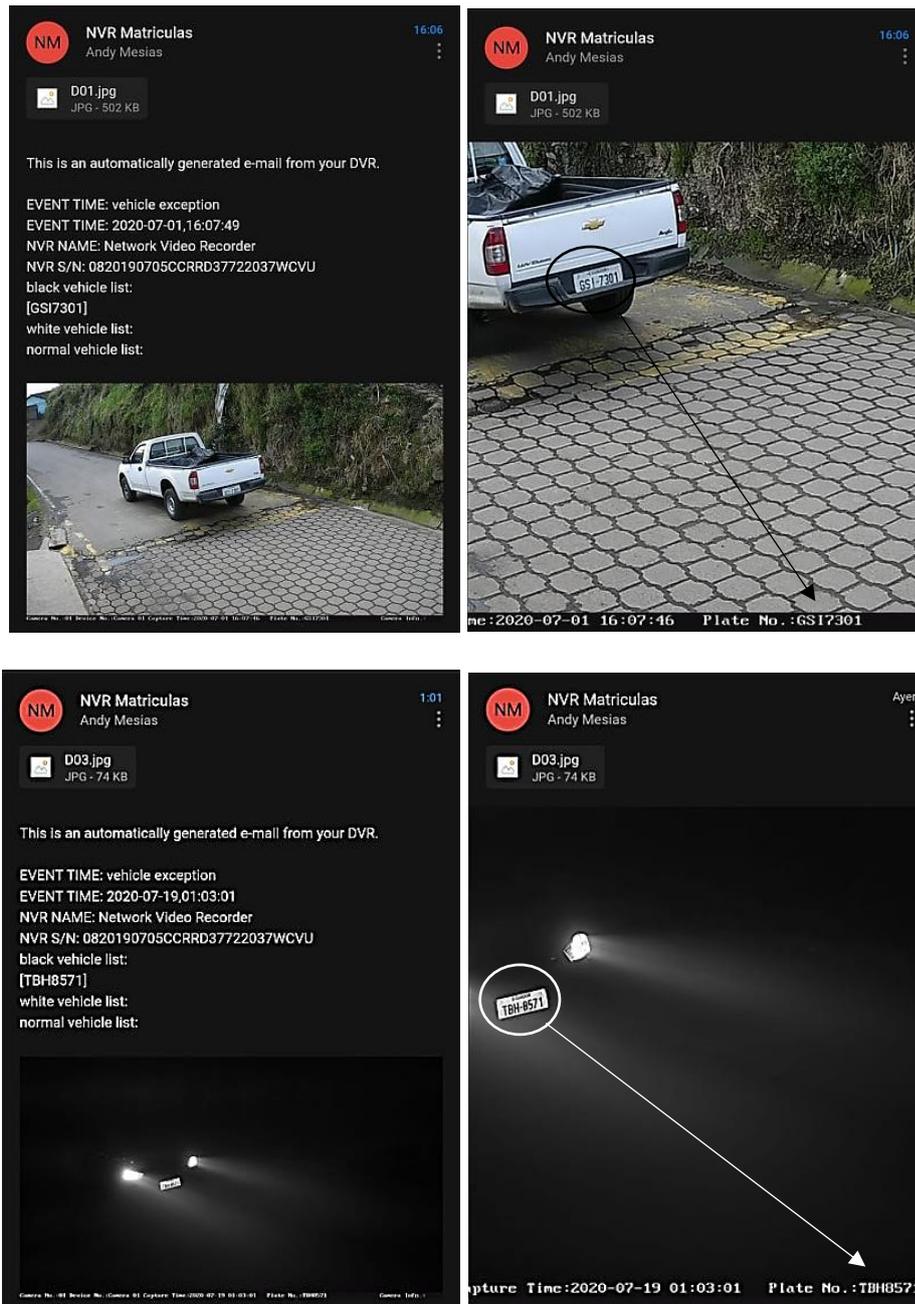
Como se puede observar en la tabla 3.32 los 79 errores que se encontraron en la lectura y registro de placas se debe a deformaciones o deterioro en las placas vehiculares, por el ángulo de visualización de la cámara, por el brillo que produce el sol o por la obstrucción de la placa debido a los pisaderos, u otros objetos que tapan la vista de la placa.

**Tabla 3.32** Errores en la lectura de placas vehiculares

Imagen Placa	Lectura Cámara	Imagen Placa	Lectura Cámara
	Plate No. :BF8672		Plate No. :PIW48U
	Plate No. :41554		Plate No. :W584
	N.º d... PS04		N.º d... PGB753
	Plate No. :T81426		Plate No. :0218
	Plate No. :2174		Plate No. :XBR82S
	N.º d... TDC349		Plate No. :C5531
	N.º d... PVE87		Plate No. :PKB68

**Elaborado por:** El Investigador

Cuando la cámara registra el acceso de un vehículo registrado en la lista negra, se recibe un correo electrónico con el número de placa del vehículo, la hora del registro, detalles del dispositivo que ha enviado el correo y una imagen en donde se puede ver el vehículo mismo, el número de placa y la hora de la captura. En la figura 3.88 se puede observar la recepción de estos correos notificando el acceso de un vehículo desconocido.



**Figura 3.88** Correo de notificación de lista negra.

**Elaborado por:** El Investigador

Durante los días de pruebas del sistema de control de accesos se obtuvo como resultado que de 8 a 10 vehículos ingresan y salen del barrio “El Centro” diariamente, dichos vehículos no pertenecen a ningún barrio del caserío San Jorge, por lo que se debe tener precaución debido a que circulan a cualquier hora como se puede observar en la figura 3.88 el ingreso de un vehículo perteneciente a la lista negra a la 1:03 de la madrugada.

## Pruebas de funcionamiento de servidor FTP

Los vehículos que ingresen al barrio “El Centro” y no estén registrados en lista blanca ni negra o cuando exista lecturas erróneas se almacenan por fecha de registro en el servidor FTP. En la figura 3.89 se observa el almacenamiento de las capturas de vehículos no registrados en ninguna de las listas.

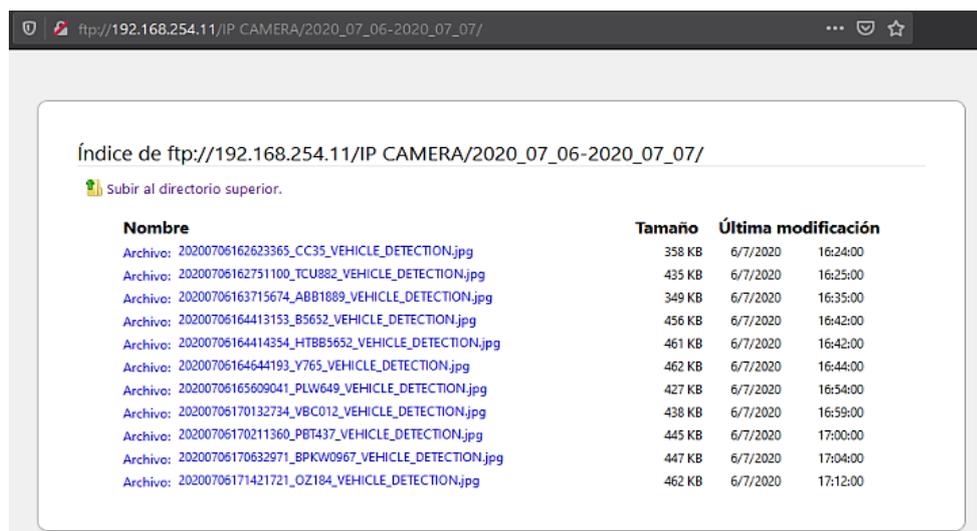


Figura 3.89 Almacenamiento en servidor FTP.

Elaborado por: El Investigador

## B. Pruebas de funcionamiento del Sistema de Control de Intrusos

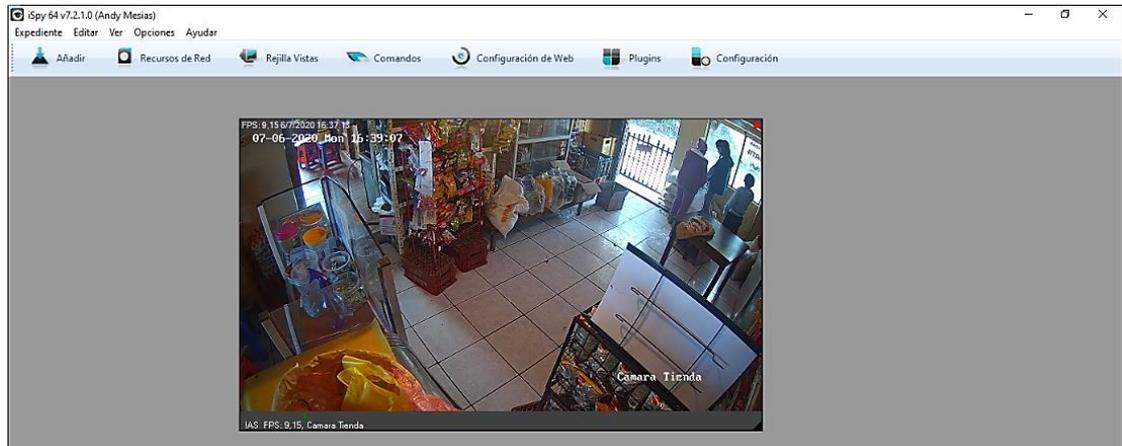
El sistema de control de intrusos se monitoreó con el software iSpy conjuntamente con la aplicación Linphone para recibir las llamadas de alertas cuando se detecte movimiento en las zonas de interés configuradas. En la figura 3.90 se puede observar que las extensiones para realizar y recibir las llamadas en Asterisk (200 y 201 respectivamente) están activadas.

```
*****
Connected to Asterisk 13.27.0 currently running on localhost (pid = 1953)
localhost*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Forcerport
-----
Comedia           ACL Port          Status      Description
100/100           0                  Unmonitored (Unspecified)
No
101/101           0                  Unmonitored (Unspecified)
No
200/200           5060              Unmonitored 192.168.0.185
No
201/201           40229             Unmonitored 192.168.0.183
No
202/202           0                  Unmonitored (Unspecified)
No
5 sip peers [Monitored: 0 online, 0 offline Unmonitored: 2 online, 3 offline]
localhost*CLI>
```

Figura 3.90 Extensiones activas en Asterisk.

Elaborado por: El Investigador

La cámara de control de intrusos se enlazó con el software Linphone mediante un servidor virtual de video para que se pueda utilizar en el lugar de cámara web en videollamadas. En la figura 3.91 se muestra el entorno de control en iSpy listo para el control de intrusos.



**Figura 3.91** Entorno de control de iSpy.

**Elaborado por:** El Investigador

Cuando se detecta movimiento en alguna de las zonas de interés (píxeles de color celeste sobre la persona en la zona de interés) se activa la señal de alarma (el borde de color rojo sobre la imagen significa la activación de la alarma), es decir, se realiza una llamada al usuario configurado como se muestra en la figura 3.92.

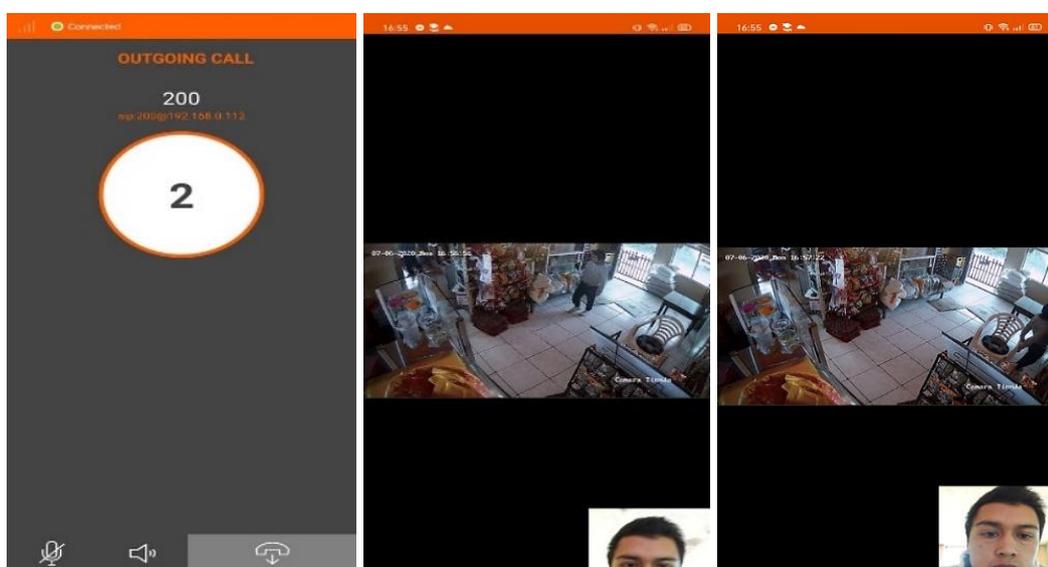


**Figura 3.92** Activación de la alerta de intrusos.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez que se contesta la llamada, se reproduce el mensaje de audio de aviso configurado previamente en Asterisk en donde se da las indicaciones para poder verificar la cámara, es decir realizar una videollamada a la extensión 200.

La extensión a la cual se tiene que realizar la videollamada para verificar la cámara está configurada para que se conteste automáticamente cualquier llamada entrante, es decir que una vez que se realiza la llamada a dicha extensión se puede ver la cámara sin necesidad de que otra persona conteste en el otro lado. En la figura 3.93 se puede observar las pruebas de funcionamiento de la videollamada.



**Figura 3.93** Prueba de funcionamiento de llamada para verificar la cámara.

**Elaborado por:** El Investigador

Como se puede ver en la figura 3.93 cuando se realiza la videollamada se observa en tiempo real la cámara de la tienda en lugar de una cámara web como normalmente sucede en las videollamadas.

### **C. Pruebas de funcionamiento de la botonera de Emergencia**

En la figura 3.94 se puede observar una caja roja en donde se encuentran los dispositivos para el funcionamiento de la botonera de emergencia.



**Figura 3.94** dispositivos para la botonera de emergencia.

**Elaborado por:** El Investigador

Una vez que se pulsa el botón de emergencia se envía una señal a la base de datos del sistema en donde se almacena la información cada vez que se presione una botonera de emergencia. En el menú “Registros” en la página web de gestión y control se puede observar el cambio del estado de la alarma de “Desactivado” a “Activado”, además de una notificación push en donde se muestra un mensaje de alerta con la dirección IP del dispositivo activado. En la figura 3.95 (a) se puede observar el estado de la alarma sin activarse, y en (b) una vez que la botonera de emergencia es activada.

### REGISTROS DE BOTONERAS DE EMERGENCIA

Agregar Registro +

Nombres	Apellidos	Referencia	Barrio	Dirección IP	Acciones	Alarma	Ubicación
Milton	Lesano	casa 2 pisos	El Centro	192.168.0.200	Seleccionar Eliminar Desactivar Alarma	DESACTIVADO	

(a)

### REGISTROS DE BOTONERAS DE EMERGENCIA

Agregar Registro +

Nombres	Apellidos	Referencia	Barrio	Dirección IP	Acciones	Alarma	Ubicación
Milton	Lesano	casa 2 pisos	El Centro	192.168.0.200	Seleccionar Eliminar Desactivar Alarma	ACTIVADA	

**BOTON DE EMERGENCIA**

Alarma Activada desde 192.168.0.200

vía localhost

(b)

San Jorge Digital © 2020. Privacy Policy

**Figura 3.95** Activación de botonera de Emergencia.

**Elaborado por:** El Investigador

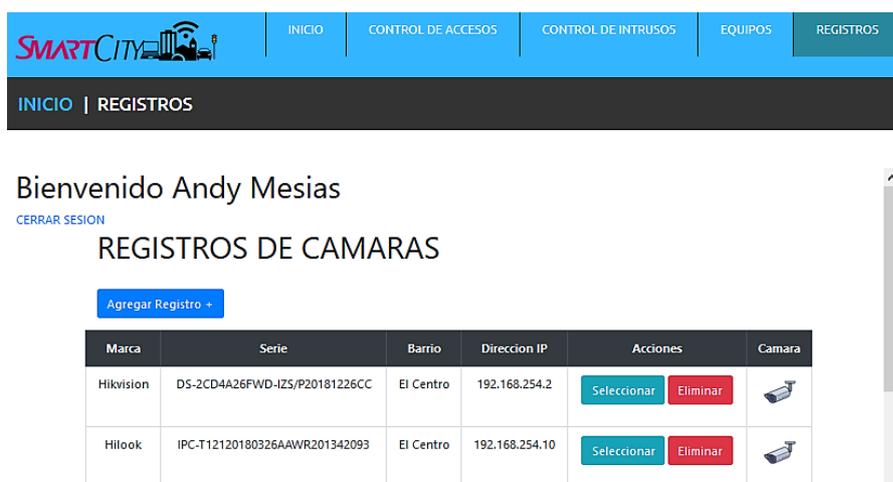
La notificación push se visualiza en cualquier pestaña en la que estemos, no es necesario estar en la pestaña de la página web de control ya que al dar clic en la notificación se dirige automáticamente a la pestaña de la página web de gestión y control.

Al momento de registrar la botonera de emergencia se solicita la ubicación de Google Maps en donde se instaló la botonera de emergencia, esto con el fin de si alguna emergencia sucede saber con más precisión la ubicación de la familia o persona en peligro. Cuando se active la alarma si deseamos saber la ubicación de ésta solo se debe presionar en el icono de ubicación que está en la parte derecha de la tabla de registros.

Una vez atendida la emergencia se puede desactivar la alarma para que nuevamente pueda ser activada ante otra emergencia. Cuando se presione el botón para desactivar la alarma aparecerá un mensaje de confirmación antes de llevar a cabo este proceso ya que en la base de datos se borrarán los registros de la activación de la alarma.

#### D. Pruebas de funcionamiento de la interfaz de Gestión y Control

En la interfaz web que se diseñó se puede monitorear el estado de las cámaras instaladas y las botoneras de emergencia, así como también modificar, eliminar y agregar nuevos registros de cámaras y botoneras de emergencia que se deseen instalar a futuro. En la figura 3.96 se puede observar la interfaz de gestión y control de las cámaras.



**Figura 3.96** Interfaz de gestión y control de cámaras.

**Elaborado por:** El Investigador

En la figura 3.97 (a) se puede observar el menú para agregar nuevas cámaras que se deseen instalar a futuro en los demás barrios del caserío San Jorge. Cuando se vaya agregar un nuevo registro los botones de modificar, eliminar y cancelar estarán desactivados.

Registro Camaras × Registro Camaras ×

Marca:

Serie:

Direccion IP:

Barrio:

Agregar Modificar Eliminar Cancelar

(a)

Marca: Hikvision

Serie: DS-2CD4A26FWD-IZS/P20181226CC

Direccion IP: 192.168.254.2

Barrio: El Centro

Agregar Modificar Eliminar Cancelar

(b)

**Figura 3.97** Menú para agregar cámaras (a), Menú para modificar registros de cámaras (b).

**Elaborado por:** El Investigador

Si se desea modificar algún registro ya añadido se puede realizar dando clic en la pestaña “Seleccionar” en donde se puede modificar todos los parámetros. Cuando la ventana de modificar esta abierta, el botón de agregar esta desactivado. En la figura 3.97 (b) se puede observar la ventana para modificar registros. Este proceso se puede realizar de igual manera para las botoneras de emergencia.

Una vez registradas las cámaras si queremos observar lo que está sucediendo en tiempo real se debe dar clic en el icono de la cámara que aparece en la parte derecha de la tabla de registros y aparece una alerta emergente avisándonos que vamos a iniciar sesión para poder visualizar la cámara. En la figura 3.98 se puede observar este mensaje y la visualización de la cámara.



**Figura 3.98** Visualización de cámaras desde la interfaz de gestión y control.

**Elaborado por:** El Investigador

En la figura 3.99 se puede observar la interfaz de gestión y control de botoneras de emergencia.

## REGISTROS DE BOTONERAS DE EMERGENCIA

Agregar Registro +

Nombres	Apellidos	Referencia	Barrio	Dirección IP	Acciones	Alarma	Ubicación
Milton	Lesano	casa 2 pisos	El Centro	192.168.0.200	Seleccionar Eliminar Desactivar Alarma	DESACTIVADO	

**Figura 3.99** Interfaz de gestión y control de botoneras de Emergencia.

**Elaborado por:** El Investigador

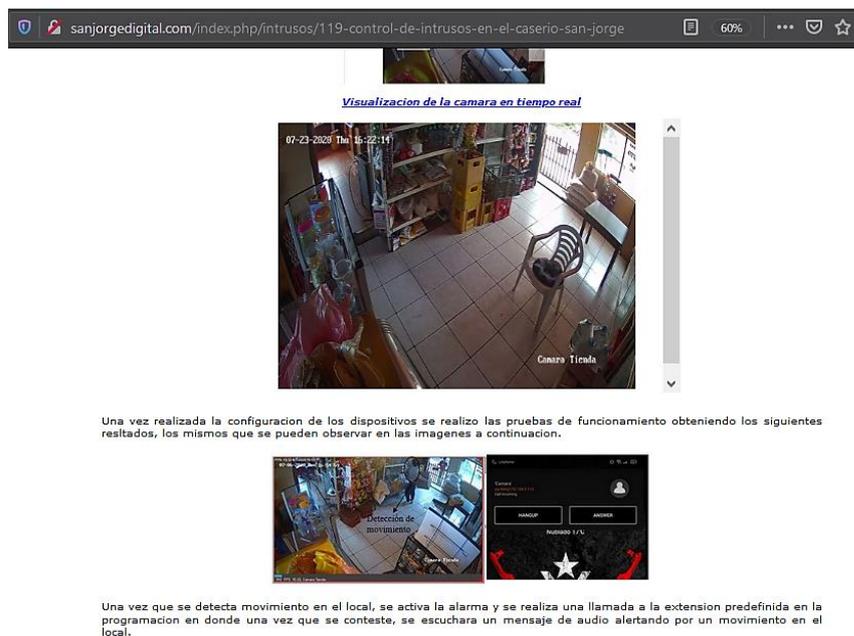
En el menú de control de accesos se tiene información de lo realizado en el barrio “El Centro” y los resultados de este sistema, además de poder observar en tiempo real la cámara instalada. En la figura 3.100 se puede observar el menú de control de accesos.



**Figura 3.100** Menú control de accesos.

**Elaborado por:** El Investigador

De igual manera en el menú de control de intrusos se puede observar información detallada sobre el control de intrusos que se implementó, y también se puede observar en tiempo real la cámara instalada. En la figura 3.114 se puede observar este menú.



**Figura 3.101** Menú control de intrusos.

**Elaborado por:** El Investigador

### 3.2.9 Costo del prototipo

En la tabla 3.33 se muestra a detalle el presupuesto de la implementación del prototipo de ciudad digital en el barrio “El Centro” del caserío San Jorge en el que consta los equipos para el sistema de control de accesos, intrusos y botonera de emergencia. Debido al tiempo que se demora en instalar y configurar todos los equipos (3 días) se decidió por cobrar la mano de obra el monto de \$150 dólares debido a que el prototipo es de menor escala a comparación si se deseara implementar a nivel de todo el caserío, además de un costo adicional por el diseño del prototipo que es de \$100 dólares ya que se requiere realizar un servidor web para el monitoreo de todos los sistemas.

**Tabla 3.33** Presupuesto del prototipo para un barrio.

Ítem	Dispositivo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Cámara Hikvision DS-2CD4A26FWD-IZS/P	c/u	1	620,00	620,00
2	NVR DS-7600NI-K2/8P	c/u	1	300,00	300,00
3	Cable FTP categoría 6	c/u	20	0,60	12,00
5	Router D-LINK DIR-610	c/u	1	18,00	18,00
6	Cámara HiLook IPC-T121	c/u	1	61,00	61,00
7	Arduino UNO	c/u	1	10,00	10,00
8	Shield Ethernet	c/u	1	17,10	17,10
9	Resistencia de 330 ohm	c/u	2	0,10	0,20
10	Pulsador N. A	c/u	1	0,10	0,10
11	Fuente de alimentación 9V	c/u	1	5,00	5,00
12	Gabinete de Protección para cámara.	c/u	1	20,00	20,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>1063,40</b>
Mano de obra					150,00
Diseño del Prototipo					100,00
<b>TOTAL</b>					<b>1313,40</b>

**Elaborado por:** El Investigador

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- Los sistemas control de accesos e intrusos en los barrios del caserío San Jorge son dos alternativas eficientes debido a que los moradores mencionan que vehículos desconocidos ingresan y salen a toda hora, pero más a altas horas de la madrugada por los barrios del caserío con intenciones desconocidas, asimismo por los acontecimientos sucedidos en años anteriores en el caserío, el control de intrusos en lugares privados es ideal para evitar actos de vandalismo.
- Los dispositivos y elementos que se utilizaron en el prototipo de ciudad digital en el barrio “El Centro” cumplen con las mismas funciones de los equipos propuestos para la implementación en todo el caserío. El control de accesos se realizó satisfactoriamente cumpliendo las expectativas esperadas, excepto en algunos casos en donde las placas no se podían visualizar bien debido al deterioro de estas o por obstáculos que no permitían su correcta visualización. El control de intrusos de igual manera se realizó de manera correcta una vez detectado movimiento en la zona de interés la respuesta de la llamada de alerta y la verificación de la cámara es rápida en comparación con otros sistemas. Para una situación de riesgo la botonera de emergencia tiene la finalidad de enviar una notificación push instantánea al centro de gestión y control la cual será atendida por el administrador.
- En el sistema de control de intrusos al momento de verificar la cámara mediante la aplicación Linphone existe un pequeño retardo de video puede ser debido a distintos factores que afectan la transmisión como el internet, la resolución de video o a su vez el filtro de video que se utilizó para la conexión con Linphone.
- La botonera de emergencia que se propone en el prototipo es adecuada para el uso de personas en cualquier rango de edad, debido a que hay mucha gente en el caserío de escasos recursos económicos y no tiene mucho conocimiento sobre tecnología.

Finalmente el sitio web de gestión y control es de entorno amigable tanto para todo público que desee conocer lo realizado así como también para los administradores del sistema

- La implementación del prototipo de ciudad digital brinda una mayor confianza a los dueños de la tienda y a los moradores del barrio “El Centro”, debido a que se tiene un monitoreo constante de la tienda y del ingreso y salida de vehículos al barrio. Asimismo, beneficia a todas las personas del caserío San Jorge en especial a los barrios que no poseen ningún servicio de comunicaciones.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Al momento de instalar la cámara para el control de accesos se recomienda tener en cuenta la posición y la altura que tiene que estar entre 50 y 60cm del suelo que es la recomendable para una mejor lectura de la placa, debido a que por motivos de seguridad de los equipos no se pudo realizar la instalación con estos parámetros.
- Para la cámara de control de intrusos verificar bien el lugar donde se va a instalar y si existe espacios en contra luz ajustar los parámetros de imagen para que se pueda observar de manera correcta los sucesos que pasen en la cámara debido a que había veces donde la luz de carros o la luz del día afectaba en la detección de movimiento.
- Para futuros estudios o implementaciones se recomienda tener en cuenta que en las zonas rurales hay muchas personas que no conocen las nuevas tecnologías, por lo tanto buscar la manera de que los dispositivos que se vayan a utilizar por ejemplo para situaciones de emergencia sea de fácil uso para personas de cualquier edad.
- Existen muchos otros servicios digitales que se puede aplicar en una ciudad digital como son: el comercio electrónico, la banca electrónica, teleducación, telemedicina, modernización de servicios públicos, etc. En este caso los servicios que se proponen en este trabajo de investigación como son VoIP, internet, control de accesos e intrusos y botonera de emergencia, mismos que se seleccionaron de acuerdo a las necesidades de los barrios del caserío San Jorge, se recomienda a los investigadores que desarrollen temas relacionados en esta área realizar un análisis de los servicios digitales mencionados anteriormente.

## Referencias Bibliográficas

- [1] S. G. P. K. M. Nallapaneni Manoj Kumar, «Smart cities in India: Features, policies, current status, and challenges,» de 2018 Technologies for Smart-City Energy Security and Power (ICSESP), Bhubaneswar, India, 2018. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8376669>
- [2] Y. L. C. S. H. L. K. K. Wondeuk Yoon, «HERMES: GS1-based Smart City Service Intercommunity,» de 2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Kansas City, MO, USA, USA, 2018. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8656925>
- [3] J. Colistra, «The Evolving Architecture of Smart Cities,» de 2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Kansas City, MO, USA, USA, 2018. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8656678>
- [4] G. J. I. Coro, Carretera Inteligente con aplicacion de servicios digitales en el trayecto Pelileo-Baños en la provincia de Tungurahua, Ambato: UTA, 2018. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27797>
- [5] L. Hora, «Hurto y robo encabezan los delitos en Tungurahua,» Diario la Hora, 12 Marzo 2019.
- [6] C. d. M. I. P. N. d. Ecuador, Índice de delincuencia en la provincia de Tungurahua, Ambato, 2019.
- [7] D. R. A. Coello, «Comunidad de San Jorge,» de La museología histórica y su aporte al turismo de la comunidad San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua, Ambato, UTA, 2015, pp. 84,85 Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23534>.
- [8] M. d. I. L. C. Pérez, «Ciudades Inteligentes y Ambientes de Comunicacion Digital,» Global Media Journal, vol. 11, nº 22, pp. 3,4,6,7, 2014.
- [9] Minsait, «Indra,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom\\_documents/laciudaddigitalalserviciodelciudadanodelsigloxxi\\_0.pdf](https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/laciudaddigitalalserviciodelciudadanodelsigloxxi_0.pdf). [Último acceso: 14 11 2019].
- [10] U. d. Salamanca, «Biblioteca de Ciencias de la Universidad de Salamanca,» 15 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://bibliozacut.wordpress.com/2018/08/15/la-ciudad-digital-al-servicio-del-ciudadano/>. [Último acceso: 14 Noviembre 2019].
- [11] S. TELECOM, «5 características esenciales de una Ciudad Digital,» 06 Junio 2019. [En línea]. Available: <http://blog.sealtelecom.com.br/es/5-caracteristicas-esenciales-de-una-ciudad-digital/>. [Último acceso: 23 Enero 2020].

- [12] C. D. M. K. V. E. Basan Jose, «Ciudad Digital 2017,» Blogspot, 2016.
- [13] E. Martín, «Cibernos,» 17 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.grupocibernos.com/blog/la-transformacion-digital-en-la-administracion-publica>. [Último acceso: 16 Octubre 2020].
- [14] Imaginar, «Servicios de una ciudad digital,» de Ciudades Digitales, Quito, creative commons, 2011.
- [15] Mintel, «Ecuador Digital,» Quito-Ecuador, 2019.
- [16] V. E. R. I. Jorge Eduardo Flores Baldés, «Ciudades Digitales en Ecuador,» de Diseño de un Modelo de red y de gestion de la plataforma para una ciudad digital orientado a la ciudad de Cuenca, Cuenca, UPS, 2015, pp. 66,67,68. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7600/1/UPS-CT004502.pdf>
- [17] Smartlighting, «Cuenca comienza su andadura como ciudad inteligente e implanta una red de sensores en toda la ciudad,» Madrid, 2019.
- [18] L. Cosentino, «Concepto de control de accesos,» Negocios de Seguridad, n° 46, p. 152.
- [19] F. E. S. Jesús Gutiérrez-Ravé, «Función básica, modo de funcionamiento, prestaciones y elementos que componen los sistemas de control de accesos en edificios,» Tecma Red S.L., 2014.
- [20] TECNOseguro.com, «TECNOseguro.com,» [En línea]. Available: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>. [Último acceso: 24 09 2019].
- [21] dormakaba, «ArchiExpo.es,» [En línea]. Available: <https://www.archiexpo.es/prod/dormakaba/product-52803-959838.html>. [Último acceso: 19 02 2020].
- [22] A. P. Dipti Shah, «Automatic Number Plate Recognition System (ANPR): A Survey ,» International Journal of Computer Applications, vol. 69, n° 9, p. 21, 2013. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/236888959\\_Automatic\\_Number\\_Plate\\_Recognition\\_System\\_ANPR\\_A\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/236888959_Automatic_Number_Plate_Recognition_System_ANPR_A_Survey)
- [23] P. B. B. Dhiraj Y. Gaikwad, «A Review Paper on Automatic Number Plate Recognition (ANPR) System,» International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE), vol. 1, n° 1, pp. 88-92, 2014.
- [24] C. S. Darwin Espinoza, «Proceso de reconocimiento de placas vehiculares,» de Desarrollo de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares, Cuenca,

Universidad del Azuay, 2015, p. 31. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5047>

- [25] J. G. A. Calderón, «Sistema inteligente de reconocimiento vehicular,» de “Sistema De Control Y Monitoreo Vehicular Utilizando Tecnología Rfid Y Envío De Alertas Mediante Mensajes De Texto, Ambato, UTA, 2015, p. 24. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11008>
- [26] M. Merino, «Xataka,» webedia, [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/inteligencia-artificial/inteligencia-artificial-tambien-esta-carretera-asi-funciona-reconocimiento-automatico-matriculas-anpr>. [Último acceso: 10 03 2020].
- [27] Hikvision, «Hikvision,» [En línea]. Available: <https://www.hikvision.com>. [Último acceso: 10 03 2020].
- [28] IProNet, «IProNet,» [En línea]. Available: [http://downloads.ipronet.net/documentos/manual\\_enetcamanpr\\_instalacion\\_es.pdf](http://downloads.ipronet.net/documentos/manual_enetcamanpr_instalacion_es.pdf). [Último acceso: 10 03 2020].
- [29] E. J. M. Alfaro, Implantación de un Sistema de Detección de Intrusos en la Universidad de Valencia, Valencia: Universidad de Valencia.
- [30] K. Melgarejo, «Kevin Melgarejo,» [En línea]. Available: <https://kevinmelgarejo.com/software-hablemos-del-sistema-de-deteccion-de-intrusos-ids/>. [Último acceso: 02 03 2020].
- [31] M. Quwaider, «Real-time Intruder Surveillance using Low-cost Remote Wireless Sensors,» de International Conference on Information and Communication Systems (ICICS), Irbid, Jordan, 2017. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7921970>
- [32] I. Seguridad, «ICE SEGURIDAD S.L.,» [En línea]. Available: [http://www.iceseguridad.com/sis\\_perimetral.htm](http://www.iceseguridad.com/sis_perimetral.htm). [Último acceso: 07 03 2020].
- [33] W. E. S. S. Juan Carlos Caldera Palma, «Telefonía IP,» de Telefonía IP, Managua-Nicaragua, Universidad Nacional de Ingeniería, 2011, p. 5.
- [34] G. S. G. River Quispe Tacas, « Fundamentos de los servicios de VoIP y ToIP,» de Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía sobre IP (ToIP), Vodafone-España, PUPC, p. 47.
- [35] D.-Y. S.-R. L. Ji-Young Jung, «VoIP Call Admission Control Scheme Considering VoIP on-off patterns,» de The International Conference on Information Networking , Bangkok, Thailand, 2013. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6496406>
- [36] A. B, «Conceptos Basicos de Telefonía,» UDLA, Mexico.

- [37] N. K. K. Nishant Gupta, «Comparative Analysis of Voice Codecs over Different Environment Scenarios in VoIP,» de International Conference on Intelligent Computing and Control Systems , Madurai, India, 2018. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8663241>
- [38] L. B. Alberto Escudero Pascual, VoIP para el desarrollo, 2006.
- [39] B. P. Javier, Implantacion de un sistema VoIP basado en Asterisk, UPC, 2009.
- [40] J. H.-C. C.-O. Juan Carlos Aldaz-Rosas, «Cálculo de Radio Enlace Terrestre,» de Congreso Iberoamericano de Instrumentacion y Ciencias Aplicadas, Guatemala, 2016.
- [41] G. E. S. Castro, «Enlaces PyP y PtMP,» de Diseño de un sistema inalambrico punto multipunto con segmentacion de trafico por vlan, para brindar servicio de internet a la parroquia barbones del canton Guabo en la provincia del Oro por medio de la empresa ISP CESCNET , Guayaquil, Universidad Catolica Santiago de Guayaquil, 2018, pp. 27,28,35,36,.
- [42] J. B. REGIS, “Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha”, España, Madrid : McGraw-Hill/Interamericana , 2000.
- [43] V. R. P. Andres, «Radio Mobile,» de Estudio y diseño de un radio enlace para transmision de datos, e internet en frecuencia libre para la cooperativa indigena "Alfa y Omega" utilizando equipos Airmax de Ubiquiti, Quito, Escuela Politecnica Nacional, 2015, pp. 22,23,35,39.
- [44] J. Dordoigne, Redes Informaticas nociones fundamentales (Protocolos, Arquitecturas, Redes Inalámbricas, Virtualizacion, Seguridad, IP V6), Barcelona: Editions ENI, 2015.
- [45] J. Joskowicz, «Tipos de Redes,» de Redes de datos, Montevideo, Uruguay, Universidad de la Republica de Uruguay, 2007, pp. 11,46,57.
- [46] J. Valencia, «Tipos de Redes y sus topologias,» Colombia, 2012.
- [47] V. Z. Lopez, «Redes de Datos,» de Redes de Transmision de Datos, Pachuca de Soto, Hidalgo, Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo, 2005, p. 26.
- [48] J. A. L. Guerrero, «Redes Inalámbricas,» de Redes inalambricas wireless LAN, Pachucha, UAEH, 2007, p. 36.
- [49] J. L. M. Mejia, Diseño de un Sistema de Video Vigilancia Inalambrico para la ciudad de Cayambe, Quito: Escuela Politecnica Nacional, 2015, pp. 24,28-31.
- [50] M. V. P. Cedeño, «El estandar 802.11,» de Estudio del QoS sobre WLAN utilizando el estandar 802.11e aplicado a transmisiones de sistemas

multimediales en tiempo real, para el colegio Alejandro Bustamante del canton Jipi Japa, Manabi, Universidad del Sur de Manabi, 2012, pp. 8-12.

- [51] V. V. J. Pamela, «Estandar 802.11ac,» de Diseño de una red inalámbrica basado en el estándar 802.11ac para proveer servicio de internet a los parques públicos de la parroquia de San Antonio de la ciudad de Ibarra, Ibarra, Universidad Tecnica del Norte, 2016.
- [52] C. L. Jurado, «Que es una arquitectura de red?,» 02 09 2020. [En línea]. Available: <https://es.ccm.net/faq/10420-que-es-una-arquitectura-de-red>. [Último acceso: 16 10 2020].
- [53] «Redes de Área Local Inalambrica-Familia IEEE 802.11,» de Diseño de WLAN de Wheelers Lane Techology College, Birmingham, Reino Unido, p. Capitulo 2.
- [54] E. M. A. Mena, «Sistemas de Vigilancia IP,» de Implementacion de un sistema de video vigilancia para los exteriores de la UPS, mediante minicomputadores y camara raspberry pi, Guayaquil, Universidad Politecnica Salesiana, 2015, p. 17.
- [55] D. L. C. Toro, Diseño de un Sistema de Videovigilancia con tecnologia ip para el barrio la delicia de la ciudad de ambato, Quito: EPN, 2015.
- [56] G. P. V. Chamba, Análisis y diseño de un sistema de seguridad de video vigilancia sobre IP para una industria de alimentos balanceados., Guayaquil: Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil, 2018.
- [57] J. P. V. Vinueza, Antenas, Ibarra: Universidad Tecnica del Norte, 2016, pp. 29-31.
- [58] C. E. d. T. (CONECEL), «CLARO,» [En línea]. Available: <http://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/>.
- [59] T. S.A, «MOVISTAR,» [En línea]. Available: <https://www.movistar.com.ec/productos-y-servicios/cobertura> .
- [60] C. N. d. Telecomunicaciones, «CNT EP,» [En línea]. Available: <https://gis.cnt.gob.ec/appgeoportal/> .
- [61] «Ubiquiti Networks,» [En línea]. Available: <https://www.ui.com/products/#default>.
- [62] MikroTik. [En línea]. Available: <https://mikrotik.com/aboutus>.
- [63] W. Safe, «Wifi Safe,» [En línea]. Available: <https://www.wifisafe.com/cpe-powerbeam-5ac-gen2-de-25dbi.html>.

- [64] N. C. Alarcon, «Syscom,» 2020. [En línea]. Available: <https://soporte.syscom.mx/es/articles/1455193-que-es-la-zona-de-fresnel>. [Último acceso: 17 20 2020].
- [65] HPE, «Hewlett Packard Enterprise,» Abril 2018. [En línea]. Available: <https://h20195.www2.hp.com/v2/getdocument.aspx?docname=a00002986enw>.
- [66] INSOP, «Torres ventadas,» de Catalogos de Torres, Lima, 2016, pp. 7,8.
- [67] Vertiv, «Liebert® GXT MT+ 03 kVA,» de User Manual - 1000-3000 VA, Ohio, USA, 2017, p. 16.
- [68] S. Electric, «APC,» 2020. [En línea]. Available: <https://docs-apac.rs-online.com/webdocs/1650/0900766b81650747.pdf>. [Último acceso: 17 10 2020].
- [69] Intelli, «Intelli Industria de Terminales Electricas,» 2020. [En línea]. Available: <http://www.intelli.com.br/produtos/hastes-de-aterramento/comuns/haste-de-aterramento/28>.
- [70] ERICO, « ERICO International Corporation,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/28108127.pdf>.
- [71] Para-Rayos, «THOR Gel,» Lima, Peru, 2018.
- [72] «INGESCO Lighting Solutions,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.ingesco.com/es/productos/pararrayos-ingesco-pdc>.
- [73] C. T. M. Jacqueline, «Pararrayos Multipuntas,» de Análisis y diseño del sistema de pararrayos de la subestación eléctrica de la facultad técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil., Guayaquil, Universidad Catolica Santiago de Guayaquil, 2016, pp. 28-29.
- [74] «Dahua Technology,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.dahuasecurity.com/la/products>. [Último acceso: 2020].
- [75] «HIKVISION Digital Technology,» Camara ANPR DS-2CD4A26FWD-(IZHS)/P, [En línea]. Available: [https://www.hikvision.com/es-la/Products/Network-Camera/4-line/ANPR-Camera/DS-2CD4A26FWD-\(IZHS\)\(LZS\)/P#prettyPhoto](https://www.hikvision.com/es-la/Products/Network-Camera/4-line/ANPR-Camera/DS-2CD4A26FWD-(IZHS)(LZS)/P#prettyPhoto).
- [76] Hikvision, Camara Domo DS-2CD1121-I, [En línea]. Available: <http://www.akatos.net/ProductPDF/DS-2CD1121-I.pdf>.
- [77] Hikvision, «Hikvision Digital Technology,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.hikvision.com/en/products/IP-Products/PTZ-Cameras/Pro-Series/DS-2DE4215IW-DE/>.

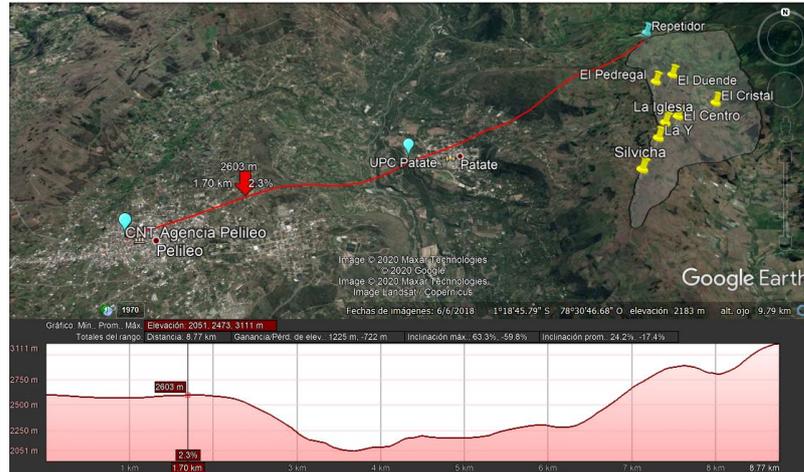
- [78] «Dahua Technology,» Camara PTZ DH-SD49225T-HN, 2010. [En línea]. Available: [https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/product/20180821/SD49225T-HN\\_Datasheet\\_20180821.pdf](https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/product/20180821/SD49225T-HN_Datasheet_20180821.pdf).
- [79] BELDEN, «Belden Inc,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.belden.com/products/enterprise/copper/cable/cat-6>.
- [80] «LS Cable & System,» [En línea]. Available: [https://drive.google.com/file/d/0BxZ\\_p2wIJYeCMDA4U3o0ZjRzS3M/view](https://drive.google.com/file/d/0BxZ_p2wIJYeCMDA4U3o0ZjRzS3M/view).
- [81] «Grandstream Networks, Inc.,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.grandstream.com/our-products>. [Último acceso: 10 2020].
- [82] Cisco, «Cisco,» 14 08 2020. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/unified-ip-phone-7800-series/data-sheet-c78-729488.html>. [Último acceso: 17 10 2020].
- [83] «Safety Technology International,» Botonera de emergencia SS2422EM-ES, [En línea]. Available: <https://www.sti-usa.com/series/stopper-stations/>.
- [84] Arduino, «Arduino,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>.
- [85] «Compras Publicas,» GAD Patate, 2013. [En línea]. Available: [https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=7521o6Jltj7VaLI66OxaJejpcSE4Yv\\_yqsehV0MonuE,](https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=7521o6Jltj7VaLI66OxaJejpcSE4Yv_yqsehV0MonuE,).
- [86] iSpy, «iSpy Connect,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ispyconnect.com/about.aspx>.
- [87] «Linphone,» Belledonne Communications SARL, 2019. [En línea]. Available: <https://www.linphone.org/company>.
- [88] H. K. Y. U. Fhery Agustin, «Comparative Analysis of Application Quality Between Appserv and Xampp Webserver Using AHP Based On ISO/IEC 25010:2011,» de Cyber and IT Service Management, Parapat, Indonesia, Indonesia , 2018.
- [89] P. M. M. J. K. Insha Mearaj, «Data Conversion from Traditional Relational Database to MongoDB using XAMPP and NoSQL,» de Fifth HCT Information Technology Trends , Dubai, United Arab Emirates, 2018.

# ANEXOS

## Anexo A: Perfiles Topográficos y Simulaciones de los Radio Enlaces

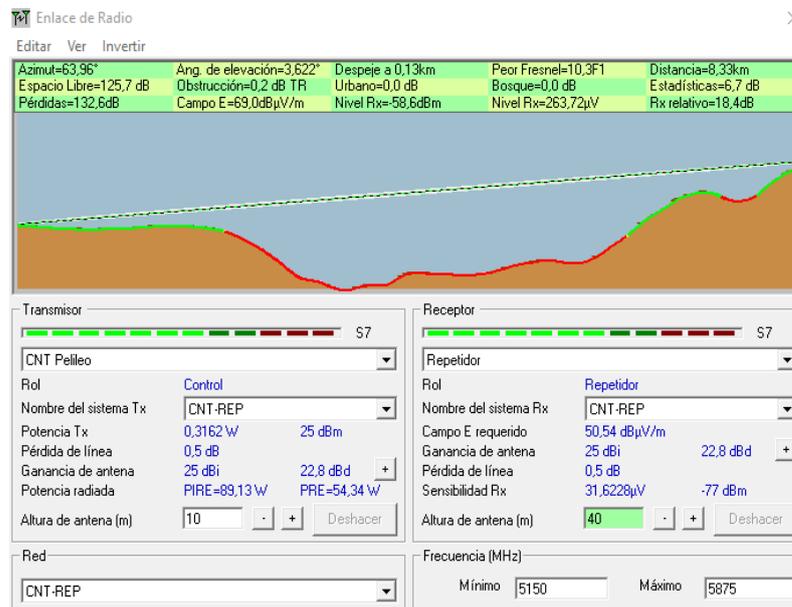
### Perfil topográfico 1: CNT Pelileo-Repetidor “Loma del Sr. Pedro”

En el perfil topográfico ayuda a observar la superficie terrestre mediante curvas de nivel que tiene como finalidad mostrar las variaciones del relieve de la Tierra

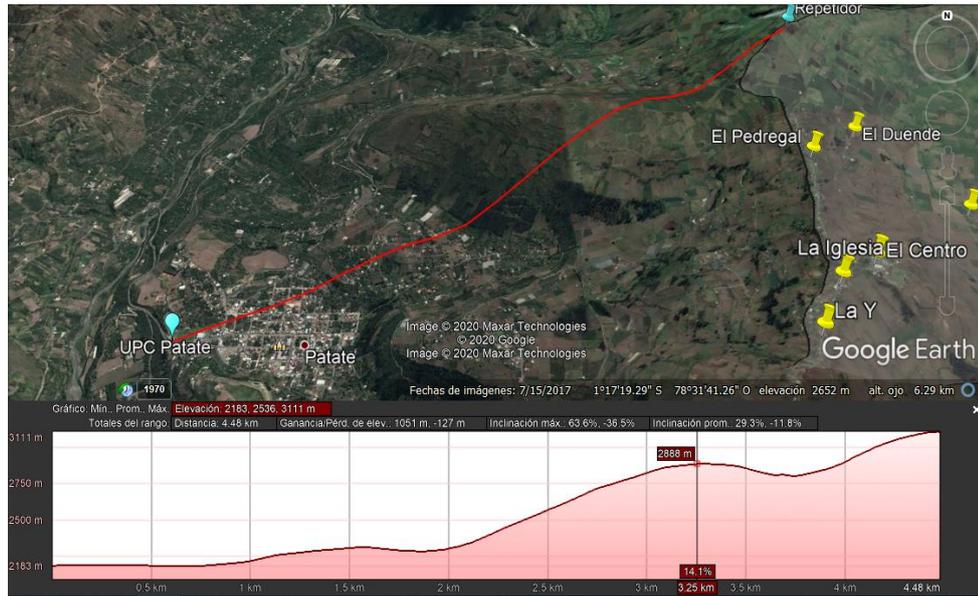


### Simulación Enlace 1: CNT Pelileo-Repetidor “Loma del Sr. Pedro”

En la simulación de este enlace se puede observar dos de los valores más importantes como son el nivel de la potencia de recepción es de  $-58$  dBm quiere decir que es de buena calidad debido a que mientras más se acerque a cero este valor mejor será el nivel de recepción, y el peor Fresnel10.3F1, este valor expresa el menor valor de despeje de la primera zona de Fresnel en todo el trayecto, este valor debe ser mayor a 0,6 para cumplir con la premisa de un despeje mayor al 60% de la primera zona de Fresnel.

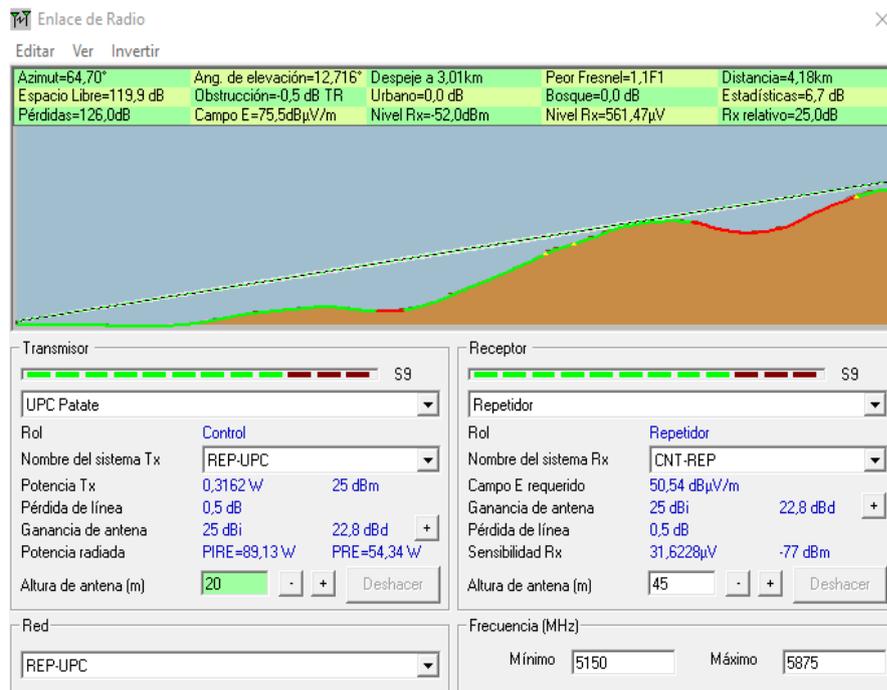


## Perfil topográfico 2: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – UPC Patate

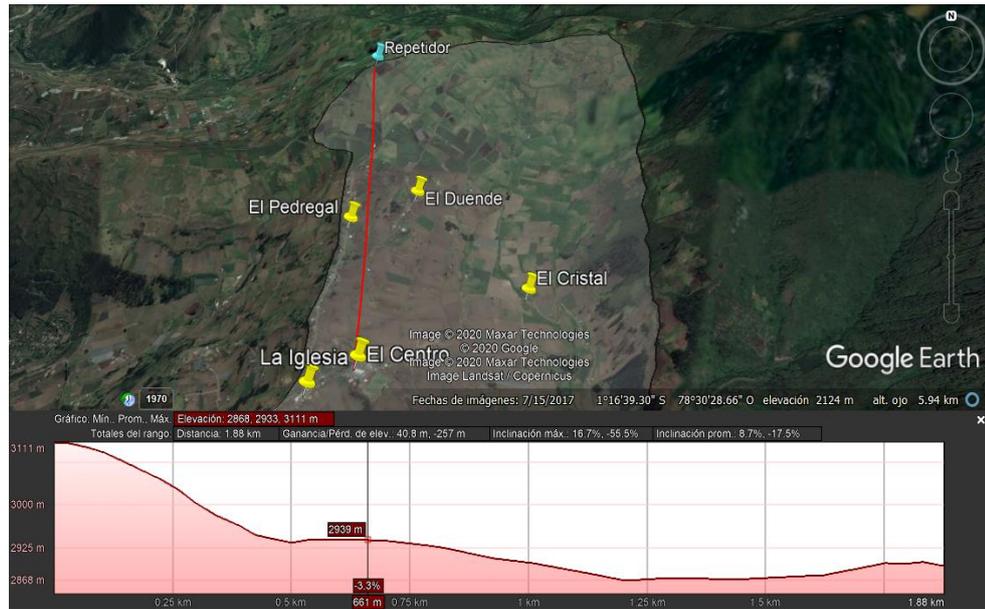


## Simulación Enlace 2: Repetidor “Loma del Sr. Pedro”– UPC Patate

En la simulación de este enlace se puede ver que la potencia de recepción es de -52 dBm cumpliendo con las expectativas esperadas, de la misma manera el peor Fresnel es de 1,1F1 que quiere decir que la primera zona de Fresnel está totalmente despejada y un 10% de la segunda zona de Fresnel despejada.

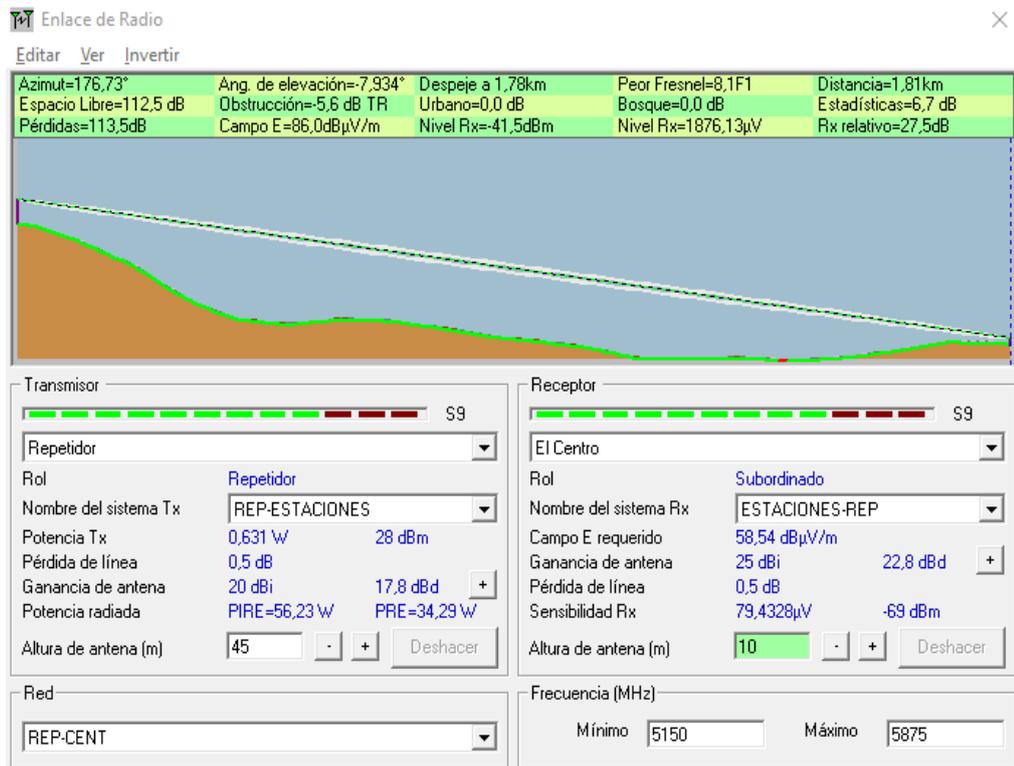


### Perfil topográfico 3: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Centro



### Simulación Enlace 3: Repetidor “Loma del Sr. Pedro”– Barrio el Centro

En la simulación del enlace 3 se observa que el nivel de recepción de señal es de -41,5 dBm esto quiere decir que la recepción de señal es muy buena. En cuanto al peor Fresnel es de 8,1F1 quiere decir que la octava zona de Fresnel está completamente despejada y un 10% de la novena zona despejada.

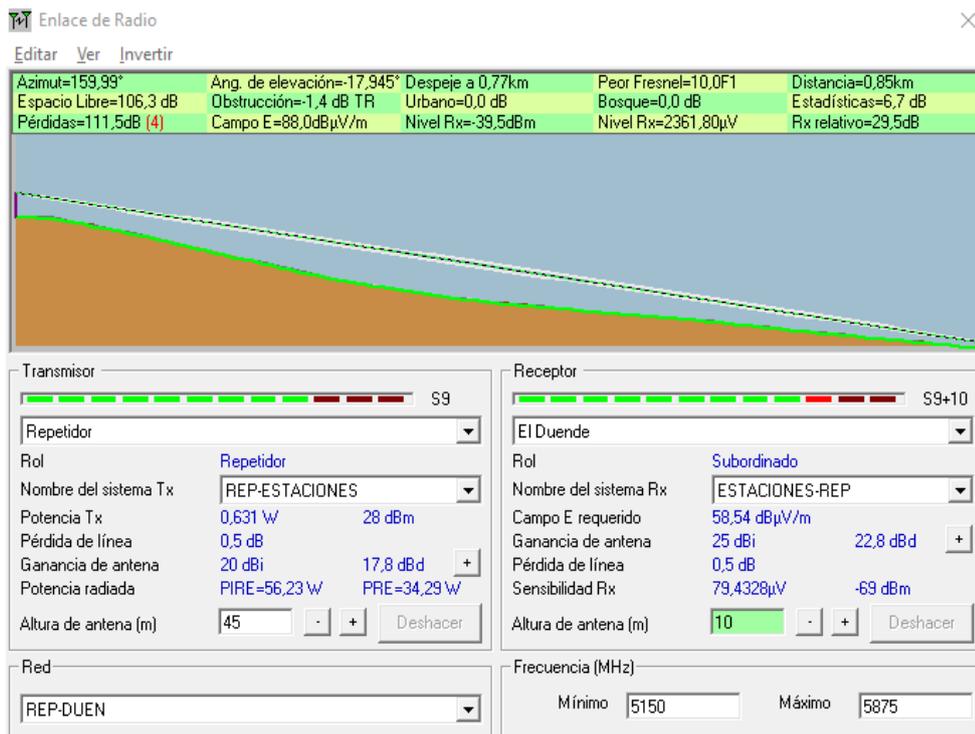


### Perfil topográfico 4: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Duende

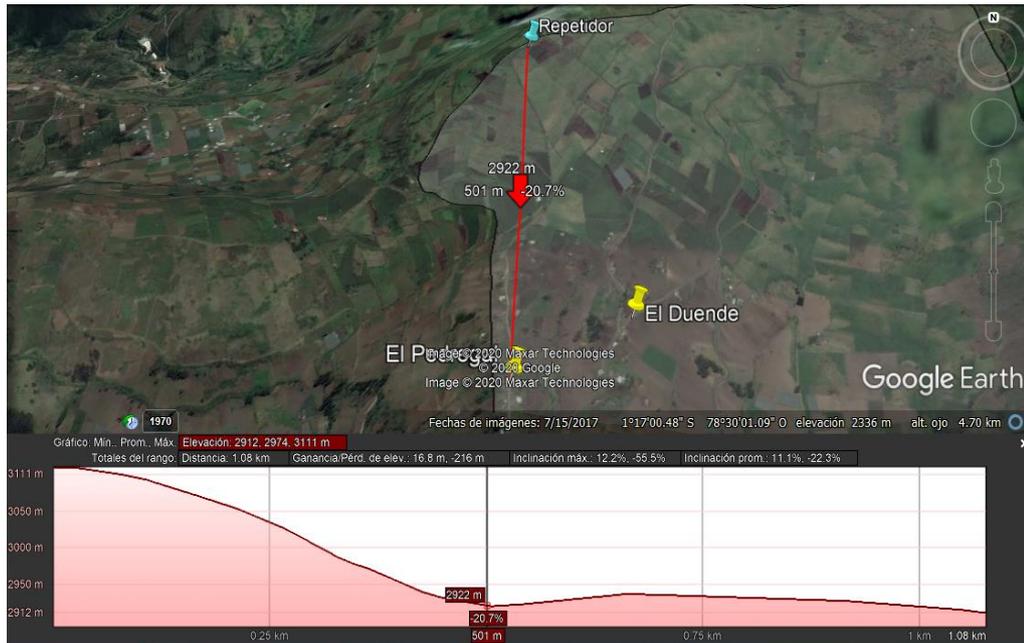


### Simulación Enlace 4: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Duende

En la simulación de este enlace se puede apreciar un nivel de recepción igual a -39,5 dBm lo que quiere decir que el nivel de recepción de señal es muy bueno. El peor Fresnel es igual a 10,0F1 esto quiere decir que la décima zona de Fresnel está completamente despejada.

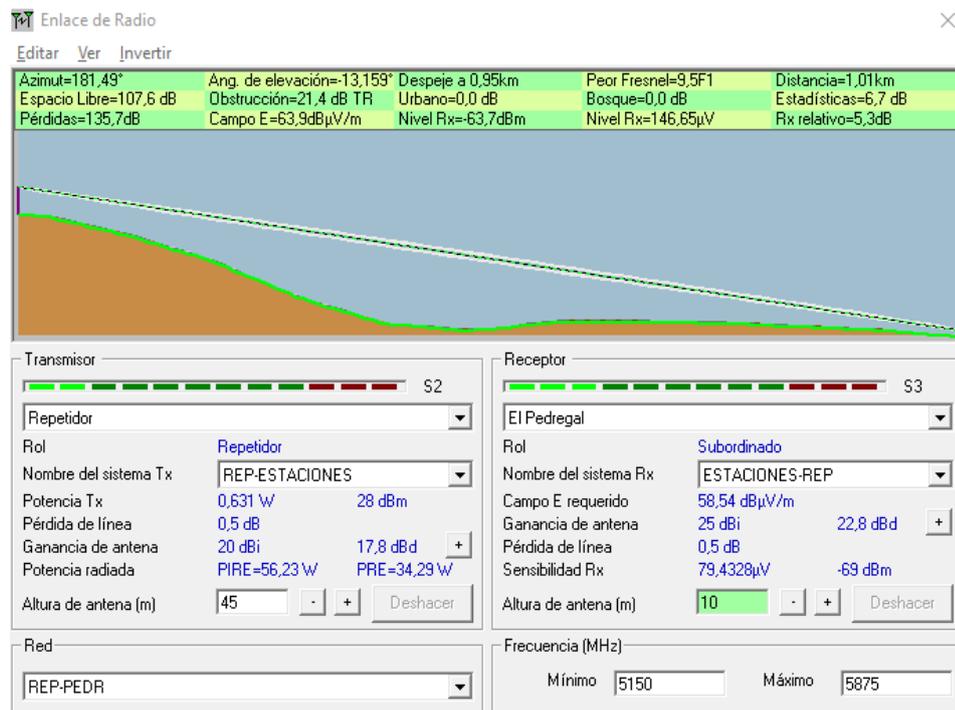


## Perfil topográfico 5: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Pedregal

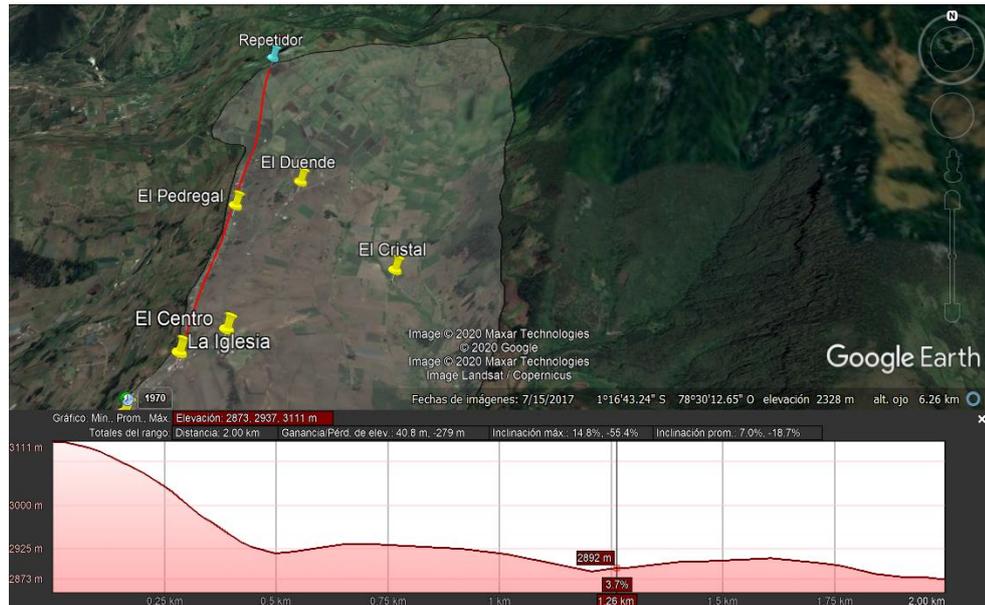


## Simulación Enlace 5: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Pedregal

En la simulación del enlace 5 se puede ver que el valor de la potencia de recepción es de -63,7 dBm lo que significa que el nivel de recepción aun es bueno, también se puede observar que el peor Fresnel es de 9,5F esto quiere decir que la novena zona está totalmente despejada y 50% de la décima zona despejada.

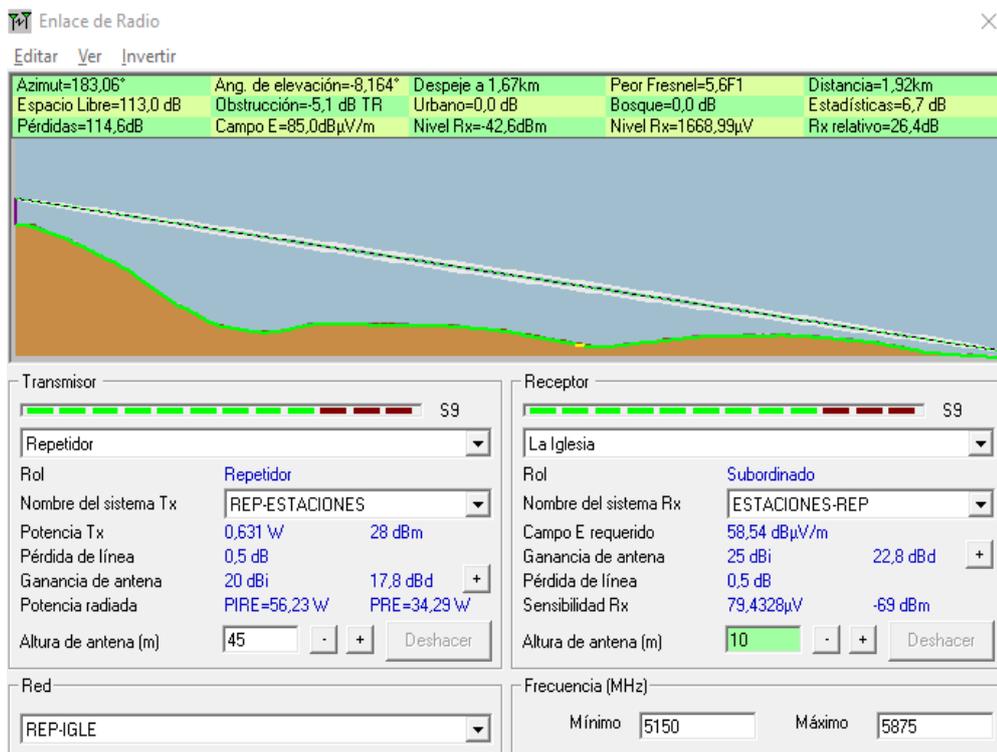


## Perfil topográfico 6: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio la Iglesia

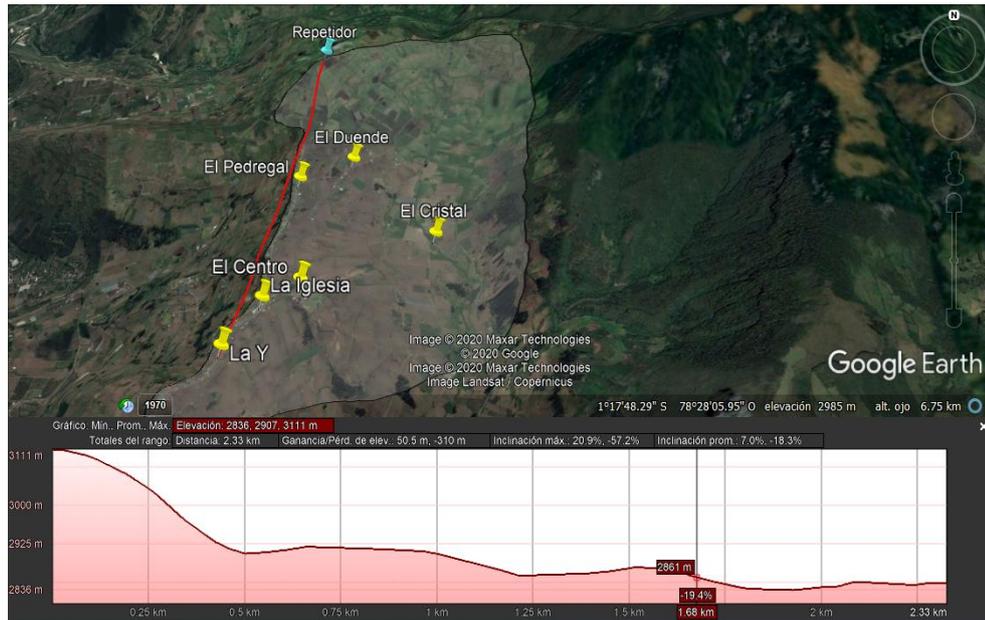


## Simulación Enlace 6: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio la Iglesia

En la simulación del enlace 6 se puede apreciar que el nivel de recepción es de -42,6 dBm lo cual es un nivel muy bueno para recepción de señal. El peor Fresnel en este enlace es de 5,6F1 lo que significa que la quinta zona de Fresnel está totalmente despejada y un 60% de la sexta zona despejada.

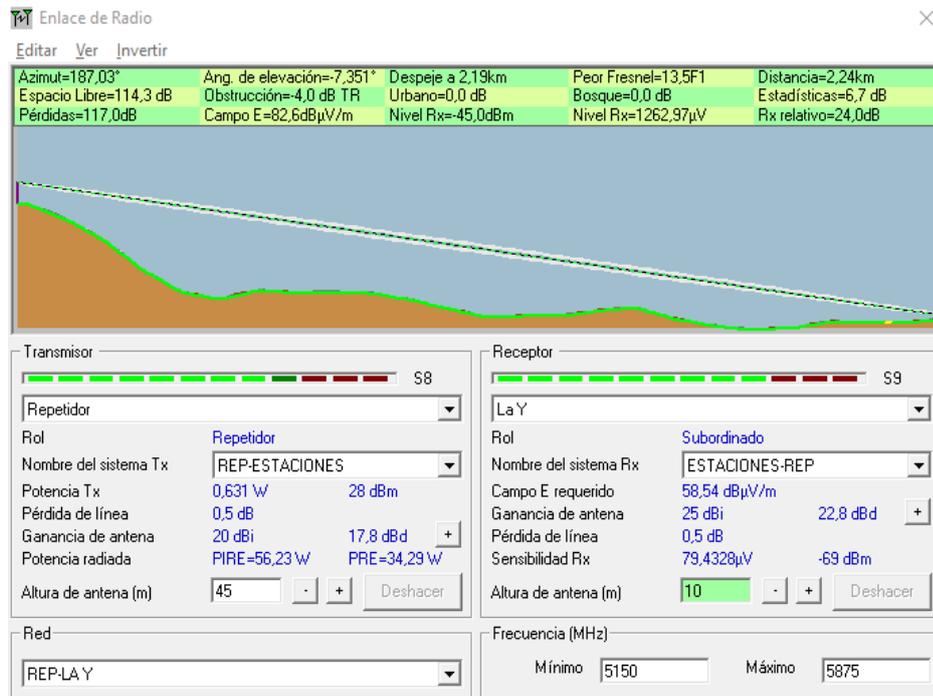


## Perfil topográfico 7: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio la “Y”

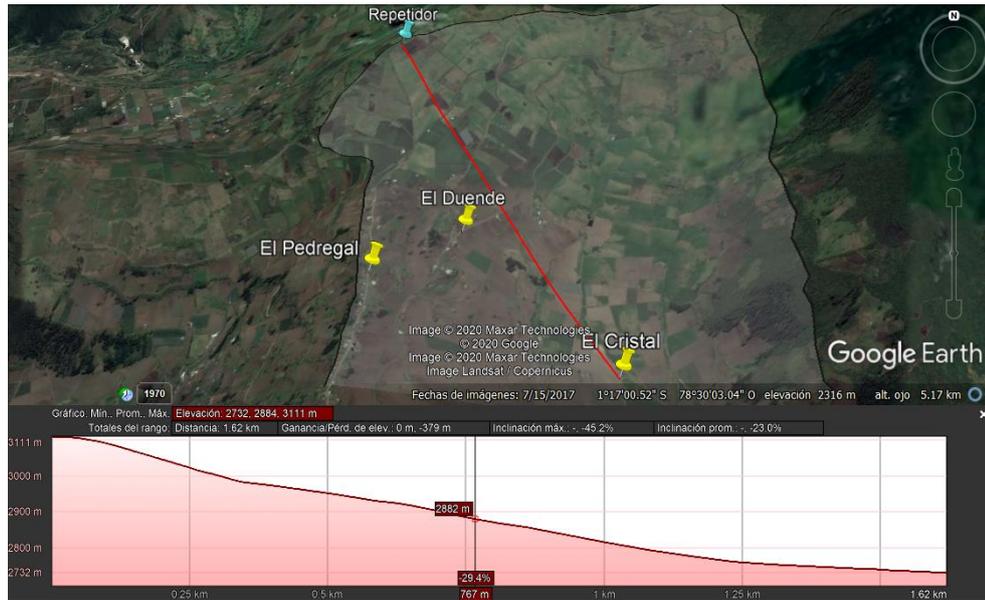


## Simulación Enlace 7: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio la “Y”

En la simulación del enlace 7 se observa que el nivel de recepción es de  $-45$  dBm lo que significa que el nivel de recepción de señal es muy bueno. En cuanto al peor Fresnel es de  $13,5F$  esto quiere decir que la treceava zona de Fresnel está totalmente despejada y 50% de la doceava zona esta despejada.

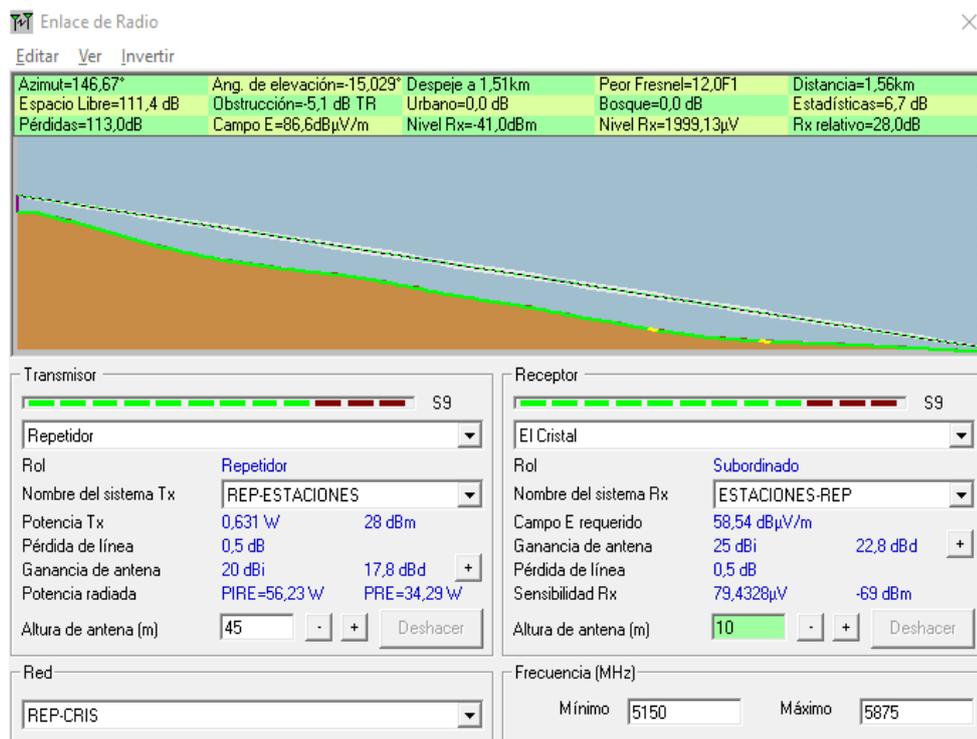


## Perfil topográfico 8: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Cristal

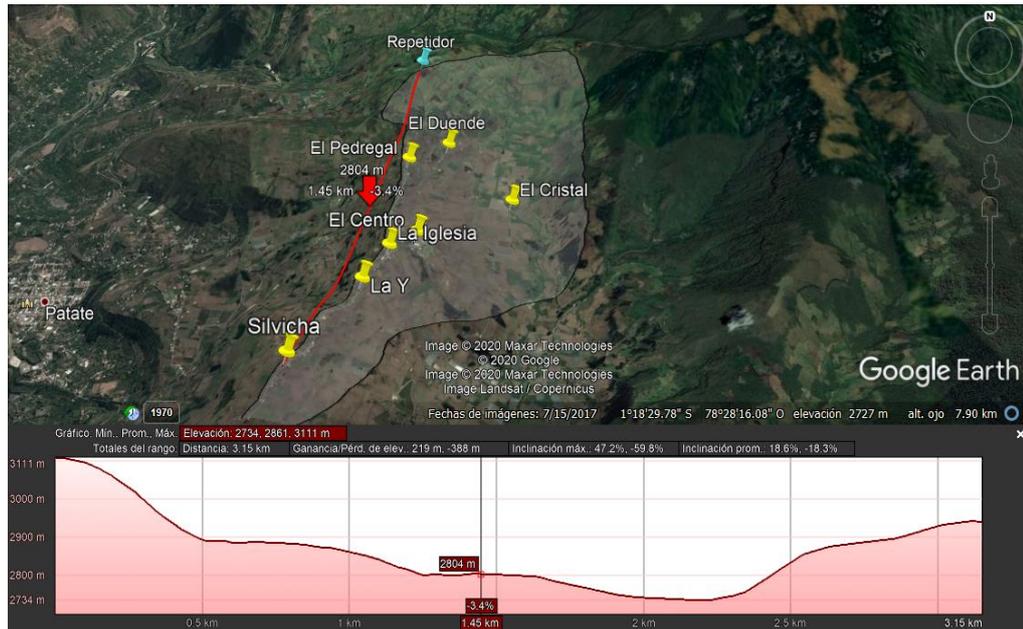


## Simulación Enlace 8: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Cristal

En la simulación de este enlace el nivel de la potencia de recepción es de -41 dBm lo que significa que el nivel de recepción de señal es muy bueno, también se puede observar que el peor Fresnel es de 12,0F esto significa que la doceava zona de Fresnel está totalmente despejada.

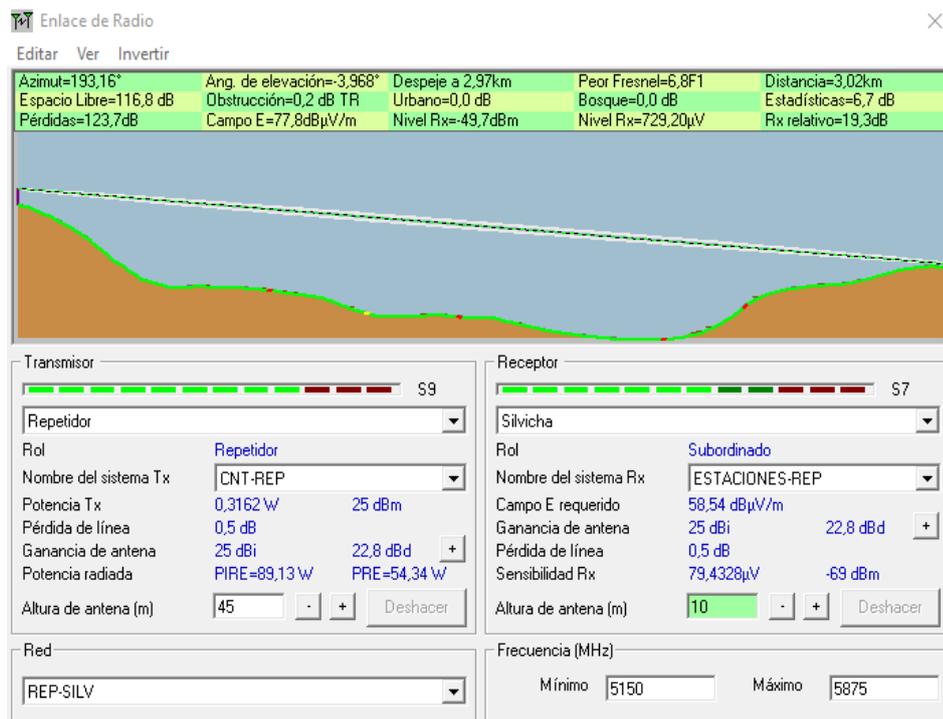


## Perfil topográfico 9: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio Silvicha



## Simulación Enlace 9: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio Silvicha

En la simulación del enlace 9 se puede apreciar que el nivel de recepción de señal es de  $-49,7$  dBm lo que significa que el nivel de recepción es bueno. El peor Fresnel es de  $6,8F$  lo que se traduce a que la sexta zona de Fresnel esta totalmente despejada y 80% de la séptima zona de Fresnel despejada.



## Anexo B: Especificaciones técnicas Antena Ubiquiti PBE-5AC-Gen2

### Specifications

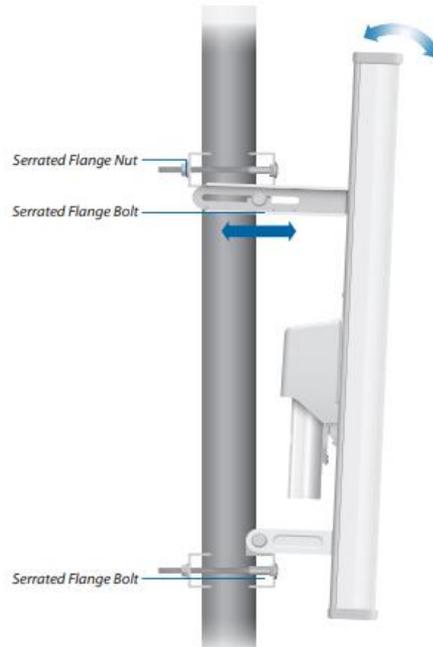
PBE-5AC-Gen2		
Dimensions	420 x 420 x 230 mm (16.54 x 16.54 x 9.06")	
Weight	2.22 kg (4.89 lbs)	
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Max. Power Consumption	8.5W	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Supported Voltage Range	20 to 26VDC	
Gain	25 dBi	
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port	
Processor Specs	MIPS 74Kc	
Memory	64 MB	
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength	
Channel Sizes	PtP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
Enclosure Characteristics	Antenna Feed	Dish Reflector
	Outdoor UV Stabilized Plastic	Powder-Coated SPCC
Mounting	Pole-Mounting Kit (Included)	
Wind Loading	380 N @ 200 km/h (85.4 lbf @ 125 mph)	
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV	
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
RoHS Compliance	Yes	
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5	
Vibration Test	IEC 68-2-6	
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14	
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4	
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5	
Certifications	CE, FCC, IC	

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
USA	2412 - 2462

PBE-5AC-Gen2 Output Power: 24 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	24 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm Min.	± 2 dB
	2x QPSK (½)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (¾)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (½)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	22 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-65 dBm	± 2 dB

## Anexo C: Especificaciones técnicas Antena Sectorial Ubiquiti AM-5G20-90



## Specifications

AM-5G20-90	
Dimensions	700 x 135 x 70 mm (27.56 x 5.32 x 2.76")
Weight (Mount Included)	5.9 kg (13.01 lb)
Frequency	5.15 - 5.85 GHz
Gain	19.4 - 20.3 dBi
HPOL Beamwidth	91° (6 dB)
VPOL Beamwidth	85° (6 dB)
Elevation Beamwidth	4°
Electrical Downtilt	2°
Max. VSWR	1.5:1
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	182 N @ 200 km/h (41 lbf @ 125 mph)
Polarization	Dual Linear
Cross-Pol Isolation	28 dB Min.
ETSI Specification	EN 302 326 DN2
Mounting	Universal Pole Mount, Rocket Bracket, and Weatherproof RF Jumpers Included

## Anexo D: Especificaciones técnicas radio Ubiquiti RP-5AC-Gen2

### Specifications

RP-5AC-Gen2		
Dimensions	88 x 40 x 230 mm (3.47 x 1.58 x 9.06")	
Weight	400 g (14.11 oz)	
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port	
RF Connectors	(2) RP-SMA (Waterproof), (1) GPS* (Waterproof)	
LEDs	(4) Signal Strength, GPS*, LAN, Power	
Enclosure	Die-Cast Aluminum with White Powder Coating	
Max. Power Consumption	9.5W	
Power Supply	24V, 1A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc	
Memory	128 MB DDR2 SDRAM	
Supported Voltage Range	18-26VDC	
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels	
Channel Sizes	PtP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
ESD/EMP Protection	± 24 kV Contact / Air for Ethernet	
Operating Temperature	-40 to 80° C (-40 to 176° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
RoHS Compliance	Yes	
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4	
Modes	Access Point, Station	
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet, Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing	
Utilities	airMagic, airView, Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test	
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode	
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CLI	
Security	WPA2 AES Only	
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low	
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate	
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 256QAM, GPS*, TX Filter	
Ubiquiti Specific Features	30/50/60 MHz Channels, airMAX ac Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode	
Certifications	CE, FCC, IC	

\* GPS sync support available in airOS firmware v8.3.0 and newer.

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
USA	2412 - 2462

RP-5AC-Gen2 Output Power: 28 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	28 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (½)	28 dBm	± 2 dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (¾)	28 dBm	± 2 dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (½)	28 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (¾)	28 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (½)	28 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (½)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	27 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	26 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	22 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-65 dBm	± 2 dB

## Anexo E: Especificaciones técnicas antena Ubiquiti LBE-5AC-Gen2

# Specifications

LBE-5AC-Gen2		
Dimensions	358 x 271.95 x 272.5 mm (14.09 x 10.71 x 10.73")	
Weight		
Without Mount	800 g (1.76 lb)	
With Mount	980 g (2.16 lb)	
Power Supply	24V, 0.3A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Max. Power Consumption	7W	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Supported Voltage Range	24V ± 10%	
Gain	23 dBi	
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port	
Processor Specs	MIPS 74Kc	
Memory	64 MB DDR2	
LEDs	Power, Ethernet	
Channel Sizes	PTP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
Enclosure Characteristics	Reflector (SGCC 0.6T) / Plastic: PC	
Mounting	Pole-Mounting Kit (Included)	
Wind Loading	275 N @ 200 km/h (61.8 lbf @ 125 mph)	
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	
ESD/EMP Protection	± 24 kV Contact / Air	
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
Certifications	CE, FCC, IC	

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
US/CA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

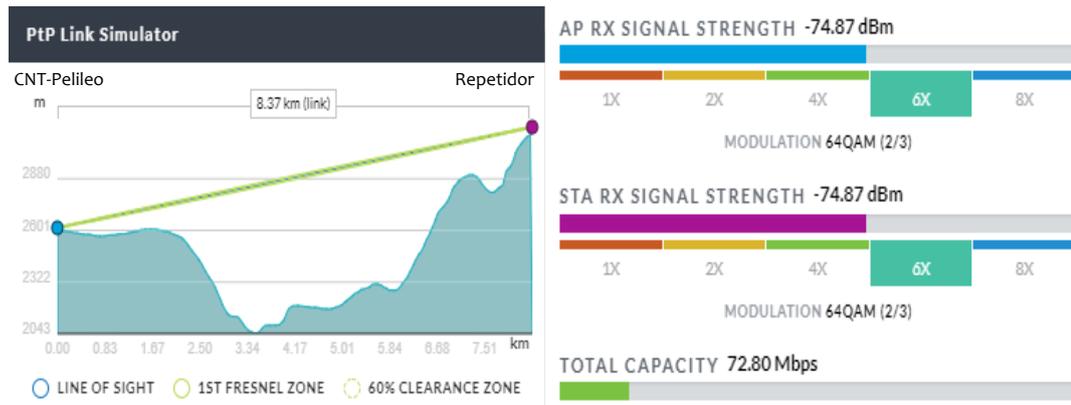
Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
US/CA	2412 - 2462

LBE-5AC-Gen2 Output Power: 25 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	25 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm Min.	± 2 dB
	2x QPSK (½)	25 dBm	± 2 dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (¾)	25 dBm	± 2 dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (½)	25 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (¾)	25 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (½)	25 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (½)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (5/8)	23 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (5/8)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	21 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (5/8)	21 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (5/8)	-65 dBm	± 2 dB

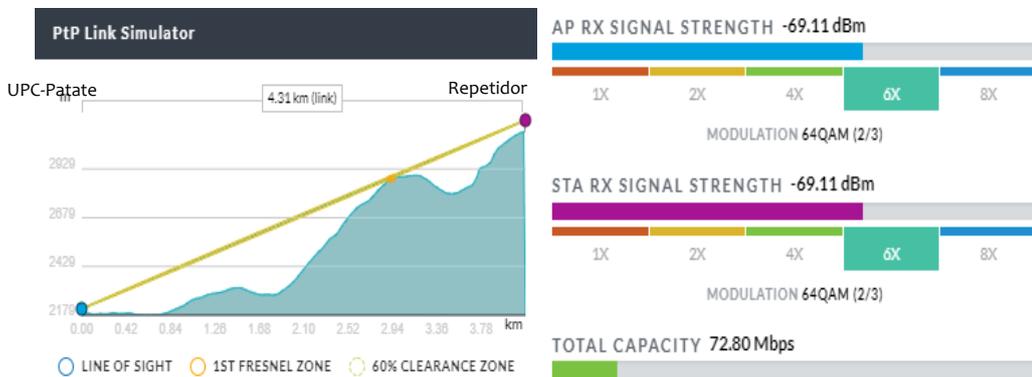
## Anexo F: Simulaciones de los enlaces realizados en airLINK

En las siguientes simulaciones se puede observar la intensidad de señal de recepción tanto en las estaciones base como en los puntos de acceso, cabe recalcar que mientras más cercano a cero sea el valor mejor será la calidad de recepción de la señal, además se puede observar la capacidad total que representa la cantidad de información que se puede transmitir en el enlace.

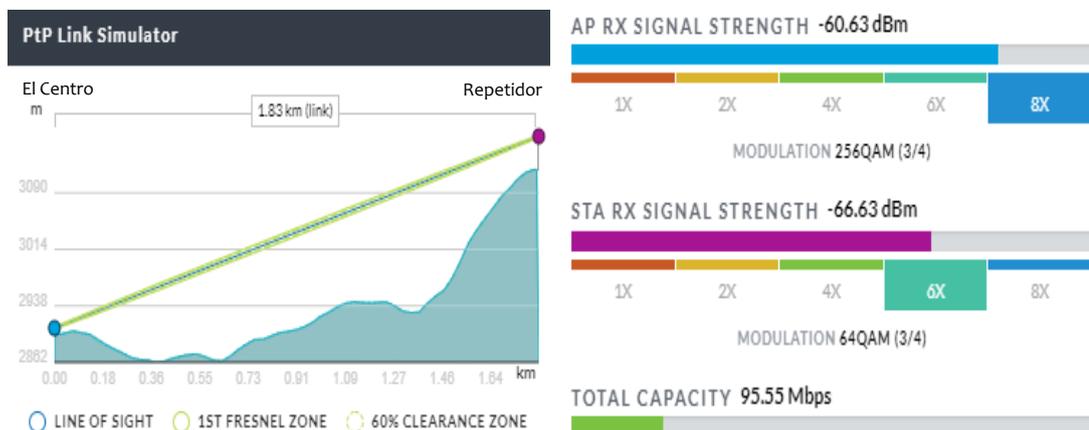
### Enlace 1: CNT Pelileo – Repetidor “Loma del Sr. Pedro”



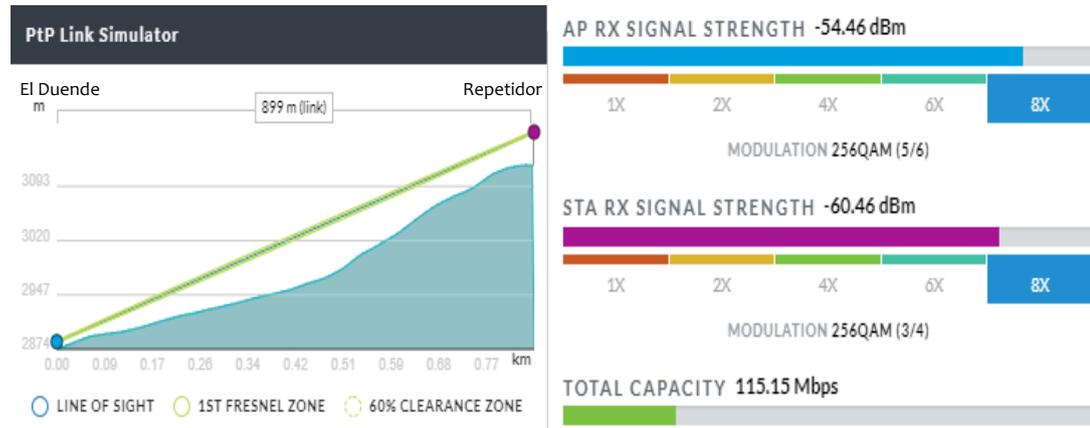
### Enlace 2: Repetidor “Loma del Sr. Pedro”– UPC Patate



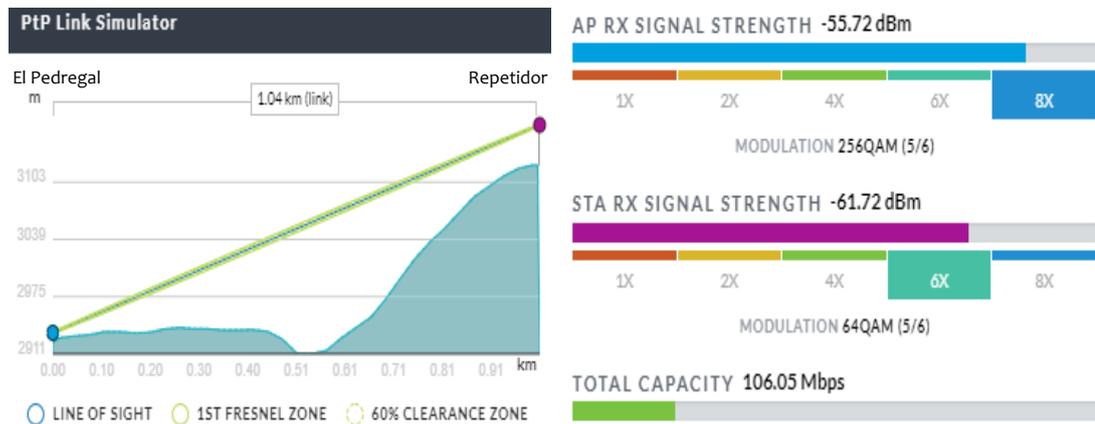
### Enlace 3: Repetidor “Loma del Sr. Pedro”– Barrio el Centro



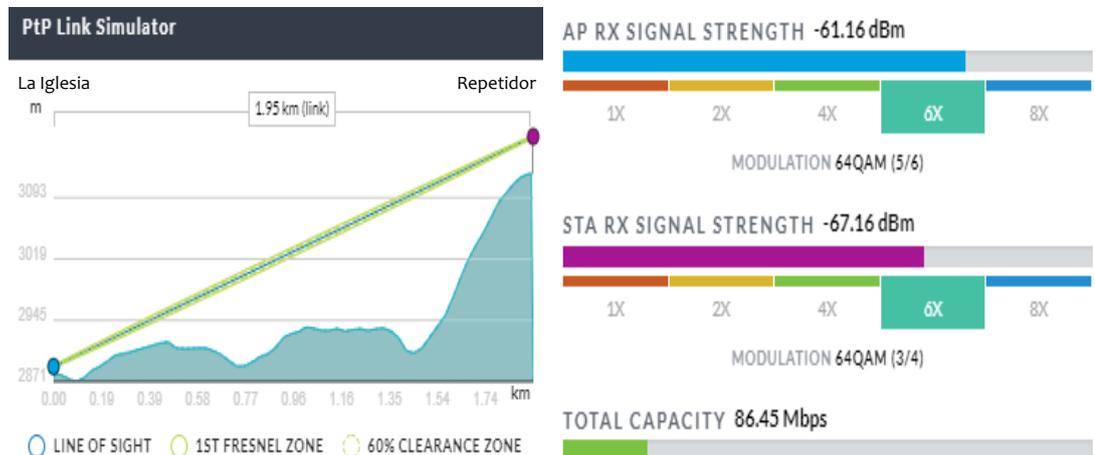
#### Enlace 4: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Duende



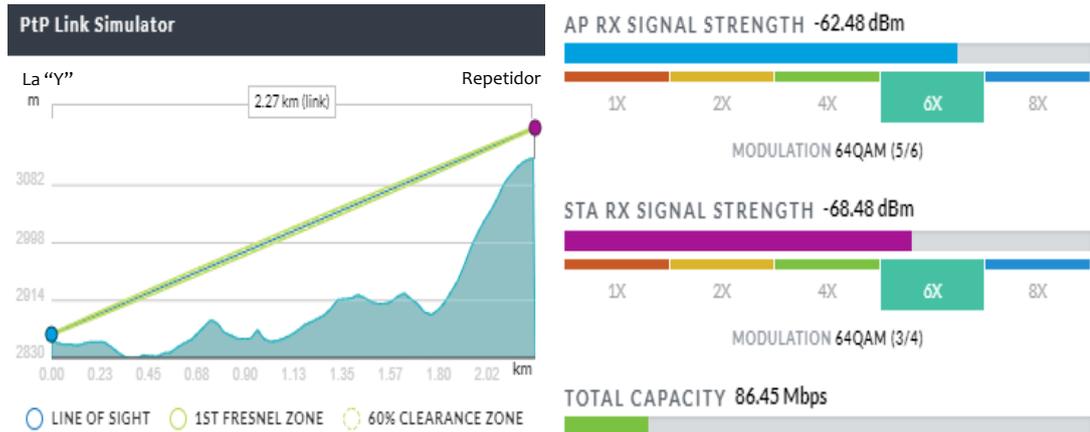
#### Enlace 5: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Pedregal



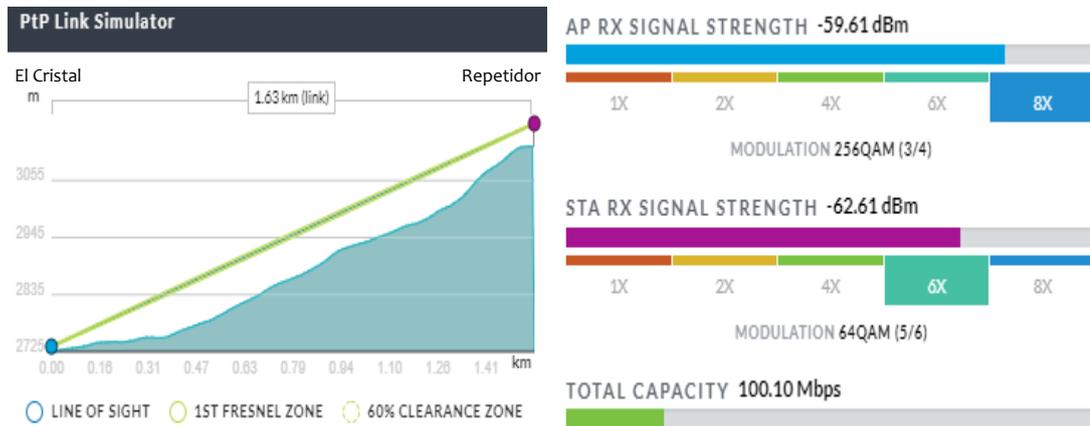
#### Enlace 6: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio la Iglesia



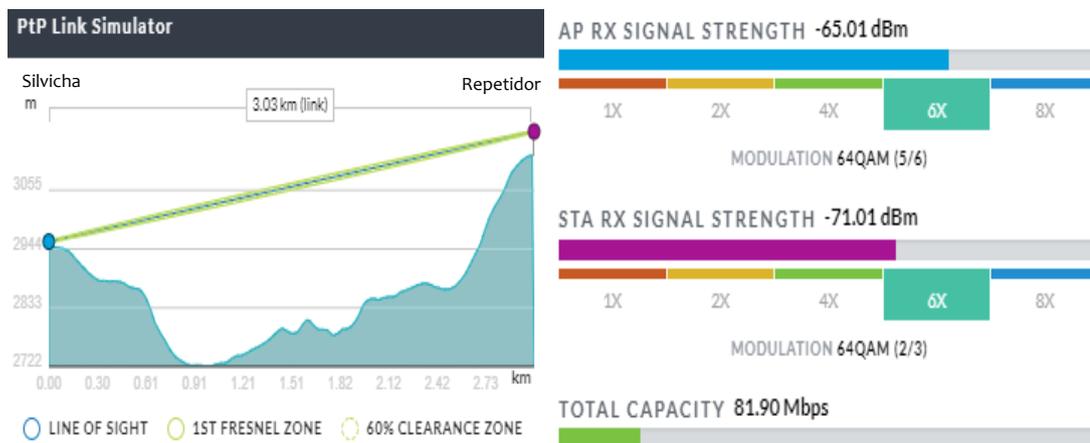
### Enlace 7: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio la “Y”



### Enlace 8: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio el Cristal



### Enlace 9: Repetidor “Loma del Sr. Pedro” – Barrio Silvicha



## Anexo G : Especificaciones Tecnicas del Switch HPE 1920S JL383A

### HPE 1920S Switch Series



Specifications	HPE OfficeConnect 1920S 8G Switch (JL380A)	HPE OfficeConnect 1920S 8G PoE+ 65W Switch (JL383A)	HPE OfficeConnect 1920S 24G 2SFP Switch (JL381A)
<b>I/O ports and slots</b>	8 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only	4 RJ-45 autosensing 10/100/1000 PoE+ ports; Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 4 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only	24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 2 SFP 100/1000 Mbps ports (IEEE 802.3z Type 1000BASE-X, IEEE 802.3u Type 100BASE-FX)
<b>Physical characteristics</b>			
Dimensions	10(w) x 6.28(d) x 1.73(h) in (25.4 x 15.95 x 4.39 cm) (1U height)	10(w) x 6.28(d) x 1.73(h) in (25.4 x 15.95 x 4.39 cm) (1U height)	17.42(w) x 9.69(d) x 1.73(h) in (44.25 x 24.61 x 4.39 cm) (1U height)
Weight	1.81 lb (0.82 kg)	2.01 lb (0.91 kg)	6 lb (2.72 kg)
<b>Memory and processor</b>	ARM Cortex-A9 @ 400 MHz, 256 MB SDRAM, 64 MB flash; packet buffer: 1.5 MB	ARM Cortex-A9 @ 400 MHz, 256 MB SDRAM, 64 MB flash; packet buffer: 1.5 MB	ARM Cortex-A9 @ 400 MHz, 256 MB SDRAM, 64 MB flash; packet buffer: 1.5 MB
<b>Mounting and enclosure</b>			Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)
<b>Performance</b>			
100 Mb Latency	< 7µs	< 7µs	< 7µs
1000 Mb Latency	< 2.4µs	< 2.3µs	< 2µs
Throughput	Up to 11.9 Mpps (64-byte packets)	Up to 11.9 Mpps (64-byte packets)	Up to 38.6 Mpps (64-byte packets)
Routing/Switching capacity	16 Gbps	16 Gbps	52 Gbps
Routing table size	32 entries	32 entries	32 entries
MAC address table size	8000 entries	8000 entries	8000 entries
<b>Reliability</b>			
MTBF (years)	144.9	112.4	80.0
<b>Environment</b>			
Operating temperature	32°F to 104°F (0°C to 40°C)	32°F to 104°F (0°C to 40°C)	32°F to 104°F (0°C to 40°C)
Operating relative humidity	15% to 95%, noncondensing @ 104°F (40°C)	15% to 95%, noncondensing @ 104°F (40°C)	15% to 95%, noncondensing @ 104°F (40°C)
Nonoperating/Storage temperature	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)
Nonoperating/Storage relative humidity	15% to 95%, noncondensing @ 140°F (60°C)	15% to 95%, noncondensing @ 140°F (60°C)	15% to 95%, noncondensing @ 140°F (60°C)
Altitude	up to 10,000 ft (3 km)	up to 10,000 ft (3 km)	up to 10,000 ft (3 km)
Acoustic	Pressure: 0 dB No Fan	Pressure: 0 dB No Fan	Pressure: 0 dB No Fan
<b>Electrical characteristics</b>			
Frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
AC voltage	100 - 240 VAC	100 - 240 VAC	100 - 127/200 - 240 VAC
Current	.2 A	.9 A	.5/3 A
Maximum power rating	9.5 W	72.9 W	15.7 W
Idle power	8.2 W	9.7 W	11.6 W
PoE power		65 W PoE+	
<b>Notes:</b>	Maximum power rating is the worst-case theoretical maximum value provided for planning the infrastructure with 100% traffic, all ports plugged in.	Maximum power rating is the worst-case theoretical maximum value for planning the infrastructure with fully loaded PoE, 100% traffic and all ports plugged in.	Maximum power rating is the worst-case theoretical maximum value provided for planning the infrastructure with 100% traffic, all ports plugged in.

## Anexo H: Especificaciones técnicas UPS GXT MT+ 03 kVA

### Technical Specifications (Standard Model)

Model	1K	2K	3K
Capacity	1000 VA / 900 W	2000 VA / 1800 W	3000 VA / 2700 W
<b>Input</b>			
Voltage Range	Low Line Transfer 180VAC/160VAC/140VAC/120VAC±5% (Ambient Temp.<35°C) ( based on load percentage 100% - 80 % / 80 % - 70 % / 70 - 60 % / 60 % - 0)		
	Low Line Comeback 195VAC/175VAC/155VAC/135VAC ± 5 % (Ambient Temp.<35°C) ( based on load percentage 100% - 80 % / 80 % - 70 % / 70 - 60 % / 60 % - 0)		
	High Line Transfer 300 VAC ± 5 %		
	High Line Comeback 290 VAC ± 5 %		
Frequency Range	40Hz ~ 70 Hz		
Phase	Single phase with ground		
Power Factor	≥ 0.99 @ nominal voltage (input voltage)		
<b>Output</b>			
Output Voltage	208/220/230/240VAC		
Output Power Factor	0.9		
AC Voltage Regulation	±1% (Battery Mode)		
Frequency Range	47 ~ 53 Hz or 57 ~ 63 Hz (Synchronized Range)		
Frequency Range (Battery Mode)	50 Hz ± 0.5% or 60Hz ±0.5%		
Overload	Ambient Temp.<35°C		
	105%-110%: UPS shuts down after 10 minutes at battery mode or transfer to bypass when the utility is normal		
	110%-130%: UPS shuts down after 1 minute at battery mode or transfer to bypass when the utility is normal >130%:UPS shuts down after 3 seconds at battery mode or transfer to bypass when the utility is normal		
Current Crest Ratio	3:1		
Harmonic Distortion	≤ 3 % THD (linear load); ≤ 6 % THD (non-linear load)		
Transfer Time	AC Mode to Batt. Mode	Zero	
	Inverter to Bypass	4 ms (Typical)	
Waveform (Battery Mode)	Pure Sinewave		
<b>Efficiency</b>			
AC Mode	88%	89%	90%
Battery Mode	83%	87%	88%
<b>Battery</b>			
Battery Type	12 V / 9 AH		
Battery Numbers	2	4	6
Recharge Time	4 hours recover to 90% capacity (Typical)		
Charging Current	1.0 A (max.)		
Charging Voltage	27.4 VDC ± 1%	54.7 VDC ± 1%	82.1 VDC ± 1%
<b>Physical</b>			
Dimension, D × W × H, mm	282 × 145 × 220	397 × 145 × 220	421 × 190 × 318
Net Weight (kgs)	9.8	17	27.6
<b>Environment</b>			
Operation Humidity	20-90% RH @ 0-40°C (non-condensing)		
Noise Level	Less than 45dBA @ 1 Meter		
<b>Management</b>			
Smart RS-232 or USB	Supports Windows® 2000/2003/XP/Vista/2008/7, Linux, Unix and MAC		
Optional SNMP	Power management from SNMP manager and web browser		

## Anexo I: Especificaciones Técnicas de la Camara Hikvision DS-2CD4A26FWD-(IZHS)/ P

Cámara	
Sensor de imagen:	CMOS de escaneo progresivo de 1 / 1.8 "
Sistema de señal:	PAL / NTSC
Min. Iluminación:	Color: 0.002 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0.0027 Lux @ (F1.4, AGC ON), 0 Lux con IR
Obturador lento:	Apoyo
Tiempo de obturación:	1 sa 1 / 100,000 s
Lente:	2.8-12mm, 8-32mm opcional
Auto Iris:	DC drive
Rango de ajuste:	2.8-12 mm, F1.4, campo de visión horizontal: 92 ° a 32 ° 8-32 mm, F1.6, campo de visión horizontal: 42 ° a 13.5 °
Día y noche:	Filtro de corte IR con interruptor automático
Amplio rango dinámico:	120 dB
Reducción de ruido digital:	DNR 3D
Atención:	Lente VF motorizada (modelo -Z)
Estándar de compresión	
Compresión de video:	H.264 + / H.264 / MPEG4 / MJPEG
Perfil de código H.264:	Perfil de línea de base / Perfil principal / Perfil alto
Bitrate de vídeo:	32 Kbps ~ 16 Mbps
Compresión de audio	-S: G.711 / G.722.1 / G.726 / MP2L2
Velocidad de bits de audio:	64 Kbps (G.711) / 16 Kbps (G.722.1) / 16 Kbps (G.726) / 32-160 Kbps (MP2L2)
Doble flujo:	si
Corrientes triples:	si
Imagen	
Max. Resolución de imagen:	1920 x 1080
Cuadros por segundo:	Transmisión principal: 50Hz: 50fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720) 60Hz: 60fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720)
Sub corriente:	50Hz: 25 fps (704 × 576, 640 × 480, 352 × 288) 60Hz: 30 fps (704 × 480, 640 × 480, 352 × 240)
Tercera corriente:	50Hz: 25 fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720, 704 × 576, 640 × 480, 352 × 288) 60Hz: 30 fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720, 704 × 480, 640 × 480, 352 × 240)
Mejora de la imagen:	BLC / 3D DNR / Desempañador / EIS
Configuraciones de imagen:	Modo de rotación, saturación, brillo, contraste, nitidez ajustable por software del cliente o navegador web
Recorte objetivo:	Apoyo
Balance de blancos automático:	Apoyo
BLC:	Apoyo
ICE:	Apoyo
REY	Apoyo
DNR 3D:	Apoyo
Superposición de imagen:	La imagen del LOGOTIPO se puede superponer en video con formato 128 × 128 de 24 bits bmp

## Red

Almacenamiento en red:	Tarjeta microSD / SDHC / SDXC (128G), almacenamiento local y NAS (NFS, SMB / CIFS), ANR
Disparador de alarma:	Tráfico en carretera, detección de movimiento, alarma de manipulación de video, red desconectada, conflicto de dirección IP, inicio de sesión ilegal, HDD lleno, error de HDD
Protocolos:	TCP / IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6
Función general:	Recuperación de una tecla, antiparpadeo, tres transmisiones, latido, espejo, protección con contraseña, máscara de video, marca de agua, filtrado de direcciones IP
Compatibilidad del sistema:	ONVIF (Perfil S, Perfil G), ISAPI

## Interfaz

Interface de comunicación:	1 puerto Ethernet RJ45 10M / 100M
Audio:	Entrada de audio de 1 canal, entrada de micrófono / entrada de línea; Salida de audio de 1 canal
Entrada de audio:	Interfaz de audio de 1 canal de 3.5 mm, MIC IN / LINE IN
Salida de audio:	Interfaz de audio de 1 canal y 3.5 mm
Alarma:	Con el modelo -S: 1 entrada, 1 salida
Entrada de alarma:	1
Salida de alarma:	1
Salida de video:	Salida compuesta de 1Vp-p (75 Ω, BNC)
Almacenamiento a bordo:	Ranura Micro SD / SDHC / SDXC incorporada, hasta 128 GB
Botón de reinicio:	si

## Audio

Filtro de ruido ambiental:	Apoyo
E / S de audio:	Soporte de doble pista de audio, estéreo (-S)
Velocidad de muestreo de audio:	16kHz / 32kHz / 44.1kHz / 48kHz

## General

Rango IR:	-IZ / P, -IZS / P, -IZHS / P: longitud de onda IR de 850 nm, hasta 50 metros para lentes de 2.8 a 12 mm, hasta 100 m para lentes de 8 a 32 mm
Condición de operación:	-IZS / P, -IZ / P, -LZS / P: -30 ° C a +60 ° C (-22 ° F a +140 ° F), Humedad 95% o menos (sin condensación) -IZHS / P: -40 ° C a +60 ° C (-40 ° F a +140 ° F), Humedad 95% o menos (sin condensación)
Fuente de alimentación:	12 VDC ± 10%, bloque de terminales, PoE (802.3at, clase 4)
Prueba de clima:	IP67
Rango IR:	50 m (2.8 ~ 12 mm) / 100 m (8 ~ 32 mm)
Dimensiones:	Cámara: 100 × 103.9 × 311.8 mm (3.94 "× 4.09" × 12.28 ") Paquete: 386 × 156 × 155 mm (15.20 "× 6.14 "× 6.10")
Peso:	2075 g (4,57 libras)

## Anexo J: Especificaciones técnicas de la cámara domo Hikvision DS-2CD1121-I



### Specification

<b>Camera</b>	
Image Sensor	1/2.8" progressive scan CMOS
Min. Illumination	Color: 0.01Lux @(F1.2,AGC ON),0 Lux with IR
Shutter Speed	1/3s to 1/100,000 s, supportslow shutter
Lens	2.8 mm @F2.0, horizontal field of view 105°, 4 mm @F2.2, horizontal field of view 84° 6 mm @F2.0, horizontal field of view 55°
Lens Mount	M12
Day &Night	IR cut filter with auto switch
2-Axis Adjustment	Pan: 0° to 355°, tilt: 0°to 70°
DNR(Digital Noise Reduction)	3D DNR
WDR(Wide Dynamic Range)	Digital WDR
<b>Compression Standard</b>	
Video Compression	Main stream: H.264+/H.264 Sub stream: H.264/MJPEG
H.264 Type	Baseline profile/Main profile
Video Bit Rate	32 Kbps to8 Mbps
<b>Image</b>	
Max. Resolution	1920 × 1080
Main Stream Max. Frame Rate	50Hz: 25fps @(1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720) 60Hz: 30fps @(1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720)
Sub-stream Max. Frame Rate	50Hz: 25fps @(704 × 576, 640 × 480, 352 × 288,320 × 240) 60Hz: 30fps @(704 × 480, 640 × 480, 352 × 240,320 × 240)
Image Settings	Brightness, saturation, contrast, sharpness are adjustable via web browser or client software
Day/Night Switch	Support auto, scheduled
Others	Mirror, BLC (area configurable), region of interest (support 1 fixed region)
<b>Network</b>	
Network Storage	NAS (NFS,SMB/CIFS)
Detections	Motion detection
Alarms	Video tampering, network disconnected, IP address conflicted
Protocols	TCP/IP,ICMP,HTTP,HTTPS,FTP,DHCP,DNS,DDNS,RTSP,RTCP, NTP,UPnP,SMTP,IGMP,802.1X,QoS,IPv6, Bonjour
Standard	ONVIF(PROFILE S,PROFILE G),PSIA,CGI,ISAPI
General Function	One-key reset, anti-flicker, heartbeat, mirror, password protection, privacy mask, watermark, IP address filter
<b>Interface</b>	
Communication Interface	1 RJ45 10M/100M self-adaptive Ethernet port
Reset	Support
<b>General</b>	
Operating Conditions	-30 °C to60 °C (-22 °F to140 °F), humidity: 95% or less (non-condensing)
Power Supply	12V DC± 25%, PoE (802.3af)
Power Consumption	Max. 5 W
Protection Level	IP67, IK10
IR Range	Up to 30 m
Dimensions	Φ111 mm × 82 mm (4.4" × 3.2")
Weight	500 g (1.1 lb.)

# Anexo K: Especificaciones técnicas de la cámara PTZ Dahua DH-SD49225T-HN

## Lite Series | DH-SD49225T-HN

Technical Specification			
<b>Camera</b>			
Image Sensor	1/2.8" STARVIS™ CMOS		
Effective Pixels	1920(H) x 1080(V), 2 Megapixels		
RAM/ROM	1024M/128M		
Scanning System	Progressive		
Electronic Shutter Speed	1/1s~1/30,000s		
Minimum Illumination	Color: 0.005Lux@F1.6; B/W: 0.0005Lux@F1.6; 0Lux@F1.6 (IR on)		
S/N Ratio	More than 50dB		
IR Distance	Distance up to 100m (328ft)		
IR On/Off Control	Auto/Manual		
IR LEDs	6		
<b>Lens</b>			
Focal Length	4.8mm~120mm		
Max. Aperture	F1.6 ~ F4.4		
Angle of View	H: 62.8° ~ 2.6°		
Optical Zoom	25x		
Focus Control	Auto/Manual		
Close Focus Distance	100mm~ 1000mm		
<b>DORI Distance</b>			
*Note: The DORI distance is a "general proximity" of distance which makes it easy to pinpoint the right camera for your needs. The DORI distance is calculated based on sensor specification and lab test result according to EN 62676-4 which defines the criteria for Detect, Observe, Recognize and Identify respectively.			
Detect	Observe	Recognize	Identify
1613m(5292ft)	646m(2119ft)	323m(1060ft)	161m(528ft)
<b>PTZ</b>			
Pan/Tilt Range	Pan: 0° ~ 360° endless; Tilt: -15° ~ 90°, auto flip 180°		
Manual Control Speed	Pan: 0.1° ~ 200° /s; Tilt: 0.1° ~ 120° /s		
Preset Speed	Pan: 240° /s; Tilt: 200° /s		
Presets	300		
PTZ Mode	5 Pattern, 8 Tour, Auto Pan, Auto Scan		
Speed Setup	Human-oriented focal Length/ speed adaptation		
Power up Action	Auto restore to previous PTZ and lens status after power failure		
Idle Motion	Activate Preset/ Scan/ Tour/ Pattern if there is no command in the specified period		
Protocol	DH-SD		
<b>Intelligence</b>			
Event Trigger	Motion detection, Video tampering, Network disconnection, IP address conflict, Illegal access, Storage anomaly		
Auto Tracking	N/A		
IVS	Tripwire, Intrusion, Abandoned/Missing		
Advanced Intelligent Functions	Face Detection		
<b>Video</b>			
Compression	H.265+/H.265/H.264+/H.264		
Streaming Capability	3 Streams		
Resolution	1080P(1920x1080)/720P(1280x720)/D1(704x576/704x480)/CIF(352x288/352x240)		
Frame Rate	Main stream: 1080P/720P(1 ~ 25/30fps)		
	Sub stream1: D1/CIF(1 ~ 25/30fps)		
	Sub stream2: 720P/D1/CIF(1 ~ 25/30fps)		
Bit Rate Control	CBR/VBR		
Bit Rate	H.265/H.264: 448K ~ 8192Kbps		
Day/Night	Auto(ICR) / Color / B/W		
Backlight Compensation	BLC / HLC / WDR(120dB)		
White Balance	Auto, ATW, Indoor, Outdoor, Manual		
Gain Control	Auto / Manual		
Noise Reduction	Ultra DNR (2D/3D)		
Motion Detection	Support		
Region of Interest	Support		
Electronic Image Stabilization (EIS)	N/A		
Defog	Support		
Digital Zoom	16x		
Flip	180°		
Privacy Masking	Up to 24 areas		
<b>Audio</b>			
Compression	G.711a/G.711Mu/G.726/AAC		
<b>Network</b>			
Ethernet	RJ-45 (10XBase-T/100Base-TX)		
Protocol	IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, SSL, TCP/IP, UDP, UPnP, ICMP, IGMP, SNMP, RTSP, RTP, SMTP, NTP, DHCP, DNS, PPPoE, DDNS, FTP, IP Filter, QoS, Bonjour, 802.1x		
Interoperability	ONVIF Profile S&G, API		
Streaming Method	Unicast / Multicast		
Max. User Access	20 users		
Edge Storage	NAS (Network Attached Storage), Local PC for instant recording, Micro SD card 256GB		
Web Viewer	IE, Chrome, Firefox, Safari		
Management Software	Smart PSS, DSS, DMSS		
Smart Phone	IOS, Android		
<b>Certifications</b>			
Certifications	CE: EN55032/EN55024/EN50130-4 FCC: Part15 subpartB, ANSI C63.4-2014 UL: UL60950-1+CAN/CSA C22.2, No.60950-1		

## Anexo L: Especificaciones técnicas del teléfono IP y central PBX Grandstream

### Teléfono IP HD GXP1780

<b>Protocolos/Estándares</b>	SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP, ICMP, DNS (A record, SRV, NAPTR), DHCP, PPPoE, SSH, TELNET, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, LLDP, LDAP, TR-069, 802.1x, TLS, SRTP, IPV6
<b>Interfaces de Red</b>	Dos puertos Ethernet conmutados con PoE integrado. Detección automática 10/100Mbps (GXP1780), 10/100/1000Mbps (GXP1782)
<b>Pantalla Gráfica</b>	Pantalla LCD de 200 x 80 píxeles (3.3") con luz de fondo
<b>Bluetooth</b>	No
<b>Teclas de Funciones</b>	8 teclas de línea con hasta 4 cuentas SIP, 4 teclas XML programables, sensibles al contexto, 5 teclas de navegación/menú, 8 teclas de función dedicada para: DIRECTORIO TELEFÓNICO, TRANSFERENCIA, CONFERENCIA, AURICULAR, SILENCIO, ENVIAR/REMARCAR, ALTAVOZ, VOLUMEN
<b>Códex de Voz</b>	Soporte para G.729A/B, G.711µ/a-law, G.726, G.722 (banda ancha), G.723, iLBC, OPUS, DTMF en banda y fuera de banda (audio de entrada, RFC2833, SIP INFO), VAD, CNG, AEC, PLC, AJB, AGC
<b>Puertos Auxiliares</b>	Conector de auricular RJ9 (permitiendo EHS con audífonos Plantronics), USB y un puerto EHS separado reservado para adaptador EHS externo en el futuro.
<b>Funciones de Telefonía</b>	Retención, transferencia, desvío, conferencia de 5 participantes, estacionamiento de llamadas, recuperación de llamadas, estado de llamada compartida (SCA)/ estado de línea en puente (BLA), directorio telefónico descargable (XML, LDAP, hasta 2000 contactos), llamada en espera, registro de llamadas (hasta 500 registros), personalización XML de la pantalla, marcación automática al descolar, respuesta automática, hacer clic para marcar, plan de marcación flexible, hot desking (estaciones de trabajo compartidas), tonos de llamada con música personalizada y música en espera, redundancia de servidores y conmutación por error
<b>Audio HD</b>	Sí, auricular y manos libres HD con soporte para audio de banda ancha
<b>Base de Soporte</b>	Sí, 2 posiciones en ángulo disponibles. Base para montaje en pared se vende por separado.
<b>QoS</b>	Layer 2 QoS (802.1Q, 802.1P) y Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS
<b>Seguridad</b>	Contraseñas a nivel del usuario y administrador, autenticación basada en MD5 y MD5-sess, archivo de configuración cifrado con AES de 256 bits, SRTP, TLS, 802.1x Media Access Control, soporte de conector de seguridad Kensington (Kensington Lock)
<b>Multilinguaje</b>	Inglés, alemán, italiano, francés, español, portugués, ruso, croata, chino, coreano, japonés
<b>Actualización/Aprovisionamiento</b>	Actualización de firmware por medio de TFTP / HTTP / HTTPS, aprovisionamiento masivo usando TR-069 o el archivo de configuración XML cifrado con AES.
<b>Alimentación y Eficiencia de Energía Limpia</b>	Adaptador de corriente universal incluido: Entrada:100-240V; Salida: +5V, 1A; Power-over-Ethernet Integrado (802.3af); consumo máximo de energía: 5W
<b>Especificaciones Físicas</b>	Dimensión: 231 mm (ancho) x 167 mm (longitud) x 86 mm (altura); Peso de unidad: 0.925 kg; Peso de paquete: 1.55 kg
<b>Temperatura y Humedad</b>	Operación: 0°C a 40°C Almacenamiento: -10°C a 60°C Humedad: 10% a 90% sin condensación
<b>Contenido de Paquete</b>	Teléfono GXP1782/GXP1780, auricular con cordón, base de soporte, fuente de alimentación universal, cable de red, Guía de Instalación Rápida, licencia GPL
<b>Conformidad</b>	FFCC: Parte 15 (CFR 47) Clase B CE: EN55022 Clase B; EN55024 Clase B; EN61000-3-2; EN61000-3-3; EN60950-1 RCM: AS/ACIF S004; AS/NZS CISPR22/24; AS/NZS 60950.1

www.grandstream.com

## Central IP PBX UCM6208

<b>Puertos FXS para Teléfono Analógico</b>	2 puertos (ambos con capacidad de respaldo en caso de interrupción de la energía eléctrica)
<b>Puertos FXO para Línea PSTN</b>	2 puertos (UCM6202); 4 puertos (UCM6204); 8 puertos (UCM6208)
<b>Interfaces de Red</b>	Dos puertos RJ45 Gigabit con PoE Plus integrado (IEEE 802.3at-2009)
<b>Router NAT</b>	Sí (soporta el modo de router y el modo de switch)
<b>Puertos Periféricos</b>	USB, SD
<b>Indicadores LED</b>	Power (Encendido)/Ready (Listo), Network (Red), PSTN Line (Línea PSTN), USB, SD
<b>Pantalla LCD</b>	LCD gráfica de 128x32 con botón DOWN (selector) y OK
<b>Interruptor de Reinicio</b>	Sí
<b>Capacidades de Voz por Paquete</b>	LEC con Unidad de Protocolo de Voz Paquetizada NLP, Cancelación de Eco de Línea de hasta 128 a los niveles de calidad del operador de telefonía, Dynamic Jitter Buffer, detección de modem y auto-conmutador a G.711
<b>Códecs de Voz y Fax</b>	G.711 A-law/U-law, G.722, G.723.1 5.3K/6.3K, G.726, G.729A/B, iLBC, GSM, AAL2-G.726-32, ADPCM; T.38
<b>Códecs de Video</b>	H.264, H.263, H.263+
<b>QoS</b>	Layer 3 QoS, Layer 2 QoS
<b>Métodos DTMF</b>	In Audio, RFC2833 y SIP INFO
<b>Protocolo de Aprovisionamiento y Plug-and-Play</b>	TFTP/HTTP/HTTPS, detección automática y aprovisionamiento automático de terminales IP Grandstream por medio de la función ZeroConfig (DHCP Option 66 multicast SIP SUBSCRIBE mDNS), lista de eventos entre troncal local y remota
<b>Protocolos de Red</b>	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, ICMP, ARP, DNS, DDNS, DHCP, NTP, TFTP, SSH, HTTP/HTTPS, PPPoE, SIP (RFC3261), STUN, SRTP, TLS, LADP
<b>Métodos de Desconexión</b>	Tono de Progreso de Llamada, Inversión de Polaridad, Detección de Colgado, Desconexión por Corriente, Tono de Ocupado
<b>Cifrado de Medios</b>	SRTP, TLS, HTTPS, SSH
<b>Fuente de Alimentación Universal</b>	Salida: 12VDC, 1.5A; Entrada: 100 ~ 240VAC, 50 ~ 60Hz
<b>Dimensiones</b>	UCM6202/6204: 226mm de largo x 155mm de ancho x 34.5mm de alto UCM6208: 440mm de largo x 185mm de ancho x 44mm de alto
<b>Peso</b>	UCM6202/6204: Peso de unidad 0.51kg, Peso de paquete 0.94kg UCM6208: Peso de unidad 2.23kg, Peso de paquete 3.09kg
<b>Ambiente</b>	Operación: 32 ~ 104°F / 0 ~ 40°C, 10 ~ 90% (sin condensación); Almacenamiento: 14 ~ 140°F / -10 ~ 60°C
<b>Montaje</b>	Pared y escritorio (UCM6202/6204); Rack y escritorio (UCM6208)
<b>Soporte en Múltiples Idiomas</b>	Inglés/Chino Simplificado/Chino Tradicional/Español/Francés/Portugués/Alemán/Ruso/Italiano/Polaco/Checo para interfaz de usuario basada en la Web; Respuesta de Voz Interactiva personalizable/mensajes de voz para inglés, chino, inglés británico, alemán, español, griego, francés, italiano, holandés, polaco, portugués, ruso, sueco, turco, hebreo, árabe; paquete de idiomas personalizables para soportar cualquier otro idioma
<b>Identificador de Llamadas</b>	Bellcore/Telcordia, ETSI-FSK, ETSI-DTMF, SIN 227 - BT
<b>Inversión de Polaridad/Wink</b>	Sí, con la opción de habilitar/deshabilitar al hacer y terminar llamadas
<b>Call Center</b>	Múltiples colas de llamadas configurables, distribución automática de llamadas (ACD) basada en el nivel de habilidades/disponibilidad/tareas de agentes, anuncio en la cola
<b>Asistente Automático Personalizable</b>	Hasta 5 capas de IVR (Respuesta de Voz Interactiva)
<b>Capacidad Máxima de Llamadas</b>	-Dispositivos SIP registrados: soporta hasta 800 dispositivos SIP/usuarios registrados (para UCM6208) y 500 dispositivos SIP/usuarios registrados (para UCM6202/6204) -Llamadas SIP simultáneas: Hasta 50 (UCM6202), 75 (UCM6204), o 100 (UCM6208), o 66% de desempeño si las llamadas son cifradas por SRTP
<b>Puentes de Conferencia</b>	Hasta 3 (UCM6202/6204) o 6 (UCM6208) puentes de conferencia protegidos por contraseña permitiendo hasta 25 (UCM6202/6204) o 32 (UCM6208) participantes PSTN o IP simultáneos
<b>Funciones de Llamada</b>	Estacionamiento de llamadas, desvío de llamadas, transferencia de llamadas, DND, grupo de extensiones/captura, radiolocalización/sistema de intercomunicación, etc.
<b>Conformidad</b>	FCC: Parte 15 (CFR 47) Clase B, Parte 68 CE: EN55022 Clase B, EN55024, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN60950-1, TBR21, RoHS A-TICK: AS/NZS CISPR 22 Clase B, AS/NZS CISPR 24, AS/NZS 60950, AS/ACIF S002 ITU-T K.21 (Nivel Básico); UL 60950 (adaptador de corriente)

## Anexo M: Especificaciones Tecnicas Access Point Ubiquiti UAP-AC Outdoor

### Specifications

UAP-AC Outdoor	
Dimensions	340 x 180 x 65 mm (13.39 x 7.09 x 2.56")
Weight	1.55 kg (3.42 lb) with Wall Mount 2 kg (4.41 lb) with Pole Mount
Networking Interface	(2) 10/100/1000 Ethernet Ports
Buttons	Reset
Wi-Fi Standards	802.11 a/b/g/n/ac
Power Method	48V Passive POE or UniFi Switch
Power Supply	48V, 0.5A PoE Gigabit Adapter (Included)
Max. Power Consumption	22W
BSSID	Up to Four per Radio
Power Save	Supported
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i
Certifications	CE, FCC, IC
Mounting	Wall/Pole (Kits Included)
Operating Temperature	-10 to 55° C (14 to 131° F)
Operating Humidity	5 - 80% Noncondensing
Antennas	
2.4 GHz	3 Integrated (Supports 3x3 MIMO with Spatial Diversity)
5 GHz	3 Integrated (Supports 3x3 MIMO with Spatial Diversity)
Max. TX Power	
2.4 GHz	25 dBm
5 GHz	25 dBm

**Anexo N:** Programación del archivo PHP para realizar la llamada.

**Nombre del archivo:** llamacamara.php

```
<?php

ini_set('display_errors', 1); //
error_reporting(E_ALL);

echo get_current_user(); //
echo exec('whoami'); //

// Aquí se colocó la configuración correspondiente a nuestro servidor Asterisk
$asterisk_outgoing = "/var/spool/asterisk/outgoing/";
$asterisk_tmp = "/var/";
$asterisk_toext = "201"; // Extensión que deseamos que llame cuando se detecte un
rostro
$asterisk_context = "camara_call";
$asterisk_cid = "'Camara' <666>"; // Identificador de llamada que se va a mostrar
cuando se llame

    // Se crea el archivo arduino_call.txt en la localización temporal o tmp
    $arduinocallfile = "$asterisk_tmp/arduino_call.txt";
    $arduinocall = fopen($arduinocallfile, 'w') or die("can't open file");
    $arduinocall_data = "Channel: SIP/$asterisk_toext\nContext:
$asterisk_context\nExtension: s\nCallerID: $asterisk_cid";
    fwrite($arduinocall, $arduinocall_data);

    fclose($arduinocall);

    // Damos permisos de chmod, chown, chgrp y asterisk:asterisk al archivo creado
    chmod ("/$asterisk_tmp/arduino_call.txt", 0666);
    chown ("/$asterisk_tmp/arduino_call.txt", "asterisk");
    chgrp ("/$asterisk_tmp/arduino_call.txt", "asterisk");

    // y por último se cambia de nombre al archivo y se mueve a la dirección
/var/spool/asterisk/outgoing
    rename("/$asterisk_tmp/arduino_call.txt",
"/$asterisk_outgoing/arduino_call.call");
?>
```

## Configuración de extensiones para control de intrusos y VoIP

```
[200]
username=200
type=friend
secret=200
callerid="Usuario 1" <200>
host=dynamic
context=internal
mailbhx=2000@voicemail
allow=h264
allow=UP8

[201]
username=201
type=friend
secret=201
callerid="Usuario 2" <201>
host=dynamic
context=internal
mailbox=201@voicemail
allow=h264
allow=UP8

[100]
username=100
type=friend
secret=100
host=dynamic
allow=ulaw
callerid="Familia 1" <100>
context=internal
mailbox=100@voicemail

[101]
username=101
type=friend
secret=101
host=dynamic
allow=ulaw
callerid="Familia 2" <101>
context=internal
mailbox=101@voicemail
```

## Configuración de Correo de voz

```
[internal]
exten => _2xx,1,Dial(SIP/${EXTEN},15,Tt)
exten => _2xx,n,Voicemail(${EXTEN}@voicemail)
exten => _2xx,n,Hangup()

exten => _1xx,1,Dial(SIP/${EXTEN},15,Tt)
exten => _1xx,n,VoiceMail(${EXTEN}@voicemail)
exten => _1xx,n,Hangup()
```

```
exten => *98,1,Answer
exten => *98,n,Wait(1)
exten => *98,n,VoiceMailMain(${CALLERID}@voicemail)
exten => *98,n,Hangup
exten => _20x,n,Hangup
```

## Configuración del mensaje de voz

```
[camara_call]
exten => s,1,Answer
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,System(echo "ALERTA.. SE HA DETECTADO MOVIMIENTO EN EL LOCAL.....
LLAME A LA EXTENSION 200 PARA VERIFICAR LA CAMARA" | /usr/bin/text2wave -scale 1
-F 8000 -o /tmp/test.wav)
exten => s,n,Playback(/tmp/test)
exten => s,n,System(rm -f /tmp/test.wav)
exten => s,n,Hangup
```

**ANEXO O:** Programación de Arduino y código PHP para el botón de emergencia.

### **Programación Arduino + Shield Ethernet**

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
// Mac unica de cada EthernetShield
byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
// Comentar esta linea si se desea una IP Automtica
IPAddress ip(192,168,0,200);
// Comentar esta linea para asignar un DNS automatico
IPAddress myDns(192,168,0,1);
// Inicializa la instancia client
EthernetClient client;
// Direccion del servidor
char server[] = "192.168.0.113";
// Variable de tiempo de la última conexión en milisegundos
unsigned long ultimaConexion = 0;
// Estado de la ultima conexion
boolean ultimoEstado = false;
// Intervalo en milisegundos entre conexiones
const unsigned long intervaloConexion = 5000;
// Datos del Pulsador
int boton = 9, botonEmer; // Pin D9 del Arduino
void setup() {
  // Inicializa puerto serial
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("##### Prototipo Ciudad Digital SJ #####");
  Serial.println("Boton de Emergencia/ web");
  // Espera 1 segundo para que se inicie la tarjeta Ethernet
  delay(1000);
  // Si desea usar un ip automatico y un DNS automatico comentar esta línea y
  // descomentar la linea 39
  Ethernet.begin(mac, ip, myDns);
  // Inicializa la tarjeta ethernet mediante DHCP
```

```

//Ethernet.begin(mac);
// Imprime la direccion IP de la tarjeta
Serial.print("Direccion IP: ");
Serial.println(Ethernet.localIP());
}
// Loop principal
void loop() {
// Lee el dato del pulsador
botonEmer = digitalRead(boton);
// Si hay datos que llegan por la conexion los envia a la puerta serial
if (client.available()) {
char c = client.read();
Serial.print(c);
}
// Si no hay conexion de red y se conecto correctamente la ultima vez
// detiene el cliente Ethernet
if (!client.connected() && ultimoEstado) {
Serial.println();
Serial.println("Desconectando...");
client.stop();
}
// Si no esta conectado y han pasado X segundos (intervaloConexion)
// despues de la ultima conexion envia datos al servidor
if (botonEmer==1){
if(!client.connected() && (millis() - ultimaConexion > intervaloConexion)) {
httpRequest();
}
// Actualiza la variable ultimoEstado
ultimoEstado = client.connected();
}
}
// Fin del loop principal

```

```

// Realiza la conexion http al servidor
void httpRequest() {
  // Se conecta al servidor en el puerto 80 (web)
  if (client.connect(server, 80)) {
    // Envia el dato al puerto serial
    Serial.println("Boton de Emergencia: ");
    Serial.println(botonEmer);
    // Envia el requerimiento al servidor via GET
    Serial.println("Iniciando conexion...");
    client.print("GET /postear.php?id=192.168.0.113&nombre=UNO&valor=");
    client.print(botonEmer);
    client.println(" HTTP/1.1");
    client.print("Host: ");
    client.println(server);
    client.println("User-Agent: Arduino-Ethernet");
    client.println("Connection: close");
    client.println();

    // Actualiza el tiempo en milisegundos de la ultima conexion
    ultimaConexion = millis();
  }
  else {
    // Si la conexion fallo se desconecta
    Serial.println("Error al conectarse al servidor");
    Serial.println("Desconectando...");
    client.stop();
  }
}
}

```

## Código PHP para envío a base de datos

```
<?php
// Parametros de base de datos
$mysql_servidor = "sanjorge.com";
$mysql_base = "registros";
$mysql_usuario = "root";
$mysql_clave = "";

if( isset($_GET['id']) || isset($_GET['nombre']) || isset($_GET['valor'])){

    $id = htmlspecialchars($_GET["id"],ENT_QUOTES);
    $nombre = htmlspecialchars($_GET["nombre"],ENT_QUOTES);
    $valor = htmlspecialchars($_GET["valor"],ENT_QUOTES);
}
// Valida que estén presente todos los parámetros

    $conn= mysqli_connect($mysql_servidor,$mysql_usuario,$mysql_clave) or
die("Imposible conectarse al servidor.");
    mysqli_select_db($conn,$mysql_base) or die("Imposible abrir Base de datos");
    $sql = "insert into alarma (fecha, id, nombre, valor) values
(NOW(), '$id', '$nombre', '$valor')";
    mysqli_query($conn,$sql);
?>
```

**Anexo P:** Programación de los formularios de registro de dispositivos.

**Archivo:** conexión.php

```
<?php
$servidor="mysql:dbname=registros;host=127.0.0.1";
$usuario="root";
$password="";
try{
    $pdo= new PDO($servidor,$usuario,$password);
    //echo "Conexion Exitosa";
}catch(PDOException $e){
    echo "Conexion Mala".$e->getMessage();
}
?>
```

**Archivo:** registros.php

```
<?php
//Registro Camaras
$txtid=(isset($_POST['txtid']))?$_POST['txtid']:"";
$txtmarca=(isset($_POST['txtmarca']))?$_POST['txtmarca']:"";
$txtserie=(isset($_POST['txtserie']))?$_POST['txtserie']:"";
$txtbarrio=(isset($_POST['txtbarrio']))?$_POST['txtbarrio']:"";
$txttip=(isset($_POST['txttip']))?$_POST['txttip']:"";

//Registro Arduinos
$txtID=(isset($_POST['txtID']))?$_POST['txtID']:"";
$txtNombres=(isset($_POST['txtNombres']))?$_POST['txtNombres']:"";
$txtApellidos=(isset($_POST['txtApellidos']))?$_POST['txtApellidos']:"";
$txtReferencia=(isset($_POST['txtReferencia']))?$_POST['txtReferencia']:"";
$txtBarrio=(isset($_POST['txtBarrio']))?$_POST['txtBarrio']:"";
$txtArduinoIP=(isset($_POST['txtArduinoIP']))?$_POST['txtArduinoIP']:"";
$txtmaps=(isset($_POST['txtmaps']))?$_POST['txtmaps']:"";

$accion=(isset($_POST['accion']))?$_POST['accion']:"";
$accion2=(isset($_POST['accion2']))?$_POST['accion2']:"";

$error=array();
//Para registro de Camara
$accionAregar="";
$accionModificar=$accionEliminar=$accionCancelar="disabled";
$mostrarModal=false;

//Para registro de arduino
$accionAregar2="";
```

```

$accionModificar2=$accionEliminar2=$accionCancelar2="disabled";
$mostrarModal2=false;
include("../Conexion/conexion.php");
//Para registro de Camara
switch($accion){
case"Agregar":
if($txtmarca==""){
$error['Marca']="Escriba la Marca de Camara";
}
if($txtserie==""){
$error['Serie']="Escriba el # de Serie";
}
if(filter_var($xtip, FILTER_VALIDATE_IP, FILTER_FLAG_IPV4)){
}
else{
$error['IP']="Escriba una direccion IP Valida";
}
if($txtbarrio==""){
$error['Barrio']="Escriba el Barrio";
}
if(count($error)>0){
$mostrarModal=true;
break;
}
$sentencia=$pdo->prepare("INSERT INTO `camaras`(`Marca`,`Serie`,`Barrio`,`IP`)
VALUES (:Marca,:Serie,:Barrio,:IP) ");
    $sentencia->bindParam(':Marca',$txtmarca);
    $sentencia->bindParam(':Serie',$txtserie);
    $sentencia->bindParam(':Barrio',$txtbarrio);
    $sentencia->bindParam(':IP',$xtip);
    $sentencia->execute();
    header('Location: index.php');
break;
case"Modificar":
    $sentencia=$pdo->prepare("UPDATE `camaras` SET
    Marca=:Marca,
    Serie=:Serie,
    Barrio=:Barrio,
    IP=:IP WHERE
    ID=:ID");
    $sentencia->bindParam(':Marca',$txtmarca);
    $sentencia->bindParam(':Serie',$txtserie);
    $sentencia->bindParam(':Barrio',$txtbarrio);

```

```

        $sentencia->bindParam(':IP',$xtip);
        $sentencia->bindParam(':ID',$xtid);
        $sentencia->execute();
//Sentencia para cuando se actualice la pagina me direcciono al mismo archivo y no
se envie el formulario
header('Location: index.php');
break;
case"Eliminar":
    sentencia=$pdo->prepare("DELETE FROM `camaras` WHERE ID=:ID");
    $sentencia->bindParam(':ID',$xtid);
    $sentencia->execute();
    $camara=$sentencia->fetch(PDO::FETCH_LAZY);
    header('Location: index.php');
break;
case"Cancelar":
header('Location: index.php');
break;
case"Seleccionar":
$accionAregar="disabled";
$accionModificar=$accionEliminar=$accionCancelar="";
$mostrarModal=true;

        $sentencia=$pdo->prepare("SELECT * FROM `camaras` WHERE ID=:ID");
        $sentencia->bindParam(':ID',$xtid);
        $sentencia->execute();
        $camara=$sentencia->fetch(PDO::FETCH_LAZY);

        $txtmarca=$camara['Marca'];
        $txtserie=$camara['Serie'];
        $txtbarrio=$camara['Barrio'];
        $xtip=$camara['IP'];
        break;
    }
    $sentencia=$pdo->prepare("SELECT * FROM `camaras` WHERE 1");
    $sentencia->execute();
    $listaCamaras=$sentencia->fetchAll(PDO::FETCH_ASSOC);

//Para registro de arduinos
switch($accion2){
case"Agregar2":
if($txtNombres==""){
$error['Nombres']="Escriba los Nombres";
}
}

```

```

if($txtApellidos==""){
$error['Apellidos']="Escriba los Apellidos";
}
if(filter_var($txtArduinoIP, FILTER_VALIDATE_IP, FILTER_FLAG_IPV4)){
}
else{
$error['ArduinoIP']="Escriba una direccion IP Valida";
}
if($txtReferencia==""){
$error['Referencia']="Escriba una referencia de su ubicacion";
}
if($txtBarrio==""){
$error['Barrio']="Escriba el Barrio del Beneficiario";
}
if($txtmaps==""){
$error['Ubicacion']="Escriba la ubicacion del beneficiario";
}
if(count($error)>0){
$mostrarModal2=true;
break;
}
$sentencia2=$pdo->prepare("INSERT INTO `botoneras`(`Nombres`,
`Apellidos`, `Referencia`, `Barrio`, `ArduinoIP`, `Ubicacion`) VALUES
(:Nombres,:Apellidos,:Referencia,:Barrio,:ArduinoIP,:Ubicacion) ");
    $sentencia2->bindParam(':Nombres',$txtNombres);
    $sentencia2->bindParam(':Apellidos',$txtApellidos);
    $sentencia2->bindParam(':Referencia',$txtReferencia);
    $sentencia2->bindParam(':Barrio',$txtBarrio);
    $sentencia2->bindParam(':ArduinoIP',$txtArduinoIP);
    $sentencia2->bindParam(':Ubicacion',$txtmaps);
    $sentencia2->execute();

header('Location: index.php');
break;
case"Modificar2":
    $sentencia2=$pdo->prepare("UPDATE `botoneras` SET
    Nombres=:Nombres,
    Apellidos=:Apellidos,
    Referencia=:Referencia,
    Barrio=:Barrio,
    ArduinoIP=:ArduinoIP,
    Ubicacion=:Ubicacion WHERE
    id=:id");

```

```

        $sentencia2->bindParam(':Nombres',$txtNombres);
        $sentencia2->bindParam(':Apellidos',$txtApellidos);
        $sentencia2->bindParam(':Referencia',$txtReferencia);
        $sentencia2->bindParam(':Barrio',$txtBarrio);
        $sentencia2->bindParam(':ArduinoIP',$txtArduinoIP);
        $sentencia2->bindParam(':Ubicacion',$txtmaps);
        $sentencia2->bindParam(':id',$txtID);
        $sentencia2->execute();

//Sentencia para cuando se actualice la pagina me direcciono al mismo archivo y no
se envie el formulario
header('Location: index.php');
break;
case"Eliminar2":
$sentencia2=$pdo->prepare("DELETE FROM `botoneras` WHERE id=:id");
        $sentencia2->bindParam(':id',$txtID);
        $sentencia2->execute();
        $arduino=$sentencia->fetch(PDO::FETCH_LAZY);
        header('Location: index.php');
break;
case"Cancelar2":
header('Location: index.php');
break;
case"Seleccionar":
$saccionAregar2="disabled";
$saccionModificar2=$saccionEliminar2=$saccionCancelar2="";
$mostrarModal2=true;
$sentencia2=$pdo->prepare("SELECT * FROM `botoneras` WHERE id=:id");
$sentencia2->bindParam(':id',$txtID);
$sentencia2->execute();
$arduino=$sentencia2->fetch(PDO::FETCH_LAZY);

$txtNombres=$arduino['Nombres'];
$txtApellidos=$arduino['Apellidos'];
$txtReferencia=$arduino['Referencia'];
$txtBarrio=$arduino['Barrio'];
$txtArduinoIP=$arduino['ArduinoIP'];
$txtmaps=$arduino['Ubicacion'];
break;
case"Desactivar":
$sentencia2=$pdo->prepare("TRUNCATE `alarma`");
$sentencia2->execute();
$arduino=$sentencia->fetch(PDO::FETCH_LAZY);
header('Location: index.php');

```

```

break;
}
$sentencia2=$pdo->prepare("SELECT * FROM `botoneras` WHERE 1");
$sentencia2->execute();
$listaarduinos=$sentencia2->fetchAll(PDO::FETCH_ASSOC);
?>
Archivo: index.php

<?php
require 'registrosphp.php';
session_start();
$Usuario= $_SESSION['username'];
if(!isset($Usuario)){
header("location:../login-form/index.html");
}
else{
echo "<h1> Bienvenido $Usuario</h1>";
echo "<a href='../login-form/salir.php'>CERRAR SESION</a>";
}
?>

<html>
<head>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
<title>Formulario de Registro</title>
<link rel="stylesheet"
href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/css/bootstrap.min.css">
<script src="https://code.jquery.com/jquery-3.4.1.slim.min.js"></script>
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/popper.js@1.16.0/dist/umd/popper.min.js"></script>
>
<script
src="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/js/bootstrap.min.js"></script>
>
<script type="text/javascript" src="js/jquery.js"></script>
<script src="js/push.min.js"></script>

</head>
<body>
<div class="container">
<form action="" method="post" enctype="multipart/form-data" width="120">
<!-- Modal -->

```

```

<div class="modal fade" id="exampleModalLong" tabindex="-1" role="dialog" aria-
labelledby="exampleModalLongTitle" aria-hidden="true">
  <div class="modal-dialog" role="document">
    <div class="modal-content">
      <div class="modal-header">
        <h5 class="modal-title" id="exampleModalLongTitle">Registro Camaras</h5>
        <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-label="Close">
          <span aria-hidden="true">&times;</span>
        </button>
      </div>
      <div class="modal-body">
        <div class="form-row">
          <input type="hidden" name="txtid" value="<?php echo $txtid;?>" placeholder=""
          id="txtid" required="">
          <br>
          <label for="">Marca:</label>
          <input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Marca']))?'is-
          invalid":"","?>" name="txtmarca" id="txtmarca" value="<?php echo $txtmarca;?>"
          placeholder="" required /></td>
          <div class="invalid-feedback">
            <?php echo (isset($error['Marca']))?$error['Marca']:"";?>
          </div>
          <br>
          <br>
          <label for="">Serie:</label>
          <input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Serie']))?'is-
          invalid":"","?>" name="txtserie" id="txtserie" value="<?php echo $txtserie;?>"
          placeholder="" required /></td>
          <div class="invalid-feedback">
            <?php echo (isset($error['Serie']))?$error['Serie']:"";?>
          </div>
          <br>
          <label for="">Direccion IP:</label>
          <input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['IP']))?'is-
          invalid":"","?>" name="txtip" id="txtip" maxlength="15" value="<?php echo
          $txtip;?>" placeholder="" required /></td>
          <div class="invalid-feedback">
            <?php echo (isset($error['IP']))?$error['IP']:"";?>
          </div>
          <br>
          <br>
          <label for="">Barrio:</label>

```

```

<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Barrio']))?'is-
invalid':"";?>" name="txtbarrio" id="txtbarrio" value="<?php echo $txtbarrio;?>"
placeholder="" required /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['Barrio']))?$error['Barrio':"";?>
</div>
<br>
</div>
</div>
<div class="modal-footer">

<button value="Agregar" <?php echo $accionAgregar;?> class="btn btn-success"
type="submit" name="accion">Agregar</button>
<button value="Modificar" <?php echo $accionModificar;?> class="btn btn-
warning" type="submit" name="accion">Modificar</button>
<button value="Eliminar" onclick="return Confirmar('Esta seguro que deseas
borrar?');" <?php echo $accionEliminar;?> class="btn btn-danger" type="submit"
name="accion">Eliminar</button>
<button value="Cancelar" <?php echo $accionCancelar;?> class="btn btn-primary"
type="submit" name="accion">Cancelar</button>
</div>
</div>
</div>
</div>
<h1>REGISTROS DE CAMARAS</h1>
<br>
<!-- Button trigger modal -->
<button type="button" class="btn btn-primary" data-toggle="modal" data-
target="#exampleModalLong">
  Agregar Registro +
</button>
</form>
<div class="row">
<table class="table table-hover table-bordered">
<thead class="thead-dark" align="center">
<tr>
<th>Marca</th>
<th>Serie</th>
<th>Barrio</th>
<th>Direccion IP</th>
<th>Acciones</th>
<th>Camara</th>
</tr>

```

```

</thead>
<?php foreach($listaCamaras as $camara){?>
<tr align="center" valign="middle">
<td VALIGN="MIDDLE" ALIGN="CENTER"><?php echo "<center>"; echo
$camara['Marca']; echo "</center>";?></td>
    <td ><?php echo $camara['Serie'];?></td>
    <td ><?php echo $camara['Barrio'];?></td>
    <td ><?php echo $camara['IP'];?></td>
    <td>
<form action="" method="post">
<input type="hidden" name="txtid" value="<?php echo $camara['ID'];?>">
<input type="submit" value="Seleccionar" class="btn btn-info" name="accion">
<button value="Eliminar" onclick="return Confirmar('Esta seguro que deseas
borrar?');" type="submit" class="btn btn-danger" name="accion">Eliminar</button>
</form>
</td>
<td>
<a title="Ver Camara" href="http://admin:Abc12345@<?php echo
$camara['IP'];?>:80/ISAPI/Streaming/channels/1/picture"></a>
</td>
</tr>
<?php }?>
</table>
</div>
<?php if($mostrarModal){?>
<script>
$('#exampleModalLong').modal('show');
</script>
<?php }?>
<script>
function Confirmar(Mensaje){
return (confirm(Mensaje))?true:false;
}
</script>
</div>
<!--Para Registro de Arduinos-->
<div class="container">
    <form action="" method="post" enctype="multipart/form-data" width="120">
<!-- Modal -->
<div class="modal fade" id="exampleModalLong2" tabindex="-1" role="dialog"
aria-labelledby="exampleModalLongTitle" aria-hidden="true">

```

```

<div class="modal-dialog" role="document">
  <div class="modal-content">
    <div class="modal-header">
      <h5 class="modal-title" id="exampleModalLongTitle">Registro
Arduinos</h5>
      <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-label="Close">
        <span aria-hidden="true">&times;</span>
      </button>
    </div>
    <div class="modal-body">
      <div class="form-row">

<input type="hidden" name="txtID" value="<?php echo $txtID;?>" placeholder=""
id="txtID" required="">
<br>
<label for="">Nombres:</label>
<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Nombres']))?"is-
invalid":"","?>" name="txtNombres" id="txtNombres" value="<?php echo
$txtNombres;?>" placeholder="" required /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['Nombres']))?$error['Nombres']:"";?>
</div>
<br>
<br>
<label for="">Apellidos:</label>
<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Apellidos']))?"is-
invalid":"","?>" name="txtApellidos" id="txtApellidos" value="<?php echo
$txtApellidos;?>" placeholder="" required /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['Apellidos']))?$error['Apellidos']:"";?>
</div>
<br>
<label for="">Referencia:</label>
<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Referencia']))?"is-
invalid":"","?>" name="txtReferencia" id="txtReferencia" maxlength="15"
value="<?php echo $txtReferencia;?>" placeholder="" required /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['Referencia']))?$error['Referencia']:"";?>
</div>
<br>
<br>
<label for="">Barrio:</label>

```

```

<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Barrio']))?'is-
invalid':"";?>" name="txtBarrio" id="txtBarrio" value="<?php echo $txtBarrio;?>"
placeholder="" required /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['Barrio']))?$error['Barrio']:"";?>
</div>
<br>
<label for="">Direccion IP:</label>
<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['ArduinoIP']))?'is-
invalid':"";?>" name="txtArduinoIP" id="txtArduinoIP" value="<?php echo
$txtArduinoIP;?>" placeholder="" required /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['ArduinoIP']))?$error['ArduinoIP']:"";?>
</div>
<br>
<label for="">Ubicacion (MAPS):</label>
<input type="text" class="form-control <?php echo (isset($error['Ubicacion']))?'is-
invalid':"";?>" name="txtmaps" id="txtmaps" value="<?php echo $txtmaps;?>"
placeholder="" /></td>
<div class="invalid-feedback">
<?php echo (isset($error['Ubicacion']))?$error['Ubicacion']:"";?>
</div>
<br>
</div>
</div>
<div class="modal-footer">
<button value="Agregar2" <?php echo $accionAgregar2;?> class="btn btn-success"
type="submit" name="accion2">Agregar</button>
<button value="Modificar2" <?php echo $accionModificar2;?> class="btn btn-
warning" type="submit" name="accion2">Modificar</button>
<button value="Eliminar2" onclick="return Confirmar('Esta seguro que deseas
borrar?');" <?php echo $accionEliminar2;?> class="btn btn-danger" type="submit"
name="accion2">Eliminar</button>
<button value="Cancelar2" <?php echo $accionCancelar2;?> class="btn btn-
primary" type="submit" name="accion2">Cancelar</button>
</div>
</div>
</div>
</div>
<h1>REGISTROS DE BOTONERAS DE EMERGENCIA</h1>
<br>
<!-- Button trigger modal -->

```

```

<button type="button" class="btn btn-primary" data-toggle="modal" data-
target="#exampleModalLong2">
  Agregar Registro +
</button>
</form>
<div class="row">
<table class="table table-hover table-bordered">
<thead class="thead-dark" align="center">
<tr>
  <th>Nombres</th>
  <th>Apellidos</th>
  <th>Referencia</th>
  <th>Barrio</th>
  <th>Direccion IP</th>
  <th>Acciones</th>
  <th>Alarma</th>
  <th>Ubicacion</th>
</tr>
</thead>
<?php foreach($listaarduinos as $arduino){?>
<tr align="center" valign="middle">
<td VALIGN="MIDDLE" ALIGN="CENTER"><?php echo "<center>"; echo
$arduino['Nombres']; echo "</center>";?></td>
  <td ><?php echo $arduino['Apellidos'];?></td>
  <td ><?php echo $arduino['Referencia'];?></td>
  <td ><?php echo $arduino['Barrio'];?></td>
  <td ><?php echo $arduino['ArduinoIP'];?></td>
<td>
<form action="" method="post">
<input type="hidden" name="txtID" value="<?php echo $arduino['id'];?>">
<input type="submit" value="Seleccionar" class="btn btn-info" name="accion2">
<button value="Eliminar2" onclick="return Confirmar('Esta seguro que deseas
borrar?');" type="submit" class="btn btn-danger"
name="accion2">Eliminar</button>
<button value="Desactivar" onclick="return Confirmar('Esta seguro que desea
Desactivar la alarma?');" type="submit" class="btn btn-warning"
name="accion2">Desactivar Alarma</button>
</form>
</td>
<div class="alarma" id="A1">
<td data-label="Alarma" valign="center">

```

```

<input type="text" valign="center" id="F01" style= "color:#273746; font-family:AR
CENA; font-size:16px; width:130px; background: #dbd6d6; opacity:1; border:
#dbd6d6" value=" DESACTIVADO" />
</td>
<td>
<a title="Ver Ubicacion" href="<?php echo $arduino['Ubicacion'];?>"></a> </td >
</div>
</tr>
<?php }?>
</table>
</div>
<?php if($mostrarModal2){?>
<script>
$('#exampleModalLong2').modal('show');
</script>
<?php }?>
<script>
function Confirmar(Mensaje){
return (confirm(Mensaje))?true:false;
}
</script>
</div>
</body>
</html>

```