

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**SISTEMAS**



**TESIS**

**DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN  
TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZARLOS SERVICIOS  
TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
JORGE BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL  
DISTRITO DE LOCUMBA.**

**PARA OPTAR:  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CELESTE ERICKA ALMANZA CORNEJO**

**Bach. JOLIDEY MARIO CALLOMAMANI QUISPE**

**TACNA - PERÚ**  
**2017**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A mi Mamá, por su amor y dedicación, por impulsarme a terminar la carrera y apoyarme en todo para salir adelante. A mi Papá, quien, aunque no esté físicamente conmigo sé que desde el cielo ha estado siempre cuidándome y guiándome. A mis niños, Ariadna, Aquiles y Mathías, quienes son los amores de mi vida, mis motivos para nunca rendirme y querer ser un ejemplo para ellos. Las razones por las que me levanto cada día para esforzarme por el presente y el mañana. A mi Hermana y a mi niña bonita por su amor y apoyo incondicional.

Celeste

**DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido llegar a este punto y haberme dado salud para alcanzar mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Mariano y Grimalda por su apoyo incondicional y sus consejos, su paciencia y todo lo que soy gracias a ellos.

A mi hermana Lucenia por estar siempre apoyándome.

A mi novia Katherine, por su constante apoyo, confianza y por aconsejarme, escucharme y preocuparse por mí siempre.

Jolidey

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Amigo y Asesor de Tesis el Ingeniero Martín Alcántara, por su brindarme sus conocimientos, persistencia, paciencia y motivarme durante todo el proceso del desarrollo de la Tesis.

También quiero agradecer a las Instituciones Involucradas en el desarrollo de la presente tesis, por la Información proporcionada y el apoyo ofrecido, y en especial al Jefe de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la Municipalidad Jorge Basadre, el Sr. Reynaldo Gómez Cornejo Palza.

A la persona que se ha convertido en un amigo incondicional, nos une un lazo muy fuerte e irrompible para toda la vida, gracias por siempre confiar en mí, y darme aliento para seguir a pesar de mis flaquezas.

Asimismo, quiero agradecer a todas aquellas personas que en forma directa o indirecta contribuyeron a que este trabajo de investigación pudiera llevarse a cabo.

A todos ellos, muchas gracias.

Celeste

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor de Tesis Ing. Hugo Martin Alcántara Martínez por su apoyo, profesionalismo para la conclusión del presente trabajo de tesis.  
Mi reconocimiento al Sr. Reynaldo David Gómez Cornejo Palza jefe de la oficina de TIC de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, por su colaboración en la realización del presente trabajo de investigación.

Jolidey

## RESUMEN

La presente Tesis tiene como objetivo diseñar una red Metropolitana basada en tecnología GPON con el Estándar Ethernet conocido con el nombre de GEPON, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto, la cual se consideró para el diseño de la red Metropolitana de Fibra Óptica, debido a que la fibra óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único capaz de soportar los servicios de la nueva generación, buscando lograr la optimización de los servicios tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, integrando las redes locales de cada una de las sedes de la Municipalidad; llevando al mismo tiempo servicios de Internet, Video Vigilancia y Tele-Educación a las demás instituciones públicas, anexos y centros poblados del distrito.

Con esta plataforma de conectividad el distrito se encontrará preparado para soportar en un futuro el transporte y gestión de servicios tecnológicos, tal y como lo contemplan los Gobiernos de todas las naciones, quienes reconocen la necesidad de desplegar redes de fibra óptica para mejorar la competitividad de sus economías. Es por esa misma razón que los principales operadores de telecomunicaciones del mundo, también vienen realizando el despliegue de sus redes con Tecnología GPON.

Para sustentar este diseño, se elaboró un cuestionario a diferentes actores del quehacer de la Provincia Jorge Basadre; se consideró la experiencia del jefe de la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la MPJB, así como la de otros especialistas externos, buscando validar el diseño bajo Tecnología GEPON elaborado en la presente Tesis, sin dejar de lado el compararla, con el diseño de la red existente. Se consideró como población y muestra a encuestar a los principales representantes de la comunidad los cuales son las personas más idóneas para manifestar las necesidades de la población, así como también a los Jefes de Oficinas de la MPJB, con los cuales se hace un total de 50 personas, cuyo resultado concluyo con un nivel de aceptación alto del 68%, al diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GEPON, para optimizar los servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de Locumba”, demostrando de manera contundente, la aceptación a la propuesta y dejando manifestado la necesidad de cambio de la red actual.

**PALABRAS CLAVES:** Red Metropolitana, Tecnología GPON, Servicios Tecnológicos, Plataforma de conectividad, Video Vigilancia, Tele-Educación

## ABSTRACT

The present thesis aims to design a Metropolitan network based on GPON technology with the Ethernet Standard known as GEPON, fiber optic access technology with point-to-multipoint architecture, which was considered for the design of the Metropolitan Optical fiber, because fiber optics is the most advanced transmission medium and the only one capable of supporting the services of the new generation, seeking to achieve the optimization of the technological services of the Provincial Municipality Jorge Basadre, integrating the local networks of each One of the headquarters of the Municipality; While at the same time providing Internet, Video Surveillance and Tele-Education services to other public institutions, annexes and populated centers of the district.

With this connectivity platform, the district will be prepared to support in the future the transportation and management of technological services, as contemplated by the governments of all nations, who recognize the need to deploy fiber optic networks to improve the competitiveness of Their economies. It is for this same reason that the world's leading telecommunication operators are also implementing their networks with GPON Technology.

To support this design, a questionnaire was prepared for different actors in the work of the Jorge Basadre Province; The experience of the head of the Office of Information Technology and Communications of the MPJB, as well as that of other external specialists, was considered, seeking to validate the design under GEPON Technology elaborated in this thesis, without neglecting to compare it with the Design of the existing network. It was considered as a population and sample to survey the main representatives of the community who are the most suitable people to manifest the needs of the population, as well as the Heads of Offices of the MPJB, with which a total of 50 people, whose result concluded with a high acceptance level of 68%, the design of a Metropolitan Network based on Technology GEPON, to optimize the technological services of the Provincial Municipality Jorge Basadre, for the benefit of the population of the district of Locumba, Demonstrating conclusively acceptance of the proposal and showing the need to change the current network.

**KEYWORDS:** Metropolitan Network, GPON Technology, Technology Services, Connectivity Platform, Video Surveillance, Tele-Education

## INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	viii
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	xiv
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	xv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xix
<b>I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	21
1.1. Planteamiento del Problema.....	21
1.2. Formulación del problema:.....	25
1.3. Objetivos .....	25
1.3.1. Objetivo General:.....	25
1.3.2. Objetivos Específicos: .....	25
1.4. Justificación e importancia del estudio.....	26
1.4.1. Teórica.....	26
1.4.2. Práctica .....	26
1.4.3. Legal .....	27
1.4.4. Social .....	28
1.5. Limitaciones .....	29
<b>II. MARCO TEORICO</b> .....	30
2.1. Antecedentes del Estudio .....	30
2.2. Bases teóricas.....	36
2.2.1. Redes de Telecomunicaciones .....	36
2.2.2. Modelo OSI.....	37
2.2.3. Modelo TCP/IP .....	38
2.2.4. Protocolo TCP .....	41



<b>2.2.5.</b>	<b>Protocolo Internet</b> .....	<b>43</b>
<b>2.2.6.</b>	<b>Tipos de Redes</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2.6.1.</b>	<b>Red telefónica</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2.6.2.</b>	<b>Red de datos</b> .....	<b>46</b>
<b>2.2.7.</b>	<b>Topologías</b> .....	<b>50</b>
<b>2.2.7.1.</b>	<b>Topología en BUS</b> .....	<b>50</b>
<b>2.2.7.2.</b>	<b>Topología en Anillo</b> .....	<b>51</b>
<b>2.2.7.3.</b>	<b>Topología en Anillo doble</b> .....	<b>52</b>
<b>2.2.7.4.</b>	<b>Topología en Estrella</b> .....	<b>52</b>
<b>2.2.7.5.</b>	<b>Topología en árbol</b> .....	<b>53</b>
<b>2.2.7.6.</b>	<b>Topología en malla completa</b> .....	<b>54</b>
<b>2.2.8.</b>	<b>Clasificación de las redes</b> .....	<b>55</b>
<b>2.2.9.</b>	<b>Cableado de redes de datos y telefonía</b> .....	<b>57</b>
<b>2.2.9.1.</b>	<b>Redes de Cobre</b> .....	<b>58</b>
<b>2.2.9.2.</b>	<b>Fibra Óptica</b> .....	<b>60</b>
<b>2.2.10.</b>	<b>Composición de las fibras:</b> .....	<b>60</b>
<b>2.2.11.</b>	<b>Clasificación de las fibras:</b> .....	<b>62</b>
<b>2.2.12.</b>	<b>Características de la Fibra Óptica</b> .....	<b>64</b>
<b>2.2.13.</b>	<b>Redes Ópticas Activas</b> .....	<b>65</b>
<b>2.2.14.</b>	<b>Redes Ópticas Pasivas</b> .....	<b>65</b>
<b>2.2.14.1.</b>	<b>Estructura de una Red PON</b> .....	<b>66</b>
<b>2.2.15.</b>	<b>El entorno de Fibra Óptica GPON</b> .....	<b>67</b>
<b>2.2.16.</b>	<b>Tipos de redes PON</b> .....	<b>68</b>
<b>2.2.16.1.</b>	<b>APON (ATM PON: Asynchronous Transfer Mode PON)</b> .....	<b>68</b>
<b>2.2.16.2.</b>	<b>BPON (Broadband - PON Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)</b>	<b>68</b>
<b>2.2.16.3.</b>	<b>EPON (Ethernet Passive Optical Network)</b> .....	<b>68</b>
<b>2.2.16.4.</b>	<b>GPON (Gigabit Passive Optical Network)</b> .....	<b>69</b>
<b>2.2.16.5.</b>	<b>GEPON (Gigabit Ethernet over Passive Optical Network)</b> .....	<b>69</b>

2.2.16.5.1. Estándares GEPON/EPON.....	71
2.2.17. Topologías PON.....	72
2.2.18. Espectro compartido versus tiempo compartido.....	72
2.2.18.1. WDMA PON.....	72
2.2.18.2. TDMA PON.....	73
2.2.19. Utilización de Ethernet.....	74
2.2.20. Transmisión de bajada.....	75
2.2.21. Transmisión de subida.....	76
2.2.22. Servicios a poblaciones Rurales (Inclusión Digital Rural).....	76
2.2.23. Otros Servicios que se pueden Utilizar.....	78
2.2.23.1. Video Vigilancia Ip.....	79
2.2.23.2. La Telemedicina.....	80
2.2.23.3. Teleeducación.....	81
2.2.23.4. Automatización De Centros De Control.....	83
2.2.23.5. Interconexión de Instalaciones de la MPJB.....	83
2.3. Estándares.....	84
2.3.1. Organizaciones que Establecen Estándares.....	84
2.3.2. Normas Nacionales.....	85
2.4. Definición de Términos.....	86
2.5. Hipótesis.....	91
2.6. Variables:.....	91
2.6.1. Definición Conceptual de la Variable.....	91
2.6.2. Definición Operacional de las Variables.....	93
III. METODOLOGIA.....	102
3.1. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación:.....	102
3.1.1. Tipo de Investigación.....	102
3.1.2. Nivel de Investigación:.....	102
3.1.3. Diseño de Investigación:.....	103
3.2. Descripción del Ámbito de la Investigación.....	103

3.3.	Población y muestra .....	103
3.3.1.	Población .....	103
3.3.2.	Muestra .....	103
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	106
3.5.	PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	108
IV.	DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA RED .....	109
4.1.	Generalidades .....	109
4.1.1.	Situación General .....	109
4.1.2.	Ubicación Geográfica .....	109
4.1.3.	Descripción de la Institución .....	111
4.1.4.	Estructura Orgánica .....	111
4.1.5.	Misión .....	111
4.1.6.	Visión .....	111
4.1.7.	Valores .....	111
4.2.	Situación Actual .....	112
4.3.	Diseño de la Red Propuesta .....	115
4.3.1.	Elección de la Tecnología Pon .....	116
4.3.2.	Dimensiones y cobertura de la Red .....	117
4.3.3.	Distribución Geográfica de la red Metropolitana y los servicios tecnológicos a prestar .....	121
4.3.4.	Tabla de distribución de Anexos .....	147
4.3.5.	Infraestructura física para la instalación de los nodos .....	149
4.3.6.	Diseño de Red Metropolitana GEPON: Capa Lógica .....	156
4.3.7.	Soporte de servicios de clase diferenciados .....	159
4.3.8.	Servicios que se prestan con la Red Metropolitana GEPON ...	159
4.3.9.	Factibilidades .....	166
4.3.9.1.	Factibilidad Técnica .....	166
4.3.9.2.	Factibilidad Económica .....	179
4.3.9.3.	Factibilidad Operacional .....	181

<b>V. RESULTADOS</b> .....	183
<b>5.1. Resultados Estadística Descriptiva</b> .....	183
5.1.1. <b>Factor: Fiabilidad</b> .....	183
5.1.2. <b>Factor: Ancho de Banda continuo</b> .....	184
5.1.3. <b>Factor: Disponibilidad del servicio</b> .....	185
5.1.4. <b>Factor: Parámetros Tecnológicos</b> .....	186
5.1.5. <b>Factor: Integridad</b> .....	187
5.1.6. <b>Factor: Disponibilidad de la Red Metropolitana</b> .....	188
5.1.7. <b>Factor: Seguridad</b> .....	189
5.1.8. <b>Factor: Inmunidad</b> .....	190
<b>5.2. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO</b> .....	191
<b>5.3. ESTADISTICAS POR VARIABLES</b> .....	191
5.3.1. <b>Variable 1: Servicios Tecnológicos</b> .....	191
5.3.2. <b>Variable 2: Diseño de una Red Metropolitana.</b> .....	192
5.3.3. <b>Estadística integral: Variable 1: Servicios Tecnológicos y</b> <b>Variable 2: Diseño de una Red Metropolitana.</b> .....	193
<b>VI. DISCUSION</b> .....	195
<b>CONCLUSIONES</b> .....	198
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	200
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	201
<b>ANEXOS</b> .....	204
<b>ANEXO 01: Organigrama MPJB</b> .....	204
<b>ANEXO 02: Matriz de Consistencia</b> .....	205
<b>ANEXO 03: Documentos de Coordinación</b> .....	207
<b>ANEXO 04: Guía de Entrevista</b> .....	210
<b>ANEXO 05: Entrevistas al Alcalde y Personal MPJB</b> .....	213
<b>ANEXO 06: Encuesta del Funcionamiento de la Red Actual, realizada a los</b> <b>Jefes de Oficinas de la MPJB, Jefes de Instituciones Públicas,</b> <b>Presidentes de Anexos y Centros Poblados del Distrito</b> .....	218

<b>ANEXO 07: Encuesta de expectativas de la Red Propuesta Metropolitana basada en Tecnología GPON .....</b>	<b>219</b>
<b>ANEXO 08: Coeficiente de Confiabilidad del Instrumento .....</b>	<b>220</b>
<b>ANEXO 09: Programas utilizados para el Proceso de la Información.....</b>	<b>225</b>
<b>ANEXO 10: Validación de Expertos .....</b>	<b>226</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1, Puertos más usados por TCP .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 2: Cuadro explicativo de redes PON .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 3: Operacionalización de las variables .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 4: Tipos de Muestra .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 5: Población Representativa del Distrito de Locumba .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 6: Instrumentos y técnicas de recolección de información utilizadas para la investigación .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 7: Instrumentos y procesamiento de la información .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 8: Ubicación de Nodos de la Red.....</b>	<b>147</b>
<b>Tabla 9 Listado de Anexos y Centros Poblados .....</b>	<b>147</b>
<b>Tabla 10: Listado de Instituciones Existentes por Centro Poblado o Anexo .</b>	<b>148</b>
<b>Tabla 11: Ubicación de Splitter´s de Primer Nivel .....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla 12: Ubicación de Splitter´s de Segundo Nivel .....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla 13: Locales y/o instituciones con acceso a Internet.....</b>	<b>159</b>
<b>Tabla 14: Listado de Cámaras y la Ubicación de la Caja Nema o Gabinete donde se encuentran instalados .....</b>	<b>162</b>
<b>Tabla 15: I.E. y locales comunales con acceso a Tele-educación.....</b>	<b>165</b>
<b>Tabla 16 : Características de Switch.....</b>	<b>171</b>
<b>Tabla 17: Características de una computadora Desktop .....</b>	<b>177</b>
<b>Tabla 18: Costos de los equipos propuestos (Hardware y Recurso Humano). .....</b>	<b>179</b>
<b>Tabla 19: Estadísticas sobre el grado de Fiabilidad de la Red .....</b>	<b>183</b>
<b>Tabla 20: Estadísticas sobre el Ancho de Banda de la Red .....</b>	<b>184</b>
<b>Tabla 21: Estadísticas sobre la Disponibilidad del Servicio.....</b>	<b>185</b>
<b>Tabla 22: Estadísticas sobre los Parámetros Tecnológicos .....</b>	<b>186</b>
<b>Tabla 23: Estadísticas sobre la Integridad de la Red.....</b>	<b>187</b>
<b>Tabla 24: Estadísticas sobre la Disponibilidad de la Red .....</b>	<b>188</b>
<b>Tabla 25: Estadísticas sobre la Seguridad de la Red.....</b>	<b>189</b>
<b>Tabla 26: Estadísticas sobre la Inmunidad de la Red .....</b>	<b>190</b>
<b>Tabla 27: Estadísticas de la variable 1: Servicios Tecnológicos.....</b>	<b>191</b>
<b>Tabla 28: Estadísticas de la variable 2: Diseño de una Red Metropolitana ....</b>	<b>192</b>
<b>Tabla 29: Comparación de proporciones entre la Red de Voz y Datos Actual y la Red Metropolitana propuesta con tecnología GEPON .....</b>	<b>193</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Esquema del Modelo de Inclusión Social en el Perú .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2, Modelo de arquitectura de protocolo.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 3, Comparación entre las arquitecturas TCP/IP y OSI.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 4, conexión TCP .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 5, Primitivas y parámetros de servicio IP .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 6, Cabecera IP v4.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 7, Formatos de direcciones IP .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 8 El Estándar X.25 especifica la conexión del terminal con el nodo de conmutación de paquetes.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 9: Diagrama simplificado del proceso ATM .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 10: Conexión de Ordenadores en Internet .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 11: Topología en Bus .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 12: Topología en Anillo .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 13: Topología en Anillo Doble .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 14: Topología en Estrella.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 15: Topología en Árbol.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 16: Topología en Árbol.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 17: Redes.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 18: Tipos de Redes .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 19: Características de Cable Coaxial.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 20: Par Trenzado: UTP, STP y FTP .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 21: Partes de la fibra óptica .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 22: Estructura típica de una fibra Monomodo .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 23: Estructura típica de una fibra de índice gradual.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 24: Estructura típica de una fibra de índice escalonado .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 25: Estructura de una Red Activa .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 26: Componentes principales de un sistema PON .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 27: Red GEPON .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 28: Transmisión de bajada en GEPON .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 29: Transmisión de subida en GEPON.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 30: Hacia una Inclusión Digital .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 31: Cámara PTZ 360 Observando la Ciudad .....</b>	<b>79</b>

<b>Figura 32: Sala de Monitoreo – Seguridad Ciudadana .....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 33: Sesiones de Telemedicina .....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 34: Teleeducación .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 35: Mapa de la ubicación de la Provincia Jorge Basadre .....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 36: Mapa de la ubicación del distrito de Locumba .....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 37: Arquitectura – Backbone Fibra Óptica y Radio Enlace – Sedes actuales MPJB.....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 38: Ubicación de Cámaras próximas a instalarse por el Proyecto de Seguridad Ciudadana .....</b>	<b>114</b>
<b>Figura 39: Distancia entre los anexos Cinto y Chipe .....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 40: Ubicación del Nodo Central (OLT Nro. 1).....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 41: Cobertura del Nodo Central (OLT Nro. 1).....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 42: Ubicación del Nodo Central (OLT Nro. 2).....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 43: Cobertura del Nodo Central (OLT Nro. 2).....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 44: Ubicación del Nodo Central (OLT Nro. 3).....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 45: Cobertura del Nodo Central (OLT Nro. 3).....</b>	<b>120</b>
<b>Figura 46: Ubicación de Nodos en Red Metropolitana .....</b>	<b>120</b>
<b>Figura 47: Ubicación de Instituciones Públicas.....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 48: Lugares de acceso a Internet.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 49: Acceso a Tele-educación .....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 50: Ubicación de Cámaras.....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 51: Ubicación de Cámaras.....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 52: Ubicación de Instituciones Públicas.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 53: Lugares con acceso a Internet.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 54: Lugares con acceso a Tele-educación .....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 55: Ubicación de Cámaras.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 56: Ubicación de instituciones Públicas.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 57: Lugares con acceso a Internet.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 58: Ubicación de Cámaras.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 59: Lugares con acceso a Tele-educación.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 60: Lugar con acceso a Internet.....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 61: Lugar con acceso a Internet.....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 62: Lugar con acceso a Internet y Tele-educación .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 63: Ubicación de Cámara de Video-vigilancia .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 64: Ubicación de Cámara de Video-vigilancia .....</b>	<b>131</b>



<b>Figura 65: Ubicación de Instituciones Públicas.....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 66: Acceso a Internet y Tele-educación.....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 67: Ubicación .....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 68: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes .....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 69: Ubicación de Cámaras.....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 70: Acceso a Internet y Tele-educación.....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 71: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes .....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 72: Acceso a Internet.....</b>	<b>135</b>
<b>Figura 73: Ubicación de cámaras de Video-vigilancia.....</b>	<b>135</b>
<b>Figura 74: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes .....</b>	<b>136</b>
<b>Figura 75: Acceso a Internet y Tele-educación a I.E. y local comunal .....</b>	<b>136</b>
<b>Figura 76: Ubicación de Cámaras de Video-vigilancia .....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 77: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes .....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 78: Acceso de Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 79: Ubicación de cámaras de Video-vigilancia.....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 80: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes .....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 81: Acceso a Internet y Tele-educación.....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 82: Ubicación de Cámaras.....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 83: Acceso a Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 84: Ubicación de Cámara.....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 85: Acceso a Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 86: Ubicación de Cámara.....</b>	<b>142</b>
<b>Figura 87: Acceso a Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>142</b>
<b>Figura 88: Ubicación de Cámara.....</b>	<b>143</b>
<b>Figura 89: Acceso a Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>143</b>
<b>Figura 90: Ubicación de Cámara.....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 91: Acceso a Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 92: Ubicación de Cámara.....</b>	<b>145</b>
<b>Figura 93: Acceso a Internet y Tele-Educación .....</b>	<b>145</b>
<b>Figura 94: Ubicación de Cámara.....</b>	<b>146</b>
<b>Figura 95: Ubicación de Cámara de Video-vigilancia .....</b>	<b>146</b>
<b>Figura 96: Gabinete de 42RU para Nodo Central.....</b>	<b>150</b>
<b>Figura 97 Topología de Conexión de Red Metropolitana GEPON .....</b>	<b>154</b>
<b>Figura 98 Topología Física de Red Metropolitana GEPON .....</b>	<b>155</b>
<b>Figura 99 Topología Lógica a nivel de Sedes.....</b>	<b>157</b>

<b>Figura 100 Topología Lógica a nivel de Sedes .....</b>	<b>158</b>
<b>Figura 101: Obtención de consumo de almacenamiento por 15 días.....</b>	<b>162</b>
<b>Figura 102 Estadísticas sobre el grado de Fiabilidad de la Red (%).....</b>	<b>183</b>
<b>Figura 103: Estadísticas sobre el Ancho de Banda de la Red (%).....</b>	<b>184</b>
<b>Figura 104: Estadísticas sobre la Disponibilidad del Servicio (%).....</b>	<b>185</b>
<b>Figura 105: Estadísticas sobre los Parámetros Tecnológicos (%).....</b>	<b>186</b>
<b>Figura 106: Estadísticas sobre la Integridad de la Red (%).....</b>	<b>187</b>
<b>Figura 107: Estadísticas sobre la Disponibilidad de la Red (%) .....</b>	<b>188</b>
<b>Figura 108: Estadísticas sobre la Seguridad de la Red (%).....</b>	<b>189</b>
<b>Figura 109: Gráfico Estadístico sobre la Inmunidad de la Red (%).....</b>	<b>190</b>
<b>Figura 110: Estadísticas la variable 1: Servicios Tecnológicos (%).....</b>	<b>192</b>
<b>Figura 111: Estadísticas de la variable 2: Diseño de una Red Metropolitana (%)</b> <b>.....</b>	<b>193</b>
<b>Figura 112: Comparación de proporciones entre la Red de Voz y Datos Actual</b> <b>y la Red Metropolitana propuesta con tecnología GEPON.....</b>	<b>194</b>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las instituciones tanto públicas como privadas requieren adecuarse y cambiar en algunos casos su plataforma de conectividad para hacerle frente a las nuevas tecnologías y a los nuevos servicios tecnológicos que la población demanda. Específicamente en las instituciones públicas del rubro de municipalidades que tienen como objetivos el organizar y brindar servicios básicos a su población.

Pues esto sumado al constante avance tecnológico hace que las municipalidades deban cambiar sus plataformas de conectividad para hacer frente a las nuevas tecnologías que seguirán apareciendo día a día. Se observa que la gran mayoría de municipalidades no atienden oportunamente a la población; pues en algunos casos no tienen acceso fluido a sus sistemas internos y mucho menos a Internet. Y de esta manera se genera demora en el normal funcionamiento de los procesos de las municipalidades.

Por otro lado, la población no tiene acceso a servicios básicos como el internet, Video Vigilancia para salvaguardar su seguridad y Tele-Educación para las instituciones educativas.

Esta problemática conlleva al uso de nuevas tecnologías que faciliten el normal desenvolvimiento de los procesos de las municipalidades y llegar a la población con los servicios tecnológicos antes mencionados para brindarles una mejor calidad de vida y que permita una mejor gestión administrativa a las municipalidades.

Por ello el presente trabajo de investigación **DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA**, pretende el diseño de una red Metropolitana la misma que será la plataforma de conectividad para transportar los servicios tecnológicos en todo el distrito.

Capítulo I: en donde se describe el problema de investigación, en el que se expone el problema, los objetivos, la justificación del estudio y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II: en el cual se describe el Marco Teórico, en el que se exponen aspectos tales como antecedentes, bases teóricas científicas y definiciones de términos, los cuales son el soporte para esta investigación. Así también la hipótesis y las variables resultantes de la investigación,

Capítulo III: en el que se presenta Marco Metodológico a desarrollar, capítulo en que se explica la metodología empleada para el resultado de la investigación.

Capítulo IV: en donde se muestra el Desarrollo de la propuesta del trabajo de investigación.

Capítulo V: Resultados, en donde se muestra los gráficos estadísticos y resultados.

Capítulo VI: Discusión, comparar con otros trabajos de investigación los resultados.

Y, finalmente se esbozan las principales Conclusiones y sugerencias.

Los Autores

## I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

#### Realidad Mundial

*Remitirnos al mundo de las nuevas tecnologías puede resultar desde fascinante hasta escalofriante. Vivimos en un mundo en el que los avances tecnológicos se mueven aceleradamente, difícil es por momentos seguir el apresurado paso a los inventos que día a día, en diversos campos y áreas de conocimiento, impactan al mundo. Innovación, revolución, evolución, reflejo de una carrera tecnológica y una revolución de la ciencia y tecnología que por momentos no sabemos a qué intereses responde. En nuestro mundo globalizado, el flujo acelerado de mercancías e información alrededor del mundo, parece cada día acercarnos a un futuro incierto. (Vázquez, 2016).*

Como se sabe en la actualidad a nivel mundial, la tecnología avanza a pasos agigantados, pues se observa que a medida que salen nuevos productos y servicios tecnológicos se requiere de una base o plataforma de conectividad para que todos estos productos y servicios tecnológicos que aparezcan en nuestro entorno puedan operar de la manera más óptima posible.

La plataforma más grande de conectividad a nivel mundial es el internet. La cual depende del ancho de banda disponible en las ciudades y países para responder a todos los servicios que se preste.

*La velocidad de Internet está peligrosamente reñida con la situación del país. Los países más desarrollados suelen contar con más velocidad y posibilidad mientras que los países más pobres ven empeorada su situación con un discreto acceso a la red para sus ciudadanos. (Valero, 2016).*

El internet aun hoy en día no está disponible para todas las personas del mundo, no todas las áreas tienen acceso a ella, sobre todo las zonas rurales y si lo tienen solo cuentan con una velocidad baja. Solo algunos países avanzados cuentan con altas velocidades de Internet.

Y por ende estos países cuentan con la base o plataforma ya instalada que soporta todos los servicios tecnológicos que hay en la actualidad y que aparecerán a futuro. Dentro de las tecnologías que utilizan estas plataformas de conectividad una de las más difundidas es la probada tecnología de redes ópticas pasivas con capacidad Gigabit (GPON o Gigabit-capable Passive Optical Network en inglés).

*El estándar incluye varias velocidades de línea hasta 2,488 Gbps, simétrica y asimétrica. Con una menor sobrecarga de codificación y tiempos de guardas menores, el ancho de banda neto de GPON es mucho mayor que el de EPON. Además de transportar tráfico de datos nativo, GPON también es capaz de transportar eficientemente otros servicios. (Millán Tejedor, 2008, pág. 65)*

Con este estándar que permite una mayor velocidad de transmisión y recepción de datos a través de una sola fibra se podrá aprovechar el potencial de la tecnología de última generación. Y con esto se logra la satisfacción de la población al tener acceso a los diferentes servicios tecnológicos: acceso a internet, televisión digital, cámaras ip, telefonía y otros servicios multimedia.

*Otro dato a tomar en cuenta hoy en día, es que si bien los teléfonos móviles tienen la categoría de mayores dispositivos conectados en el mundo ganando incluso a las computadoras. Se estima que para el año 2018 estos sean superados por el Internet de las Cosas (IoT o The Internet of Things en inglés). En donde se incluyen elementos como los coches, maquinaria y dispositivos de electrónica de consumo, entre otros conectados a través de internet. (Qureshi, 2016, pág. 10).*

Por tal motivo los países se ven en la necesidad de implementar soluciones de tipo GPON u otras de similares características.

## **Perú**

En nuestro país solo algunas pocas regiones que principalmente se encuentran en la costa contaban con internet de alta velocidad, pues por la ubicación geográfica y lugares casi inaccesibles de las regiones; las empresas privadas no invierten en tecnologías para revertir este problema y esta era la barrera para el desarrollo de las telecomunicaciones en el país. Pero aproximadamente hace dos años se inició el trabajo de despliegue de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO) que interconectara a las regiones del país. Y posteriormente se interconectarán también las capitales de provincias y capitales de distritos del país; todo esto con el propósito de la masificación de servicios tecnológicos de Banda Ancha.

Gracias al despliegue de la RDNFO; nuestro país dará un gran salto si se compara con mercados maduros (países). Y hay que tener por seguro que grandes cambios se vienen después de que se culmine con todos estos trabajos. Y por supuesto con este nuevo potencial de negocio a partir de la RDNFO que atraerá a multinacionales de las telecomunicaciones para invertir en el país para prestar servicios tecnológicos y estos puedan llegar a todos los pueblos del país con la gran ventaja de un menor costo por servicio prestado al cliente.

## **Entidad**

La Municipalidad Provincial de Jorge Basadre tiene como finalidad promover el desarrollo integral, sostenible y armónico de su circunscripción y en cumplimiento de las competencias exclusivas que le confiere la Ley N° 27972, así como los objetivos en el Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Locumba 2010-2021. Sobre todo, en el Sector de Comunicaciones es que no se ha avanzado pues aun no cuentan con servicios tecnológicos básicos en los Centros Poblados, colegios, comisarias, centros de salud y locales comunales de los Anexos del Distrito de Locumba; pero solo la capital de provincia, no en la totalidad de centros poblados cuentan con el servicio de internet; prestado por empresas privadas. Inclusive la misma Municipalidad no se da abasto con el servicio de internet que contrata.

Todo este poco avance es debido principalmente a su ubicación geográfica, a la baja densidad poblacional y los limitados recursos económicos. Es por ello, que a las empresas privadas no les es rentable invertir en el distrito, ya que el costo de la inversión y de operación es más alto en comparación con la demanda de servicios por parte de una población rural.

Por otro lado, la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre lleva conectada desde hace varios años por una red deficiente pues algunas de sus sedes se encuentran alejadas y conectadas por medio de radio enlace lo cual no permite que usuarios distantes accedan de a los sistemas internos de la manera educada y la navegación por internet es lenta también.

Solo recién el año que paso se implementó una red de Fibra Óptica en la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre; pero que infaustamente no conectan todas las sedes de la Municipalidad. En consecuencia, los usuarios de sedes distantes no tienen un acceso fluido a los sistemas internos de la Municipalidad y tampoco a la navegación por internet. Y mucho menos la red actualmente implementada en la Municipalidad podría albergar más servicios tecnológicos en beneficios de trabajadores y población en general.

Cabe mencionar que recabando información se conoció que actualmente la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre tiene elaborado y viable desde enero del 2016 un PIP (Proyecto de Inversión Pública); que se encuentra solo a nivel de perfil que contempla la conexión de la Municipalidad y locales del distrito a través de una red de Fibra Óptica. Pero que hasta el día de hoy quedo estancado a nivel de perfil este PIP. También mencionar que desde el mes de setiembre del año pasado se viene ejecutando un PIP de Seguridad Ciudadana en la Municipalidad y que dentro de una de sus metas esta la instalación de cámaras de video vigilancia (cuatro) en el pueblo de locumba.

También se conoció que según proyecto de FITEL (Fondo de Inversión en Telecomunicaciones) para Región Tacna no está considerando a la Provincia de Jorge Basadre para la interconexión con la RDNFO como capital de provincia. Pero la población se beneficiará como capital de distrito, las entidades públicas con servicio de Banda Ancha de operador móvil (Telefónica Móviles S.A.A.) en un radio de 2km; por haber renovado contrato de concesión. (Figuroa, Aldave, & Alvarez, 2015).

El hecho de existir múltiples iniciativas pero que no han llegado a concretarse o que no abarcan y no cubren todos los centros poblados que conforman la



provincia, o que han quedado solamente como perfiles de factibilidad, siendo estas propuestas aisladas que solo cubren en parte a la población de la provincia con servicios parciales, no habiéndose propuesto la convergencia de estos servicios unificando para ello el medio de conectividad, lográndose de esta forma reducir los costos de inversión y dotándose a la provincia de una plataforma que permitirá a futuro transportar y brindar muchos servicios tecnológicos.

## **1.2. Formulación del problema:**

¿Se puede optimizar los servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de Locumba mediante el Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General:**

Diseñar una red con tecnología GPON, que nos permita contar con una plataforma de conectividad para la convergencia de los servicios Tecnológicos que la Municipalidad Provincial Jorge Basadre tiene y puede ofrecer para beneficio de toda la población del distrito de Locumba.

### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Brindar la Fiabilidad de los Servicios Tecnológicos para que los usuarios obtengan respuesta desde la primera vez de uso de estos.
- Brindar el Ancho de Banda Continuo en los Servicios Tecnológicos para que los usuarios accedan en simultaneo a estos.
- Asegurar la Disponibilidad de los Servicios Tecnológicos, para que los usuarios tengan acceso en todo momento a estos.
- Brindar acceso a Internet a las seis instituciones educativas, los dos establecimientos de salud, las dos comisarías y los doce locales comunales o locales multiusos del distrito con el uso de los Parámetros Tecnológicos para Diseñar la Red Metropolitana.

- Diseñar la conexión e integración de las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre con el diseño de la red Metropolitana basada en tecnología GPON.
- Diseñar una alternativa de uso de cámaras de video vigilancia en el servicio de seguridad ciudadana en el distrito bajo la Disponibilidad de la Red Metropolitana.
- Diseñar el servicio de Tele-Educación para las Instituciones Educativas del distrito con la alta seguridad de la Red Metropolitana.
- Diseñar el servicio de Tele-Educación para los Locales Comunes del distrito mediante la inmunidad del despliegue de la Red Metropolitana.

#### **1.4. Justificación e importancia del estudio**

##### **1.4.1. Teórica**

El uso de las Redes de banda ancha basadas en la innovadora Tecnología GPON actualmente no es un tema muy conocido en nuestro país y mucho menos en nuestro departamento de Tacna, lo cual pudimos evidenciar al investigar sobre la misma en los medios electrónicos, por lo cual mediante la presente propuesta se obtendrá una base para futuras investigaciones en el uso de Tecnología para Interconexión de lugares distantes o sedes de una misma empresa mediante la Tecnología GPON.

##### **1.4.2. Práctica**

El presente proyecto de investigación pretende optimizar los servicios tecnológicos de la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre; mejorando los actuales servicios para el mejor desarrollo de los procesos de las áreas de la municipalidad con la nueva conectividad y ampliar los servicios para beneficiar a la población del distrito.

Con el diseño y una futura implementación de una red Metropolitana basada en Tecnología GPON. Y que a futuro esta red Metropolitana pueda interconectarse con la RDNFO; ya que como se mencionó antes no lo consideró el proyecto de FIDEL en la Región de Tacna.

Esta red Metropolitana podrá conectar a todas las sedes de la municipalidad, instituciones públicas y locales comunales de los

anexos del distrito. Para luego brindar el servicio de video vigilancia; que se instalaran en puntos estratégicos del distrito como herramienta fundamental para la seguridad de los pobladores. También se podrá ceder la red a empresas privadas de telecomunicaciones para que mediante un convenio Público- Privado estas empresas puedan prestar el servicio de internet de banda ancha para todas las instituciones como: instituciones educativas, centros de salud, comisarías y a los locales comunales de los anexos del distrito. Otro servicio más que se considera para su desarrollo es la Tele-Educación (educación a distancia) pues con esta nueva red se podrá acceder a este servicio en todas las instituciones educativas del distrito y del mismo modo llevar este servicio a todos los locales comunales o locales multiusos de los anexos del distrito para las diferentes capacitaciones, videoconferencias, etc. Que se puedan dictar a los pobladores.

Como consecuencia de esto, a futuro abrirá las puertas para que lleguen más empresas privadas de: Internet, Telefonía, cable, etc. Y mucho más aun con la tendencia que ya se viene observando y que llegará aun con más fuerza en los próximos años con el internet de las cosas (IoT).

Para que estas empresas presten diferentes servicios tecnológicos pues el distrito (red) será capaz de soportar todos estos servicios y más por la red que tendrá implementada. Y que al ser utilizada esta red por empresas privadas de telecomunicaciones significaran bajos costos por los que pagaran los pobladores al contratar estos servicios.

Mencionar también que si se ejecuta este proyecto de investigación con toda tranquilidad puede englobar ambos PIP's que se indicaron anteriormente. Y además de ello llegar a todo el distrito con una red redundante y con los tres servicios que se indicaron anteriormente.

#### **1.4.3. Legal**

Las políticas Nacionales, de los últimos años, establecidas con el fin de alcanzar el plan estratégico del Perú al Bicentenario, han apostado por la inclusión digital, es por ello que el crecimiento de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, en lo últimos años se ha ido solidificando con acciones tales como la promulgación de la Ley N° 29904, Ley de

Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, a través de la cual se declara de necesidad pública e interés nacional de la construcción de la Red Dorsal.

Para mayor comprensión se puede buscar en el sitio web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en donde encontraremos lo que a la letra dice: “Uno de los objetivos estratégicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la Inclusión Digital, a través de la cual los ciudadanos de sectores menos favorecidos podrán acceder a servicios de telemedicina, tele-educación, telecapacitación y teleseguridad, entre otros; lo que permitirá mejorar su calidad de vida de manera significativa, otorgándoles mayores oportunidades de desarrollo.

La motivación principal para desarrollar la Red Dorsal Nacional de Fibra óptica (RDNFO) fue la demanda por servicios de banda ancha en el interior del país, principalmente en las zonas de sierra y selva del Perú.

En el año 2011, las redes de fibra óptica en el país se encontraban ubicadas principalmente en la zona de la costa, con algunas ramificaciones hacia parte de la zona de sierra (Junín, Puno, Ancash y Cajamarca), las mismas que, básicamente, llegaban a las capitales de Región. Por otro lado, el acceso al transporte de fibra óptica (de propiedad privada) resultaba ser una barrera para el desarrollo de las telecomunicaciones en el país y, sobre todo, para la masificación de los servicios de banda ancha.” (MTC, 2017)

#### **1.4.4. Social**

Como parte de la mejora de la calidad de vida, acortar las brechas de inclusión social, es decir tener conocimiento pleno de los usuarios; rurales, dispersos, aquellos que tienen proyectos o iniciativas, así como el poner en práctica estrategias específicas para cada grupo social, que el estado debe atender a través de políticas nacionales. (MIDIS, 2017)

En tal sentido el implementar y expandir redes de comunicación que hoy en día no están muy avanzadas, a semejanza de otros países, de primer orden, que trabajan con acceso a banda ancha en las oficinas y en las viviendas, es una razón importante para que esta propuesta

de un diseño de fibra óptica basada en la tecnología GPON, en el distrito de Locumba de la Provincia de Jorge Basadre, sea implementada, además de que existe una necesidad de banda ancha en la cual sugiere un cambio social, sostenible a través del afianzamiento de la seguridad de los ciudadanos, estableciendo los medios para interconectar Sistemas de Control y Vigilancia de Cámaras, la inserción del E-Learning, para fortalecer la Educación con uso de la Información existente en la Web, acceso a televisión digital, telefonía, y otros servicios que no son comunes en lugares rurales.



**Figura 1: Esquema del Modelo de Inclusión Social en el Perú**

**Fuente: MIDIS**

### 1.5. Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron en el desarrollo de la presente tesis fueron las siguientes:

- Fue una limitante los antecedentes de la investigación respecto al tema de tesis en el ámbito local y nacional.
- El diseño de la red propuesta tiene redundancia con la aplicación de la topología anillo, sin embargo, no se alcanzó la redundancia en las zonas de la parte alta por la falta de acceso para su conexión y por la poca población que se encuentra en los anexos de la parte alta del distrito.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes del Estudio

De acuerdo a las investigaciones realizadas no se han encontrado trabajos de investigación similares en el ámbito local, por lo cual solo se ha considerado Trabajos de investigación en el ámbito nacional e internacional. Asimismo, debido a que no existe mucha información sobre la metodología utilizada, es que se ha visto por conveniente tomar también como referencia en los antecedentes a otro tipo de metodologías.

**Autor:** Luis Alfonso Gaona Román; Lorena Paola Santillán Sarmiento.

**Título:** Análisis de Factibilidad del Área Técnica y Diseño de una Red FTTH GPON en el Sector de Cumbayá, Año 2013

En el presente trabajo se realiza el diseño de una red de fibra óptica GPON para el cantón Gualaceo mediante el uso de la infraestructura de distribución eléctrica de la Centrosur C.A., con el fin de brindar servicios de telecomunicaciones (Voz, Datos y Video: "Triple play").

Para poder alcanzar el objetivo planteado se ha dividido este proyecto en seis capítulos:

En el capítulo primero se presenta una breve introducción acerca de las motivaciones y objetivos que han sembrado el interés para el desarrollo de este tema.

En el capítulo segundo se describe la parte teórica de una Red Óptica Pasiva con capacidad Gigabit "GPON".

En el capítulo tercero se realiza un análisis del estudio de mercado para el sector, permitiendo así determinar la demanda de usuarios por servicio.

En el capítulo cuarto se expone en forma detallada el dimensionamiento y los equipos a utilizar con su respectiva ubicación, para el tendido de la red GPON. (Gaona & Santillán, 2013)

**Autor:** Arturo Osvaldo Ojeda Sotomayor

**Título:** Estudio y Diseño de una Red FTTH en un Campus Universitario y una vivienda residencial., Año: 2009

El presente trabajo consta de tres capítulos: “Marco Teórico”, “Diseño de una red FTTH en un Campus Universitario y una Vivienda Residencial” y “Análisis Económico de la Factibilidad de redes FTTH vs. redes de cobre ADSL”.

El primer capítulo abarca un estudio de las tecnologías involucradas en el despliegue de una red FTTH, de las cuales se destaca el empleo de las Redes Óptica Pasivas como solución económica y eficaz ante el problema del acceso de banda ancha en la última milla. Posteriormente, se detalla la descripción de sus estándares: APON, BPON, GPON, EPON y GEPON, como también los tipos de instalación y los servicios que pueden ofrecer esta tecnología.

En el segundo capítulo se realiza el diseño de la red FTTH en dos escenarios: un campus universitario y una vivienda residencial, donde se detalla para cada uno las principales consideraciones técnicas a aplicar en su diseño, según las normas vigentes que regulan su implementación.

El tercer capítulo consta de un análisis de la propuesta planteada a través del árbol de problemas y el árbol de objetivos como medio para justificar su desarrollo y posterior implementación. A continuación, se plantea la propuesta económica de la red para cada tipo de medio a utilizar en su implementación: fibra óptica (red FTTH) y cobre (red ADSL). Posteriormente, se realiza un estudio de mercado del servicio Triple Play a través de una encuesta a la comunidad universitaria de la Pontificia Universidad Católica del Perú para estimar el precio que el público estaría dispuesto a pagar por el servicio. Finalmente, para determinar la viabilidad del proyecto se lleva a cabo el análisis de los factores económicos a través de los criterios de evaluación de proyectos.

Las conclusiones obtenidas al final de la propuesta reflejan la importancia que tiene este proyecto para la sociedad y la alta rentabilidad para las

operadoras de telecomunicaciones que apuesten por esta tecnología, razones por las cuales hacen de esta propuesta una opción viable para su implementación en un futuro no muy lejano. (Ojeda, 2009)

**Autor:** Joseph William Arias de la Cruz

**Título:** Diseño de una Red FTTH utilizando el estándar GPON en el distrito de Magdalena del Mar, Año: 2015

La presente tesis busca lograr un mayor acceso a la banda ancha en el distrito de Magdalena del Mar y con ello acortar la diferencia de acceso a la banda ancha fija que existe en el Perú, en comparación a los demás países de Sudamérica como Uruguay (23%), Argentina (15%) y Chile (13%). Para lograrlo, se propone un diseño de red FTTH con estándar GPON el cual brindará un servicio con velocidades altas de carga y descarga, una red confiable debido a su red redundante y costos accesibles para el usuario del hogar.

Para ello en el primer capítulo se realizará un diagnóstico de la situación actual respecto de los servicios de telecomunicaciones y el nivel socio económico del distrito. En el segundo capítulo, se desarrollará toda la teoría correspondiente a la tesis para entender los conceptos básicos necesarios para el diseño de la red. En el tercer capítulo, se mostrará toda la ingeniería de red, donde se explicarán los pasos que se realizaron para diseñar la red FTTH; así como, el dimensionamiento de las potencias y las tasas de transferencias en la red. Y, por último, se realizará un análisis económico en donde se plantea un horizonte temporal de 5 años para recuperar lo invertido y generar rentabilidad.

Al final de la presente tesis, se mostrará las conclusiones a las cuales se llegó a lo largo del desarrollo del diseño de la red FTTH con estándar GPON para el distrito de Magdalena del Mar. (Arias, 2015)

**Autor:** Edwin Gabriel Gutiérrez Villagómez

**Título:** Estudio de Factibilidad para la implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua, Año: 2014

Este trabajo intenta determinar la factibilidad económica de la construcción de un tramo de fibra óptica que atravesara territorio Peruano con el objetivo



de brindar una alternativa rentable de interconexión de datos al mercado boliviano. De este modo diversificar la oferta de servicios de transporte internacional de datos permitiendo reducir el costo de acceso a internet para la población boliviana.

La velocidad de penetración de Internet de Banda Ancha y su difusión en la región se deben a varios factores uno de ellos es el costo por el servicio y su asequibilidad. Otro factor está relacionado con la calidad de las conexiones de banda ancha. En ambos casos un elemento común que juega un papel crucial son los enlaces internacionales de interconexión. Esto influye en la calidad de conexión tornándolos en retrasos para acceder a contenido local o externo, con el subsecuente impacto en el costo de los servicios, en la medida en que los enlaces internacionales pueden significar entre el 20% y el 40% de la tarifa de acceso [9] el despliegue de estos es fundamental y necesario en toda la región. Desde otro punto de vista se puede considerar a estos enlaces como los elementos que aproximen a los proveedores de internet (ISP) a los puntos de Interconexión (IXP) utilizando cables de fibra óptica de alta capacidad.

En el caso de países mediterráneos como Bolivia el problema se multiplica ya que la capacidad de interconexión de los proveedores de servicios de internet (ISPs Bolivianos) depende de la infraestructura desplegada en los países vecinos para acceder a estos IXPs.

Como se podrá observar en los siguientes capítulos hasta el día de hoy no hay suficientes alternativas para proveer de capacidad de transporte de interconexión internacional que cubra la demanda actual, pero sobretodo futura de Bolivia.

Para ello en los siguientes apartados se desarrollan diferentes ángulos de afrontar el problema y una serie de estrategias para brindar una alternativa económicamente factible, de este modo multiplicar el acceso internacional de datos en Bolivia. Dando mayor importancia al despliegue de fibra entre dos puntos (Desaguadero – Moquegua) en territorio Peruano para solventar la escases de oferta de interconexión previamente comentada.

Después de detallar la tecnología y describir el estado actual de las redes de interconexión y capacidad de transmisión de datos tanto peruana como la boliviana. Se presenta una propuesta de diseño de un enlace Punto a Punto con tecnología de Multiplicación WDM que permitirá integrar esta conexión

con el resto de la red troncal de proveedores de capacidad establecidos en el Perú.

En los capítulos finales del documento se encuentra el análisis económico que intenta en su desarrollo justificar la inversión desde varios escenarios.

Finalmente, en el último apartado se pueden leer las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros relacionados con el despliegue de este backhaul de interconexión. (Gutiérrez, 2014)

**Autor:** Alexander Frank Pasquel Cajas

**Título:** Diseño de una Red de Banda Ancha para la región de Huánuco, Año: 2014

El desarrollo de la presente tesis tiene como finalidad proponer el diseño de una red de transporte de datos para la Región Huánuco y de esa manera, mejorar la conectividad de los usuarios hacia servicios de telecomunicaciones que en la actualidad tienen una oferta escasa o inexistente y, de manera holística, mejorar y promover el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú.

En el primer capítulo se presenta información geopolítica, demográfica y de los principales servicios de telecomunicaciones de la Región Huánuco, con el fin de analizar sus características como son la zona donde se encuentra ubicada, el tipo de población (sectores socioeconómicos), los ingresos con los que cuenta la región, entre otros, para el desarrollo de los capítulos siguientes.

En el segundo capítulo se proyecta la demanda de los servicios de banda ancha y telecomunicaciones en la Región Huánuco para horizontes de cinco y diez años tanto para usuarios prioritarios como son instituciones de salud, de educación, gobiernos electrónicos y otras de naturaleza privada o pública de la región, así como para usuarios privados que utilizan las redes móviles y fijas para comunicarse.

El tercer capítulo se basa en el diseño de una red de transporte para la región, con ello se busca que el trazado o recorrido planteado para la red de banda ancha en el presente trabajo interconecte a todas las provincias de la región y el sistema de transmisión a utilizar.

Finalmente, en el cuarto capítulo se realiza el análisis del financiamiento del proyecto así como de los posibles equipos a utilizar, con ello se realiza (i) la estimación de costos de instalación y compra de equipos, y además, (ii) la proyección de los flujos de caja de ingresos y egresos. (Pasquel, 2014)

**Autor:** Elliot Darwin López Polo

**Título:** Diseño de una Red de Fibra Óptica para la implementación en el servicio de Banda Ancha en Coishco (Ancash), Año: 2016

Los nuevos sistemas de datos basados en transmisión en fibra óptica muestran características esenciales como la nitidez, versatilidad, capacidad de información, velocidad de transmisión y beneficios en comparación con las tecnologías de ahora. Las tecnologías que están basados en cobre, ya sea también cable coaxial u otros, el ancho de banda es inversamente proporcional a la distancia; en cambio, la fibra óptica ofrece pérdidas bajas, no es afectada mucho por la distancia y tiene gran transmisión de datos, por eso la investigación se dirige hacia la caracterización de la red de fibra óptica. Estas redes son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio frecuencia en comparación con algunas tecnologías instaladas en el Perú. El destino de esta investigación determinará el tipo más adecuado de red para el distrito de Coishco, este trabajo consiste en diseñar una red de fibra óptica dirigido al hogar, una tecnología saliente en países desarrollados estos ofrecen servicios de banda ancha como el triple play. Esta red da solución a uno de los problemas más grandes en el Perú como es el déficit de banda ancha que viene desde hace muchos años. Es necesario determinar la magnitud de beneficios y recomendaciones necesarias para la instalación tanto para los clientes como para los promotores de servicio que ocuparán estas nuevas redes, garantizando la calidad de inversión para el cliente tanto para el promotor de servicio. (López, 2016)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Redes de Telecomunicaciones**

Una red es un conjunto de dispositivos (a menudo denominados nodos) conectados por enlaces de un medio físico. Un nodo puede ser una computadora, una impresora o cualquier otro dispositivo capaz de enviar y/o recibir datos generados por otros nodos de la red. (Forouzan B, 2002, pág. 7)

Para que sea considerada efectiva y eficiente, una red debe satisfacer un cierto número de criterios, los más importantes son el rendimiento, la fiabilidad y la seguridad.

#### **Rendimiento**

El rendimiento se puede medir de muchas formas, incluyendo el tiempo de tránsito y de respuesta. El tiempo de tránsito es la cantidad de tiempo necesario para que un mensaje viaje desde un dispositivo al siguiente. El tiempo de respuesta es el tiempo que transcurre entre una petición y su respuesta. El rendimiento de una red depende de varios factores, incluyendo el número de usuarios, el tipo de medio de transmisión, la capacidad del hardware conectado y la eficiencia del software. El rendimiento se mide a menudo usando dos métricas: ancho de banda y latencia

A menudo hace falta más ancho de banda y menos latencia. sin embargo, ambos criterios son a menudo contradictorios. si se intenta enviar más datos por la red, se incrementa el ancho de banda, pero también la latencia debido a la congestión de tráfico en la red.

#### **Fiabilidad**

Además de por la exactitud en la entrega, la fiabilidad de la red se mide por la frecuencia de fallo de la misma, el tiempo de recuperación de un enlace frente a un fallo y la robustez de la red ante una catástrofe.

#### **Seguridad**

los aspectos de seguridad de la red incluyen protección de datos frente a accesos no autorizados, protección de datos frente a fallos y modificaciones e implementación de políticas y procedimientos para recuperarse de interrupciones y pérdidas de datos.

### 2.2.2. Modelo OSI

En las primeras redes de computadoras aparecieron diversas arquitecturas definidas cada una por sus fabricantes, estas diseñadas en pensando en el hardware a utilizar en cada momento, sin tener en cuenta la evolución previsible, ni por supuesto la interconexión y compatibilidad con equipos de otros fabricantes.

Hasta 1977 cada fabricante tenía su propia arquitectura de redes, y según que este fabricante de hardware fuera más influyente en el mercado, su arquitectura en particular también lo era. Por esto, en ese año la ISO (International Organization for Standardization) estuvo creando y definiendo hasta el año 1983 una arquitectura de redes denominada OSI, la cual fuera la común para todos los fabricantes de hardware del momento. (Espinoza, Lopez, & Garcia, 2002)

El Sistema de comunicaciones del modelo OSI realiza una estructuración del proceso en varias capas que interaccionan entre sí. Una capa determinada proporciona servicios a la capa superior contigua y toma los servicios que le presta la siguiente capa inferior. De esta manera las tareas se pueden dividir en otras a su vez más pequeñas y por tanto más manejables.

Las capas consideradas por OSI son:

- Aplicación: Proporciona el acceso al entorno OSI para los usuarios y también proporciona servicios de información distribuida.
- Presentación: Proporciona a los procesos de aplicación independencia respecto a las diferencias en la representación de los datos (sintaxis).
- Sesión: Proporciona el control de la comunicación entre las aplicaciones; establece, gestiona y cierra las conexiones (sesiones) entre las aplicaciones cooperadoras.
- Transporte: Proporciona seguridad, transferencia transparente de datos entre los puntos finales; proporciona además procedimientos de recuperación de errores y control de flujo origen-destino.

- Red: Proporciona independencia a los niveles superiores respecto a las técnicas de conmutación y de transmisión utilizadas para conectar los sistemas; es responsable del establecimiento, mantenimiento y cierre de las conexiones.
- Enlace de datos: Proporciona un servicio de transferencia de datos seguro a través del enlace físico; envía bloques de datos (tramas) llevando a cabo la sincronización, el control de errores y de flujo necesarios.
- Física: Se encarga de la transmisión de cadenas de bits no estructurados sobre el medio físico; está relacionada con las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para acceder al medio físico.

### 2.2.3. Modelo TCP/IP

La arquitectura TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, Protocolo de Control de la Transmisión/Protocolo de Internet) es la arquitectura más adoptada para la interconexión de sistemas. Se creó debido a problemas de interconexión entre redes, ya que posibilita la interconexión de múltiples redes de manera sencilla, y exigía la permanencia de la comunicación mientras funcionaran los nodos extremos. (Romero, Barbancho, & Benjumea, 2014)

TCP/IP es un conjunto de protocolos. Proviene de los nombres de dos protocolos importantes del conjunto de protocolos, es decir, del protocolo TCP y del protocolo IP.

Hay dos arquitecturas que han sido determinantes y básicas en el desarrollo de los estándares de comunicación: el conjunto de protocolos TCP/IP y el modelo de referencia OSI. TCP/IP es la arquitectura más adoptada para la interconexión de sistemas, mientras que OSI se ha convertido en el modelo estándar para clasificar las funciones de comunicación. (Starllings, 2004, pág. 33)

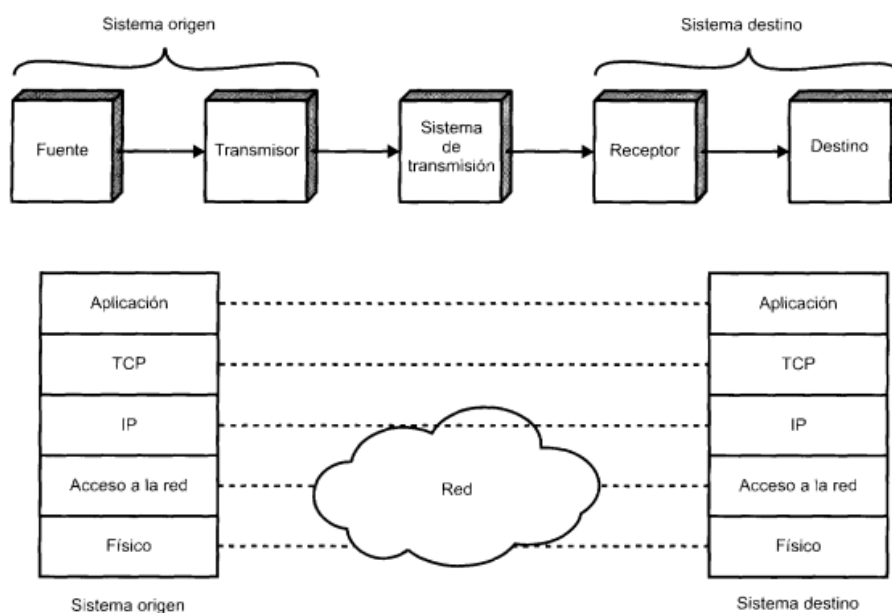
En algunos aspectos, TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para

poder enrutar paquetes de datos. Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó con fines militares, está diseñado para cumplir con una cierta cantidad de criterios, entre ellos:

- Dividir mensajes en paquetes;
- Usar un sistema de direcciones;
- Enrutar datos por la red;
- Detectar errores en las transmisiones de datos.
- El conocimiento del conjunto de protocolos TCP/IP no es esencial para un simple usuario, de la misma manera que un espectador no necesita saber cómo funciona su red audiovisual o de televisión. Sin embargo, para las personas que desean administrar o brindar soporte técnico a una red TCP/IP, su conocimiento es fundamental. (CCM, 2017)

TCP/IP es el resultado de investigaciones financiadas por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency) denominada globalmente como familia de protocolos TCP/IP, la cual consiste en una extensa colección de protocolos que se han erigido como estándares de Internet.

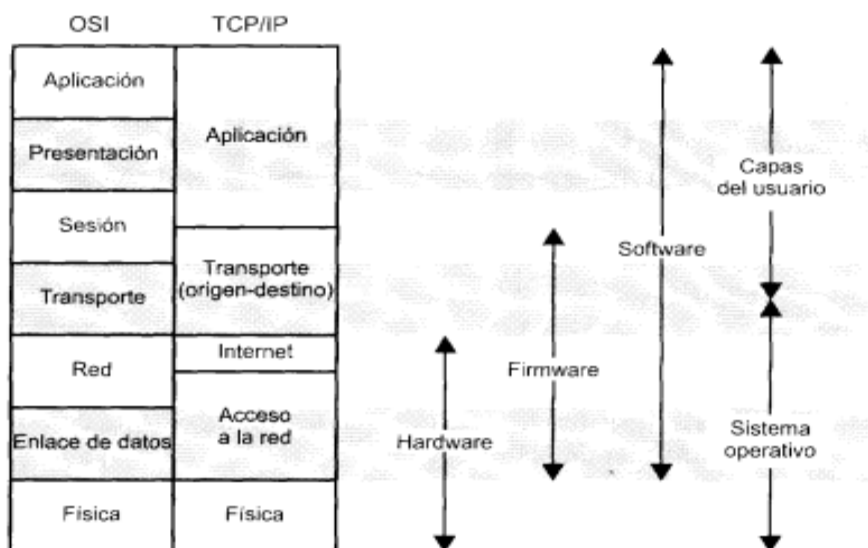
TCP/IP no cuenta con un modelo oficial de referencia como OSI, sin embargo, es posible organizarlo en cinco capas relativamente independientes:



**Figura 2, Modelo de arquitectura de protocolo**

**Fuente Starllings**

- Capa de Aplicación: Contiene la lógica necesaria para posibilitar las distintas aplicaciones de usuario. Para cada tipo particular de aplicación, como por ejemplo la transferencia de ficheros, se necesitará un módulo bien diferenciado.
- Capa origen-destino o de transporte: En esta capa el protocolo TCP (Transmission Control Protocol), es el encargado para esta funcionalidad.
- Capa internet: En esta capa se emplea el protocolo internet (IP, Internet Protocol), el cual se encarga del encaminamiento de paquetes a través varias redes. este protocolo se implementa tanto en los sistemas finales como en los routers.
- Capa de acceso a la red: es responsable del intercambio de datos entre el sistema final y la red a la cual se está conectado. El emisor debe proporcionar a la red la dirección de destino, para poder encaminar los datos hasta el destino apropiado. Esta capa está relacionada con el acceso y encaminamiento de los datos a través de la red.
- Capa Física: define la interfaz física entre el dispositivo de transmisión de datos (por ejemplo, la estación de trabajo o el computador), y el medio de transmisión o red.



**Figura 3, Comparación entre las arquitecturas TCP/IP y OSI**

**Fuente Starllings**



#### 2.2.4. Protocolo TCP

El protocolo de control de transmisión (Transmission Control Protocol, TCP). Es un protocolo de proceso a proceso (programa a programa). Por tanto, TCP, como UDP, usa números de puertos. A diferencia de UDP, TCP usa mecanismos de control de flujo y error a nivel de transporte. Resumiendo, se dice que TCP es un protocolo de transporte orientado a conexión fiable. Añade a IP las características de orientación a conexión y fiabilidad. (Forouzan, 2007, pág. 663)

TCP ofrece diversos servicios a procesos en el nivel de aplicación:

- Comunicación proceso a proceso: TCP emplea números de puertos para la comunicación entre procesos.

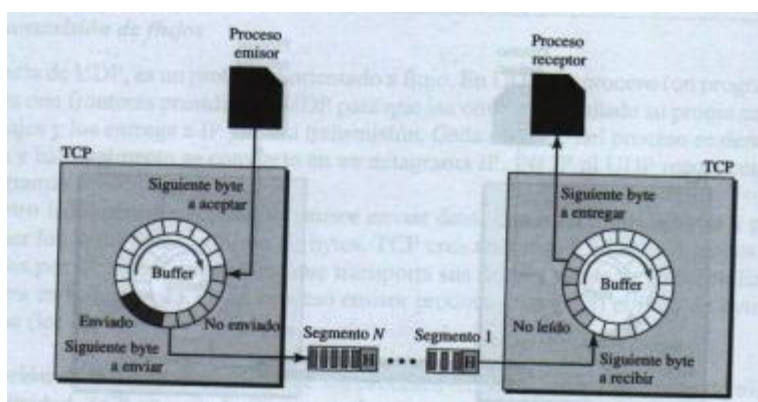
Puerto	Protocolo	Descripción
7	Echo	Devuelve el datagrama recibido al emisor
9	Discard	Descarta cualquier datagrama recibido
11	Users	Usuarios activos
13	Daytime	Devuelve la fecha y hora
17	Quote	Devuelve una cita del día
19	Chargen	Devuelve una tira de caracteres
20	FTP, Datos	File Transfer Protocol (conexión de datos)
21	FTP, Control	File Transfer Protocol (conexión de control)
23	TELNET	Terminal en red
25	SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
53	DNS	Domain Name Server
67	BOOTP	Protocolo Bootstra
79	Finger	Finger
80	HTTP	Hypertext Transfer Protocol
111	RPC	Llamada a procedimiento remoto

**Tabla 1, Puertos más usados por TCP**

**Fuente Forouzan)**

- Servicio de transmisión de flujos: TCP es un protocolo orientado a flujo, Forouzan (2007) manifiesta que TCP permite el envío y recepción de datos como un flujo de bytes, a diferencia de otros protocolos.
- Envío y recepción de buffers: TCP provee dos buffers uno para el emisor y otro para el receptor, esto teniendo en cuenta que tanto el emisor como el receptor podrían tener diferentes velocidades tanto para leer o escribir datos.
- Comunicación full dúplex: con este servicio los datos pueden viajar en ambas direcciones al mismo tiempo.
- Servicio orientado a conexión: En TCP cuando un proceso A quiere enviar datos a un proceso B se suscitan los siguientes pasos con el fin de mantener una comunicación fiable donde se asegura la integridad de los mensajes (datos):
  1. Ambos TCP establecen una conexión entre ellos.
  2. Se intercambian datos en ambas direcciones.
  3. Se cierra la conexión.
  - 4.

En la figura 3, se aprecia cómo funciona una conexión TCP durante una transmisión de datos, esta conexión es virtual el flujo es enviado por segmentos TCP los cuales son encapsulados en datagramas IP y gracias a la información contenida en los segmentos es posible asegurar al receptor si los datos recibidos son íntegros, pudiendo el emisor solicitar el reenvío de un segmento en caso sea necesario.



**Figura 4, conexión TCP**

**Fuente Forouzan**

- Servicio fiable: Como se indicó anteriormente con el protocolo TCP los receptores de información pueden comprobar que los segmentos enviados no se encuentran corrompidos. Para esto se emplean mecanismos de control de errores siendo CRC uno de ellos.
- Servicio fiable: Como se indicó anteriormente con el protocolo TCP los receptores de información pueden comprobar que los segmentos enviados no se encuentran corrompidos. Para esto se emplean mecanismos de control de errores siendo CRC uno de ellos.

### 2.2.5. Protocolo Internet

(Starllings), divide al protocolo IP en dos partes:

La interfaz con la capa superior (por ejemplo, TCP), especificando los servicios que proporciona IP.

El formato real del protocolo y los mecanismos asociados.

IP proporciona dos primitivas de servicio en la interfaz con la siguiente capa superior. La primitiva Send (envío) se utiliza para solicitar la retransmisión de una unidad de datos. La primitiva Deliver (entrega) utiliza IP para notificar a un usuario la llegada de una unidad de datos.

Send {	Deliver {
Dirección origen	Dirección origen
Dirección destino	Dirección destino
Protocolo	Protocolo
Indicadores del tipo de servicio	Indicadores del tipo de servicio
Identificador	
Indicador de no fragmentación	
Tiempo de vida	
Longitud de los datos	Longitud de los datos
Datos de opción	Datos de opción
Datos	Datos
}	}

**Figura 5, Primitivas y parámetros de servicio IP**

**Fuente Starllings**

El protocolo IP emplea el datagrama mostrado en la fig. 5

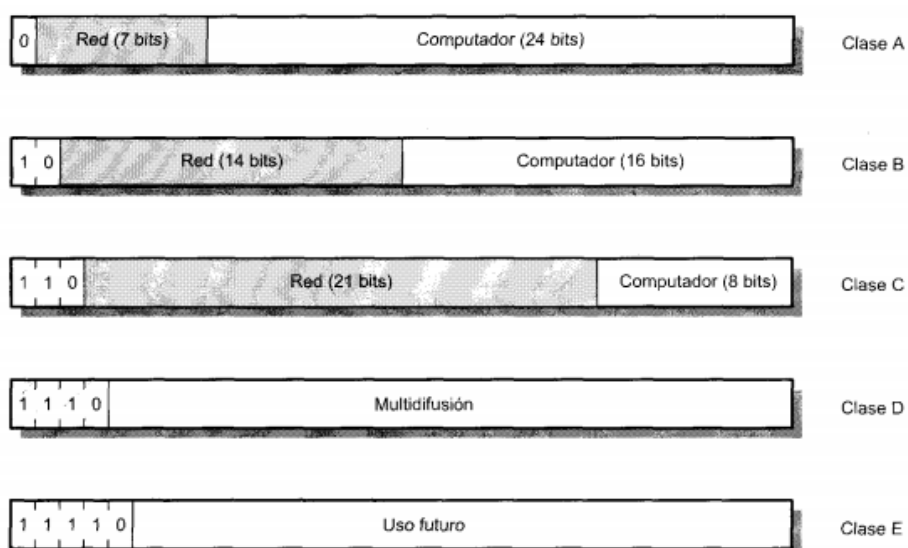


**Figura 6, Cabecera IP v4**

En la cabecera del datagrama IP, en los campos dirección origen y dirección destino se emplean las direcciones IP, que tienen un tamaño de 32 bits y generalmente constan de un identificador de red y un identificador de computador.

Las direcciones IP se pueden clasificar generalmente en tres clases, dependiendo de la cantidad de bits asignados para su descripción:

- Clase A: pocas redes, cada una con muchos computadores.
- Clase B: cantidad media de redes, cada una con un número medio de computadores.
- Clase C: muchas redes, cada una con pocos computadores



**Figura 7, Formatos de direcciones IP**

**Fuente Starllings**

## 2.2.6. Tipos de Redes

Existen diversos tipos de redes, de las cuales indicaremos la red telefónica, la red de datos y el Internet.

### 2.2.6.1. Red telefónica

Es una de las redes más extensas, se le conoce como Red Telefónica Conmutada (RTC).es un conjunto ordenado de medios de transmisión y conmutación que facilitan, fundamentalmente, el intercambio de la palabra entre dos abonados mediante el empleo de aparatos telefónicos. El objetivo fundamental de la Red telefónica conmutada es conseguir la conexión entre todos los usuarios de la red, a nivel geográfico local, nacional e internacional. (Huidobro M J. , 2006)

Utiliza como medio de transmisión cable que contiene hilos de cobre en su interior. Las líneas de cable están unidas entre sí por centrales telefónicas y se van ramificando hasta llegar al nodo del usuario final (casa, oficina, etc.). Aunque el origen de las mismas fue para enviar sólo voz, hoy en día también se utilizan para enviar datos mediante el uso de un módem que se encarga de convertir la señal analógica en digital y viceversa.

La red telefónica es una red Jerárquica - Estrella – Malla, cuyo último componente es el abonado (Cliente) (Molina C. , 2012)

#### **Componentes de la red:**

1. **Nodo:** Todo punto de la red equipado con facilidades que permiten la conmutación, al que concurren dos o más enlaces de comunicaciones.
2. **Enlace:** Conjunto de medios de comunicaciones que permiten establecer uno o más canales de transmisión entre dos puntos de una red. Se denomina también enlace troncal al que une dos nodos y enlace de usuario al que une un nodo con un equipo terminal.
3. **Equipo terminal:** Aquel que, conectado por medio de un enlace a una red, permite establecer un servicio de comunicaciones.

### 2.2.6.2. Red de datos

Son redes específicas para la transmisión de datos, se les conoce también como Redes de Transmisión de Datos (RTD) y funcionan como sistema de conmutación de datos. Las redes de datos por conmutación de paquetes surgen a principios de la década de los setenta, cuando aparecieron estándares capaces de permitir un medio único de transmisión válido para todos los países.

Las RTD están pensadas para gestionar la circulación de información tipo alfanumérico (p.e., la contenida en la mayoría de base de datos en línea) y, en muchos casos se comunican con las redes de telefonía tradicionales que actúan de puente entre los usuarios de los servicios de información electrónica y la red de transmisión de datos. (Abadal F, 2001)

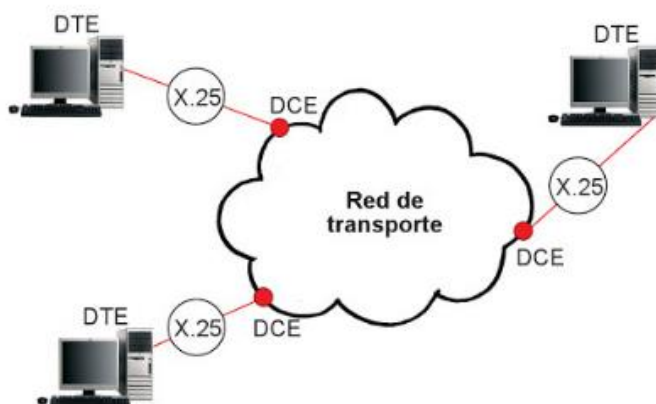
Hoy en día el ejemplo más representativo de estas redes es la Internet, que enlaza a millones de usuarios de todo el mundo y de todo tipo; usuarios residenciales y comerciales, universidades, organismos estatales o cualquier otro tipo de organización.

Cabe destacar que la red de Internet no es del todo una red, sino que es un inmenso conjunto de redes diferentes, que usan diversos protocolos comunes y proporcionan ciertos servicios comunes.

Existen diferentes tecnologías en las redes de datos que se han desarrollado a través de los años. La mayoría de las tecnologías se basan en la conmutación de paquetes y en ocasiones el tiempo de retardo es grande. Una conexión con tiempo de respuesta rápido es necesaria para la transmisión de voz o de video y, por lo tanto, algunas tecnologías usadas en redes de datos no transmiten estas señales con la calidad requerida. Asimismo, algunas de las tecnologías de paquetes son específicas para protocolos determinados, mientras otras son transparentes a los protocolos utilizados. Algunas tecnologías utilizadas en las redes son:

- **Red X.25:** Es una tecnología que maneja paquetes de datos que son enrutados de forma individual a lo largo de la red. Una red X.25 implementa circuitos virtuales que desde los usuarios son concebidos como enlaces punto a punto. El servicio de transmisión de datos X.25 es ofrecido por Telefónica en España desde hace varias décadas, y está especificado para conexiones centralizadas en las que muchos

terminales deben conectarse con una instalación central. Los enlaces que se ofrecen en la red son de baja velocidad (menos de 64 kb/s). (Figueiras, 2002)



**Figura 8 El Estándar X.25 especifica la conexión del terminal con el nodo de conmutación de paquetes.**

**Fuente: Valdivia, Carlos**

- **Frame Relay:** Es una tecnología de conmutación de paquetes que permite velocidades superiores a la tecnología X.25.

Los paquetes se envían desde un nodo Frame Relay hacia otro siguiendo un identificador asignado al circuito virtual asignado a la conexión.

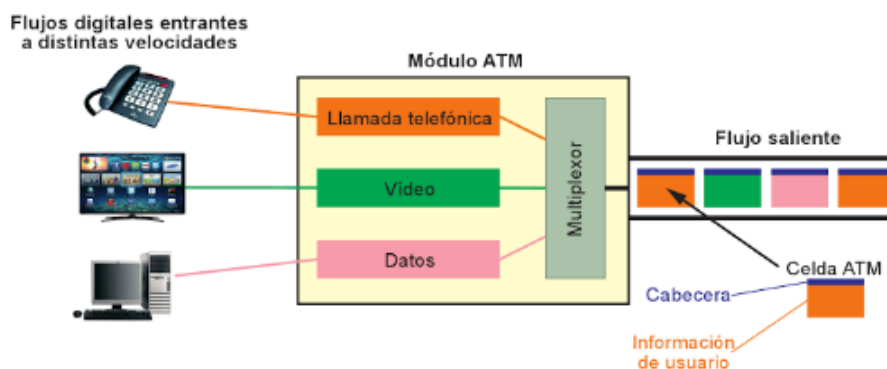
Los circuitos virtuales pueden ser permanentes o conmutados, y se identifican mediante los denominados DLCI (Data Link Connection Identifier) que desempeñan en Frame Relay un papel similar a los VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier) en ATM o a los VCN (Virtual Circuit Number) en X.25. Los DLCI tienen por defecto 10 bits de longitud, aunque se han definido extensiones que permiten utilizar DLCIs de 16, 17 o 23 bits. (Montañana, 2012)

- **ATM (Asynchronous Transfer Mode):** ATM es una tecnología que se ha definido para ser utilizada en la ISDN (Integrated Services Digital Network o Red Digital de servicios Integrados (RDSI - Red Digital de Servicios Integrados) de banda ancha (Broadband ISDN). ATM permite conexiones a velocidades muy superiores a las ofrecidas por Frame Relay. Se basa en una técnica de conmutación de celdas, siendo las celdas equivalentes a paquetes de longitud fija y reducida, adecuada para transmitir todo tipo de tráfico, con QoS (Quality of service) mejoradas.

En los servicios de conmutación de celdas, la unidad mínima de datos conmutados es una “celda” de tamaño fijo, en vez de un paquete de longitud variable como en las redes de conmutación de paquetes.

La tecnología basada en celdas permite que la conmutación sea realizada por hardware, sin la complejidad y el consumo de tiempo de cálculo de trama por trama. Esto hace que la conmutación por medio de celdas sea más rápida y barata. (Valdivia, 2015).

En la Figura 9, podemos observar la forma en que diferentes flujos de información, de características distintas en cuanto a velocidad y formato, son agrupados en el denominado módulo ATM para ser transportados mediante grandes enlaces de transmisión.

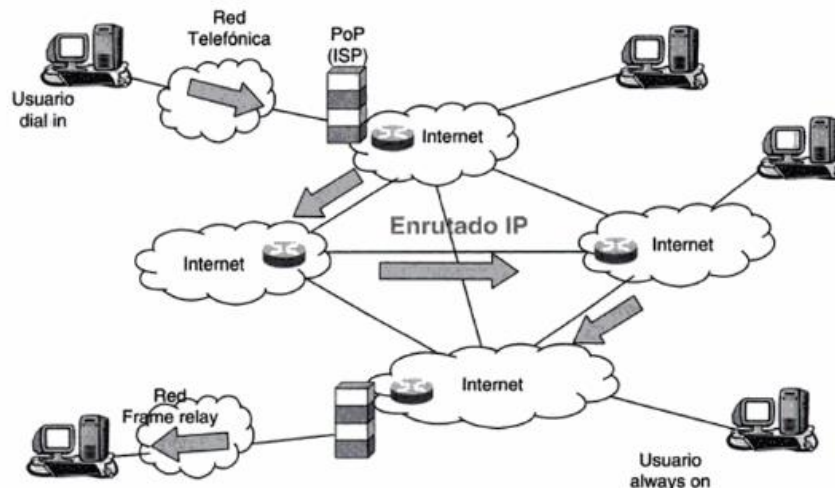


**Figura 9: Diagrama simplificado del proceso ATM**

**Fuente: Valdivia, Carlos**

- **Redes IP (Internet Protocol):** El protocolo IP es el utilizado en la red Internet, y permite conexiones entre dispositivos remotos, vía conmutación de paquetes. Los paquetes utilizados son de dimensión variable y todos llevan impresa la dirección destino. En una red IP no es necesario que dos paquetes consecutivos viajen a lo largo de la misma ruta (mismos nodos de conmutación y enlaces de transmisión) para llegar al mismo punto. (Figueiras, 2002)





**Figura 10: Conexión de Ordenadores en Internet**

**Fuente: Figueiras**

Dada su importancia debemos dedicar algo de espacio a la llamada pomposamente “la Red” Internet. No todos los ordenadores están conectados a una gran red. En el mundo real existen muchas pequeñas redes que emplean el mismo protocolo de red, IP, y que pueden conectarse entre sí permitiendo comunicarse a ordenadores distantes viajando la información por varias redes intermedias. Cuando varias redes de ordenadores están conectadas entre sí, la red final se conoce como una internet.

La red que los cibernautas usan estos días para navegar en el ciberespacio es conocida como Internet y es también Internet, se componen de ordenadores de topo tipo, LAN de diversos tamaños, redes públicas y órganos de conmutación. En realidad, Internet es una enorme red que enlaza millones de redes más pequeñas en todo el mundo. El nombre popular de World Wide Web (extensa telaraña mundial) define la posición de sus usuarios, conectados con un ordenador, como si fuesen una araña en el centro de una gran red y recibiendo información a través de multitud de caminos que les conectan con millones de ordenadores en el resto del mundo.

La red de acceso de Internet es la que permite a los usuarios conectarse a dicha red a través de los puntos de presencia (PoP) de sus ISP. Algunos ordenadores conectados a Internet, especialmente en grandes empresas o administraciones, tienen una conexión “dedicada”, es decir, están permanentemente conectados a la red (always on). Otros ordenadores

en general los pertenecientes a usuarios residenciales, no tienen una conexión permanente y deben utilizar el teléfono para establecer una conexión con un ordenador (dial in) perteneciente a su ISP, que ya está conectado.

## **2.2.7. Topologías**

### **2.2.7.1. Topología en BUS**

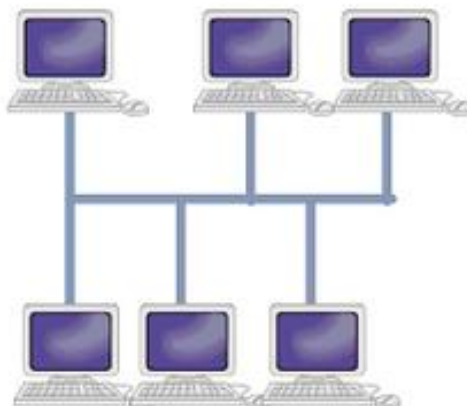
Es un diseño sencillo en el que un solo cable, que es conocido como "bus" es compartido por todos los dispositivos de la red. El cable va recorriendo cada uno de los ordenadores y se utiliza una terminación en cada uno de los extremos.

Topología de red en la que todas las estaciones están conectadas a un único canal de comunicaciones por medio de unidades interfaz y derivadores. Las estaciones utilizan este canal para comunicarse con el resto.

La topología de bus tiene todos sus nodos conectados directamente a un enlace y no tiene ninguna otra conexión entre nodos. Físicamente cada host está conectado a un cable común, por lo que se pueden comunicar directamente, aunque la ruptura del cable hace que los hosts queden desconectados.

La topología de bus permite que todos los dispositivos de la red puedan ver todas las señales de todos los demás dispositivos, lo que puede ser ventajoso si desea que todos los dispositivos obtengan esta información. Sin embargo, puede representar una desventaja, ya que es común que se produzcan problemas de tráfico y colisiones, que se pueden paliar segmentando la red en varias partes. Es la topología más común en pequeñas LAN, con hub o switch final en uno de los extremos.

Los sistemas de bus, como Ethernet o la mayoría de los sistemas de banda ancha, emplean un cable bidireccional con trayectorias de avance y regreso sobre el mismo medio, o bien emplean un sistema de cable doble o dual para lograr la bidireccionalidad



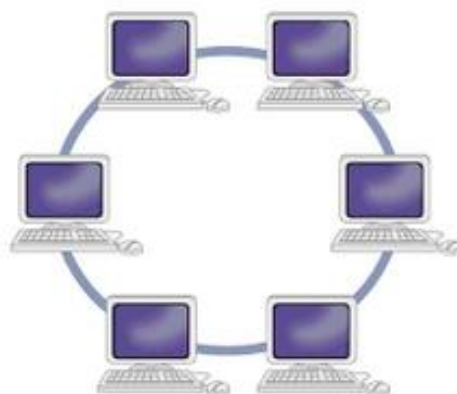
**Figura 11: Topología en Bus**

**Fuente:** (Andréu, 2011)

#### 2.2.7.2. Topología en Anillo

En una red en anillo los nodos se conectan formando un circuito cerrado. El camino de la información es unidireccional, de tal manera que los paquetes que transportan datos circulan por el anillo en un solo sentido.

El anillo si contiene a muchos terminales consta de varios repetidores que regeneran y transmiten unidireccionalmente los paquetes. Cada repetidor sirve de punto de conexión de una estación al anillo, la información circula en paquetes que contienen información de control a la estación de destino. Cuando un paquete llega a un repetidor, este lo copia y lo retransmite al siguiente repetidor, si va dirigido a su estación de enlace lo envía allí y si no, lo elimina.



**Figura 12: Topología en Anillo**

**Fuente:** (Andréu, 2011)

### 2.2.7.3. Topología en Anillo doble

La topología de anillo doble es igual a la topología de anillo, con la diferencia de que hay un segundo anillo redundante que conecta los mismos dispositivos. En otras palabras, para incrementar la fiabilidad y flexibilidad de la red, cada dispositivo de red forma parte de dos topologías de anillo independiente.

La topología de anillo doble actúa como si fueran dos anillos independientes, de los cuales se usa solamente uno por vez.

En lugar de un anillo, hay dos para aumentar la fiabilidad de la red.

Uno de los anillos se utiliza para la transmisión y el otro actúa como anillo de seguridad o reserva. Si aparece un problema, como un fallo en el anillo o una ruptura del cable, se reconfigura el anillo y continúa la transmisión. (Rabago, 2001)

Una de las ventajas de la topología de anillo doble es la redundancia (tolerancia a fallos).



**Figura 13: Topología en Anillo Doble**

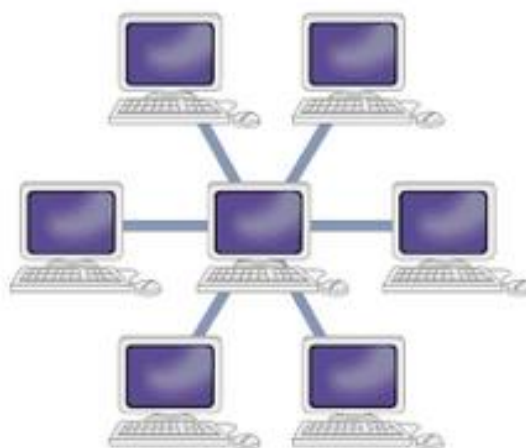
**Fuente:** (Andréu, 2011)

### 2.2.7.4. Topología en Estrella

Esta topología se caracteriza por existir en ella un punto central, o más propiamente nodo central, al cual se conectan todos los equipos, de un modo muy similar a los radios de una rueda. De esta disposición se deduce el inconveniente de esta topología, y es que la máxima

vulnerabilidad se encuentra precisamente en el nodo central, ya que si esta falla, toda la red fallaría. Este posible fallo en el nodo central, aunque posible, es bastante improbable, debido a la gran seguridad que suele poseer dicho nodo. Sin embargo, presenta como principal ventaja una gran modularidad, lo que permite aislar una estación defectuosa con bastante sencillez y sin perjudicar al resto de la red. Para aumentar el número de estaciones, o nodos, de la red en estrella no es necesario interrumpir, ni siquiera parcialmente la actividad de la red, realizándose la operación casi inmediatamente. La topología en estrella es empleada en redes Ethernet y ArcNet.

Es la topología que siguen la mayoría de redes que tienen un router (enrutador), switch (commutador) o hub(concentrador), siendo estos el nodo centra. Como nodo central se puede usar un servidor o un proxy. (Andréu, 2011)



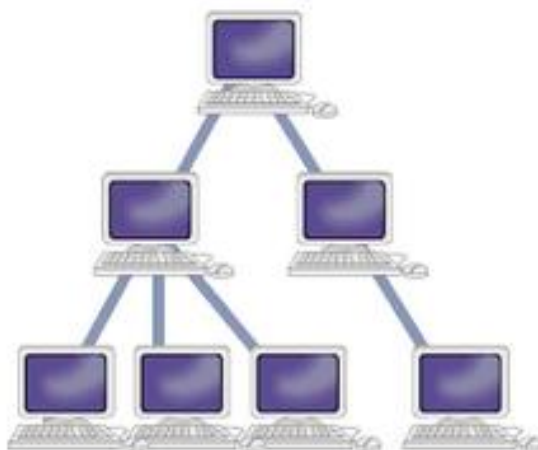
**Figura 14: Topología en Estrella**

**Fuente:** (Andréu, 2011)

#### **2.2.7.5. Topología en árbol**

Se denomina también estrella distribuida. Al igual que sucedía en la topología en estrella, los dispositivos de la red se conectan en un punto, un hub o una caja de conexiones.

Estos suelen soportar entre cuatro y doce terminares. Los hubs se conectan a una red en bus, formando así un árbol o estructura piramidal de hubs y dispositivos, esta topología reúne muchas de las ventajas de los sistemas en bus y en estrella.



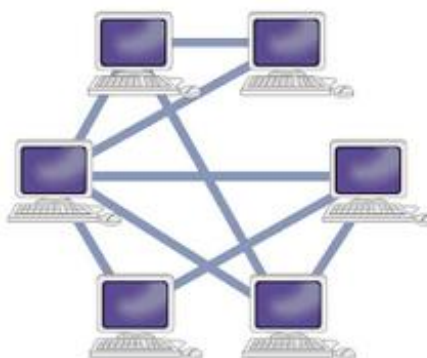
**Figura 15: Topología en Árbol**

**Fuente:** (Andréu, 2011)

#### 2.2.7.6. Topología en malla completa

Una topología de red de malla es un diseño descentralizado en el cual cada nodo de la red se conecta al menos a otros dos nodos. Se espera que las redes de malla jueguen un papel importante en el Internet de las Cosas.

A diferencia de los nodos en una topología en estrella, que requieren un router para entregar servicios de internet, los nodos de red pueden "hablar" directamente entre sí sin necesidad de la ayuda de una conexión a internet. Una gran ventaja de esta topología descentralizada es que no puede haber un único punto de fallo (SPOF). Si un nodo ya no puede funcionar, todo el resto todavía puede comunicarse entre sí, directamente o a través de uno o más nodos intermedios.



**Figura 16: Topología en Árbol**

**Fuente:** (Andréu, 2011)

## 2.2.8. Clasificación de las redes

### 2.2.8.1. Redes de Área Personal (PAN)

Las redes de área Personal, es la red inalámbrica de interconexión de periféricos que se puede encontrar tanto a unos pocos centímetros, como a metros de distancia del emisor, están destinadas para una sola persona. Por ejemplo, una red inalámbrica que conecta una computadora con su ratón, teclado o impresora. (Tanenbaum, 2003) Sus velocidades de transmisión son inferiores al megabit por segundo. El estándar más conocido es el bluetooth, que se utiliza para el intercambio de archivos "persona a persona" o "terminal a terminal". Existen otros estándares como los infrarrojos, RFID, TAG, etc. Que cumplen con el estándar IEEE 802.15.

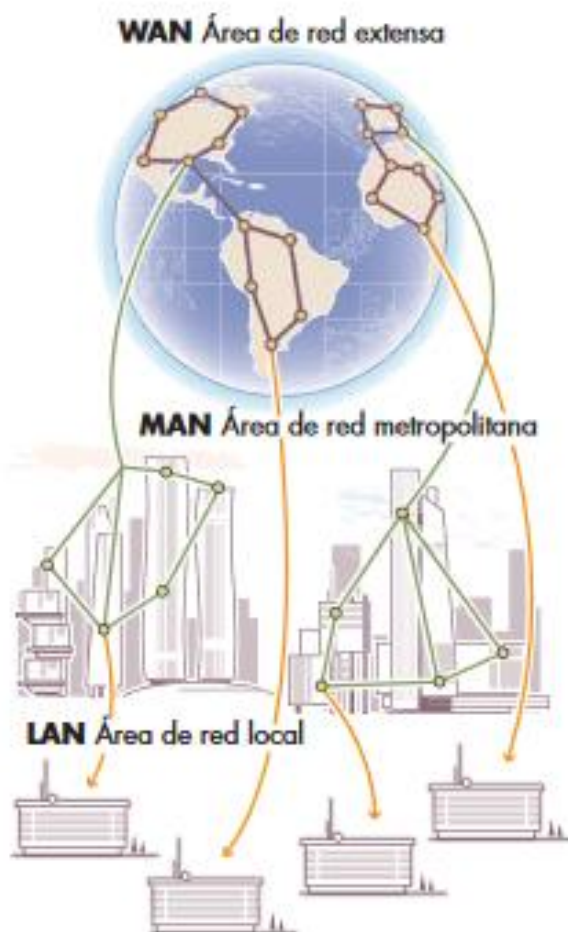


Figura 17: Redes

Fuente: Redes de datos de área local

### **2.2.8.2. Redes de Área Local (LAN)**

Las redes de área local (LAN – Local Area Networks) son aquellas redes de pequeñas dimensiones. que son de propiedad privada ya que se encuentran en un sólo edificio o en un campus de pocos kilómetros (Huidobro M, Blanco, & Jordan, 2006). Se utilizan para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de empresas y de fábricas para compartir recursos (por ejemplo, impresoras) e intercambiar información. Es decir, son redes de área local tradicionales que se caracterizan por tener tasas de transmisión de acceso elevadas (de 0.2 a 16 Mbits/s, ó hasta 1,000 Mbits/s), distancias cubiertas reducida (de 200 m a 5 Km) y propiedad/explotación privada (ya que este tipo de red usualmente pertenecen a la organización que presta el servicio, se despliega en territorios de su propiedad y es explotada por la misma). Ejemplos de este tipo de red son: Ethernet (IEEE 802.3), Token Ring (IEEE 802.5).

### **2.2.8.3. Redes de Área Metropolitana (MAN)**

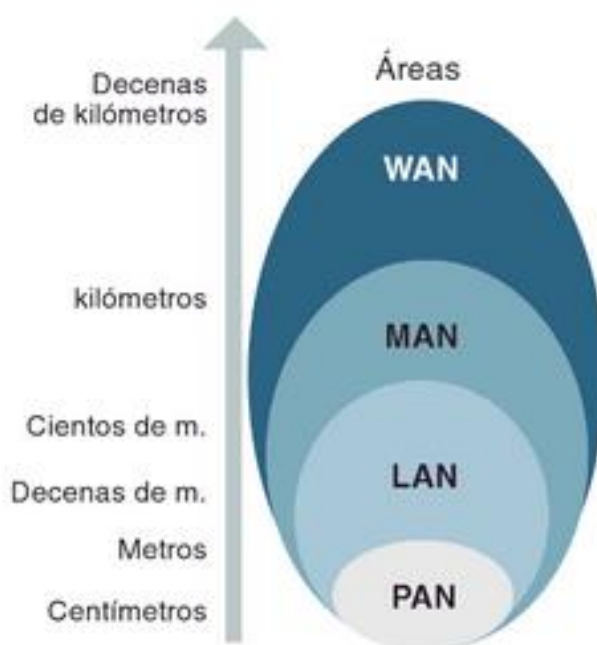
Una red de área metropolitana (MAN - Metropolitan Area Networks) se forma por la interconexión de varias redes LAN que se encuentran a mayores distancias que las incluidas en un edificio o campo dentro de una ciudad. Se utiliza para conectar computadoras que se encuentran en diferentes campos que pueden pertenecer a la misma corporación o empresa que comparten determinada información. (Herrera, 2010). Se caracterizan por tener velocidades de acceso muy elevadas (de 30 a 150 Mbits/s y en la actualidad hasta los 10 Gbits/s), distancias cubiertas medianas (10 a 50 km, las correspondientes a una ciudad y su área de influencia) y propiedad/explotación a medio camino entre lo público y lo privado.

### **2.2.8.4. Redes de Área Extensa (WAN)**

La red de área amplia (WAN - Wide Area Networks), Es una red Global abarca una gran área geográfica (varios países, un continente o incluso mundial). Estas redes suelen estar diseñadas para la interconexión de redes. En una WAN las conexiones que se establecen entre dos



dispositivos son conexiones punto a punto y se comportan como si hubiese una conexión física (par de cobre) entre ellos. En general las conexiones son lógicas (virtuales), pero desde el punto de vista del usuario son equivalentes a conexiones físicas (Andréu, 2011). Se caracterizan por tener una tasa de transmisión de acceso moderada (de 1 a 64 Kbits/s; o hasta 2 Mbits/s), cubre grandes distancias (de 100 a 20,000 Km) y son de propiedad pública. Ejemplos de este tipo de redes son: la red telefónica tradicional y la RDSI, las redes de datos con estándar de acceso X.25 (en retroceso), Internet, etc. En algunos casos, se comprende también a los troncales de red, que pueden alcanzar velocidades de centenares de Gbits/s, mediante tecnologías como DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).



**Figura 18: Tipos de Redes**

**Fuente:** (Andréu, 2011)

### 2.2.9. Cableado de redes de datos y telefonía

En las redes de datos y telefonía el cableado es un medio físico para la transmisión de información, ya que éste es muy fiable para este tipo de transmisiones. Se pueden utilizar tanto cables de cobre como fibra óptica. (García & Guadarrama, 2012)

### 2.2.9.1. Redes de Cobre

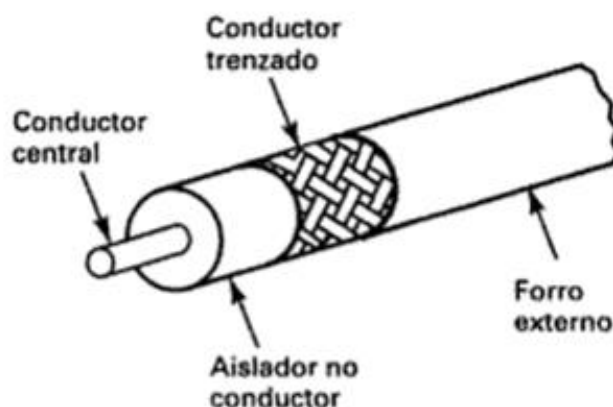
#### Cables coaxiales

Un cable coaxial está compuesto por dos conductores cilíndricos, generalmente de cobre, dispuestos de forma concéntrica.

El núcleo central (alma) es sólido y está separado del conductor externo (trenza metálica o malla) por un aislante. Todo el conjunto está cubierto a su vez por una gruesa capa protectora e incluso, a veces, por otro conductor que actúa de pantalla de protección frente a interferencias. Con esta estructura, el cable coaxial resulta ser un excelente transmisor de señales de alta frecuencia, con mínimas pérdidas por radiación y muy poco sensible a las interferencias externas.

El cable coaxial se emplea para la distribución de TV por cable hasta el domicilio de los usuarios. Diseñado inicialmente para proporcionar servicio de acceso a áreas remotas (CATV, Community Antena Televisión).

El cable coaxial se usa para transmitir tanto señales analógicas como digitales. El cable coaxial tiene una respuesta en frecuencias mejor que la del par trenzado, permitiendo por tanto mayores frecuencias y velocidades de transmisión. (Starlings, 2004)



**Figura 19: Características de Cable Coaxial**

**Fuente: Tomasi**

### Cables de pares de cobre:

Este tipo de cable se utiliza tanto para el montaje de redes de datos como de telefonía, ya que son baratos y fáciles de instalar. Se distribuyen en forma de manguera, ya que una funda aislante cubre todo el conjunto de conductores, se caracteriza por que dos hilos están trenzados, para evitar las interferencias. Los cables están codificados por colores, es decir, cada par dispone de un hilo de un sólo color y otro de dos colores el cual está formado por una banda de color blanco y otra del mismo que tiene el cable con el que hace pareja.

Un par de cobre se caracteriza por su diámetro, su longitud y el método empleado para su aislamiento. De estas características dependerá, en último término, su comportamiento en la transmisión de señales. (España M. , 2003)

Los tipos de cables de pares de cobre más comunes son:

**Cable UTP** (Unshielded Twisted Pair): Son pares de hilos de cobre sin malla metálica llamado blindaje, tampoco está cubierto por papel metálico, al que se le conoce como apantallamiento.

**Cable FTP** (Foil-screen Twisted Pair): Son pares de hilos de cobre apantallados.

**Cable STP** (Shielded Twisted Pair): Son pares de hilos de cobre blindados.

**Cable SFTP** (Shielded Foiled Twisted Pair): Son pares de hilos de cobre, apantallados y blindados, es decir, combina la técnica de FTP y STP.



**Figura 20: Par Trenzado: UTP, STP y FTP**

**Fuente: Redes, 2015**

### 2.2.9.2. Fibra Óptica

La Fibra Óptica es un medio de transmisión físico capaz de brindar velocidades y distancias superiores a comparación de cualquier otro medio de transmisión ya sea (cobre e inalámbricos).

Una fibra óptica se define como una varilla o filamento de vidrio de alta pureza, síliceo plástico. Es bastante flexible comparado con otros medios de transmisión y tiene un elevado índice de refracción lo cual permite la transmisión de la luz por medio de una serie de reflexiones interiores. La fibra óptica transmite información por medio de haces de luz que viajan través de ella desde un extremo al opuesto.

La transmisión de luz debe tener un ángulo de incidencia adecuado para que pueda rebotar la luz y se pueda propagar a distancias grandes y si no rebota se refracta y se pierde la luz. (Pereda, 2005)

Se utiliza en una gran variedad de aplicaciones como pueden ser internet, telefonía, y televisión.

### 2.2.10. Composición de las fibras:

Está compuesta por dos elementos básicos: el núcleo (core) y el recubrimiento (cladding). Cada uno de ellos está formado por un material con distinto índice de refracción, para conformar así una guía de ondas propagadora de ondas luminosas. De este modo, cuando hablamos de fibras de 50/125, 62.5/125 ó 10/125  $\mu\text{m}$  nos estamos refiriendo a la relación entre el diámetro del núcleo y el del recubrimiento de la fibra. Adicionalmente, se fabrican con una cubierta alrededor del revestimiento que le aporta la resistencia mecánica necesaria para su manipulación.

Toda fibra óptica está constituida por tres estructuras o capas concéntricas que poseen diferentes características y propiedades que describiremos a continuación:

El núcleo (core) es la parte interna de la fibra y es por donde viajan las señales ópticas procedentes de la fuente. Está compuesta de materiales como cuarzo, plástico o dióxido de silicio. Para ajustar su índice de refracción se dopa con materiales como  $\text{P}_2\text{O}_5$  (óxido de fósforo),  $\text{GeO}_2$  (óxido de germanio),  $\text{B}_2\text{O}_3$  (óxido de boro) con el objetivo de ajustar su índice de refracción.

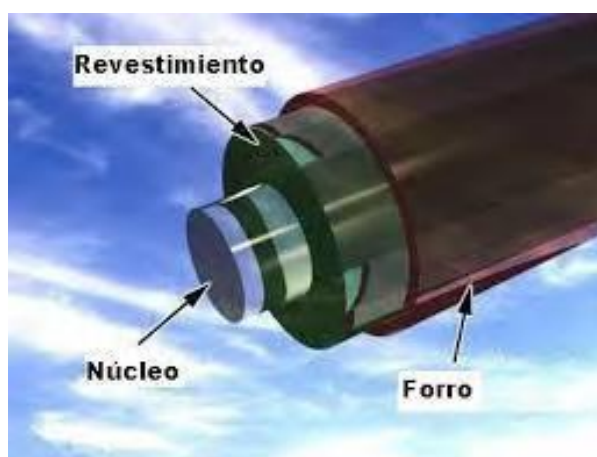
El diámetro del núcleo varía entre los 10 y los 300  $\mu\text{m}$ . Como hemos visto, los cables de fibra se suelen clasificar en general, en función de su diámetro del núcleo y del revestimiento.

El revestimiento (cladding) es la parte de la fibra que esta entre el núcleo y el recubrimiento. Esta estructura tiene un índice de refracción menor al del núcleo de forma que éste actúe como una capa reflectante, consiguiendo que las ondas luminosas se reflejen y de esta forma se transmitan a lo largo de la fibra.

Se fabrica a altas temperaturas y generalmente son de cuarzo o plástico transparente. Se le suelen añadir varias capas de plástico para absorber los posibles golpes o estiramientos que pueda recibir la fibra y como protección para doblamientos excesivos.

El recubrimiento (coating) es la parte más externa de la fibra y protege al núcleo y al revestimiento de posibles daños y agentes externos. Estos agentes externos que pueden perjudicar las características de la fibra pueden ser tales como humedad, aplastamiento, roedores y otros riesgos del entorno.

Esta funda está diseñada de forma que sea fácil cortarla para realizar empalmes y le proporciona a la fibra un diámetro fijo que suele ser un valor de 125, 250, 500 o 900  $\mu\text{m}$ .



**Figura 21: Partes de la fibra óptica**

**Fuente: Freudenrich (2001)**

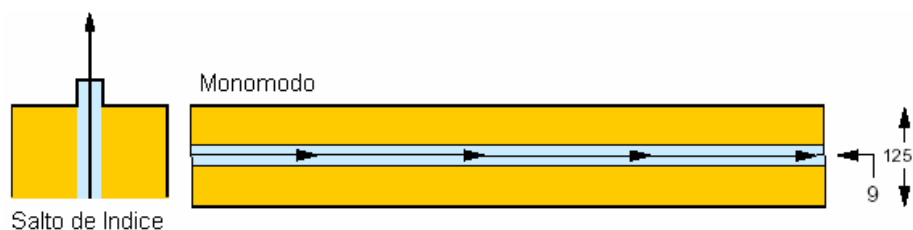
Las fibras ópticas generalmente se agrupan en un determinado número de fibras, suelen ser grupos de 4,8,16,24,32,64,128... que a su vez pueden reagruparse para formar un cable recubierto con un revestimiento

de material plástico que protege los tubos formando en apariencia un único cable.

### 2.2.11. Clasificación de las fibras:

- **Fibras monomodo.**

La característica representativa de este tipo de fibra es su núcleo de reducido tamaño aproximadamente de  $9\mu\text{m}$ , que permite la propagación de un solo modo (modo fundamental), eliminando así la dispersión modal (ensanchamiento del pulso), pero requiriendo una alta precisión mecánica para el acoplamiento de la señal. La transmisión de la luz a lo largo de la fibra es paralela al eje de la misma. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 100 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información. (Chomycz, 2000)



**Figura 22: Estructura típica de una fibra Monomodo**

**Fuente: Carpio; Morocho (2011)**

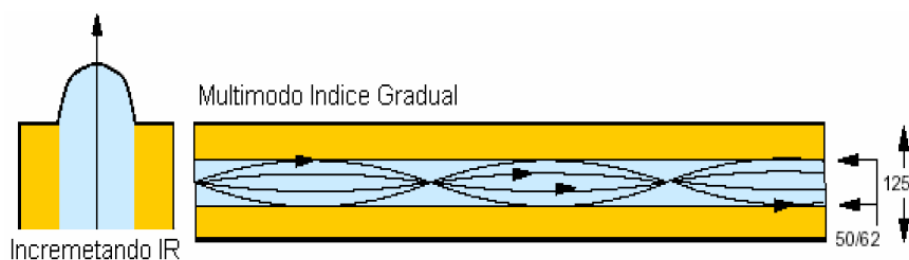
- **Fibras multimodo.**

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. El diámetro del núcleo de este tipo de fibras típicamente suele ser  $50\mu\text{m}$  ó  $62.5\mu\text{m}$ , por lo que el acoplamiento de la luz es más sencillo que en las fibras monomodo.

Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km; es simple de diseñar y económico. Su distancia máxima es de 2 km y usan diodos láser de baja intensidad.

Dentro de las fibras multimodo se tiene dos tipos de fibra según su perfil de índice de refracción

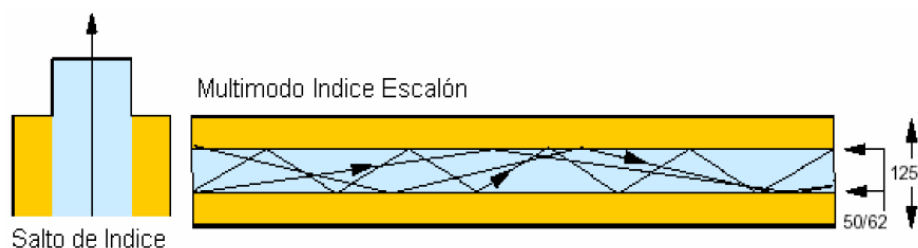
- **Fibra multimodo gradual:** este tipo de fibras son las más utilizadas entre las multimodo. Para este tipo fibra el índice de refracción (IR) del núcleo disminuye gradualmente a medida que se aleja del eje de la fibra óptica y se acerca al revestimiento, mientras que el índice de refracción del revestimiento se mantiene constante; lo que provoca que en el interior del núcleo se produzcan múltiples refracciones, reduciendo así el fenómeno de dispersión entre los diferentes modos de propagación (dispersión modal). Por lo que el pulso de salida llega mejor conformado, permitiendo alcanzar mayores velocidades de transmisión que con fibras de índice escalonado. No obstante, su costo es un poco más elevado.



**Figura 23: Estructura típica de una fibra de índice gradual**

**Fuente: Carpio; Morocho (2011)**

- **Fibra multimodo de salto de índice:** este tipo de fibras tienen un índice de refracción del núcleo constante y el cambio con el índice de refracción del revestimiento no es gradual. El mismo es de gran tamaño (alrededor de los 50  $\mu\text{m}$ ), lo que permite que los distintos modos que componen la luz se propaguen por caminos diferentes causando una dispersión considerable



**Figura 24: Estructura típica de una fibra de índice escalonado**

**Fuente: Carpio; Morocho (2011)**

### 2.2.12. Características de la Fibra Óptica

Las características generales de la fibra óptica son:

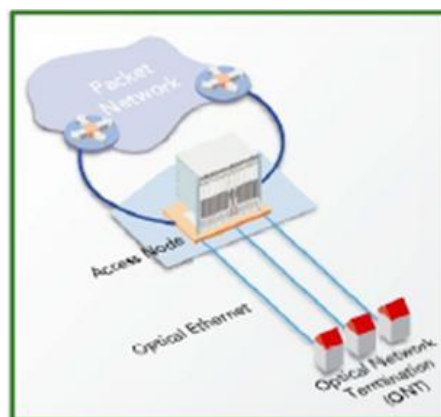
- **Ancho de banda:** La fibra óptica tiene un ancho de banda mucho mayor que los cables de pares (UTP / STP), y coaxiales. En la actualidad, las tasas son 1,7Gbps utilizando las redes públicas, el uso de las frecuencias más altas o luz visible llegará a 39Gbps. UTP RJ45 o cable es ahora el más ampliamente utilizado en la mayoría de las instalaciones de la red debido a su costo, baja flexibilidad y facilidad de instalación, así como sus características técnicas que logran mejores velocidades de transferencia de datos. En la transmisión de datos para el cobre, UTP es el mejor que se puede lograr velocidades de ancho de banda como 10Mbps, 100 Mbps 1000Mbps con las nuevas placas 1 Gb Ethernet de red. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir datos, voz, vídeo, y más.
- **Distancia:** La atenuación de la señal baja permite líneas de fibra óptica sin repetidores.
- **Integridad de datos:** Normalmente la transmisión de datos por fibra óptica posee una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) es menor que 10<sup>-11</sup>. No hay necesidad de aplicar procedimientos de corrección de errores para acelerar la velocidad de transferencia puesto que esta función permite a los protocolos de comunicación de alto nivel lo realicen perfectamente.
- **Duración:** Es resistente a la corrosión y altas temperaturas, la protección de la envoltura es capaz de resistir las altas tensiones en su instalación.
- **Seguridad:** Debido a que la fibra óptica no emite radiación electromagnética, es resistente a la escucha de las acciones intrusivas. Para acceder al flujo de la señal en la rotura de la fibra, es necesario que no hay transmisión durante este proceso y por lo tanto se puede detectar. La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, para que pueda ser utilizado en entornos industriales, sin protección especial.



### 2.2.13. Redes Ópticas Activas

Son redes basadas en el Standard IEEE 802.ah, las redes activas Ethernet proveen de ancho de banda simétrico con velocidades superiores a 1Gbps por puerto sobre una única fibra utilizando para ello dos longitudes de onda multiplexadas y diferenciadas sobre cada fibra óptica. De ésta manera con cada longitud de onda tenemos dos slots de transmisión, un slot se utiliza como canal de transmisión y otra para el canal de recepción.

Las redes ópticas activas ofrecen también ciertas ventajas, su dependencia de la tecnología Ethernet hace que la interoperabilidad facilite la interoperabilidad entre los proveedores. Los clientes pueden seleccionar hardware que proporcione una tasa de transmisión de datos apropiada y aumentar a medida que aumenten sus necesidades. (Mohan, 2014)



**Figura 25: Estructura de una Red Activa**

**Fuente: (Mohan, 2014)**

Esto nos permite una transmisión de datos Full-Dúplex mediante una conexión punto a punto con un ancho de banda dedicado al usuario.

### 2.2.14. Redes Ópticas Pasivas

Una red PON es un sistema de comunicaciones por fibra óptica en el que se establece una comunicación punto-multipunto entre un router central denominado en estos montajes OLT (optical line Terminal) Terminal óptico de línea y los equipos en campo ONT (optical Network Terminal) Terminal óptico de red.

La ventaja de este tipo de redes es que solo se necesitan equipos activos en los extremos. Para guiar el tráfico intermedio en la red se usan divisores ópticos pasivos, que reparten la señal por las fibras que se dirigen a cada punto de conexión.

En el camino descendente el OLT envía la información a todos los ONT, de forma punto-multipunto, procesando cada uno de ellos la información que le corresponde.

En el camino ascendente cada ONT envía la información hacia el OLT, mediante multiplexación por división en el tiempo.

De esta forma todas las comunicaciones se realizan por un solo par de fibras hasta el divisor óptico, donde sale una fibra hasta cada ONT, cada usuario.

El divisor óptico pasivo es un elemento sencillo, sin elementos que requieran alimentación ni elementos móviles, que se puede ubicar en campo en un armario sin ninguna limitación especial.

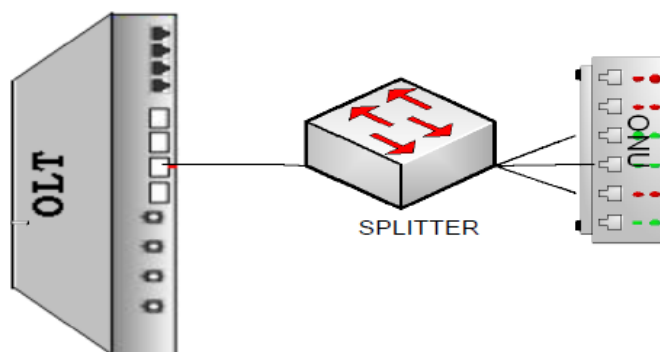
#### **2.2.14.1. Estructura de una Red PON**

Una red PON típica está formada por:

**OLT (Optical Line Terminal – Línea Terminal Óptica)**, normalmente ubicado en las oficinas del proveedor, o en algún armario administrado por el operador).

**ONU (Optical Network Unit – Unidad Óptica de Usuario)**. - Se encuentra en el domicilio del usuario, este dispositivo entrega una interfaz al usuario para la conexión hacia un dispositivo del usuario.

**Splitter (Divisor óptico)**. - El splitter es el encargado de separar las señales ópticas y entregar cada longitud de onda a cada usuario.



**Figura 26: Componentes principales de un sistema PON**

**Fuente: (Kramer, 2005)**

La transmisión se realiza entre el OLT y el ONU, por medio del splitter, cuya función depende de si el flujo de datos es ascendente o descendente.

**Canal ascendente.** - Trabaja como una red punto a punto donde las diferentes ONU's transmiten contenidos al OLT, por este motivo es indispensable el uso de TDMA, para que cada ONU envíe información en diferentes tiempos controlados por el OLT.

**Canal descendente.** - Trabaja como una red punto a multipunto donde el OLT envía información que recibe el divisor y que se encarga de repartir a todas las ONU's, cuya función principal es filtrar y procesar solo los contenidos que vayan dirigidos para él. En este proceso se utiliza la técnica TDM.

#### 2.2.15. El entorno de Fibra Óptica GPON

- **FTTH.** Fiber to the Home. Red de fibra óptica hasta el hogar – Punto-a-punto. 1 o 2 FO desde central para cada usuario/hogar – Punto-multipunto. 1FO desde central compartida por múltiples usuarios Otras variantes FTTN, FTTC, FTTB y FTTO.
- **PON.** Passive Optical Network. Red óptica punto-multipunto en la que no existen elementos activos entre las instalaciones del operador (OLT) y el equipo terminal de usuario (ONT).

- **GPON.** Conjunto de recomendaciones G.984.x del ITU-T donde se describen las técnicas para compartir un medio común (FO) por varios usuarios, encapsular la información y gestionar los elementos de red, entre otros aspectos – OLT. Optical Line Terminal. Equipo de central – ONT/ONU. Optical Network Termination (Unit). Equipo de usuario.

Las redes GPON (Gigabit Passive Optical Network) están diseñadas para brindar servicios que requieren un gran ancho de banda, como por ejemplo la IPTV o televisión de alta definición. Bajo este mismo principio, estas redes permiten brindar servicios triple play (voz, datos y video) con velocidades de acceso mayores a 50Mbps, para el Internet, con bajos costos de mantenimiento y operación". (Starlings, 2004).

#### **2.2.16. Tipos de redes PON**

En el mercado actual encontramos diferentes tipos de PON:

##### **2.2.16.1. APON (ATM PON: Asynchronous Transfer Mode PON)**

Fue la primera especificación creada por el FSAN en el año de 1998, tuvo un notable éxito comercial, pero carecía de capacidad para ofrecer video, se usaba principalmente para transmisión de datos de empresas y su transmisión principal es en el canal descendente, en ráfagas de celdas ATM, esta tecnología presentaba baja eficiencia para transportar datos. Sus velocidades iniciales eran de 155 Mbps.

##### **2.2.16.2. BPON (Broadband - PON Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)**

En el 2001 el FSAN presenta BPON una tecnología mejorada de APON, pero con la diferencia que pueden dar soportes a otros estándares de banda ancha, con nuevas mejoras como la multiplexación de la longitud de onda (WDM) incrementado de esta 33 manera el ancho de banda, esta tecnología fue difundida con gran éxito en Japón y EEUU.

##### **2.2.16.3. EPON (Ethernet Passive Optical Network)**

El IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) formó un grupo de estudio llamado EFM (Ethernet de última milla), el objetivo de este grupo era explotar la tecnología de Ethernet en el área

residencial y de negocios llevándola hasta el hogar. En el 2004 EPON fue definido por el grupo EFM, la principal característica es que soporta tráfico nativo de protocolo Ethernet, en lugar del clásico tráfico de ATM, se optimiza el tráfico IP, se mejora la velocidad de transmisión, esta tecnología tuvo un notable éxito en Japón y en Taiwán y Corea del Sur.

Las ventajas que presentan frente a los anteriores estándares son: Trabaja a velocidades de Gigabit (Esta velocidad se divide para el número de usuarios).

-La interconexión de EPON es más simple.

-Disminuye los costos, debido a que no utilizan equipos ATM.

#### **2.2.16.4. GPON (Gigabit Passive Optical Network)**

Publicado por la ITU-T, es una evolución de BPON permite una optimización del tráfico IP y ATM, incluye varias velocidades de línea de hasta 2.488 Gbps. La principal motivación era ofrecer mayor ancho de banda. Es un estándar muy potente, pero a la vez muy complejo de implementar, además ofrece:

- Soporte multiservicio: voz, Ethernet 10/100, ATM.

- Cobertura hasta 20 Km. - Seguridad a nivel de protocolo.

- Soporte de tasas de transferencia:

- Simétrico: 622 Mbps y 1.25 Gbps.

- Asimétrico: 2.5 Gbps (down) / 1.25 Gbps (up).

#### **2.2.16.5. GEPON (Gigabit Ethernet over Passive Optical Network)**

Es una evolución de EPON fue ratificado por la IEEE en el 2004. También es llamado EFM, integra la tecnología Gigabit Ethernet para dar acceso de hasta 1 Gbps por segundo, una capacidad de esta magnitud permite servicios como Triple Play como voz, video y datos. Su estandarización fue realizada por la IEEE, tomando como base la familia de protocolos IEEE 802.3ah, es una tecnología basada en el

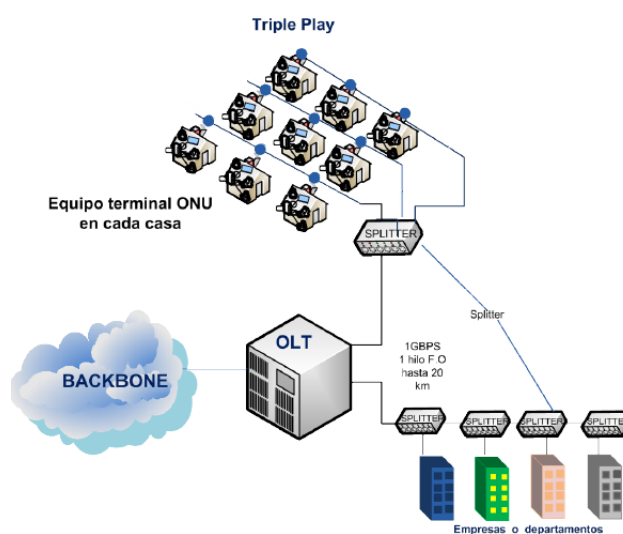
protocolo Ethernet. Es la primera tecnología gigabit PON en lograr un volumen alto de implementación.

Es el producto indicado para acercar las redes de fibra hasta los usuarios residenciales o redes MAN, al disponer de pequeñas y estéticas terminales de unidades de red para instalar en hogares. Debido su simplicidad y bajos costos esta tecnología es fácil de implementarse y tiene costos razonables.

El ancho de banda alcanzable es elevado y garantiza una buena relación de costo beneficio para ofrecer servicios “Triple Play”, como se mencionó anteriormente. Además, ofrece servicios de video IPTV (INTERNET PROTOCOL TELEVISIÓN) o video bajo de manda siendo para accesos residenciales o pequeñas empresas.

GEPON corre a 1.25 Gbps. en la fibra de manera simétrica. La cual puede ser repartida entre 64 usuarios entonces a cada cliente se le puede entregar 19.5 Mbps.

GEPON compite de manera ventajosa frente a las otras tecnologías que utilizan cobre como medio físico tales como XDSL, GEPON supera ampliamente a XDSL en capacidad de distancia. Expertos de red están de acuerdo que GE se convertirá en la tecnología de redes LAN de alta velocidad, proporcionando conexiones de alta velocidad con una excelente relación de capacidad/costos. (Kramer, 2005)



**Figura 27: Red GEPON**

**Fuente: (Kramer, 2005)**

**Tabla 2:** Cuadro explicativo de redes PON

<b>NOMENGLATURA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>APON</b>	Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network
<b>BPON</b>	Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha
<b>EPON</b>	Ethernet over Passive Optical Network
<b>GPON</b>	Gigabit-Capable Passive Optical Network
<b>GEPON</b>	Gigabit Ethernet over Passive Optical Network

Fuente: Elaboración Propia

El diseño de una red GEPON se basa en un equipo distribuidor (OLT) el cual se conecta a la red principal; de éste equipo salen múltiples trayectorias, cada una de solamente 1 hilo de fibra óptica con capacidad de transportar 1 Gbps de información. Este ancho de banda se reparte entre las conexiones terminales de la trayectoria, que son rematadas en un equipo CPE (ONU), el cual se ubica en la instalación del suscriptor o nodo de red. Existen varios modelos de ONU, para proporcionar desde un puerto de Ethernet para la conexión del suscriptor, hasta 24 puertos de Ethernet en el caso de un edificio departamental; también existen modelos para instalarse en intemperie, así como ONUs que incluyen puertos para conectar directamente una TV en el caso de aplicaciones triple play.

#### **2.2.16.5.1. Estándares GEPON/EPON**

##### **Capa física:**

- Alcance de hasta 20 Km.
- Número máximo de usuarios por cada fibra: 32

##### **Capa MAC:**

- MPCP: Protocolo de control multipunto.
- DBA: Asignación dinámica del ancho de banda.

##### **Topología Punto a multipunto:**

- Compatible con el estándar IEEE 802.3ah.
- Compatible con dispositivos IP/ETHERNET.

### **2.2.17. Topologías PON**

Lógicamente, la última milla es una red punto a multipunto (P2MP), con una oficina central (nodo) dando servicios a múltiples suscriptores. Todas las transmisiones en un PON se dan entre un OLT (Optical Line Terminal) y las ONUs (Optical network Unit). El OLT reside en el nodo y conecta la red óptica de acceso a la red de área metropolitana, también conocida como el Backbone. La ONU se localiza ya sea en las instalaciones del usuario (dando lugar a FTTH) o en la calle, resultando en FFTB. Hay algunas tecnologías multipunto para una red de acceso incluyendo árbol, anillo, y bus. Utilizando diferentes tipos de acopladores, PON puede ser implementada en cualquiera de estas tecnologías.

### **2.2.18. Espectro compartido versus tiempo compartido**

En la dirección de bajada (desde el OLT al ONU), PON es una red punto a multipunto. El OLT típicamente tiene el ancho de banda completo disponible para él todo el tiempo en la dirección de subida, PON es una red multipunto a punto: múltiples ONUs transmiten todos hacia un OLT. Las propiedades direccionales de un splitters/combiners pasivo son tales que una transmisión de la ONU no puede ser detectada por otra ONU. Sin embargo, el flujo de datos desde diferentes ONUs pueden colisionar. Así, en la dirección de subida, PON debe utilizar un mecanismo de separación de canal para evitar colisión de datos y compartir de manera justa la capacidad del canal de fibra.

#### **2.2.18.1. WDMA PON**

Una posible forma de separar los flujos de subida de las ONUs es utilizar WDMA, en la cual cada ONU opera sobre una longitud de onda diferente. Aunque, desde un punto de vista teórico, es una solución simple permanece como una red de acceso demasiado costosa. Una solución WDMA requeriría ya sea un receptor sintonizable o un arreglo de receptores en el OLT para recibir múltiples canales.

Un problema aún más serio para los operadores de red sería tener un conjunto de ONUs específica para cada longitud de onda: en vez de tener solo un tipo de ONU, sería necesario múltiples ONUs



diferenciándose cada uno de la longitud de onda de su láser. Cada ONU deberá usar un láser de espectro estrecho y controlado y así se volvería más costoso. Sería también más problemático para un usuario no calificado reemplazar un ONU defectuoso porque una unidad con la longitud de onda equivocada puede interferir con alguna otra ONU en la red. Utilizar láser sintonizables en la ONU resolvería este problema, pero sería demasiado costoso al momento. Por estas razones una red PON WDMA no es atractiva.

#### **2.2.18.2. TDMA PON**

En una red TDMA, las transmisiones simultáneas desde diversas ONU's colisionarán cuando lleguen al combinador para evitar estas colisiones, cada ONU debe transmitir solamente en su turno (Time Slot). Una de las mayores ventajas de TDMA PON es que todas las ONU's pueden operar con la misma longitud de onda y ser componentes idénticos. El OLT también necesita solamente un único receptor. Un transceiver en una ONU deberá operar a la máxima velocidad de la línea, aunque el ancho de banda disponible para la ONU sea menor. Sin embargo, esta propiedad también permite que TDMA PON cambie de manera eficiente el ancho de banda asignado a cada ONU por medio de un cambio en el tamaño del time slot, incluso se puede emplear multiplexación estadística para utilizar el canal PON a su máxima capacidad.

En una red de acceso de suscriptores, la mayor parte del tráfico fluye de bajada (de la red al usuario) y en dirección de subida (del usuario a la red), pero no peer to peer (de usuario a usuario). Así parece razonable separar los canales de bajada y de subida. Una separación simple de canal puede basarse en multiplexación por división de espacio (SDM), en la cual se provee PONS separados para las transmisiones de bajada y subida. Para ahorrar fibra óptica y reducir el costo de reparación y mantenimiento, se puede usar transmisión bidireccional en una única fibra. En este caso se usan dos longitudes de onda:  $\lambda_1$  para flujo de subida y  $\lambda_2$  para bajada.

Tiempo compartido parece ser el método preferido para compartir el canal en una red de acceso, permite una única longitud de onda de subida y un único transceiver en el OLT, resultando en una solución efectiva económicamente.

### **2.2.19. Utilización de Ethernet**

En 1995, había muchas esperanzas de que ATM se convirtiera en la tecnología preferida para las redes LAN, MAN Y WAN. Sin embargo, desde esa fecha, la tecnología ethernet ha sobrepasado a ATM. Ethernet se ha convertido en un estándar universalmente aceptado, con más de 320 millones de puertos implementados en el mundo. Ethernet de velocidades del orden de los Gigabit ya es un producto real, y ethernet de 10 Gigabit también ya está disponible comercialmente.

Ethernet, es fácil de escalar y administrar y estas ganado terreno en la implementación de redes MAN Y WAN. Dado que más del 95% de las empresas utilizan Ethernet en su red LAN, y la mayoría de usuarios residenciales también, está clara que PON ATM no es la mejor alternativa para interconectar dos redes ethernet. Una de las desventajas de ATM es la alta sobrecarga para transportar paquetes IP de longitud variable, los cuales son los componentes predominantes del tráfico de internet.

La sobrecarga de la encapsulación ethernet es resultado de agregar el preámbulo de 8 byte, la cabecera de 14 byte y los 4 bytes de FCS. Adicionalmente, se debe dejar al menos un mínimo de 12 bytes llamado la ranura intertrama gap(IFM) entre dos tramas adyacentes. De esta manera, la sobrecarga absoluta por cada trama es constante y de 38 bytes. Esta sobrecarga de encapsulación no es específica de EPON si no que es una característica de todas las redes Ethernet.

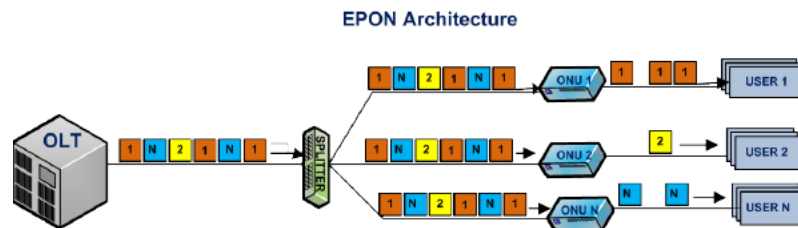
En las redes ATM los datos de usuario, tales como los datagramas IP, deben descomponerse en múltiples celdas. La sobrecarga de la encapsulación ATM (también conocida como impuesto a la celda) se compone de múltiples cabeceras, una cola de 8 bytes llamado capa 5 de adaptación ATM (AAL5), y un campo de relleno de longitud variable. El trail AAL5 se necesita para el correcto reensamblado del datagrama IP, y el relleno se usa para llenar cualquier porción remanente de una celda perdida.

La sobrecarga de la encapsulación ATM depende de la carga útil que va a transportarse y es considerablemente más alta que la sobrecarga de ethernet. El valor promedio de la sobrecarga de encapsulación depende de la distribución estadística de los tamaños de paquetes. Esta distribución generalmente tiene una forma trimodal con sus modos principales correspondientes a 40 bytes, 576 bytes, 1500 bytes de tamaño de paquetes. Otro problema de ATM es el hecho de que una celda mal formada invalida el datagrama completo. Sin embargo, el resto de celdas seguirá propagándose consumiendo así recursos de red innecesariamente. Y finalmente, y tal vez lo más importante, ATM no cumplió su promesa de convertirse en una tecnología barata, los fabricantes, manufacturan pocos volúmenes de estos equipos. Los switches ATM y las interfaces de red son más caras que sus similares ethernet. Por otro lado, ethernet parece ser la elección lógica para una red de acceso optimizada para IP.

Las nuevas técnicas de QOS han hecho que ethernet sea capaz de soportar voz, dato, video. Estas técnicas incluyen transmisión full duplex, priorización, y LANs virtuales (VLAN TAGGING). Ethernet es una tecnología barata, ubicua e interoperable. Por lo tanto no es sorpresa que ethernet compita para ser la red de acceso de la siguiente generación. (Kramer, 2005).

#### **2.2.20. Transmisión de bajada**

En la dirección de bajada, los paquetes ethernet transmitidos por el OLT pasan a través de un splitter pasivo 1xn o una cascada de splitters y alcanzan cada ONU. El valor de n es típicamente entre cuatro y sesenta y cuatro. Este comportamiento es similar a un medio compartido. Como ethernet que es un sistema de broadcast por naturaleza, en la dirección de bajada calza perfectamente con la arquitectura ethernet PON: Los paquetes son enviados desde el OLT y son extraídos selectivamente por cada ONU destino.

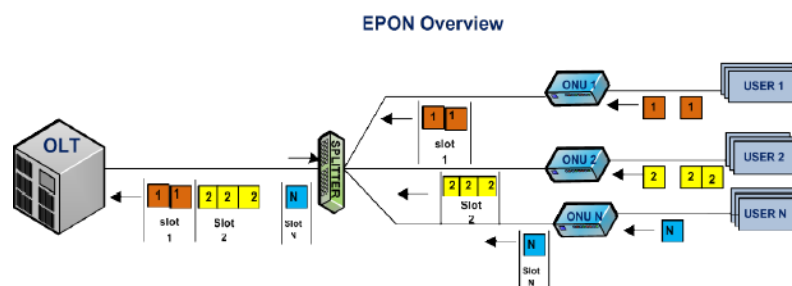


**Figura 28: Transmisión de bajada en GEPON**

**Fuente:** (Kramer, 2005)

### 2.2.21. Transmisión de subida

En la dirección de subida, debido a las propiedades direccionales del combinador óptico pasivo, los paquetes de datos desde cada ONU alcanzarán solamente al OLT y no a las otras ONU's. En este sentido en la dirección de subida, el comportamiento de PON es similar al de la arquitectura punto a punto. Sin embargo, a diferencia de una red punto a punto real, en EPON, todas las ONU's pertenecen a un mismo dominio de colisión (los paquetes de datos de las ONU's transmitidas simultáneamente pueden colisionar). Por lo tanto, en la dirección de subida, EPON necesita emplear algún mecanismo para evitar la colisión de los datos y compartir de manera justa la capacidad del canal entre ONU's.



**Figura 29: Transmisión de subida en GEPON**

**Fuente:** (Kramer, 2005)

### 2.2.22. Servicios a poblaciones Rurales (Inclusión Digital Rural)

En el caso de la agricultura, las TIC más utilizadas son las que permiten la comunicación básica, es decir, la radio, la televisión y, últimamente, los teléfonos celulares. Según datos del Global System for Mobile Communications (GSMA), el incremento de las conexiones mediante

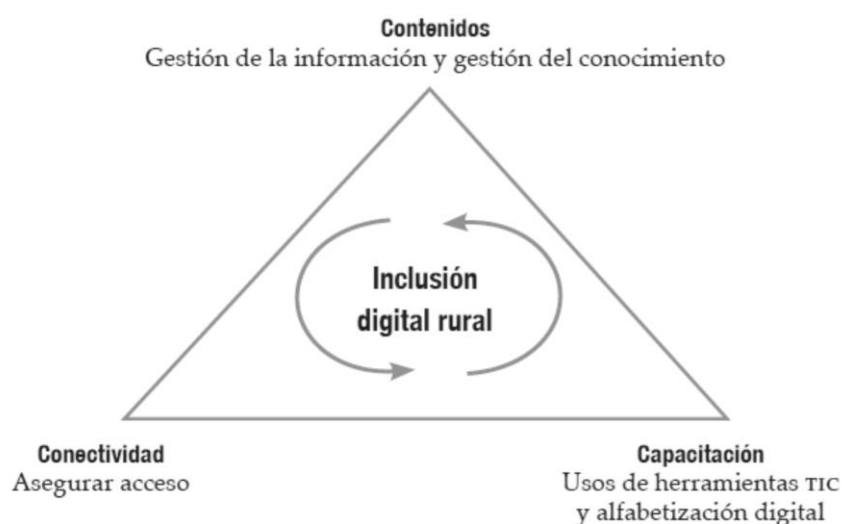
teléfonos inteligentes en América Latina fue el tercero más grande entre las regiones del mundo, con una tasa de crecimiento anual de 77% entre 2010 y 2013. (ITU, 2014) La región alcanzó los 200 millones de conexiones y se estima que llegará a la segunda posición en el mundo en 2020, con más de 600 millones de conexiones de este tipo, lo que equivale a más de dos tercios del total de conexiones.

Otra característica de las zonas rurales es su reducido acceso a internet de banda ancha fija, ya que se privilegia el uso de banda ancha móvil, tanto por imposibilidad de acceso a la infraestructura –dado que el aislamiento de ciertas zonas rurales no permite más que tecnologías 3g– así como por los costos del servicio, que generalmente es menor o al menos variable según el uso que le dé el propio usuario. Esta característica define el lugar de acceso a internet: dado que no disponen de banda ancha en sus hogares, los habitantes rurales tienen menos oportunidades de usar internet que los hogares de la urbe, y su lugar de acceso está más bien fuera del hogar, en telecentros, cibercafés, escuelas o la casa de amigos y familiares.

En cuanto al uso que se les da a las TIC en el sector rural, este apunta más bien hacia una herramienta de apoyo a la educación y de realización de tareas escolares, más que a su uso como herramienta de trabajo. Según la Encuesta Nacional de Accesos y Usos de Internet realizada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (tcp), en octubre de 2014, 51% de los jefes de hogar responde que el uso es preferentemente para educación, y tan solo 10% lo utiliza en actividades laborales. Por otra parte, es sorprendente examinar, según esta misma encuesta, la similitud que existe entre el ámbito urbano y rural cuando se trata del uso en redes sociales (79% en ambos casos) y en actividades recreativas de música o videos (42% en lo urbano y 36% en lo rural).

Superar estas barreras es prioritario si se quiere realmente obtener los impactos deseados que implica un certero y apropiado uso de las TIC en la agricultura, que permita mejoras directas en la productividad, reducción de costos y aumento de la generación de valor. Alcanzar al menos una de estas metas es por lo general el beneficio final que se busca con la adopción de las TIC en la agricultura, con el objetivo de lograr mejores rendimientos productivos gracias a una mejor gestión de la tierra, el uso adecuado de los insumos, así como reacciones oportunas a las

adversidades climáticas o de plagas y enfermedades, mediante el uso de sistemas de alertas tempranas, entre otras posibilidades. Según diversos estudios de caso en la región, estas tres dimensiones –productividad, costos y generación de valor– han sido comprobadamente transformadas gracias a la aplicación adecuada de las TIC en toda la cadena de valor agrícola. Por ejemplo, en diversas ocasiones se han obtenido reducciones de costos como resultado de utilizar transacciones en línea que eviten el desplazamiento innecesario para la compra de insumos o que permitan la obtención de mejores precios, tan solo por el hecho de contar con mayor información respecto del abanico de oferta de productos, o bien la obtención de mejores precios de venta como consecuencia de una mayor comunicación con los pares, con el uso de procedimientos más rápidos y más baratos, al utilizar herramientas TIC. (Brossard Leiva, 2016)



**Figura 30: Hacia una Inclusión Digital**

**Fuente: Internet**

### 2.2.23. Otros Servicios que se pueden Utilizar.

En el caso de que la Villa Locumba y los demás centros poblados que la circundan tienen adicionalmente a la actividad económica de la agricultura, el impacto de la Fiesta Religiosa del Señor de Locumba en donde incurrir en la visita del Santuario 10 000 visitantes en el mes de septiembre, implican que se cuente con otros servicios de TIC tales como:

### 2.2.23.1. Video Vigilancia Ip

Es una tecnología de vigilancia visual que combina los beneficios analógicos de los tradicionales CCTV (Círculo Cerrado de Televisión) con las ventajas digitales de las redes de comunicación IP (Internet Protocol), permitiendo la supervisión local y/o remota de imágenes y audio, así como el tratamiento digital de las imágenes, para aplicaciones como el reconocimiento de matrículas o reconocimiento facial, entre otras.



**Figura 31: Cámara PTZ 360 Observando la Ciudad**

**Fuente: Internet**

El despliegue resulta más sencillo y económico que un CCTV, puesto que aprovecha la red informática empresarial, es decir, el mismo cableado que se emplea para la comunicación de datos, acceso a Internet o correo electrónico, sin necesidad de desplegar una infraestructura de cableado coaxial específica para nuestra red de video vigilancia. La mayoría de las instalaciones más modernas están abandonando la tecnología analógica en favor de la video vigilancia IP, dada su versatilidad, funcionalidad, sencillez y optimización de las infraestructuras existentes en la compañía.

Entre los avances más destacados de los últimos años, además de las capacidades inalámbricas que eliminan, incluso, el tendido de cables, se encuentran la alta resolución de imagen que ofrecen las cámaras megapixel (1,3 megapíxeles), la inclusión de sistemas de inteligencia para el tratamiento de video y gestión de eventos o contadores digitales. Es posible capturar vídeo y almacenarlo a pocos frames por segundo o activar la grabación sólo en determinadas circunstancias ya sea por la detección de movimientos en una zona determinada o por franjas horarias.



**Figura 32: Sala de Monitoreo – Seguridad Ciudadana**

**Fuente: Internet**

La mejora de la resolución va acompañada de elevadas tasas de compresión para evitar altos consumos de ancho de banda y espacio de almacenamiento, con estándares como H.264, que simplifican significativamente el almacenamiento en los NVR (Network Video Recorders) o servidores de vídeo respecto a otros formatos como vídeo Motion JPEG, MPEG-4. Estos avances tecnológicos han propiciado que consultoras como IP Video Market, en su informe 'Video Surveillance Market Size and Forecast Guide 2010', estimen que el mercado de la videovigilancia IP superará al de CCTV (analógico) entre 2010 y 2012, con un crecimiento de un 200%. (DATOS, 2014)

#### **2.2.23.2. La Telemedicina**

Telemedicina significa: Medicina practicada a distancia, incluye tanto diagnóstico y tratamiento, como también la educación médica. (Miguel, 2011)

Es un recurso tecnológico que posibilita la optimización de los servicios de atención en salud, ahorrando tiempo y dinero y facilitando el acceso a zonas distantes para tener atención de especialistas.

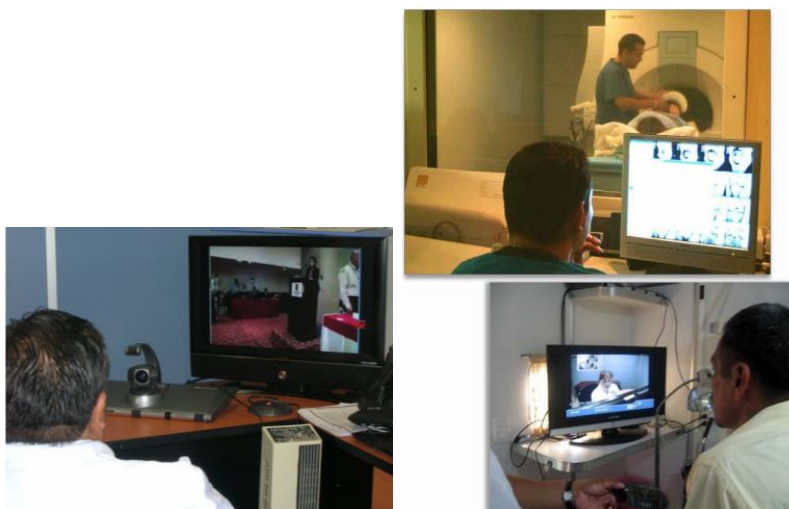
Otra de las utilidades que presta el uso de la transmisión de datos médicos sobre redes adecuadas es la educación, donde los alumnos de medicina y enfermería pueden aprender semiología remotamente,



apoyados por su profesor y con la presencia del paciente. Los siguientes servicios que presta la telemedicina son:

- Servicios complementarios e instantáneos a la atención de un especialista (obtención de una segunda opinión).
- Diagnósticos inmediatos por parte de un médico especialista en un área determinada.
- Educación remota de alumnos de las escuelas de enfermería y medicina.
- Servicios de archivo digital de exámenes radiológicos, ecografías y otros.

Todo esto disminuye el tiempo entre la toma de exámenes y la obtención de resultados, o entre la atención y el diagnóstico del especialista, el cual no debe viajar o el paciente no tiene que ir a examinarse, reduciendo costos de tiempo y dinero.



**Figura 33: Sesiones de Telemedicina**

**Fuente: Internet**

### **2.2.23.3. Teleeducación**

Teleeducación es una modalidad de capacitación a distancia utilizando un terminal informático tales como una Tablet o PC y recursos de Internet en la que el participante cuenta con flexibilidad para escoger

cómo, cuándo y dónde realiza las actividades didácticas de la acción formativa. (Educantel, 2016)

Las acciones formativas tienen el mismo grado de validez que sus equivalentes presenciales, es decir las que requieren que los participantes y el profesor concurren en horarios predeterminados al lugar donde son impartidas.

En esta modalidad pueden existir algunas actividades presenciales, pero fundamentalmente la acción formativa está concebida para ser realizada a distancia.



**Figura 34: Teleeducación**

**Fuente: Internet**

Algunos de los objetivos que se busca lograr con la teleeducación son:

- Proporcionar flexibilidad para la realización de cursos, cualquiera sea la ubicación geográfica del participante y su disponibilidad horaria.
- Aportar al proceso de mejora continua en la calidad de contenidos, diseño de acciones formativas y desarrollo de la didáctica.
- Desarrollar en forma implícita la autonomía e iniciativa personales ya que el participante adquiere un intenso protagonismo en la gestión de su propio aprendizaje lo que incluye también procesos de autoevaluación. Estos desarrollos podrán transferirse a diferentes aspectos de la vida personal que trascienden el fenómeno educativo.

- Apertura a múltiples fuentes de información inherentes a Internet.
- Aportar para una gestión informatizada del proceso de capacitación que facilite y agilice la labor docente, el acceso a la información de los alumnos, el control y apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### **2.2.23.4. Automatización De Centros De Control**

En los diferentes tipos de instalaciones eléctricas de plantas industriales, plantas de tratamiento de agua, caudalímetros, centros de producción, centros de alerta temprana entre otros que se deben de implementar en la comuna, son necesarios agruparlos a través del control de máquinas a través de Centros de Control, que permita automatizarlos, supervisarlos y mantenerlos de manera eficiente y económica.

Las características de los Sistemas de Control a través de Tableros de Control e IEDs Inteligentes, integrados a un sistema SCADA, que permiten que los dispositivos de los diversos Centros que existen en el Distrito, puedan ser supervisadas y operadas en tiempo real, lo que agiliza diagnósticos y toma de decisiones.

#### **2.2.23.5. Interconexión de Instalaciones de la MPJB**

La interconexión de redes de datos y comunicaciones de las Instalaciones de la MPJB, tiene como ventajas:

- Compartición de recursos dispersos.
- Coordinación de tareas de diversos grupos de trabajo.
- Reducción de costos, al utilizar recursos de otras redes.
- Aumento de la cobertura geográfica.

## 2.3. Estándares

### 2.3.1. Organizaciones que Establecen Estándares

- IEC 61300-3-34: Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos. Test básicos y procedimientos de medida.
- IEC 60794-1-1: Cables de fibra óptica. Especificaciones generales.
- IEC 62221: Fibras ópticas, métodos de medida, sensibilidad a micro dobleces.
- IEEE 802.03ah: Ethernet en theFirstMile (EFM) (conexión de red entre las instalaciones del cliente y la oficina central).
- UIT-T G.984.1: Se trata de la introducción hacia el estándar GPON, presentando las características generales de funcionamiento y constitución, con el fin de llegar a la convergencia de equipos, así como mostrar la topología utilizada.
- UIT-T G.984.2: Son las especificaciones para manejar la capa de los medios físicos PMD, ve los detalles de la transmisión y recepción de bits individuales en un medio físico, verifican la temporización de bits y la codificación de las señales por el medio físico.
- UIT-T G.984.3: Son las especificaciones de la capa de convergencia de transmisión TC, utiliza el método de control de acceso, los formatos de la trama, la seguridad de la red GPON y verifica en el instante preciso entre la conexión de la OLT y ONT. Sirve para enlazar las capas de PMD y convergencia de transmisión, usa herramientas como el AES, que se encarga de la encriptación de bits y la trama FEC, que se encarga de la corrección de errores y es utilizada en la comunicación de la OLT.
- UIT-T G.984.4: Son las especificaciones de la interfaz de control y gestión OMCI, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información entre la OLT y ONT.
- UIT-T G.654: Este estándar es especial para la fibra monomodo, ha sido optimizada para operar en la región de 1500 nm a 1600 nm donde tiene menos pérdidas.
- UIT-T G.652: Es el estándar para la fibra monomodo donde la dispersión no se desplaza, se mejoró inicialmente para su uso en la región de 1310

nm de longitud de onda, pero también puede ser utilizado en la región de 1550 nm.

### **2.3.2. Normas Nacionales**

- Ley N° 299047 – Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.
- Ley que establece la Concesión Única para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones (Ley N° 28737), 18 de mayo del 2006.
- Reglamento de Compartición de Infraestructura (Decreto Supremo N° 009-2005-MTC), 21 de marzo del 2005.
- Ley N° 468-2011 MTC/03 Decreto Supremo sobre la obligación fibra óptica en nuevos proyectos de infraestructura.
- Ley N° 063-2010-PCM Comisión multisectorial encargada de elaborar el Plan Nacional para el Desarrollo de Banda Ancha del Perú.
- Ley N° 034-2010-MTC Decreto supremo que establece como Política Nacional en la implementación de fibra óptica para facilitar a la población con internet.
- Ley N°002-2009-MTC Lineamiento para desarrollar y consolidar la competencia y la expansión de los servicios públicos en telecomunicaciones en el Perú.
- Decreto Supremo N°006-2013-MTC Reglamento general de la ley de telecomunicaciones para el desarrollo de servicios públicos de telecomunicaciones de áreas rurales y lugares de preferente interés social.

#### 2.4. Definición de Términos

- **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line):** Línea de Abonado Digital Asimétrica. Tecnología de acceso de banda ancha.
- **ADSS (All-Dielectric Self-Supporting):** Auto-sustentados totalmente dieléctricos. Acrónimo asignado al cable de fibra óptica cuyo peso es soportado solo por los elementos de refuerzo incluido en él.
- **AES (Advanced Encryption Standard):** Norma de Encriptación Avanzada.
- **AN (Access Node):** Nodo de acceso.
- **Ancho de banda:** Es el flujo de bits de información que puede ser llevado por un canal de transmisión
- **AON (Active Optical Network):** Red Óptica Activa.
- **Atenuación:** La reducción de la potencia óptica que pasa a lo largo de una fibra, generalmente expresado en decibelios (dB).
- **ATM (Asynchronous Transfer Mode).-** Es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.
- **BPON (Broadband Passive Optical Network):** Red Óptica Pasiva de Banda Ancha.
- **CDMA (Code Division Multiple Access).-** Es un término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basados en la tecnología de espectro expandido.
- **Chaqueta:** La membrana resistente que recubre el cable. Los cables instalados dentro de los edificios deben cumplir con los códigos de incendios mediante el uso de materiales especiales para su revestimiento.

- **Conector:** Son uniones desmontables que permiten la conexión y la desconexión rápida, similar a los conectores BNC o a un enchufe eléctrico.
- **Dispersión:** El cambio de dirección de la luz después de haber tachado las pequeñas partículas que causa la pérdida de las fibras ópticas y se utiliza para hacer mediciones por un OTDR
- **Dispersión:** La dispersión es el fenómeno por el cual un pulso se deforma conforme se propaga en la fibra óptica, debido a que los distintos componentes de la señal viajan a distintas velocidades llegando al receptor en distintos instantes de tiempo.
- **Empalme mecánico:** Un empalme donde las fibras están alineadas creado por medios mecánicos.
- **Fibra monomodo:** Una fibra óptica que soporta solo un modo de la propagación de la luz y que está arriba de la longitud de onda de corte.
- **Fibra multimodo:** Una fibra óptica que puede soportar uno o más modos de propagación de la luz propagándose.
- **Fibra óptica:** Es el medio de transmisión empleado en redes de datos, es un hilo muy fino de material transparente de vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.
- **FTTH:** La tecnología de telecomunicaciones FTTH, también conocida como fibra hasta el hogar, que usa la tecnología protocolo de transferencia de archivos que se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos para dar servicios con sistemas más avanzados como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares.
- **GPON:** Es una tecnología PON a velocidades superiores a 1 Gbps. Que se usa en la arquitectura FTTH para las instalaciones a los hogares.
- **IP (Internet Protocol):** Protocolo de Internet.

- **IPTV (Internet Protocol TV):** Tecnología que permite la transmisión de televisión sobre el protocolo IP.
- **ITU (International Telecommunication Union):** Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
- **Jitter:** En una transmisión de datos, variabilidad del retardo entre bits. También ampliable a otras unidades de datos superiores.
- **LAN:** Una red de área local es un grupo de computadoras personales conectadas sobre un medio común dentro de un edificio.
- **MAN (Metropolitan Area Network):** Red de Área Metropolitana.
- **MMF (Multimode Fiber):** Fibra multimodo.
- **Núcleo:** El centro de la fibra, donde se transmite la luz. **Férula:** Un tubo que tiene una fibra para la alineación, por lo general parte de un conector **Empalme de fusión:** Un empalme creado por la soldadura o la fusión de dos fibras juntos
- **OLT:** Es el elemento activo que se encuentra en la oficina central, de él parten las fibras ópticas hacia los usuarios. Cada OLT suele tener varios puertos que sirven para 64 abonados.
- **OMCI:** Protocolo estándar de GPON para el control por parte de la OLT hacia las ONT, se ejecuta sobre una conexión GEM.
- **ONU (Optical Network Unit): Unidad óptica de red.** Dispositivo del cliente o cercano según la implementación FTTx.
- **Pérdida óptica:** La cantidad de potencia óptica perdida como la luz se transmite a través de la fibra, empalmes, acopladores, etc., expresado en dB.



- **PLC (Power Line Communications).** Son comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.
- **PTZ** significa Pan, Zomm y Tilt por sus siglas en inglés. Esto se refiere a las capacidades de las cámaras automatizadas y grabadoras de vídeo. Esencialmente, una cámara PTZ se establece en un lugar en particular, pero tiene la habilidad de girarse, usualmente en un círculo completo, inclinarse en ángulos diferentes hacia arriba y hacia abajo, y ampliar en objetos en particular.
- **RDSI:** Red digital de servicios integrados (ISDN - Integrated Service Digital Network).
- **Red:** Es un sistema de comunicación que se encarga de hacer una transmisión lo más eficiente, rápida y eficaz posible desde el equipo transmisor que lo tiene el operador hasta el equipo receptor que lo tiene el usuario y con los que estén conectados a esa red.
- **Revestimiento:** La capa exterior de la óptica de la fibra, que atrapa la luz en el núcleo y lo guía a lo largo incluso a través de las curvas.....
- **Splitter:** Divisores ópticos pasivos, se encargan de dividir la señal óptica desde la OLT hacia las ONU. Actualmente GEPON soporta una división de 1:64 hasta 20 km.
- **TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol):** Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.
- **TDM (Time Division Multiplexing).**- La multiplexación por división de tiempo es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal, normalmente de gran capacidad, de transmisión

a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.

- **TDMA (Time Division Multiple Access).**- El Acceso múltiple por división de tiempo es una técnica de multiplexación que distribuye las unidades de información en ranuras (slots) alternas de tiempo, proveyendo acceso múltiple a un reducido número de frecuencias.
- **VoIP (Voice Over Internet Protocol):** Protocolo de Voz Sobre Internet. Es una tecnología que permite la transmisión de la señal de voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.
- **WAN (Wide Área Network):** Red de área extendida. Denominación utilizada para una red de datos que ocupa un área extensa, generalmente a nivel nacional o internacional.
- **WDM (Wavelength Division Multiplexing).**- La multiplexación por división de longitud de onda es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED.
- **Wi-Fi (Wireless Fidelity).** Es una tecnología de comunicación inalámbrica desarrollada por Wi-Fi Alliance, organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplan los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.
- **WLAN (Wireless Local Área Network):** Red de área local inalámbrica. Es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas.
- **WWW:** World Wide Web.
- **xDSL (x Digital Subscriber Line):** Línea de abonado digital. Es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre la línea de abonado de la red telefónica local (par de cobre trenzado).

## 2.5. Hipótesis

Si se diseña una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON entonces se optimizará los servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de Locumba

## 2.6. Variables:

### 2.6.1. Definición Conceptual de la Variable

#### - **Variable 1: Servicios Tecnológicos.**

Son los servicios profesionales diseñados para facilitar el uso de la tecnología por parte de las empresas a los usuarios finales. Los servicios tecnológicos ofrecen soluciones especializadas orientadas a la tecnología mediante la combinación de los procesos y funciones de software, hardware, redes, telecomunicaciones y electrónica. (Molina, Paredes, & Dosil, 2006)

#### **Factores**

- **Fiabilidad:** La fiabilidad de un Servicio Tecnológico es la probabilidad de que este servicio funcione o desarrolle cierta función, bajo condiciones fijadas y durante un periodo determinado.
- **Ancho de Banda Continuo:** Es la cantidad de información o datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un periodo de tiempo establecido (generalmente en un segundo), de un punto a otro. Se expresa generalmente en bits (de datos) por segundo (bps). Y que debe ser continuo el Ancho de Banda para que los servicios tecnológicos se presten sin ningún problema.
- **Disponibilidad:** De un Servicio Tecnológico es la medida que nos indica cuanto tiempo está disponible este servicio respecto a la duración total que se hubiese deseado que funcionase.

#### - **Variable 2: Diseño de una red Metropolitana.**

La red Metropolitana o Metropolitan Área Network (MAN), que también se conoce como red federalista, garantiza la comunicación a distancias extensas y a menudo interconecta varias redes LAN. Puede servir para interconectar, por una conexión pública o privada, diferentes

departamentos, distantes algunas decenas de kilómetros. (Dordoigne, 2015)

### Factores

- **Parámetros Tecnológicos:** Se conoce como Parámetros Tecnológicos de una Red Metropolitana a los datos, tecnologías, normas, entre otros que se consideran imprescindibles para su diseño e implementación.
- **Integración:** Se conoce como integración en una Red Metropolitana al posible transporte de servicios tecnológicos de voz datos y video. Por este motivo las redes de área metropolitana son redes óptimas para entornos de tráfico multimedia.
- **Disponibilidad:** Esta referida al porcentaje de tiempo en el cual la red trabaja sin fallos. Las redes de área metropolitana tienen mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos, lo cual permite a la red recuperar la operación normal después de uno. Cualquier fallo en un nodo de acceso o cable es detectado rápidamente y aislado.
- **Seguridad:** La fibra óptica ofrece un medio seguro porque no es posible leer o cambiar la señal óptica sin interrumpir físicamente el enlace. La rotura de un cable y la inserción de mecanismos ajenos a la red implican una caída del enlace de forma temporal.
- **Inmunidad:** En lugares críticos donde la red sufre interferencias electromagnéticas considerables la fibra óptica ofrece un medio de comunicación libre de ruidos.

### 2.6.2. Definición Operacional de las Variables

**Tabla 3: Operacionalización de las variables**

Definición conceptual de la variable	Factor	Indicador	Reactivo	Tipo de Pregunta	Instrumento	Item
<p><b>Servicios Tecnológicos</b></p> <p>Servicios tecnológicos son los servicios profesionales diseñados para facilitar el uso de la tecnología por parte de las empresas a los usuarios finales. Los servicios tecnológicos ofrecen soluciones especializadas orientadas a la tecnología mediante la combinación de los procesos y funciones de software, hardware, redes,</p>	Fiabilidad	<p>- Precisión</p> <p>(% de transmisión de datos en la prestación de servicios tecnológicos).</p> <p>- Gestión de problemas</p> <p>(% de problemas de los usuarios o clientes resueltos con eficacia).</p>	<p>¿La red propuesta permite el correcto funcionamiento de los Servicios Tecnológicos?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p> <p>¿Los problemas que surjan con la red propuesta serán resueltos inmediatamente?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p>	Escala de Likert	Cuestionario	01, 02 y 03

telecomunicaciones y electrónica. (Molina, Paredes, & Dosil, 2006)		- Respuesta desde la primera vez  (Cantidad de usuarios que tienen respuesta correcta del servicio tecnológico desde la primera vez).	¿Con la red propuesta se tendrá respuesta de los Servicios Tecnológicos desde la primera conexión?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.			
	Ancho de Banda continuo	-Acceso en simultáneo  (Cantidad de usuarios o clientes conectados a los servicios en simultaneo)  -Transferencia de datos	¿Se tendrá acceso a todos los servicios tecnológicos en simultáneo?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿Se puede realizar transferencias de datos con la red propuesta?	Escala de Likert	Cuestionario	04, 05 y 06

		(% de consumo de ancho de banda por usuario o cliente).	Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿Se puede realizar descargas de archivos con la red propuesta?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.			
	Disponibilidad - ST	-Acceso en todo momento  (% de tiempo que funcionan los servicios)  -Operatividad  (Cantidad de usuarios o clientes que estén	¿Estarán disponibles los servicios tecnológicos en todo momento con la red propuesta?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿En hora punta con muchos usuarios conectados utilizando la red propuesta, se puede trabajar en la misma con	Escala de Likert	Cuestionario	07 y 08

		operando los servicios tecnológicos).	normalidad en los Servicios Tecnológicos?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.			
--	--	---------------------------------------	---	--	--	--

Definición conceptual de la variable	Factor	Indicador	Reactivo	Tipo de Pregunta	Instrumento	Item
<p><b>Diseño de Red Metropolitana</b></p> <p>La red Metropolitana o Metropolitan Area Network (MAN), que también se conoce como red federalista, garantiza la comunicación a distancias extensas y a menudo interconecta varias redes LAN. Puede servir para interconectar, por una conexión pública o privada,</p>	Parámetros Tecnológicos	<p>-Tecnologías (Cantidad de normas, estándares y tecnologías utilizadas para el diseño)</p> <p>-Nodos de red (Cantidad de nodos implementados en toda la red)</p>	<p>¿El cumplimiento de normas y estándares tecnológicos es necesario para el correcto funcionamiento de la red propuesta?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p> <p>¿La red propuesta es suficiente para albergar los nodos de acceso que se requieran?</p>	Escala de Likert	Cuestionario	09, 10 y 11



diferentes departamentos, distantes algunas decenas de kilómetros.  (Dordoigne, 2015)		-Extensión de red  (Número de kilómetros que tendrá alcance la red)	Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿Con la red propuesta se puede desplegar en todo el distrito?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.			
	Integración	-Voz, datos y video  (Cantidad de servicios que se pueden prestar con la red propuesta).	¿La red propuesta puede prestar el servicio de Tele-educación?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿La red propuesta puede prestar el servicio de Video-vigilancia?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.	Escala de Likert	Cuestionario	12, 13, 14 y 15

		<p>-Conexión de sedes y pueblos.</p> <p>(Cantidad de sedes y pueblos que se pueden conectar a la red propuesta.</p>	<p>¿La red propuesta puede conectar las sedes de la MPJB?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p> <p>¿La red propuesta puede conectar los pueblos y anexos del distrito de locumba?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p>			
	Disponibilidad - RM	<p>-Operaciones continuas</p> <p>(% de tiempo en el cual la red trabajo sin fallos)</p>	<p>¿La red propuesta permitirá trabajar sin interrupciones?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p> <p>¿La red propuesta tiene mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos?</p>	Escala de Likert	Cuestionario	16 17 y 18

		<p>-Administración accesible</p> <p>(% de veces que la administración de la red propuesta es accesible)</p>	<p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p> <p>¿La red propuesta será de fácil administración?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p>			
	Seguridad	<p>- Transferencia de información</p> <p>(% de perder o que cambien información enviada a través de la red)</p> <p>- Despliegue redundante</p>	<p>¿El envío de información por la red propuesta es segura?</p> <p>Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.</p> <p>¿La red propuesta con tecnología redundante (protección contra el tiempo de</p>	Escala de Likert	Cuestionario	19 y 20

		(% de que caiga la red propuesta aun con despliegue redundante)	no disponibilidad) pueda tener caídas?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.			
	Inmunidad	-Libre de ruido  (% de comunicación libre de ruidos en toda la red)  -Aislado a altas Temperaturas  (% de comunicación sin interrupciones por temperaturas altas)	¿La red propuesta puede sufrir interferencias electromagnéticas?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿La red propuesta puede ser alterada por las altas temperaturas climáticas?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.  ¿El material propuesto para el despliegue de la red propuesta	Escala de Likert	Cuestionario	21 22 y 23

			es el óptimo para trabajar en áreas externas?  Muy Desacuerdo / Desacuerdo/ Medianamente de Acuerdo / De Acuerdo / Muy de Acuerdo.			
--	--	--	---	--	--	--

**Fuente:** Elaboración Propia.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación:

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

Para el presente trabajo de tesis se concluye que es de tipo **APLICADA**, porque se basa en la investigación teórica de los últimos avances especializados en Tecnología GEPON, los cuales son aplicados para el Diseño de una Red Metropolitana convergente.

Según (Tamayo, 2003) La investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la anterior, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad.

Asimismo, la investigación aplicada resuelve un problema de inmediato. Y se basa en descubrimientos, hallazgos y soluciones de la investigación orientada. Se le llama aplicada porque sus resultados se pueden aplicar para la solución directa e inmediata de los problemas que les atañe. (Salinas, 2012)

##### 3.1.2. Nivel de Investigación:

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, por su nivel de características es un estudio **DESCRIPTIVO**.

Es un estudio descriptivo porque únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014)

### 3.1.3. Diseño de Investigación:

- De acuerdo con la interferencia del investigador en el estudio, es **OBSERVACIONAL**, porque no se puede controlar las condiciones; por lo tanto, se limita a descubrir o medir el fenómeno estudiado.
- De acuerdo con el periodo que se capta la información, es **PROSPECTIVO**, porque los datos necesarios para el estudio de son recogidos en el momento en que se empieza a realizar la investigación.
- De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado, es **TRANSVERSAL**, porque se realiza solo una medición por cada variable involucrada y luego se procede con su análisis.
- De acuerdo con el número de poblaciones estudiadas, es **DESCRIPTIVO**, porque solo se tiene una población, en la cual se pretende describir un grupo de variables

Por lo tanto, según la matriz de clasificación de los diferentes tipos de estudio y al cumplirse todos los enunciados descritos anteriormente se puede llegar a la conclusión de que el Diseño de la investigación es **DESCRIPTIVO PROSPECTIVO**.

## 3.2. Descripción del Ámbito de la Investigación

La investigación se realizó en la Municipalidad Provincial Jorge Basadre y en el distrito de Locumba, Provincia Jorge Basadre y Departamento de Tacna. El ámbito poblacional queda delimitado por las Oficinas de la MPJB, Instituciones Públicas, Anexos, Asentamiento Humano y Centros Poblados del Distrito.

## 3.3. Población y muestra

### 3.3.1. Población

La población estuvo conformada por los Jefes de las 30 Oficinas de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, los Jefes o Directores de las 11 Instituciones Públicas, el Alcalde de 01 Centro Poblado y los Presidentes de 01 Asentamiento Humano y 07 Anexos del distrito de Locumba.

### 3.3.2. Muestra

Para el presente proyecto se tomó en cuenta a la totalidad de la población mencionada los cuales son los representantes de la población y son las

personas más idóneas para transmitir las necesidades de la población a la que pertenecen.

**NO SE UTILIZARÁ NINGUNA FORMA DE MUESTREO DADO QUE SE TIENE ACCESO A LOS 50 INFORMANTES, POR LO TANTO LA MUESTRA SERÁ IGUAL A LA POBLACIÓN A ESTUDIO.**

$$N = n$$

Donde: N: es Población  
n: es muestra

**Tabla 4: Tipos de Muestra**

POBLACIÓN	MUESTRA	%
Jefes de las Oficinas de la MPJB	30	60
Jefes o Directores de Instituciones Públicas	11	22
Presidente de los Anexos	07	14
Alcalde CPM Pampa Sitana	01	2
Presidente Asentamiento Humano Camiara	01	2
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5: Población Representativa del Distrito de Locumba**

NRO	DESCRIPCIÓN	%
	<b>GERENCIAS, SUB GERENCIAS O OFICINAS DE LA MPJB</b>	<b>60</b>
01	Gerencia Municipal	
02	Gerencia de Administración y Finanzas	
03	Sub Gerencia de Tesorería	
04	Sub Gerencia de Contabilidad	
05	Sub Gerencia de Gestión Tributaria	
06	Sub Gerencia de Logística	
07	Sub Gerencia de Personal	
08	Oficina de Planeamiento y Presupuesto	
09	Oficina de Asesoría Legal	
10	Oficina de Proyectos e Inversiones	
11	Oficina de Secretaría General	
12	Oficina de Tecnologías de la Información	
13	Gerencia de Desarrollo Social y Servicios Públicos	
14	Sub Gerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental	



15	Sub Gerencia de Servicios Sociales y Comunales	
16	Oficina de Imagen Institucional	
17	Oficina de Registro Civil	
18	Gerencia de Desarrollo Territorial e Infraestructura	
19	Sub Gerencia de Obras	
20	Oficina de Mantenimiento	
21	Sub Gerencia de Ordenamiento Territorial y Transporte	
22	Oficina de Estudios y Proyectos	
23	Unidad Formuladora	
24	Unidad de Estudios	
25	Oficina de Supervisión de Proyectos	
26	Oficina de Liquidación de Proyectos	
27	Gerencia de Desarrollo Económico	
28	Oficina de Procuraduría Pública	
29	Oficina de la DEMUNA	
30	Seguridad Ciudadana	
<b>INSTITUCIONES PÚBLICAS</b>		<b>22</b>
01	Director Essalud Locumba	
02	Director Posta Minsa Locumba	
03	Director I.E. Señor de Locumba	
04	Jefe de la Comisaria Locumba	
05	Jefe de la Compañía de Bomberos	
06	Director de I.S.T. Señor de Locumba	
07	Director de I.E. Juvenal Ordoñez de Pampa Sitana	
08	Director Posta Minsa Pampa Sitana	
09	Jefe de la Comisaria de Alto Locumba	
10	Presidente de Junta de Usuarios de Puente Camiara	
11	Director de I.E. Puente Camiara	
<b>ALCALDE DE CPM</b>		<b>2</b>
01	Pampa Sitana	
<b>PRESIDENTES DE ASENTAMIENTO HUMANO Y ANEXOS</b>		<b>16</b>
01	Asentamiento Humano Puente Camiara	
02	Alto Camiara	
03	La Aurora	
04	Piñapa	
05	Cinto	
06	Chaucalana	
07	Sagollo	
08	Chipe	
<b>TOTAL</b>		<b>% 100</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el presente trabajo de investigación se aplicó la entrevista y su instrumento la guía de entrevista, con el objetivo para determinar cuál es la situación actual de los servicios tecnológicos en la MPJB y en el distrito.

También se aplicó la encuesta y su instrumento el cuestionario, para determinar los niveles de satisfacción que tienen los usuarios de la MPJB y el personal de las instituciones públicas, personal de anexos, asentamiento humano y centros poblados con los servicios tecnológicos brindados.

**Tabla 6: Instrumentos y técnicas de recolección de información utilizadas para la investigación**

Tipos	Instrumento	Explicación
Entrevista: Es comunicación básica que aporta a la construcción de la realidad. La Principal ventaja que otorga la entrevista reside en que son los actores sociales quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes y expectativas del entorno donde laboran o residen el día a día. Nada de esto se conseguiría si quisiéramos detectar desde afuera de su entorno. Se sabe que nadie mejor que ellos que son los involucrados para hablarnos acerca de todo lo que piensan y sienten, de lo	Instrumento: Guía de entrevista (Ver Anexo 04).	Se trata de una entrevista estructurada, ya que cuenta con enunciados y preguntas previamente organizadas. Así mismo esto no descarta que surjan nuevas interrogantes al momento de la entrevista.  La entrevista se desarrolló de forma directa entre el entrevistador y el entrevistado.

---

han experimentado y de lo piensan hacer a futuro.

---

<p>Encuesta: Las preguntas de la encuesta debe de contener ítems respecto a una o varias variables a medir. Con la encuesta se pretende medir las actitudes de las personas encuestadas. En este caso podemos conocer del encuestado de la situación actual de los servicios tecnológicos en la MPJB y en el distrito.</p>	<p>Instrumento: Cuestionario dirigido a los jefes de oficinas de la MPJB y jefes de Instituciones Públicas y presidentes de anexos y Centros Poblados. (Ver Anexo 06 y 07).</p>	<p>Este instrumento tiene por objetivo recabar información acerca del grado de satisfacción que tienen los usuarios de la MPJB, también a los responsables de instituciones, anexos y centros poblados. Con respecto a los servicios tecnológicos que brindan en el distrito.</p>
--	---	---

---

<p>Internet: Hoy en día no cabe duda que el acceso a internet nos da muchas posibilidades como técnica para obtener información; sin duda alguna hoy por hoy se ha convertido en una de los medios más importantes para recabar información.</p>	<p>Repositorios de investigadores.</p>	<p>Con el acceso a internet estamos en condiciones de obtener información actualizada y en algunas ocasiones precisas de un tema en particular. En esta oportunidad internet ha servido para la obtención de información de las variables de investigación para el desarrollo del presente trabajo de investigación.</p>
--	--	--

---

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Esta parte del proceso de investigación consiste en procesar los datos (dispersos, desordenados, individuales) obtenidos de los representantes de la población objeto de estudio durante el trabajo de campo, y tiene como finalidad generar resultados (datos agrupados y ordenados), a partir de los cuales se realizará el análisis según los objetivos y las hipótesis o preguntas de la investigación realizada, o de ambos. (Bernal, 2010).

Los datos obtenidos después de haber aplicado los instrumentos antes mencionados para obtener información, sirvieron para generar una base de datos en los programas Microsoft Excel y SPSS para realizar las proyecciones respectivas. (Anexo 09)

Luego de ello con esta información se generó gráficos de barras, todo esto de carácter informativo con lo que se le dio cumplimiento a uno de los propósitos de esta tesis que es la parte descriptiva de la estadística. Posterior a esto con la información ya organizada se procedió a la tarea del análisis estadístico realizando la Comparación de entre la Red de Voz y Datos Actual y la Red Metropolitana propuesta con tecnología GEPON.

**Tabla 7: Instrumentos y procesamiento de la información**

Instrumento	Procesamiento de Información
Ficha de entrevista a alta dirección de MPJB. (Ver Anexo 05).	Esta información obtenida se procesó de forma básica con un simple análisis de las respuestas de la alta dirección.
Encuesta a los jefes de oficinas de la MPJB y responsables de instituciones públicas, presidentes de anexos y centros poblados (Anexos 7 y 8).	La información se procesó a través de una tabulación de las respuestas de cada una de las respuestas de cada una de las encuestas aplicadas a la población de estudio. Se elaboraron gráficos estadísticos que permitieron analizar de mejor forma la información. Para esto se emplearon los programas Ms-Excel y SPSS.

**Fuente: Elaboración Propia**

## **IV. DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA RED**

### **4.1. Generalidades**

#### **4.1.1. Situación General**

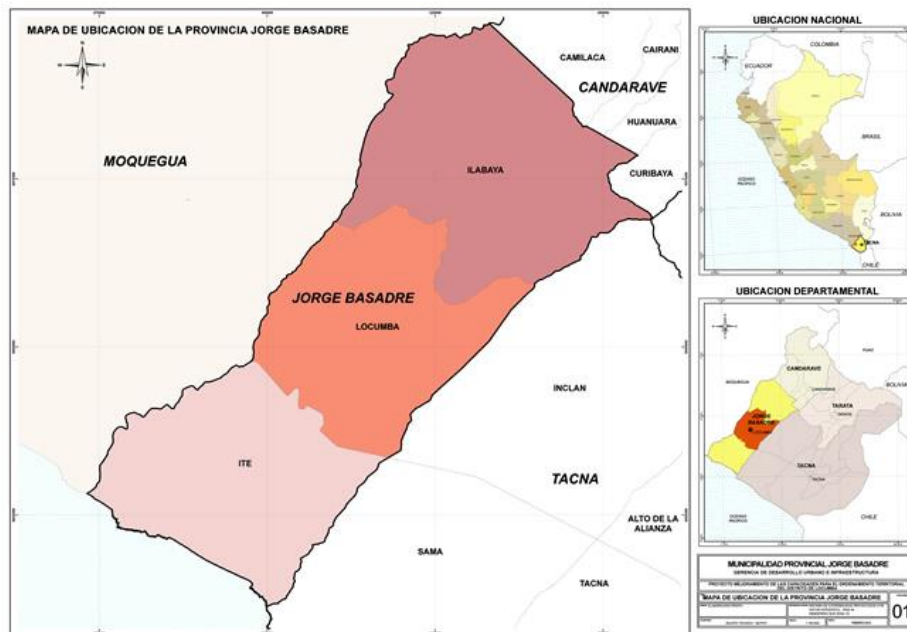
La Provincia de Jorge Basadre es una de las cuatro provincias que conforman la región de Tacna, al sur del Perú, bajo la administración del Gobierno Regional de Tacna, esta provincia se divide en tres distritos; Ilabaya, Ite y Locumba.

La provincia fue creada por Ley N°24799 del 21 de abril del 1988, mientras que sus distritos tienen las siguientes fechas de creación:

- El Distrito de Ilabaya fue creada por Ley N° 12301 del 03 de Mayo de 1,955.
- El Distrito de Ite fue creado por Ley N° 13660 del 12 de Junio de 1,961.
- El Distrito de Locumba fue creado por Ley N° 24799 el 19 de Abril de 1988.

#### **4.1.2. Ubicación Geográfica**

##### **Ubicación de la Provincia Jorge Basadre**



**Figura 35:** Mapa de la ubicación de la Provincia Jorge Basadre

Fuente: MPJB

**Ubicación de la Distrito de Locumba**

Se encuentra ubicada sobre la margen derecha del río del mismo nombre, en la provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, además se encuentra en las coordenadas 17° 36' 35" Latitud Sur y los 70° 45' 39" de Longitud Oeste, presenta un clima semi cálido a cálido durante el día y con temperaturas templadas por las noches.



**Figura 36:** Mapa de la ubicación del distrito de Locumba

Fuente: MPJB

#### **4.1.3. Descripción de la Institución**

La Municipalidad Provincial de Jorge Basadre tiene como finalidad promover el desarrollo integral, sostenible y armónico de su circunscripción y en cumplimiento de las competencias exclusivas que le confiere la Ley N° 27972, así como los objetivos en el Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Locumba 2010-2021.

#### **4.1.4. Estructura Orgánica**

**Ver Anexo 01**

#### **4.1.5. Misión**

Institución competitiva y promotora del desarrollo, promueve la identidad social, cultural e institucional, con valores éticos, cívicos y morales, fortaleciendo capacidades y habilidades para el trabajo corporativo mediante planes de desarrollo concertados y alianzas estratégicas; comparte responsabilidades con las instituciones y el pueblo organizado; con capital humano creativo y calificado.

#### **4.1.6. Visión**

Jorge Basadre, provincia agroexportadora y turística articulada vialmente, cuenta con servicios de saneamiento básicos, de salud y educación óptimos, población con capital humano eficiente que practica valores. La actividad minera se desarrolla con responsabilidad social y con un adecuado uso y manejo de los recursos hídricos y del ambiente.

#### **4.1.7. Valores**

- Honestidad

Valor indispensable en el comportamiento humano, toda acción que realiza una persona debe estar desarrollada con honestidad que representa el hecho de ejercer acción con decencia, decoro, justicia y ser incapaz de estafar o engañar. Congruencia entre lo que se piensa

y lo que se hace, conducta que se observa hacia los demás y se exige a cada quien lo que es debido.

- Respeto

Reconocer en sí y en los demás sus derechos y virtudes con dignidad, dándole a cada quién su valor.

- Responsabilidad

Es la calidad de circunstancia responsable, capacidad de todo sujeto de conocer y aceptar las consecuencias de un hecho realizado libremente, una persona es responsable si es consciente de sus deberes y dispuesto a obrar de acuerdo a ellos; asumiendo las consecuencias de nuestros actos.

- Puntualidad

La puntualidad es la característica de poder terminar una tarea requerida o satisfacer una obligación antes o en un plazo anteriormente señalado. La puntualidad en el puesto de trabajo es una obligación del trabajador respecto a su empleador y de respeto hacia los usuarios.

#### **4.2. Situación Actual**

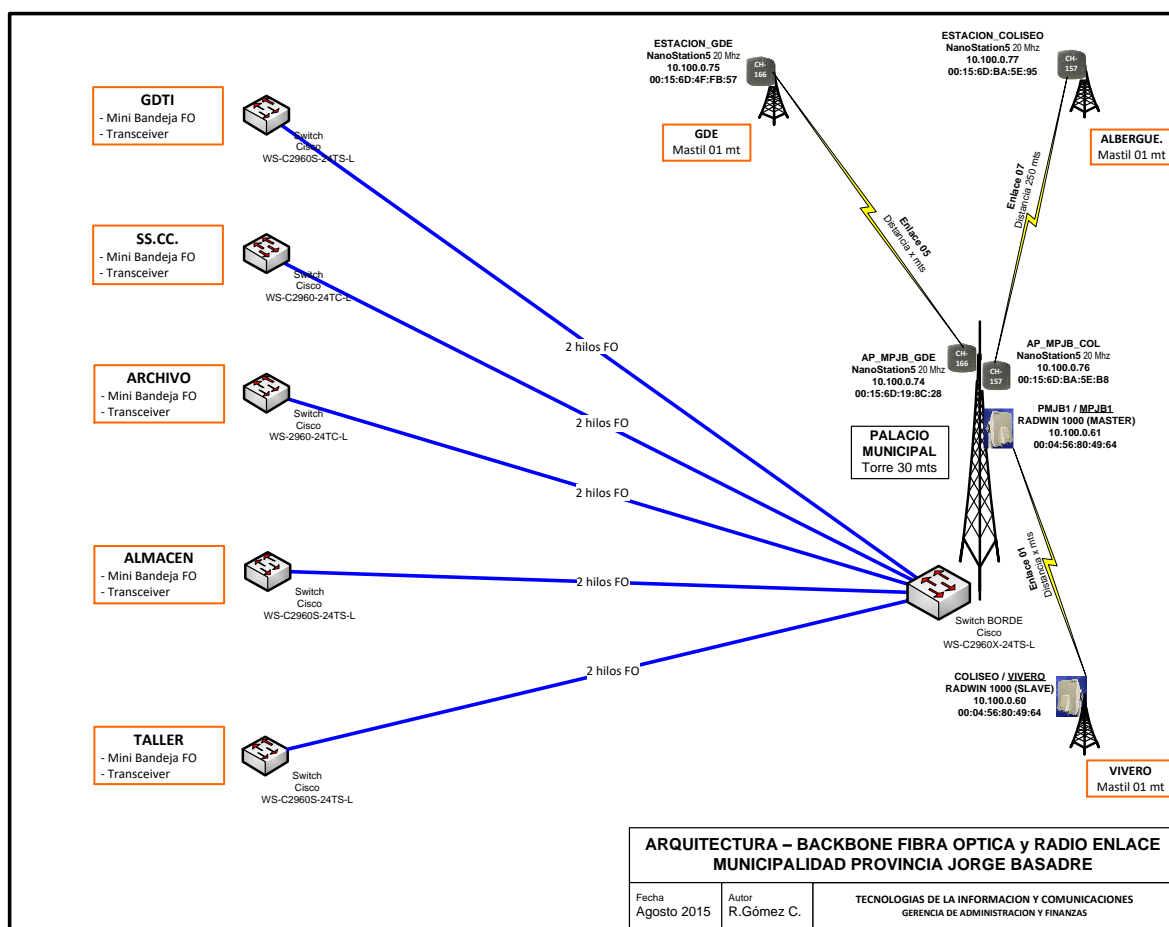
En la actualidad las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre no se encuentran conectadas en un 100%. Pues hay sedes que no tienen acceso a la red interna y mucho menos a internet, además de esto solo desde el año 2016 algunas de sus sedes que ya estaban interconectadas vía radioenlace se las conectaron a través de Fibra Óptica y el resto de sedes siguen conectados a la red interna mediante Radio Enlace. En donde por el uso de este último los usuarios de estas sedes presentan problemas con la red pues el acceso a los sistemas internos y a internet es lento retrasando las labores diarias del personal de la municipalidad.

Cabe mencionar que la red por Fibra Óptica implementada no es la adecuada pues se trata de una red de Fibra Óptica Activa (AON). La cual no es la recomendada hoy en día por la utilización de equipos electrónicos para su despliegue y funcionamiento; según la tendencia y adelantos tecnológicos se debe haber optado por una red por Fibra Óptica Pasiva o como se la conoce en la actualidad una red PON (Red Óptica Pasiva) o su evolución una red



GPON (Red Óptica Pasiva con capacidad Gigabit) por sus grandes ventajas frente al resto.

Estos pocos adelantos que se van implementado recién solo llegan a la capital del distrito, dejando en el total abandono a todas las instituciones públicas que se encuentran en el distrito como Instituciones Educativas, comisarias, Postas de Salud y entre otros que por su lejanía a la capital del distrito; no cuentan con el servicio tecnológico que hoy por hoy es considerado como un servicio básico para todas las personas del mundo; estamos hablando de internet.

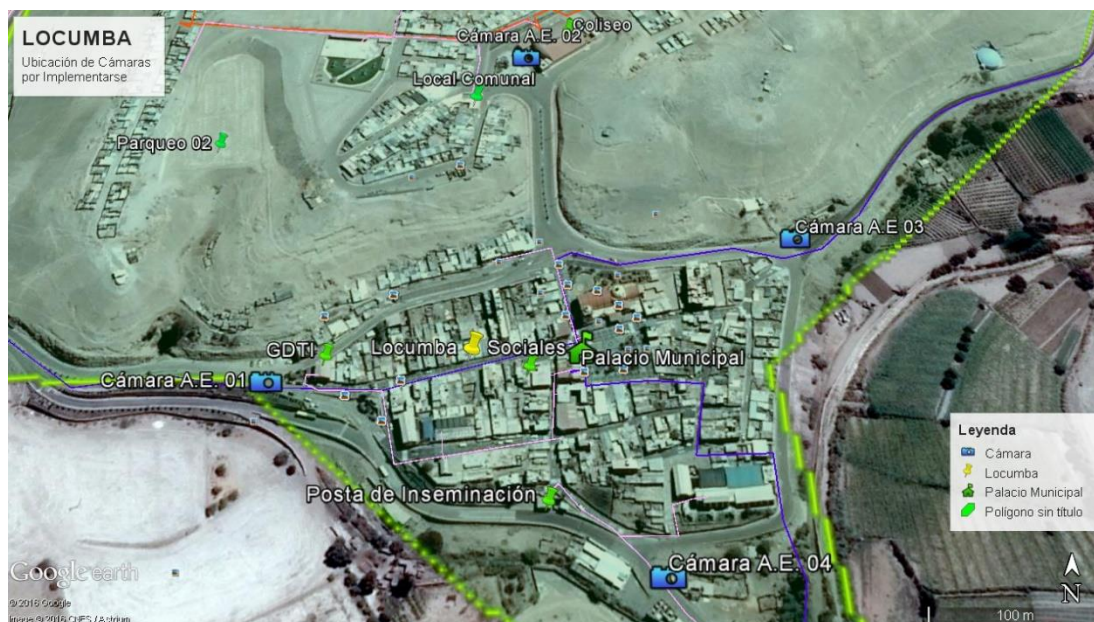


**Figura 37:** Arquitectura – Backbone Fibra Óptica y Radio Enlace – Sedes actuales MPJB

**Fuente:** MPJB

Tampoco existe actualmente el servicio tecnológico de Video Vigilancia para el resguardo en seguridad ciudadana de todas las personas y sus bienes en el distrito. Solo por medio de un proyecto que ya se está ejecutando tienen contemplado la instalación de (4) cuatro cámaras de video vigilancia para el

pueblo de Locumba. Dejando una vez más de lado a los demás anexos y centros poblados del distrito.



**Figura 38:** Ubicación de Cámaras próximas a instalarse por el Proyecto de Seguridad Ciudadana

**Elaboración:** Propia

Otro servicio tecnológico con el que deberían contar todas las ciudades y pueblos en estos tiempos es la Tele-Educación y con mucho mayor razón las instituciones educativas que se encuentran alejadas en zonas rurales pues es un limitante, ya que por la falta de acceso y lejanía las instituciones educativas de estos lugares no cuentan con los mejores profesores y si cuentan es solo con uno que enseña todas las materias.

Este mismo servicio también deben contar los pobladores de los anexos y centros poblados en el anexo donde viven en la actualidad, ya que para recibir capacitaciones o charlas informativas se tienen que reunir todos en un mismo lugar y por lo general en la capital del distrito, lo que le significa tener que movilizarse desde la zona donde viven generando gasto de tiempo y dinero en viajar.

### 4.3. Diseño de la Red Propuesta

Se propone una red Metropolitana basada en tecnología GPON. Pero para este caso como diseñaremos una Red Metropolitana y no se quiere al final realizar ninguna conversión de protocolo o encapsulación cuando se conecte a redes basadas en Ethernet como es el caso de todo el equipamiento que ya existe en la MPJB.

Utilizaremos el estándar PON más reciente, desarrollado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Basado en el estándar Ethernet 802.3, EPON 802.3ah la cual especifica una red pasiva similar con un alcance de hasta 20 km. Utiliza WDM con las mismas frecuencias ópticas como GPON y TDMA. La velocidad de datos de línea en bruto es de 1,25 Gbits / s en ambas direcciones descendente y ascendente. También se le conoce como Gigabit PON Ethernet o GEAPON. (Trost, 2008).

La red Metropolitana implementada tiene la topología anillo; para asegurar la redundancia de la red, que resulta necesaria para dar confiabilidad a los usuarios en el restablecimiento de la conexión ante posibles fallos a gran escala. Pero no toda la red está bajo esta topología, ya que los anexos de Cinto y Chipe que se ubican en la parte alta del distrito no se ha cerrado el anillo, debido a que la zona por donde podría realizarse la interconexión de ambos anexos es un lugar inaccesible que tiene una distancia de más de 8 km en línea recta y adicionalmente ambos anexos no tienen una población considerable que amerite realizar esta implementación.



**Figura 39:** Distancia entre los anexos Cinto y Chipe

**Elaboración:** Propia

#### 4.3.1. Elección de la Tecnología Pon

En la actualidad tenemos dos opciones para elegir la tecnología PON: WDM PON y TDMA PON, la tecnología actual ha hecho muy confiable el uso de cualquiera de las dos alternativas antes mencionadas.

Para nuestra red propuesta antes describiremos en qué consisten cada una de ellas para elegir la más adecuada y beneficiosa para nuestra propuesta.

**WDM (Multiplexación por división de Longitud de Onda ó Wavelength Division Multiplexing)**, utiliza una longitud de onda por cada usuario de la red, pero la desventaja es que cada ONU u ONT tiene que ser configurada para que trabaje con una determinada longitud de onda, y por ende esto hace que el ONU u ONT tenga un costo superior. Otra desventaja que se encuentra del uso de WDM es que para la instalación de cada servicio en el usuario final se necesita una

configuración particular en cada ONU u ONT, lo que implica una dificultad adicional para realizar la instalación de la ONU u ONT. (Trost, 2008).

Es por tal razón que optamos por usar el **TDMA Acceso Múltiple por División de Tiempo (Time Division Multiple Access)**, debido a su simplicidad, lo que hace al ONU u ONT más económico y simple.

#### 4.3.2. Dimensiones y cobertura de la Red

Las dimensiones de cobertura de la Red Metropolitana están comprendidas de la siguiente manera el primer nodo central lo encontramos en el data center de la MPJB; que está comprendido principalmente por la OLT 01. Y que desde ese lugar cobertura a todas las sedes de la municipalidad, las instituciones públicas del pueblo de Locumba, la sede de Conostoco y el anexo de Chaucahana; a través de un Splitter de primer nivel (modular), luego a Splitters de segundo Nivel (PCL) y terminando en la ONU (Unidad de Red Óptica).



**Figura 40: Ubicación del Nodo Central (OLT Nro. 1)**

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 41: Cobertura del Nodo Central (OLT Nro. 1)**

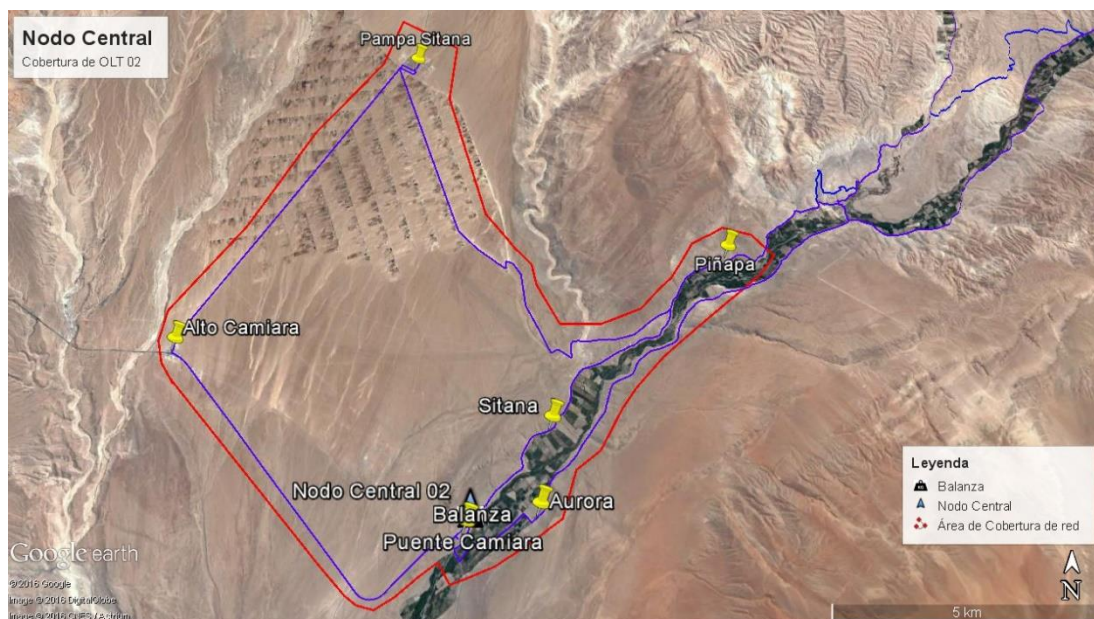
**Fuente:** Elaboración Propia

El segundo nodo central se encuentra en el centro poblado de Puente Camiara y específicamente en el local de la Balanza Municipal. Y en esta sede de la MPJB encontramos al segundo OLT que cobertura a las instituciones públicas y locales comunales de los anexos de la parte baja del distrito (de Piñapa hacia abajo). A través de un Splitter de primer nivel (modular), luego a Splitters de segundo Nivel (PCL) y terminando en la ONU (Unidad de Red Óptica).



**Figura 42: Ubicación del Nodo Central (OLT Nro. 2)**

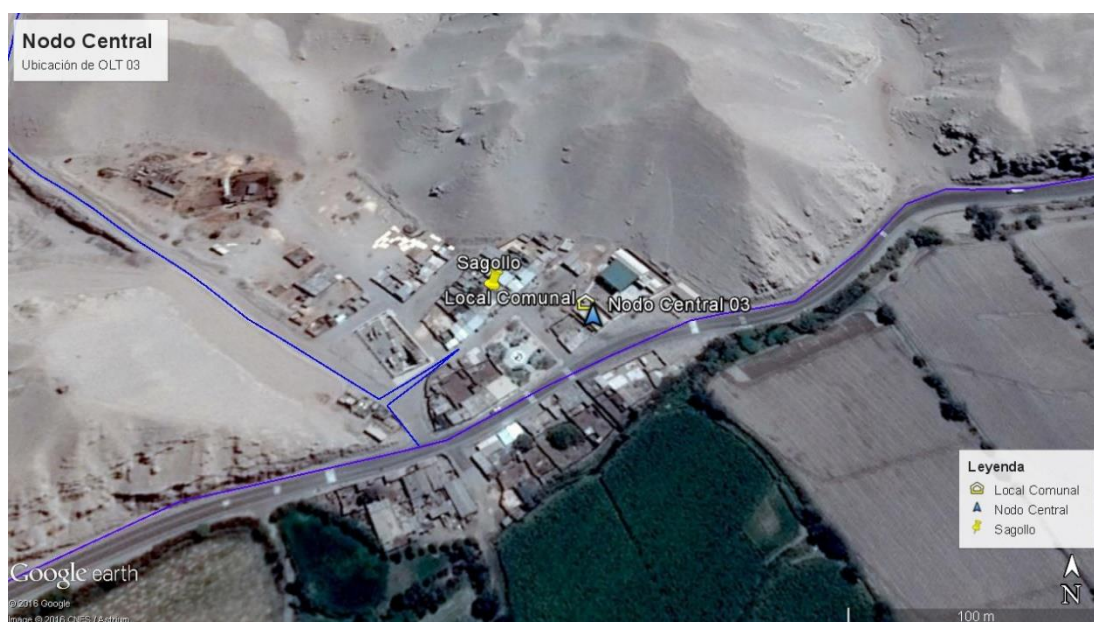
**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 43: Cobertura del Nodo Central (OLT Nro. 2)**

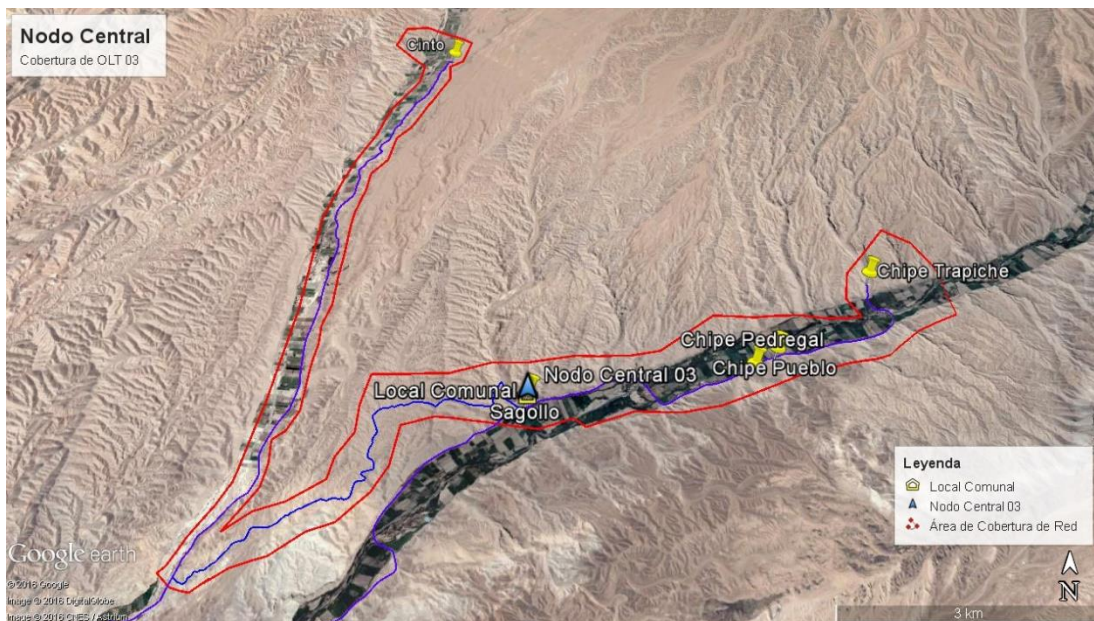
**Fuente:** Elaboración Propia

El tercer nodo central se encuentra en el centro poblado de Sagollo y específicamente en el local comunal. Y aquí encontramos al tercer OLT que cobertura a las instituciones públicas y locales comunales de los anexos de la parte alta del distrito (Cinto y Chipe). A través de un Splitter de primer nivel (modular), luego a Splitters de segundo Nivel (PCL) y terminando en la ONU (Unidad de Red Óptica).



**Figura 44: Ubicación del Nodo Central (OLT Nro. 3)**

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 45: Cobertura del Nodo Central (OLT Nro. 3)**

Fuente: **Elaboración Propia**

En total tenemos tres nodos centrales que hacen posible la interconexión de todos los anexos del distrito tal como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 46: Ubicación de Nodos en Red Metropolitana**

Fuente: **Elaboración Propia**



#### **4.3.3. Distribución Geográfica de la red Metropolitana y los servicios tecnológicos a prestar**

La Red Metropolitana abarca todas las sedes de la MPJB y todos los Centros Poblados y Anexos del Distrito. Se muestra el diseño de la red a continuación por cada Anexo o Centro Poblado. Para realizar el despliegue de la red se utilizan los postes de la Empresa Electrosur S.A. para ello se realiza un convenio entre la MPJB y la empresa antes mencionada. Habrá dos zonas donde actualmente no existen postes y que nuestra propuesta contempla la compra e instalación de estos postes son necesarios para cerrar los anillos de la fibra y hacerlos redundantes.

Para brindar el servicio de internet a todas las sedes de la MPJB, todas las Instituciones Públicas y locales comunales de los anexos del distrito. Se realiza antes un convenio Público - Privado con una empresa en Telecomunicaciones para que preste el servicio de Internet por un periodo de tiempo, pero con precios accesibles para toda la población del distrito ya que la infraestructura ya estará instalada pues se contará con la plataforma de conectividad que proponemos en el presente trabajo de tesis.

Así mismo también se consideró la instalación de cámaras de Video-vigilancia en puntos estratégicos del distrito para así resguardar a las personas frente a actos delictivos o también como herramienta para alerta temprana frente a accidentes y desastres naturales.

El tercer servicio tecnológico que se consideró en el desarrollo del presente trabajo de investigación es la Tele-Educación; se sabe que lo ideal y mejor es que un profesor este especializado en una sola materia para una mejor enseñanza hacia sus alumnos, pero si no se cuenta con esto se debería utilizar el servicio tecnológico antes mencionado pues la ventaja con esto es que se pueden tener clases en vivo por video conferencia desde cualquier parte del mundo o sino también tener acceso a material audio visual disponible siempre.

También se tiene considerado llevar el servicio de Tele-educación a todos los locales comunales del distrito; pues esto con el objetivo de poder capacitar a los pobladores en simultaneo o individualmente por anexos o

centros poblados. Y no esperar reunir a toda la población del distrito en un solo lugar para capacitarlos o para tener reuniones.

Cabe recalcar que esta Red Metropolitana será la plataforma de conectividad para los servicios tecnológicos antes descritos y que además podrá soportar muchos más servicios tecnológicos que a futuro se quieran implementar. Otro dato importante a tener en cuenta es que el proyecto FITEL no consideró al distrito de Locumba a pesar de ser capital de provincia y si a los otros dos distritos que serán beneficiados con la cobertura e integración a la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica. Por tal razón se propone este trabajo de investigación y que a futuro se pueda interconectar a la RDNFO ya que en el pueblo de Locumba se encuentra un nodo de distribución de FITEL.

Los anexos y centros poblados en donde se realizó el despliegue de la red Metropolitana GEPON son las siguientes:

- **Pampa Sitana**

Ubicación de las instituciones públicas, local comunal y reservorios de agua.



**Figura 47: Ubicación de Instituciones Públicas**

**Fuente:** Elaboración Propia

El servicio de internet se brinda a todas las instituciones públicas y al local comunal del anexo.



**Figura 48: Lugares de acceso a Internet**

Fuente: Elaboración Propia

El servicio tecnológico de Tele-Educación se brinda a la institución educativa y al local comunal.



**Figura 49: Acceso a Tele-educación**

Fuente: Elaboración Propia

El servicio tecnológico de Video-vigilancia se instala en lugares estratégicos del anexo.



**Figura 50: Ubicación de Cámaras**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 51: Ubicación de Cámaras**

Fuente: Elaboración Propia

- **Alto Camiara**

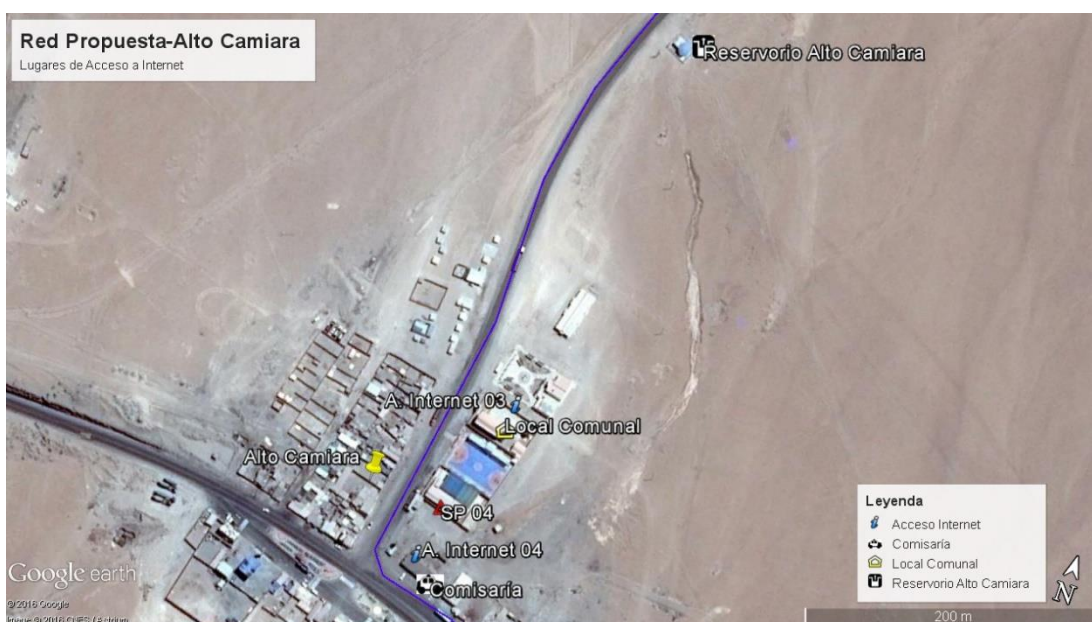
Ubicación de las instituciones públicas, local comunal y reservorio.



**Figura 52: Ubicación de Instituciones Públicas**

**Fuente:** Elaboración Propia

El servicio de internet se brinda a las instituciones públicas y al local comunal del anexo.



**Figura 53: Lugares con acceso a Internet**

**Fuente:** Elaboración Propia

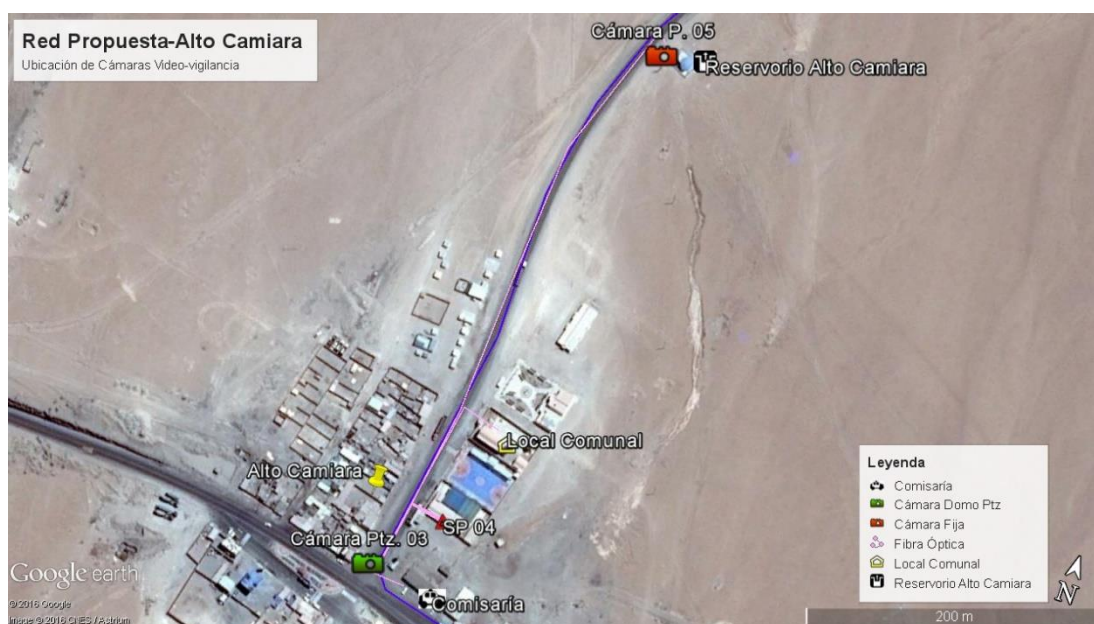
El servicio tecnológico de Tele-Educación se brinda en el local comunal.



**Figura 54: Lugares con acceso a Tele-educación**

**Fuente:** Elaboración Propia

El servicio tecnológico de Video-vigilancia se instala en lugares estratégicos del centro poblado.



**Figura 55: Ubicación de Cámaras**

**Fuente:** Elaboración Propia

▪ **Puente Camiara**

Ubicación de las instituciones públicas, local comunal y la balanza municipal.



**Figura 56: Ubicación de instituciones Públicas**

Fuente: Elaboración Propia

El servicio de internet se brinda a instituciones y local comunal.



**Figura 57: Lugares con acceso a Internet**

Fuente: Elaboración Propia

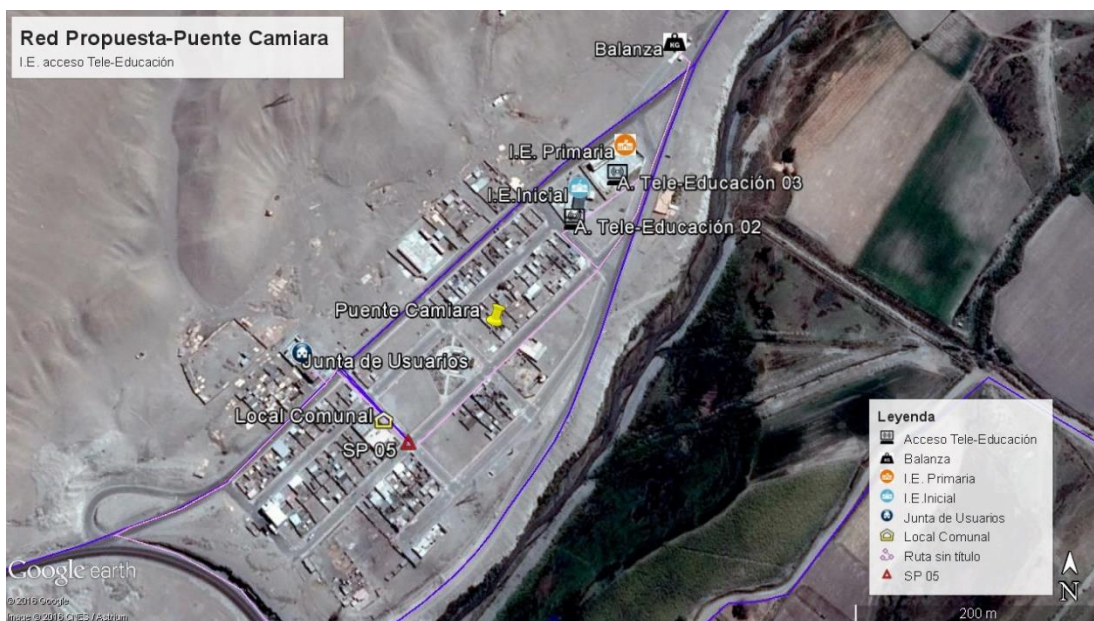
El servicio tecnológico de Video-vigilancia se instala en lugares estratégicos del centro Poblado.



**Figura 58: Ubicación de Cámaras**

**Fuente:** Elaboración Propia

El servicio tecnológico de Tele-Educación se brinda en el local comunal e Instituciones Públicas.



**Figura 59: Lugares con acceso a Tele-educación**

**Fuente:** Elaboración Propia



- **Aurora**

Lugar con acceso a Internet en el anexo de la Aurora.



**Figura 60: Lugar con acceso a Internet**

**Fuente:** Elaboración Propia

El servicio tecnológico de Video-vigilancia se instala en lugares estratégicos del Anexo.

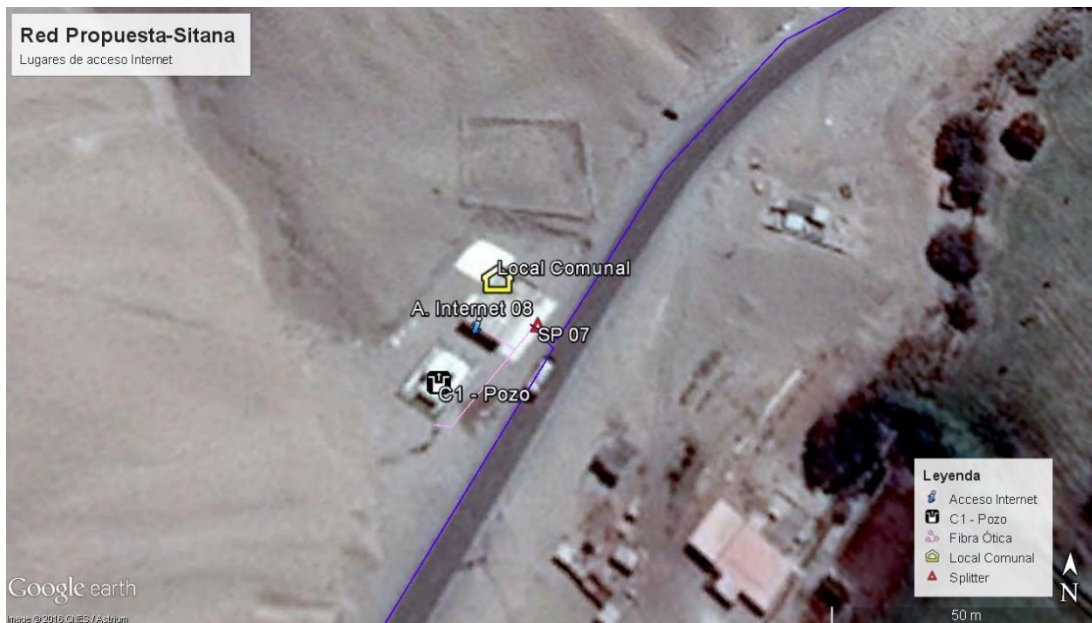


**Figura 61: Lugar con acceso a Internet**

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Sitana**

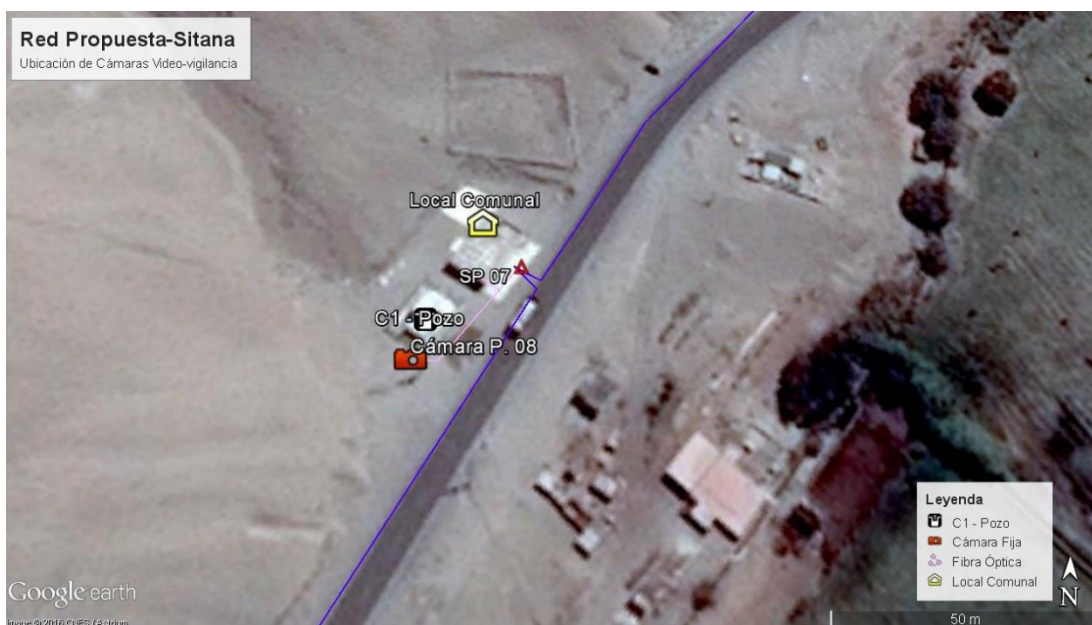
Lugar con acceso a Internet y Tele-educación: Local comunal.



**Figura 62: Lugar con acceso a Internet y Tele-educación**

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación de cámaras de Video-vigilancia en el anexo.



**Figura 63: Ubicación de Cámara de Video-vigilancia**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 64: Ubicación de Cámara de Video-vigilancia**

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Piñapa**

Instituciones públicas que se encuentran en el anexo.



**Figura 65: Ubicación de Instituciones Públicas**

**Fuente:** Elaboración Propia

### Acceso a Internet y al servicio de Tele-educación.



**Figura 66: Acceso a Internet y Tele-educación**

**Fuente:** Elaboración Propia

### Ubicación de las Cámaras de Video-vigilancia



**Figura 67: Ubicación**

**Fuente:** Elaboración Propia

▪ **Locumba zona 01**

Aquí encontramos el Instituto Superior Tecnológico Superior Nuestro Señor de Locumba y sedes de la municipalidad como la Administración de Maquinaria y Equipo Mecánico (AMEP), el Almacén Central y Patrimonio.



**Figura 68: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes**

**Fuente:** Elaboración Propia

Ubicación de cámaras en la zona 01.



**Figura 69: Ubicación de Cámaras**

**Fuente:** Elaboración Propia

Instituto TPSL con acceso a Internet y Tele-educación.



**Figura 70: Acceso a Internet y Tele-educación**

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Locumba zona 02**

Aquí encontramos la posta de Essalud y las sedes Archivo Central, Seguridad Ciudadana (SSCC) y el cementerio Municipal.



**Figura 71: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes**

**Fuente:** Elaboración Propia

## Acceso a Internet a la Posta Essalud.



**Figura 72: Acceso a Internet**

**Fuente:** Elaboración Propia

## Ubicación de cámaras en la zona 2.



**Figura 73: Ubicación de cámaras de Video-vigilancia**

**Fuente:** Elaboración Propia

▪ **Locumba zona 03**

Aquí encontramos el I.E. Inicial y el coliseo (UF y OEP).



**Figura 74: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes**

**Fuente:** Elaboración Propia

Acceso a Internet y Tele-educación en I.E. Inicial y Local Comunal.



**Figura 75: Acceso a Internet y Tele-educación a I.E. y local comunal**

**Fuente:** Elaboración Propia



Ubicación de cámaras de Video-vigilancia en la zona 03.



**Figura 76: Ubicación de Cámaras de Video-vigilancia**

Fuente: Elaboración Propia

#### ▪ Locumba zona 04

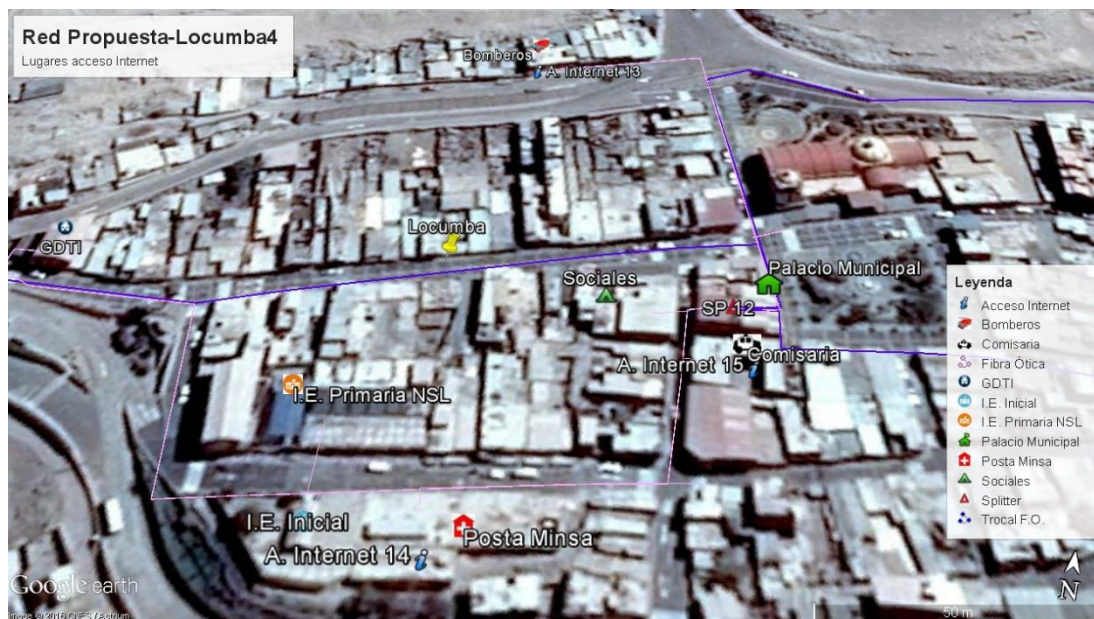
Aquí encontramos Instituciones Públicas y Sedes de la MPJB.



**Figura 77: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes**

Fuente: Elaboración Propia

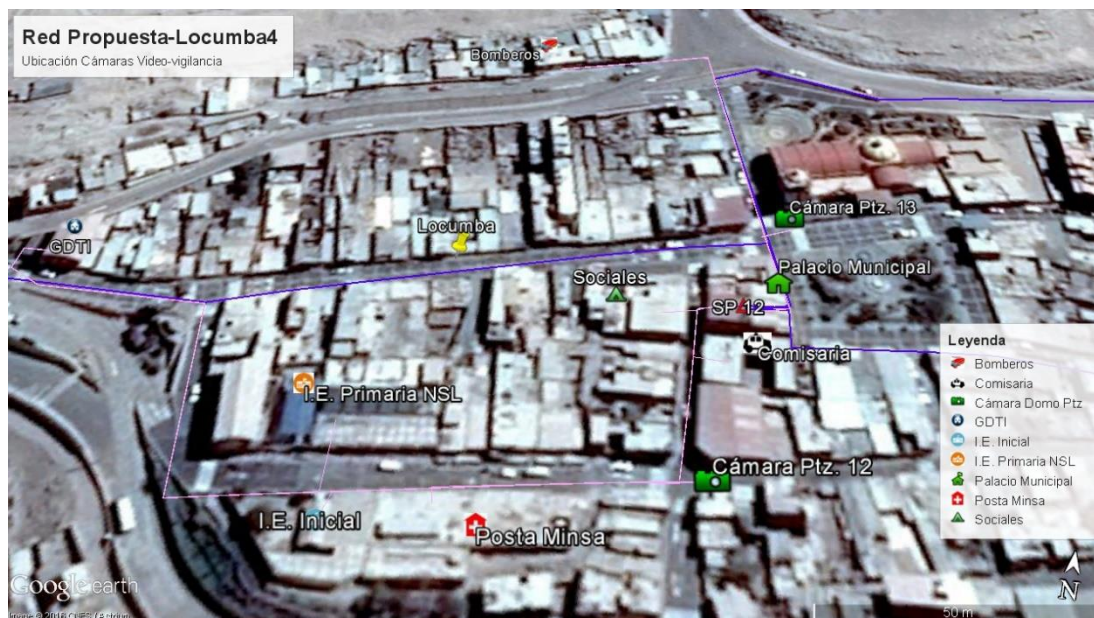
Acceso a internet a las instituciones públicas y Tele-educación a las I.E.



**Figura 78: Acceso de Internet y Tele-Educación**

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación de cámaras de Video-vigilancia en la zona 04.



**Figura 79: Ubicación de cámaras de Video-vigilancia**

Fuente: Elaboración Propia

▪ **Locumba zona 05**

Aquí encontramos la I.E. Secundaria y Sedes de la MPJB.



**Figura 80: Ubicación de Instituciones Públicas y Sedes**

**Fuente:** Elaboración Propia

Acceso a Internet y Tele-educación la I.E. Secundaria.



**Figura 81: Acceso a Internet y Tele-educación**

**Fuente:** Elaboración Propia

### Ubicación de Cámaras de Video-vigilancia en la zona 05.



**Figura 82: Ubicación de Cámaras**

**Fuente:** Elaboración Propia

#### ▪ **Chaucalana**

Acceso a Internet y Tele-educación al local comunal.



**Figura 83: Acceso a Internet y Tele-Educación**

**Fuente:** Elaboración Propia

Ubicación de cámara de video-vigilancia en anexo.



**Figura 84: Ubicación de Cámara.**

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Sagollo**

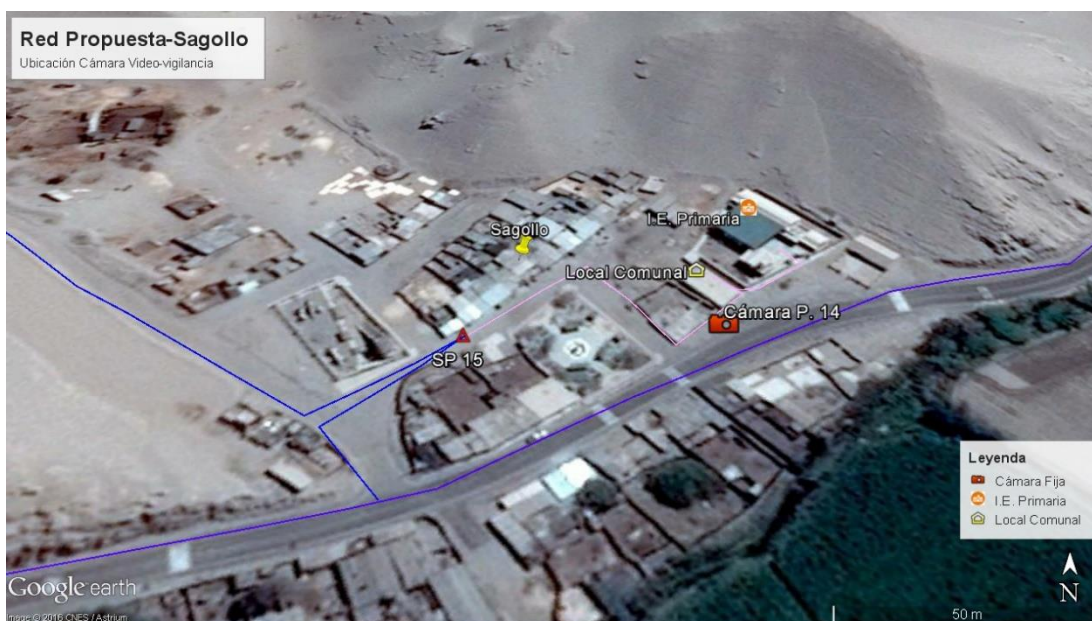
Acceso a Internet y Tele-educación en I.E. y local comunal.



**Figura 85: Acceso a Internet y Tele-Educación**

**Fuente:** Elaboración Propia

Ubicación de cámara de video-vigilancia en anexo.



**Figura 86: Ubicación de Cámara.**

Fuente: Elaboración Propia

- **Chipe Pedregal**

Acceso a Internet y Tele-educación a local comunal.



**Figura 87: Acceso a Internet y Tele-Educación**

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación de cámara de video-vigilancia en anexo.



**Figura 88: Ubicación de Cámara.**

Fuente: Elaboración Propia

- **Chipe Pueblo**

Acceso a Internet y Tele-educación a I.E.



**Figura 89: Acceso a Internet y Tele-Educación**

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación de cámara de video-vigilancia en anexo.



**Figura 90: Ubicación de Cámara.**

**Fuente:** Elaboración Propia

▪ **Chipe Trapiche**

Acceso a Internet y Tele-educación a Local comunal.



**Figura 91: Acceso a Internet y Tele-Educación**

**Fuente:** Elaboración Propia



Ubicación de cámara de video-vigilancia en anexo.

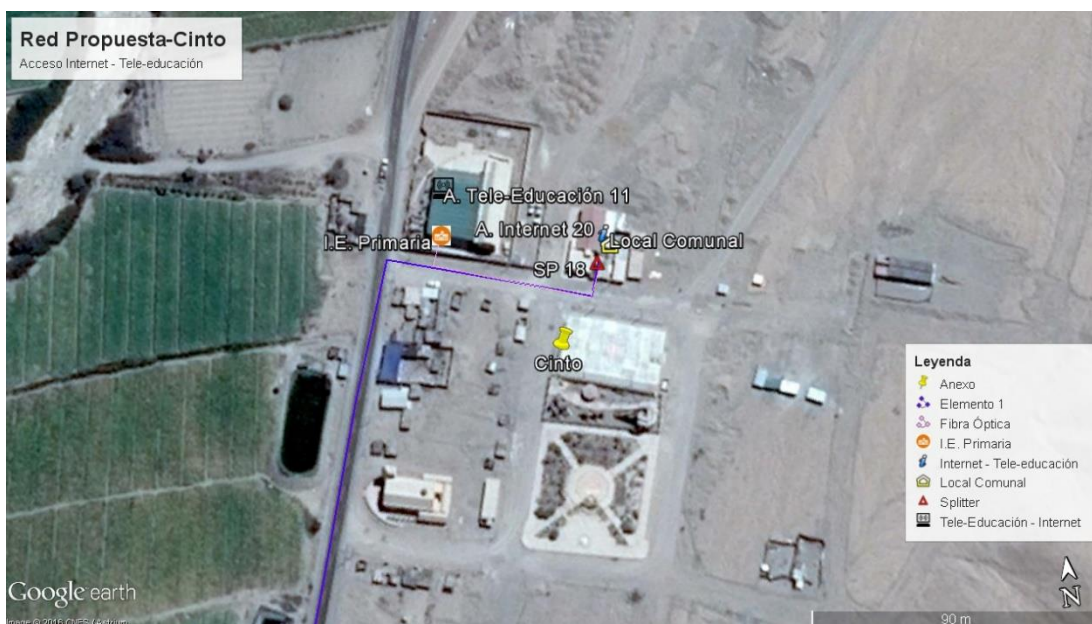


**Figura 92: Ubicación de Cámara.**

Fuente: Elaboración Propia

- **Cinto**

Acceso a Internet y Tele-educación a I.E. y Local comunal.



**Figura 93: Acceso a Internet y Tele-Educación**

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación de cámara de video-vigilancia en anexo.

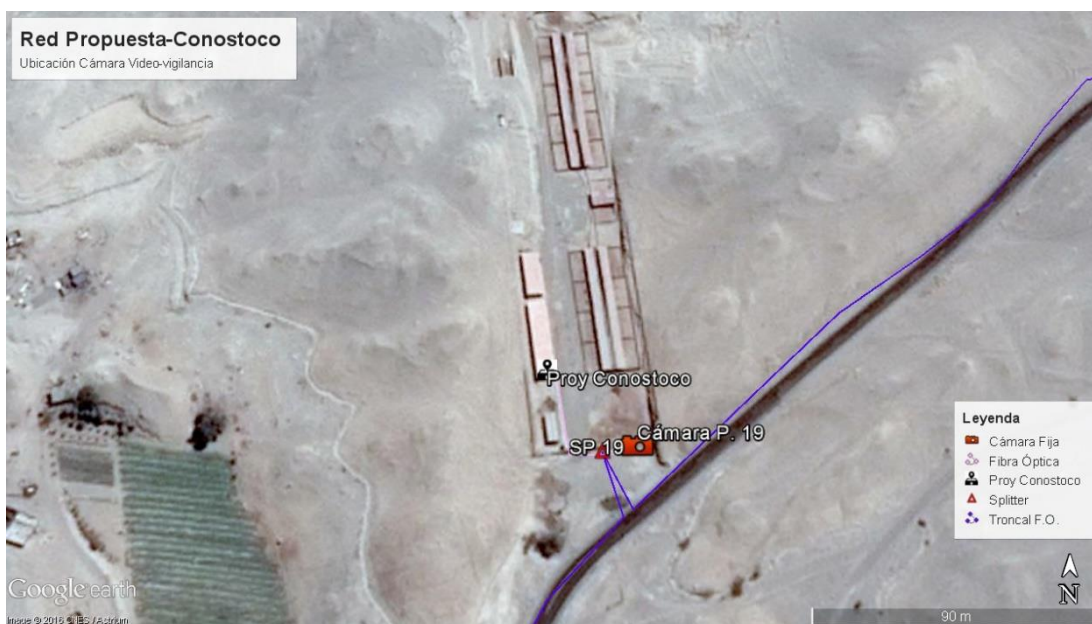


**Figura 94: Ubicación de Cámara.**

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Conostoco**

Ubicación de Cámara de Video-vigilancia en sede de MPJB.



**Figura 95: Ubicación de Cámara de Video-vigilancia**

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4.3.4. Tabla de distribución de Anexos

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los nodos de la Red GEAPON, en donde cada uno de ellos soporta 1.25Gbps.

**Tabla 8:** Ubicación de Nodos de la Red

ITEM	EQUIPO	ZONA	UBICACIÓN
01	Nodo 01	Locumba	Palacio Municipal
02	Nodo 02	Puente Camiara	Balanza Municipal
03	Nodo 03	Sagollo	Local Comunal

**Fuente:** Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestran los Anexos y Centros Poblados que se encuentran dentro de la jurisdicción del Distrito de Locumba. Y en donde se diseña la Red Metropolitana que se propone en el presente trabajo de investigación.

**Tabla 9** Listado de Anexos y Centros Poblados

ITEM	NOMBRE
01	Alto Camiara
02	Chaucalana
03	Chipe
04	Cinto
05	La Aurora
06	Locumba
07	Pampa Sitana
08	Piñapa
09	Puente Camiara
10	Sagollo
11	Sitana

**Fuente:** Elaboración Propia

En la siguiente tabla se encuentra todas las Instituciones Públicas por Centros Poblados o Anexos que serán beneficiados con los servicios tecnológicos propuestos en el presente trabajo de investigación.

**Tabla 10:** Listado de Instituciones Existentes por Centro Poblado o Anexo

NRO	ANEXO Y CENTRO POBLADO	INSTITUCIONES
1	Alto Camiara	Local Comunal Comisaria
2	La Aurora	Local Comunal
3	Chaucalana	Local Comunal
4	Chipe	Local Comunal I.E. Chipe Local Comunal
5	Cinto	Local Comunal I.E. Chipe
6	Locumba	I.T.P. Señor de Locumba Posta de Essalud Comisaria Posta de Salud I.E. Inicial Villa Locumba I.E. Inicial Señor de Locumba I.E. Primaria Señor de Locumba I.E. Secundaria Señor de Locumba Bomberos
7	Pampa Sitana	Local Comunal Posta de Salud I.E. Juvenal Ordoñez
8	Piñapa	Local Comunal
9	Puente Camiara	Local Comunal Local Junta de Usuarios I.E. Puente Camiara

		I.E. Jorge Chávez
10	Sagollo	Local Comunal I.E. Felicitas Vargas
11	Sitana	Local Comunal

**Fuente: Elaboración Propia**

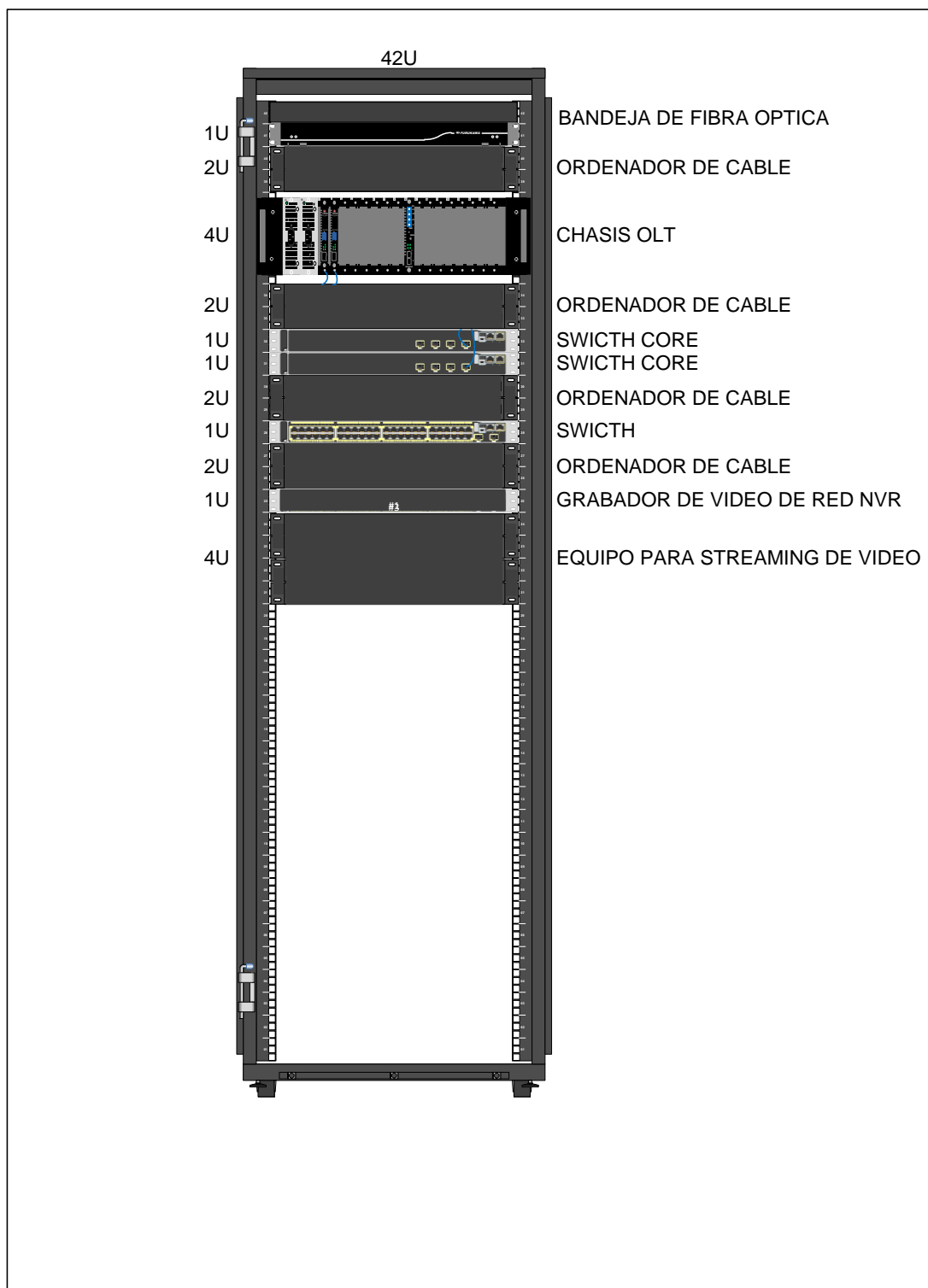
#### **4.3.5. Infraestructura física para la instalación de los nodos**

Los dispositivos activos del nodo deben ir en un lugar adecuado para su buen funcionamiento y duración. Se ha considerado que en Nodo 01 debe ir en el Data Center de la MPJB y que tenemos que considerar la adquisición Gabinete de piso de 42RU. En este gabinete está considerado la instalación de una bandeja de F.O., cuatro ordenadores de cables, chasis OLT GEAPON y dentro ello una Tarjeta OLT GEAPON, dos Switch Core, un Switch de distribución, un NVR y un servidor Streaming.

Cabe resaltar que el chasis para OLT y la tarjeta OLT en su conjunto nos proporcionan dos puertos Uplink para la conexión con los otros dos OLT`s que están distribuidos en la parte baja y alta del distrito. La tarjeta OLT tiene dos puertos PON que soportan hasta 64 usuarios (ONU) por cada puerto.

Para los Nodos 02 y 03 se consideró instalarlos en un gabinete de pared de 6RU, con su respectiva bandeja de F.O., equipo OLT GEAPON y un UPS de 1KVA. Estos equipos se instalan en los locales especificados en la tabla de nodos de red. El equipo OLT tiene dos puertos Uplink y dos puertos PON.

El gabinete que se ubica en el Data Center de la MPJB será como la que mostramos en la siguiente figura.



**Figura 96: Gabinete de 42RU para Nodo Central**

**Fuente:** Elaboración Propia

Para el despliegue de la red óptica pasiva de gigabit Ethernet se considera la instalación de dos niveles de Splitters; en el primer nivel proponemos nueve Splitters Modulares del modelo 1:4 que están distribuidos en algunos centros poblados o anexos de manera adecuada para su ideal utilización y funcionamiento, para luego pasar al segundo nivel de Splitter's de los cuales tenemos 19 de modelo de 2:8 y uno del modelo de 2:16, para luego llegar hasta las diferentes áreas usuarias a través de las ONU's.

**Tabla 11: Ubicación de Splitter's de Primer Nivel**

ITEM	EQUIPO	MODELO	ZONA	UBICACIÓN
01	Splitter # 1	1 : 4	Pampa Sitana	Camino a Pampa Sitana
02	Splitter # 2	1 : 4	Puente Camiara	Local Comunal
03	Splitter # 3	1 : 4	Sitana	Local Comunal
04	Splitter # 4	1 : 4	Locumba	Palacio Municipal
05	Splitter # 5	1 : 4	Locumba	Archivo Central
06	Splitter # 6	1 : 4	Locumba	GDE
07	Splitter # 7	1 : 4	Locumba	Conostoco
08	Splitter # 8	1 : 4	Sagollo	Local Comunal
09	Splitter # 9	1 : 4	Chipe-Pedregal	Local Comunal

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 12: Ubicación de Splitter's de Segundo Nivel**

ITEM	EQUIPO	MODELO	ZONA	UBICACIÓN
01	Splitter # 1	2 : 8	Pampa Sitana	Plaza Principal
02	Splitter # 2	2 : 8	Pampa Sitana	Carretera Pampa Sitana - Puente Camiara

03	Splitter # 3	2 : 8	Pampa Sitana	Carretera Pampa Sitana - Puente Camiara
04	Splitter # 4	2 : 8	Alto Camiara	Local Comunal
05	Splitter # 5	2 : 8	Puente Camiara	Local Comunal
06	Splitter # 6	2 : 8	Puente Camiara	Local Comunal
07	Splitter # 7	2 : 8	Sitana	Estación de Bombeo
08	Splitter # 8	2 : 8	Sitana	Cruce hacia Pampa Sitana
09	Splitter # 9	2 : 8	Piñapa	Plaza Principal
10	Splitter # 10	2 : 8	Locumba	Almacén Central MPJB
11	Splitter # 11	2 : 8	Locumba	Seguridad Ciudadana
12	Splitter # 12	2 : 8	Locumba	Palacio Municipal
13	Splitter # 13	2 : 8	Locumba	Coliseo
14	Splitter # 14	2 : 8	Chaucalana	Local Comunal
15	Splitter # 15	2 : 8	Sagollo	Local Comunal
16	Splitter # 16	2 : 8	Chipe	Local Comunal
17	Splitter # 17	2 : 8	Chipe	Local Comunal
18	Splitter # 18	2 : 8	Cinto	Local Comunal
19	Splitter # 19	2 : 8	Locumba	Conostoco
20	Splitter # 20	2 : 16	Locumba	GDE Locumba

**Fuente:** Elaboración Propia

En la primera figura que a continuación sigue podemos observar sobre la Topología de Conexión de la Red Metropolitana GEPON. Aquí se muestra en forma genérica todos los anexos, centros poblados y sedes de la MPJB que están interconectados mediante la red de fibra óptica. Además de ello también vemos los nodos, Splitter's, ONU's. También se observa los anillos que se forman con la red Propuesta para asegurar la redundancia del Red Metropolitana.



Luego también encontramos en la siguiente página otra figura que muestra la Topología Física de la Red Metropolitana GEPON, en la que se observa la interconexión de las sedes de la Municipalidad, instituciones públicas, centros poblados y anexos del distrito. Todo a través de F.O. y estas se conectan por los equipos activos como OLT, ONU y otros que se encuentren en data center. También se observa la ubicación de los nodos centrales con sus respectivos OLT's, los equipos pasivos como: Splitter de primer, Splitter de segundo nivel y la F.O.

Para el diseño de la red Metropolitana GEPON se determinó utilizar las longitudes de onda que se encuentran en el rango de 1250nm a 1350nm. Para la red propuesta se elige la longitud de onda de 1310nm y el tipo de fibra monomodo. (España M. C., 2005).

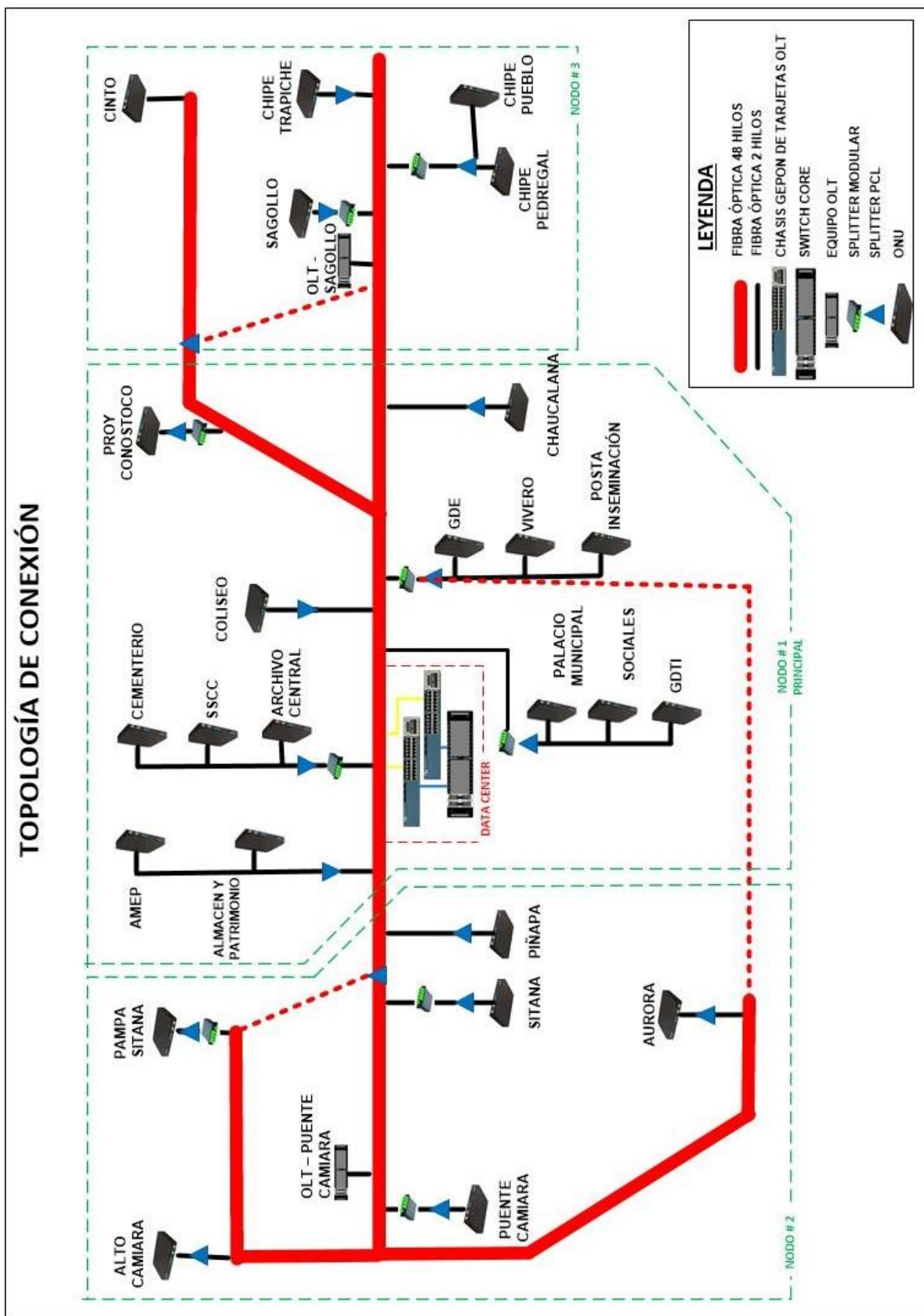


Figura 97 Topología de Conexión de Red Metropolitana GEPON

Fuente: Elaboración Propia

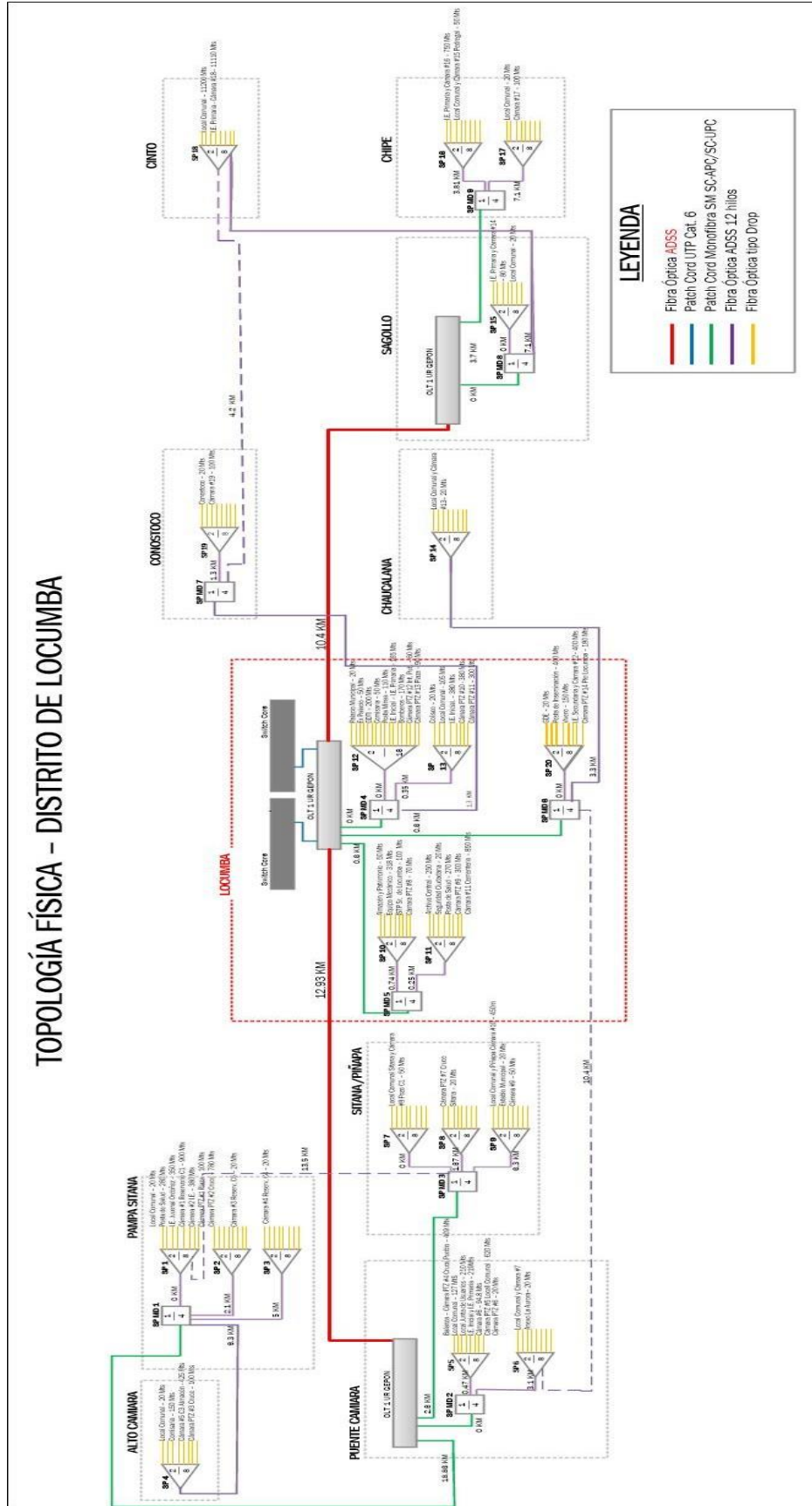


Figura 98 Topología Física de Red Metropolitana GEPON

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.3.6. Diseño de Red Metropolitana GEPON: Capa Lógica**

A nivel lógico el diseño de la red debe ser de tal manera que pueda soportar segmentación de servicios a través de VLAN's, cada una soporta un servicio tecnológico diferente como: datos, voz, video-vigilancia y Tele-Educación.

Los equipos que elegimos como OLT para el diseño de la red son de una marca de buena trayectoria, estos equipos son buenos y robustos, estos equipos posibilitan la separación de los servicios tecnológicos con VLAN's. En las siguientes figuras se muestra la red Metropolitana GEPON en topología lógica.

La primera figura muestra la topología lógica de la Red Metropolitana GEPON, pero a nivel de las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre.

La segunda figura muestra también la Topología Lógica de la Red Metropolitana GEPON, pero de toda la Red. la cual cubre todos los locales comunales y anexos del distrito de Locumba.

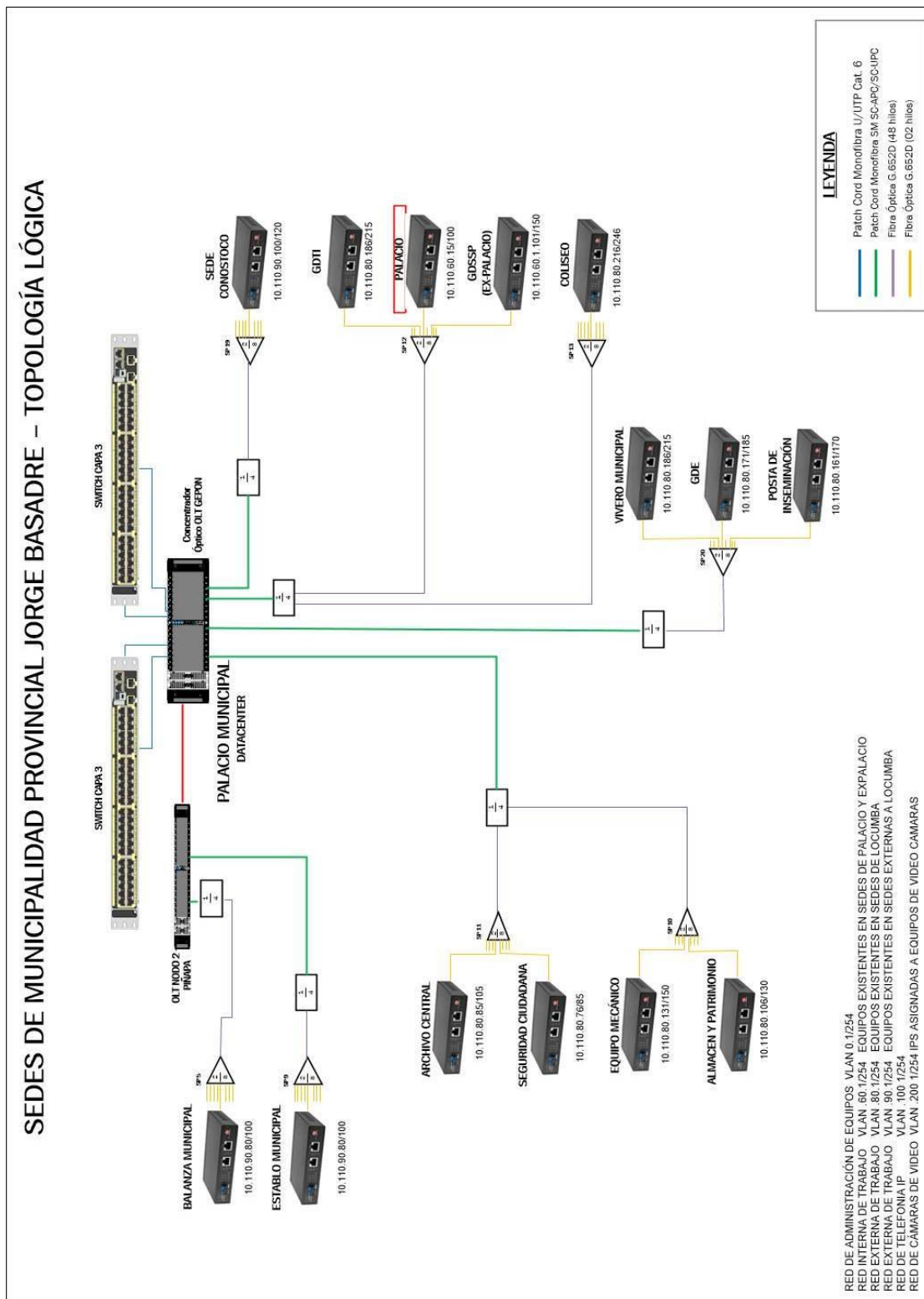


Figura 99 Topología Lógica a nivel de Sedes

Fuente: Elaboración Propia

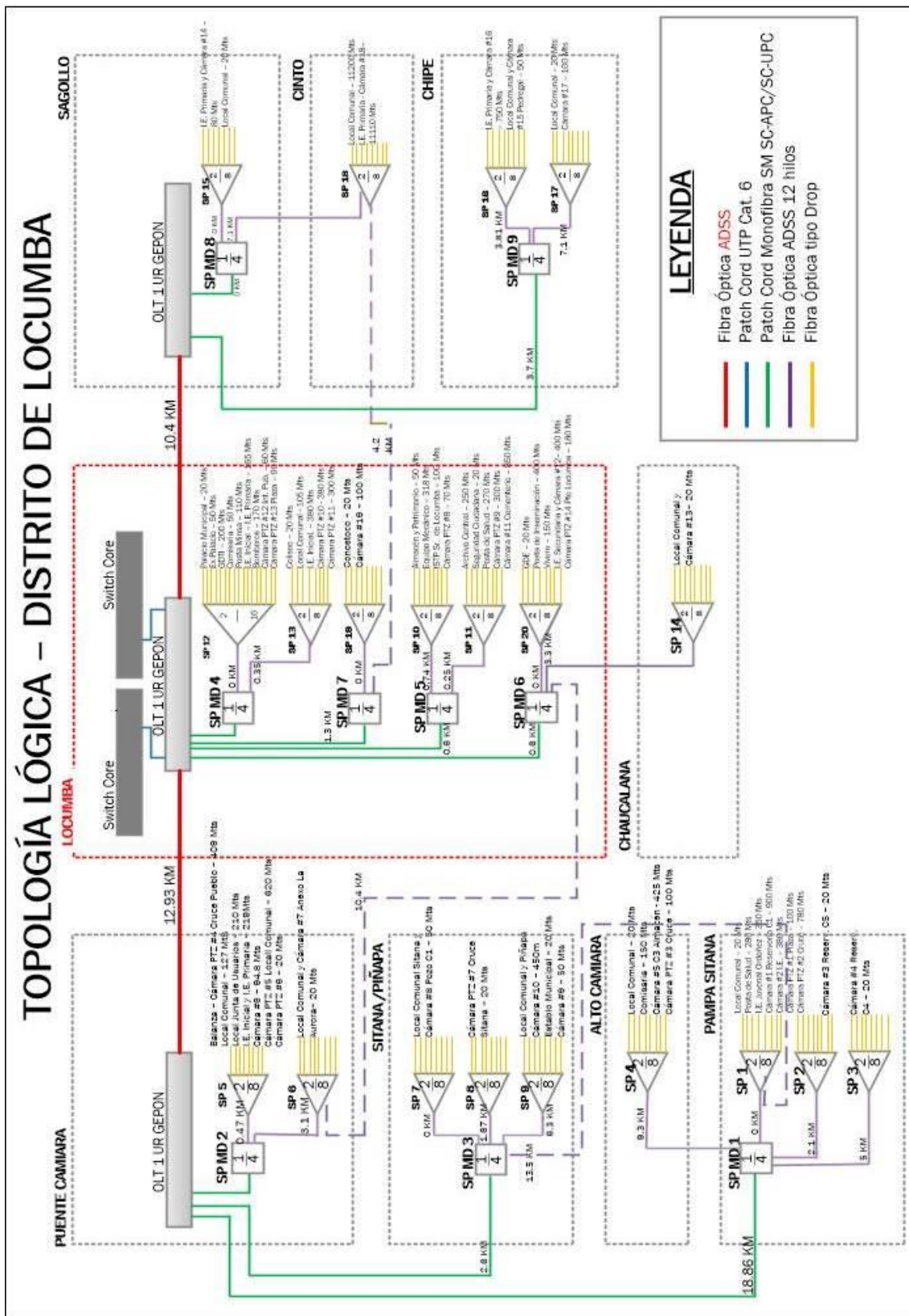


Figura 100 Topología Lógica a nivel de Sedes

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.7. Soporte de servicios de clase diferenciados

GEPON nos permite entregar decenas o centenas de Mbps a nuestras áreas usuarias finales permitiendo verdaderamente una red convergente que tiene soporte para servicios para datos, video vigilancia, tele-educación, etc. Para soportar esto la red GEPON debe garantizar la suficiente capacidad para estas aplicaciones.

En el presente trabajo de investigación se propone la disponibilidad de tres servicios tecnológicos para todo el distrito de Locumba. De las cuales son el Internet, Video vigilancia y Tele-educación.

#### 4.3.8. Servicios que se prestan con la Red Metropolitana GEPON

- **Internet:**

Para este servicio se consideraron a todas las sedes de la MPJB, los locales comunales e instituciones públicas del distrito. Como ya se escribió anteriormente solo haremos un resumen sobre este punto; se propone realizar un convenio Público-Privado entre la MPJB y una empresa en Telecomunicaciones por un periodo de tiempo para que se haga cargo de la prestación del servicio de Internet para todo el distrito y a su vez que se hagan cargo del mantenimiento de la Red. Aprovechando que el distrito cuenta con una plataforma de conectividad (Red Metropolitana GEPON) para transportar cualquier servicio tecnológico que se quiera incorporar a futuro.

En los locales comunales e instituciones públicas del distrito se brinda acceso a internet mediante un punto Ethernet desde las ONU's, que se instala dentro de los ambientes beneficiarios. Y todos estos equipos están dentro de un gabinete de pared que son alimentados a través de un UPS. A continuación, se muestra tabla de lugares de acceso a internet. En esta tabla no están incluidas las I.E.

**Tabla 13: Locales y/o instituciones con acceso a Internet**

ITEM	SERVICIO	ZONA	UBICACIÓN
01	Acceso a Internet #1	Pampa Sitana	Local Comunal

02	Acceso a Internet #2	Pampa Sitana	Posta de Salud
03	Acceso a Internet #3	Alto Camiara	Local Comunal
04	Acceso a Internet #4	Alto Camiara	Comisaria
05	Acceso a Internet #5	Puente Camiara	Local Comunal
06	Acceso a Internet #6	Puente Camiara	Balanza
07	Acceso a Internet #7	Anexo La Aurora	Local Comunal
08	Acceso a Internet #8	Sitana	Local Comunal
09	Acceso a Internet #9	Piñapa	Establo Municipal
10	Acceso a Internet #10	Piñapa	Local Comunal
11	Acceso a Internet #11	Locumba	Posta de Salud
12	Acceso a Internet #12	Locumba	Local Comunal
13	Acceso a Internet #13	Locumba	Bomberos
14	Acceso a Internet #14	Locumba	Posta de Salud
15	Acceso a Internet #15	Locumba	Comisaria
16	Acceso a Internet #16	Chaucalana	Local Comunal
17	Acceso a Internet #17	Sagollo	Local Comunal
18	Acceso a Internet #18	Chipe Pedregal	Local Comunal
19	Acceso a Internet #19	Chipe Trapiche	Local Comunal
20	Acceso a Internet #20	Cinto	Local Comunal
21	Acceso a Internet #21	Puente Camiara	Local Junta de Usuarios

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Video-vigilancia:**

Para este servicio se consideró lugares estratégicos para su instalación y para la utilización como herramienta para resguardar a la población del distrito de Locumba ante situaciones delictivas y de emergencia. Para ello se consideró la compra de cámaras con analíticas; pues estas cámaras son capaces de detectar movimiento, contar personas, contar automóviles, ver placas de automóviles. Para

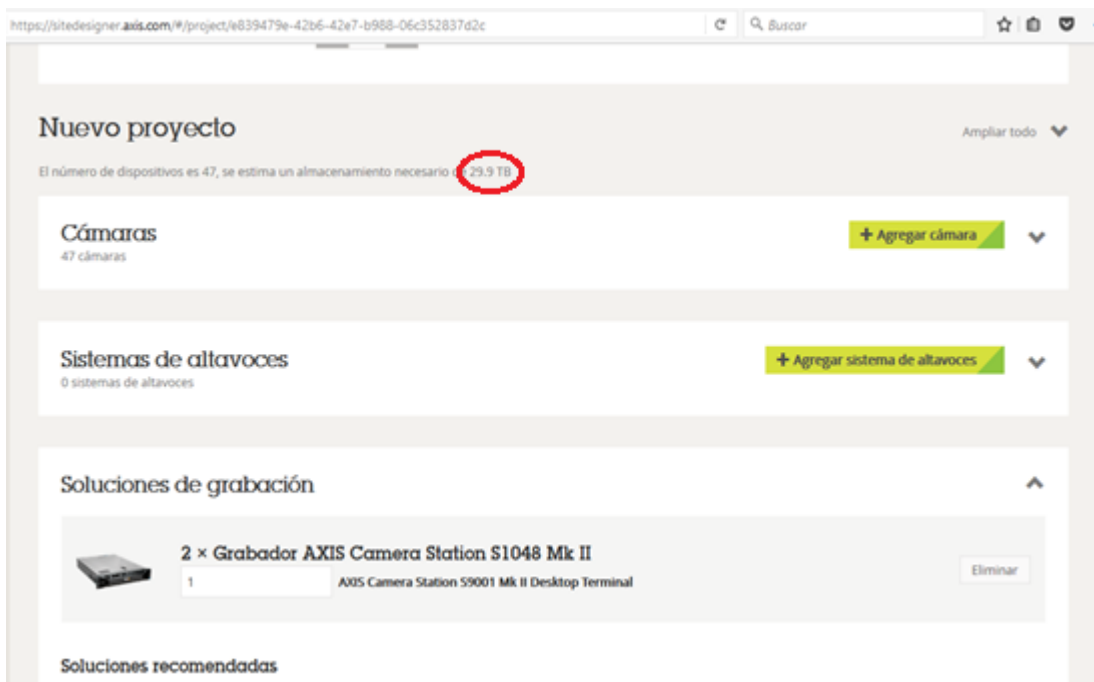


ello se configura en conjunto con su software especializado para que pueda realizar todas estas funciones.

Para la instalación se consideró colocarlas en postes; postes de cemento con las que cuenta la MPJB en su almacén y que no vienen siendo utilizadas porque vienen acumulándose desde anteriores gestiones y que los proyectos de inversión adquirieron en su momento.

Una ventaja importante al utilizar este tipo de tecnología es que no se necesita mucho personal para monitorear las pantallas pues como se sabe a mayor cantidad de cámaras más personal para su supervisión en directo; pues con una configuración que se realiza mediante software, hace que emita una señal de alarma frente a casos no comunes que puedan estar filmando las cámaras y así ahorrar en personal para la visualización de las cámaras.

Además de ello se contempló la compra de dos NVR que se encargan de la grabación de las 33 cámaras: 19 cámaras fijas y 14 cámaras PTZ. Las cámaras PTZ son un pack de dos tipos de cámaras que se complementan para lograr una visión de 360° permitiendo una vista completa con todo el detalle con un solo clic y sin descuidar los otros ángulos. El NVR que se consideró para la compra tiene capacidad de almacenamiento real de 20TB y entre los dos equipos hacen 40TB. Para el cálculo del almacenamiento diario de todas las cámaras, las cuales operaran las 24 horas del día se utilizó la aplicación web del mismo proveedor de cámaras obteniendo como resultado el consumo de almacenamiento de 29.9TB por 15 días, cabe recalcar que el consumo de espacio en el NVR es por el total de cámaras.



**Figura 101: Obtención de consumo de almacenamiento por 15 días.**

**Fuente:** Elaboración Propia

Cabe aclarar que las cámaras se encuentran dentro del rango de distancia menor a 90mts, las cuales serán conectadas a través del puerto ethernet PoE que traen todas las cámaras. Se alimentan tanto de energía como de red desde los locales en donde están instaladas las ONU’s; estas ONU’s cuentan con puertos Ethernet PoE para nuestro propósito. Y las cámaras que están más alejadas a los 90mts se contemplan la instalación de una caja nema empotrada en el mismo poste de la cámara, la cual contendrá el ONU, UPS y demás accesorios para alimentar a la cámara.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla los lugares en donde se consideró la instalación de cámaras de video-vigilancia, tanto las que se alimentan desde el gabinete desde el local como las que se alimentan desde la caja nema que están en el exterior.

**Tabla 14: Listado de Cámaras y la Ubicación de la Caja Nema o Gabinete donde se encuentran instalados**

NRO	EQUIPO	ZONA	UBICACIÓN	CAJA / GABINETE
01	Cámara PTZ #1	Pampa Sitana	Plaza Principal	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE

02	Cámara PTZ #2	Pampa Sitana	Cruce Carretera	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
03	Cámara PTZ #3	Alto Camiara	Cruce Carretera	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
04	Cámara PTZ #4	Puente Camiara	Cruce Pueblo	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
05	Cámara PTZ #5	Puente Camiara	Cruce Puente	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
06	Cámara PTZ #6	Puente Camiara	I.E. Jorge Chávez	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
07	Cámara PTZ #7	Sitana	Cruce hacia Pampa Sitana	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
08	Cámara PTZ #8	Locumba	Carretera Almacén	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
09	Cámara PTZ #9	Locumba	Entrada Villa Locumba	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
10	Cámara PTZ #10	Locumba	Alto Locumba Parqueo #2	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
11	Cámara PTZ #11	Locumba	Alto Locumba Parqueo #1	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
12	Cámara PTZ #12	Locumba	Mercado	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
13	Cámara PTZ #13	Locumba	Plaza Principal	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
14	Cámara PTZ #14	Locumba	Puente Locumba	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
15	Cámara #1	Pampa Sitana	Reservorio Pampa Sitana C6	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
16	Cámara #2	Pampa Sitana	I.E. Juvenal Ordoñez	GABINETE - UBICADO EN I.E.
17	Cámara #3	Pampa Sitana	Reservorio C5	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
18	Cámara #4	Pampa Sitana	Reservorio C6	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
19	Cámara #5	Alto Camiara	Reservorio C3	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
20	Cámara #6	Puente Camiara	Plaza Principal	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
21	Cámara #7	Anexo La Aurora	Local Comunal	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
22	Cámara #8	Sitana	Estación de Bombeo MPJB	GABINETE - UBICADO EN EST. DE BOMBEO MPJB

23	Cámara #9	Piñapa	Establo Municipal	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
24	Cámara #10	Piñapa	Local Comunal	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
25	Cámara #11	Locumba	Cementerio	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
26	Cámara #12	Locumba	I.E. Secundaria Señor de Locumba	GABINETE - UBICADO EN I.E.
27	Cámara #13	Chaucalana	Local Comunal	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
28	Cámara #14	Sagollo	Local Comunal	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
29	Cámara #15	Chipe	Local Comunal	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
30	Cámara #16	Chipe	I.E. Chipe	GABINETE - UBICADO EN I.E.
31	Cámara #17	Chipe	Local Comunal	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE
32	Cámara #18	Cinto	Local Comunal	GABINETE - UBICADO EN LOCAL COMUNAL
33	Cámara #19	Locumba	Conostoco	CAJA NEMA IP66 - UBICADA EN POSTE

Fuente: Elaboración Propia

▪ **Tele-educación:**

Para este servicio se consideraron todas las instituciones educativas y todos los locales comunales del distrito de Locumba. Como sala principal de videoconferencia se eligió al Auditorio Municipal ubicado en una de las sedes de la MPJB. Se propuso la adquisición de un servidor Streaming que se instaló en el Data Center del Palacio Municipal y un Terminal de Videoconferencia; que se instaló en el Auditorio de la MPJB para la transmisión de capacitaciones o reuniones hacia los demás locales comunales del distrito. O poder recibir videoconferencias desde otros puntos externos a la Red Metropolitana GEPON.

Las Instituciones Educativas cuentan con los equipos necesarios para recibir videoconferencias pues tienen laptops, cañón proyector, parlantes y e-cram. Solo necesitan el software (Libre o Propietario) y

su configuración para poder acceder a una videoconferencia o a una transmisión de videos guardado en el servidor Streaming.

Con respecto a los locales comunales se contempla la adquisición de una computadora de escritorio completa, una cámara web, un cañón proyector y un e-cram. Para que de esta manera los pobladores de los anexos puedan capacitarse desde su local comunal o presenciar una reunión de la misma manera que las Instituciones Educativas.

Cabe recalcar que el ONU que llegue a la I.E. o al local comunal será el mismo que conecten a las cámaras de video-vigilancia que se encuentren dentro del alcance de los 90mts; estas ONU's proporcionan internet, conectan a las cámaras y sirven para conectarlas en la red para lograr la tele-educación.

**Tabla 15: I.E. y locales comunales con acceso a Tele-educación**

ITEM	SERVICIO	ZONA	UBICACIÓN
1	Tele Educación #1	Pampa Sitana	I.E. Juvenal Ordoñez
2	Tele Educación #2	Puente Camiara	I.E. Puente Camiara
3	Tele Educación #3	Puente Camiara	I.E. Jorge Chávez
4	Tele Educación #4	Locumba	I.S.T.P. Señor de Locumba
5	Tele Educación #5	Locumba	I.E. Inicial Villa Locumba
6	Tele Educación #6	Locumba	I.E. Primaria Señor de Locumba
7	Tele Educación #7	Locumba	I.E. Inicial Señor de Locumba
8	Tele Educación #8	Locumba	I.E. Secundaria Señor de Locumba
9	Tele Educación #9	Sagollo	I.E. Felicitas Vargas
10	Tele Educación #10	Chipe	I.E. Chipe
11	Tele Educación #11	Cinto	I.E. Cinto
12	Tele Educación #12	Pampa Sitana	Local Comunal
13	Tele Educación #13	Alto Camiara	Local Comunal
14	Tele Educación #14	Puente Camiara	Local Comunal
15	Tele Educación #15	Anexo La Aurora	Local Comunal

16	Tele Educación #16	Sitana	Local Comunal
17	Tele Educación #17	Piñapa	Local Comunal
18	Tele Educación #18	Locumba	Local Comunal
19	Tele Educación #19	Chaucalana	Local Comunal
20	Tele Educación #20	Sagollo	Local Comunal
21	Tele Educación #21	Chipe Pedregal	Local Comunal
22	Tele Educación #22	Chipe Trapiche	Local Comunal
23	Tele Educación #23	Cinto	Local Comunal

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.3.9. Factibilidades**

El estudio de factibilidad requerido para efecto del presente trabajo de investigación que tiene como objetivo el Diseño de una Red Metropolitana para el distrito de Locumba. Se basa en tres aspectos:

##### **4.3.9.1. Factibilidad Técnica**

Para el despliegue de toda la Red se requiere la Fibra Óptica y específicamente la utilización de una de las dos versiones más populares de Redes Ópticas Pasivas (PON), que se la conoce como Gigabit Ethernet PON o GEPON.

- El diseño de la red se basa en el estándar IEEE 802.3. Específicamente en el estándar Ethernet en la primera milla (Ethernet in the First Mile o EFM) IEEE 802.3ah.
- Todos los equipos activos y pasivos de la red Metropolitana GEPON cumplen con el estándar IEEE 802.3ah para el correcto funcionamiento.

- Los equipos propuestos tienen la capacidad técnica para soportar el volumen de procesamiento de datos de los servicios tecnológicos que se proponen. Y está en la capacidad de soportar muchos más que se quieran prestar a futuro.
- En la actualidad existe la tecnología necesaria para el diseño de la red propuesta y su futura implementación.
- Para la Fibra Óptica se basa en el estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1 por el lado de la infraestructura pasiva de telecomunicaciones. Y con el estándar IEEE 802.3ae referido por el lado del equipamiento activo.

A continuación, se presenta una descripción de las características del equipamiento a emplear en el diseño de la Red GEPON.

#### **CABLE ADSS CFOA**

Cable Óptico Dieléctrico con Fibra Monomodo para sistemas de cableado estructurado para tráfico de voz, datos e imágenes, con distribución en campus, entre edificios, que exijan interconexiones ópticas externas. Instalaciones aéreas externas, con lanzamiento directo entre postes, que no requieren el uso de amarres.

Constituido de fibras ópticas dentro de tubo termoplástico con gel, dos elementos de fibra de vidrio pultrudada (FRP) y cubiertos por una capa externa de polietileno en color negro.

Modelo: CFOA-AS-RA (CFOA-ASU)

Normas aplicables: ABNT NBR 14160 - 'Cable óptico aéreo dieléctrico auto-sostenido' y ABNT NBR 15596 - 'Cable óptico de acceso al abonado'

Entorno de instalación: Externo

Protección anti-UV

Plan de instalación: hasta 120 metros

Tipo de Núcleo: Seco

Tipo de fibra óptica: SM G.652 (monomodo)

Construcción: Tubo Loose Único

Metraje Estándar: 3000 metros

### **CABLE DROP FIG 8 FTTH**

Cable óptico auto-sustentado formado por un tubo tipo loose que contiene de 02 a 12 fibras ópticas en su interior. El núcleo óptico es reforzado por fibras dieléctricas y protegido por un revestimiento externo de material polimérico resistente a intemperies.

El conjunto es reforzado por un alambre de acero galvanizado que ofrece una resistencia superior a las fuerzas de tracción que deberá soportar el Cable Drop Óptico Fig.8 FTTH durante toda su vida útil. Por estar proyectado de forma sencilla y robusta para redes de acceso, el Cable Drop Óptico Fig.8 FTTH presenta un costo-beneficio muy competitivo en redes FTTH.

#### Funcionalidades

- Aprovechamiento de la capilaridad de las redes de distribución de energía eléctrica
- Mejor aprovechamiento del espacio en los postes existentes
- Facilidad para acceso al usuario en redes de telecomunicaciones.

#### Características

- Cable óptico auto-sustentado de alta resistencia mecánica
- Bajo peso
- Practicidad y rapidez en la instalación
- Elevada confiabilidad
- Costo-beneficio competitivo
- Dimensiones reducidas

### **CAJA DE TERMINACIÓN ÓPTICA FK-CTO-16MC**

La Caja de Terminación Óptica FK-CTO-16MC tiene la finalidad de almacenar y proteger los empalmes ópticos por fusión entre el cable de distribución y los drops de una red óptica de terminación.

También proporciona la gestión y el almacenamiento de los adaptadores ópticos para salidas conectorizadas.

Tiene sellado mecánico.

Soporta 2 configuraciones: hasta 2 bandejas de empalme con capacidad hasta 16 fusiones cada una, y aún una bandeja de adaptadores con hasta 16 posiciones y almacenamiento hasta dos splitter; O 4 bandejas de empalme.



Acepta cable de entrada con diámetro hasta 15 mm a través de su puerto ovalado que dispone de 2 orificios para cables de 8 a 15 mm de diámetro y 2 orificios para cables de 6 a 8 mm de diámetro, por lo tanto, permite la derivación del cable de distribución. Admite hasta 16 cables drop de salida, que pueden ser circular con diámetros de 4,5 hasta 5,3 mm o flat con dimensiones de 3,0 y 2,0 mm.

Compatible para acomodación de tubos loose de 1,5m de longitud y 1,9mm de diámetro.

Presenta resistencia a corrosión y envejecimiento, y protección ultravioleta, además de protección adecuada contra polvo y chorros de agua fuertes.

### **CHASIS MODULAR:**

El equipo está diseñado para asignar las tarjetas de interfaz de OLT (Optical Line Terminal), que son responsables de convertir el tráfico Ethernet en señal óptica para la transmisión en la red PON (Passive Optical Network).

Además de los suscriptores y la función de la concentración de transmisión óptica, la máquina realiza la gestión de tarjetas OLTs y las ONU (Optical unidades de red) - este último responsable de permitir el acceso a la red PON en el entorno del usuario.

A continuación, describimos sus características:

- Funciona de acuerdo con EPON estándar (Gigabit Ethernet PON - IEEE 802.3ah);
- Velocidad simétrica 1,25Gbps (ancho de banda de subida y ancho de banda de bajada);
- Diseño modular para hasta 16 tarjetas OLT;
- Servicio de hasta 2048 usuarios (128 por tarjeta OLT);
- Dos fuentes de alimentación redundantes,
- soporte IPv6;
- Distancia máxima de transmisión / recepción: 20 km.

Se escoge el uso del chasis modular debido a la flexibilidad y escalabilidad que se obtiene al añadir tarjetas conforme se requiera expandir un servicio a más usuarios o se desee implementar una nueva aplicación.

### **TARJETA DE INTERFAZ OLT EPON**

Es instalado en las ranuras del chasis EPON, proporcionar la conversión entre una interfaz de metal Ethernet (10/100 / 1000BASE-T) y EPON interfaz óptica (IEEE 802.3ah 1000BASE-PX-D).

Cada tarjeta funciona a la velocidad nominal simétrica de 1 Gbps (ancho de banda de subida y ancho de banda de bajada), compartir el acceso a un máximo de 64 usuarios distancias de para 20 km.

El administrador puede configurar y controlar actividad de cada tarjeta OLT local o remota a través de la tarjeta de gestión Chasis, si es posible, por ejemplo, determinar enlaces lógicos (LLIDs) y ajustar la velocidad por servicio de usuario.

### **SPLITTER ÓPTICO MODULAR**

Son componentes pasivos que realizan la división de la señal óptica en una red PON. Ellos son constituidos por una fibra de entrada y N fibras de salida, las cuales dividen la potencia de la señal óptica en proporción entre ellas, caracterizándolos como splitters equilibrados.

Existen aún los splitters desequilibrados que son constituidos por una hebra de entrada y 2 hebras de salida, las cuales dividen la potencia de la señal óptica asimétricamente entre ellas. O sea, la potencia de la señal óptica puede ser dividida en proporciones diferentes de acuerdo con la necesidad de cada aplicación.

Operación en las tres ventanas de comunicación para los estándares de redes ópticas pasivas: 1310nm, 1490nm y 1550nm; Pérdida de Inserción y Uniformidad estables entre 1260 y 1650nm para modelos PLC

– Full Spectrum;

Los splitter modulares LGX son específicamente desarrollados para aplicaciones plug-and-play, aumentando la velocidad y la organización de la instalación.

### **ONU**

Unidad de Red Óptica o Unidad de Terminación de Red, nombre que recibe el equipo receptor encargado de la conversión óptico-eléctrica, ubicados en todos los puntos terminales de nuestra red.

Este dispositivo es el encargado de recibir la señal óptica desde la tarjeta controladora OLT, ubicada en nuestros nodos, y convertirla una señal

eléctrica Ethernet del tipo 100BASETX. Su interfaz óptica cumple con los estándares IEEE 802.3ah: FTTH y 1000BASE-BX trabajando sobre una arquitectura monofibra. Esta interfaz transmite en 1310 nm y recibe una señal del OLT en 1490 nm. Además, este dispositivo posee una configuración en banda (in band), con la cual puedo transmitir los paquetes de OAM (Operación Administración y Mantenimiento) y el flujo de información por la misma fibra óptica multiplexándolos en el tiempo (TDM). Se ha considerado dispositivos de tipo caja, que proporcionen 1 puertos EPON y ocho puertos LAN, y que sea alimentado por el equipo de suministro de energía más cercano ubicado en el local donde será instalado, asimismo que cuente con suministro de energía tipo PoE, para las instalaciones donde no hay corriente alterna (AC).

### **SWITCH:**

Dispositivo que permite establecer conexiones paralelas dedicadas en redes LAN. Se llaman también "hubs inteligentes", ya que filtran o remiten paquetes basándose en sus direcciones fuente y destino. Aumentan el rendimiento de la red al permitir solo el tráfico esencial en cada segmento.

Permite interconectar dos o más segmentos de red, pasando datos de un segmento a otro, de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

**Tabla 16 : Características de Switch**

<b>Conmutador - Gestionado - 24 x 10 Gigabit SFP+ - montaje en rack</b>	
<b>General</b>	
Características	Conmutación Layer 2, soporte VLAN, soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), flujo de aire de delante a atrás, ventiladores intercambiables en caliente redundantes
Procesador	1.5 GHz
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ae, IEEE 802.1s
Tipo de dispositivo	Conmutador - 24 puertos - Gestionado
Tipo incluido	Montaje en rack
Protocolo de gestión remota	RMON 1, RMON 2
Memoria RAM	4 GB - DDR2 SDRAM
Memoria Flash	2 GB (máx.)
Subtipo	10 Gigabit Ethernet

Admite carcasa Jumbo	9216 bytes
Puertos	24 x 10 Gigabit SFP+
<b>Expansión / Conectividad</b>	
Interfaces	40 x 10Gb Ethernet - SFP/SFP+
	1 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 – gestión
	1 x USB - Type A
	1 x consola - RJ-45
Ranuras de expansión	1 (total) / 1 (libre) x Tarjeta de memoria SD 1 (total) / 1 (libre) x Ranura de expansión

#### **Elaboración-. Fuente Propia**

### **CÁMARAS DE RED PTZ**

Las cámaras PTZ son ideales para aplicaciones de vigilancia de la ciudad, tales como monitoreo de plazas públicas y estacionamientos y otras áreas abiertas.

La cámara PTZ AXIS Q6000-E Mk II Cuenta con cuatro sensores de 2 megapíxeles para proporcionar un campo de visión completa de 360 ° en grandes áreas.

El AXIS Q6000-E Mk II está diseñado para su integración con la Cámara AXIS domo de red AXIS Q6052-E, creando una solución que va desde la vista general hasta el detalle en un solo clic. En otras palabras, AXIS Q6000-E Mk II le da una idea general, mientras que AXIS Q6052-E le permite capturar cada detalle con gran precisión simultáneamente.

AXIS Q6000-E Mk II también le ofrece la opción de reemplazar la lente estándar en uno o más sensores con una lente inclinable de 6 mm o 16 mm y actualizar la resolución a HDTV 1080p.y asimismo puede utilizar ese sensor para centrarse en un área de interés particular.

El AXIS Q6000-E Mk II también incluye la tecnología Zipstream de Axis, que reduce significativamente los requisitos de ancho de banda y almacenamiento, preservando al mismo tiempo imágenes de alta calidad y detalles forenses.

Cualquier AXIS Q60-E se monta rápida y fácilmente dentro del AXIS Q6000-E Mk II. No hay necesidad de soportes de montaje adicionales u otro equipo adicional porque las dos cámaras utilizan los mismos soportes y el cable de

red. Power over Ethernet se suministra a ambas cámaras a través de AXIS Q6000-E Mk II, lo que simplifica aún más la instalación.

### **CÁMARA DE RED AXIS Q1765-LE**

La cámara de red AXIS Q1765-LE es una estilizada cámara de red tipo bala preparada para exteriores, con zoom óptico de 18x y enfoque automático. Permite grabar vídeo en resolución HDTV 1080p compatible con SMPTE en múltiples secuencias de vídeo H.264 y Motion JPEG configurables individualmente. La iluminación por infrarrojos integrada funciona a través de cuatro LED de ajuste automático y de bajo consumo.

La AXIS Q1765-LE permite cubrir grandes distancias, con vistas en gran angular, y también imágenes detalladas con fines de identificación. Además, el formato pasillo exclusivo de Axis garantiza una supervisión eficaz, con más resolución en las escenas verticales, como las calles o los perímetros más largos.

La AXIS Q1765-LE destaca además por su gran facilidad de instalación, gracias a un peso reducido, la instalación con un solo cable, el sistema de IR orientado, la compatibilidad de serie con la tecnología Alimentación a través de Ethernet y la entrada de 24 V CC/CA. El soporte de montaje de la cámara está diseñado para permitir la instalación en paredes o techos de edificios, con el fin de supervisar las entradas y los perímetros. Por medio de los accesorios compatibles correspondientes, la AXIS-Q1765-LE puede instalarse en postes para la vigilancia de aparcamientos o para aplicaciones de vigilancia urbana en general.

### **GRABADOR S1048 MK II CON AXIS CAMERA STATION**

El grabador S1048 Mk II con AXIS Camera Station es un servidor en rack listo para usar optimizado para ofrecer una vigilancia fiable en alta definición. El AXIS S1048 Mk II viene con todo el software necesario ya cargado y está preconfigurado para minimizar el tiempo de instalación. Combinado con cámaras de la amplia gama de productos Axis, pantallas y equipos de sobremesa, brinda una solución lista para usar para instalaciones de tamaño mediano que requieren una vigilancia activa.

El AXIS S1048 Mk II está diseñado para facilitar una instalación rápida en las salas de servidores. El grabador viene cargado con el software de gestión de vídeo AXIS Camera Station, licencias para 48 canales y todas las demás aplicaciones de software necesarias para el sistema. Y los ajustes del

sistema, como la configuración de la cámara y el almacenamiento, están preconfigurados para simplificar aún más el proceso.

Los componentes de hardware y la capacidad de almacenamiento están optimizados para ofrecer una vigilancia fiable y en alta definición. Además, la solución se ha sometido a numerosas pruebas para garantizar su compatibilidad con nuestra amplia gama de productos.

Cuando un producto es compatible con soluciones de múltiples proveedores, los problemas técnicos y las garantías pueden ser una auténtica pesadilla. Pero eso no ocurre con Axis. Todas las consultas se gestionan a través de un único canal, por lo que puede tener la tranquilidad de que cualquier problema se resolverá de forma rápida y eficiente. Contamos con más de 100 técnicos de soporte técnico altamente experimentados en todo el mundo, preparados para ayudarle cuando y donde lo necesite. Los grabadores AXIS S10 tienen una garantía de 3 años para hardware y, en la mayoría de los países, ofrecemos un imbatible servicio de sustitución del hardware en las instalaciones del cliente, una importante ventaja con respecto a los procedimientos de sustitución habituales.

Incluye AXIS Camera Station para una vigilancia aún más eficaz, la cual ofrece una interfaz de usuario intuitiva con todas las funciones necesarias para una vigilancia eficaz, como una disposición flexible para la visualización en directo, mapas de las instalaciones, potentes herramientas para la configuración de eventos, sistema eficiente de gestión de alarmas y control PTZ de alta precisión. Además, los usuarios pueden disfrutar de una mayor rapidez en la investigación y la recuperación de pruebas para una exportación segura gracias a la intuitiva visualización por línea de tiempo y a la eficaz búsqueda de objetos en movimiento en el vídeo.

Los grabadores vienen cargados con el software de gestión de vídeo AXIS Camera Station. La interfaz de usuario está diseñada para ofrecer la máxima facilidad de uso y un funcionamiento intuitivo, con herramientas de navegación que facilitan el acceso a las cámaras y las grabaciones del sistema.

### **PANEL DE CONTROL DE VIDEO VIGILANCIA AXIS T8310**

La consola de control de videovigilancia AXIS T8310 es un sistema modular con tres unidades independientes: joystick, teclado numérico y mando de control secuencial. El sistema modular permite al usuario elegir la solución más sencilla (por ejemplo, usando únicamente el joystick) o una solución

completa con el uso de los tres módulos para gestionar tanto la cámara como el vídeo.

El joystick de videovigilancia AXIS T8311 permite un control eficaz y preciso de todas las cámaras de red PTZ y de red domo PTZ de Axis. Con el teclado numérico de videovigilancia AXIS T8312, el usuario podrá navegar rápidamente entre los diferentes espacios de trabajo, cámaras, vistas y posiciones predefinidas PTZ. El mando de control secuencial de videovigilancia AXIS T8313 se usa para navegar por un vídeo grabado.

Las tres unidades están construidas en materiales duraderos y presentan un aspecto y acabado profesionales que se adaptan al diseño de una sala de vigilancia. Las unidades están diseñadas para poder usarse tanto con la mano derecha como con la mano izquierda. El joystick AXIS T8311 es un mando de 3 ejes con un botón de giro y seis teclas de acceso directo a aplicaciones definidas. El teclado numérico AXIS T8312 posee diez teclas de acceso directo a aplicaciones definidas y 12 teclas de posiciones predefinidas. El mando de control secuencial AXIS T8313 también presenta seis teclas de acceso directo a aplicaciones definidas, así como una esfera de navegación. Las unidades son fáciles de instalar con una interfaz USB. Cuando se usa la consola de control AXIS T8310 completa, los módulos se interconectan, usando el teclado numérico AXIS T8312 como un concentrador USB. La consola de control AXIS T8310 es compatible con AXIS Camera Station 3.30.

### **EQUIPO SERVIDOR DE STREAMING PARA VIDEOCONFERENCIAS**

Diseñado para desempeño y ofreciendo comunicación visual de alta definición, el sistema Polycom redefine la experiencia de la comunicación visual. Al fusionar un grado extraordinario de claridad visual y acústica con poderosa funcionalidad, los sistemas de la serie Polycom® HDX 4000™ brindan una inmediatez sin precedentes a las video conferencias, interacciones en audio e intercambio de contenidos. Los sistemas de la serie Polycom HDX 4000 aprovechan las décadas de innovación en diseño y la calidad legendaria de Polycom para ofrecer un sistema de escritorio Premium para comunicación enriquecida en medios. Con una pantalla de video de 20.1", un sistema de sonido en estéreo acústicamente superior y diseño moderno, aerodinámico, los sistemas de la serie Polycom HDX 4000 combinan comunicación visual de nivel profesional con funcionalidad total de monitor PC o Mac. Colaboración de contenidos más sencilla que nunca los sistemas de la serie Polycom HDX 4000 también incluyen poderosas

herramientas para compartir contenidos. Presentaciones, gráficos, hojas de cálculo y archivos multimedia se pueden incorporar en la comunicación visual, facilitando la colaboración y la toma de decisiones más rápida. Adicionalmente, con la tecnología Polycom People On Content™ de chroma key anidado, la imagen del usuario se puede insertar en primer término del contenido y aparecer como parte de la presentación.

### **POLYCOM CX 5100 HD**

Es una solución de vídeo para sobremesa. que aporta potentes capacidades para compartir voz, video y contenido. Asimismo, involucra a todos los participantes en una vista panorámica de 360 grados única de toda la habitación.

Posee segunda señal vídeo HD (1080p) del CX51000 la cual permite enfocar automáticamente la persona que habla y sigue el flujo de la conversación para que la comunicación sea más nítida y más interactiva. No hace falta estar ajustando a cada momento sobre el interlocutor, el CX5100 le permite olvidarse de la tecnología y simplemente centrarse en su reunión.

La tecnología avanzada cambia automáticamente la vista de cámara de modo que el orador actual siempre se puede identificar en vídeo HD 1080p, lo que permite a los participantes efectuar fácilmente un seguimiento del flujo de la conversación.

Un diseño intuitivo con funcionalidad plug- and-play completo hace que sea fácil de implementar y utilizar. Con poco o ningún entrenamiento, cualquier persona con un ordenador portátil equipado con Microsoft Lync puede instalarse en cualquier la habitación y sólo tiene que conectar la consola CX5100 al puerto USB de su PC y empezar a compartir voz y video a 360 ° grados. Los ajustes de control, invitaciones, el intercambio de contenidos se manejan a través de la familiar interfaz de usuario de Microsoft Lync que los usuarios ya conocen y utilizan todos los días.

La consola de conferencias de Polycom CX5100 ofrece el legendario sonido audio de Polycom, trayendo la mejor calidad de voz para sus reuniones de Lync con un rango dinámico de 160 Hz a 22.000 Hz. Polycom en voz alta calidad® HD Voice™ y con un rango de micrófono de 20 pies (6 metros) que significa que todos en la sala pueden ser claramente escuchado, incluso al final de la tabla.



Unos micrófonos opcionales permiten ampliar aún más, si es necesario la cobertura del CX5100. Mientras que la CX5100 es de conexión USB, existe también la versión CX5500 para los clientes SIP.

## COMPUTADORA DESKTOP CON MONITOR

**Tabla 17: Características de una computadora Desktop**

<b>Especificaciones</b>	
Procesador	Intel® Core™ i3-4170 con gráficos Intel HD 4400 (3,7 GHz, 3 MB de caché, 2 núcleos)
Chipset	Intel H81
Memoria RAM	4 GB (instalados) / 16 GB (máx.) - DDR3 SDRAM - no ECC - 1600 MHz - PC3-12800
Disco Duro	500 GB SATA de 7200 rpm
Case	Desktop Slim
Fuente de poder	240 W, eficiencia estándar, PFC activo
Unidad óptica	DVD+/-RW
Tarjeta de video	Intel HD Graphics 4400 Dynamic Video Memory Technology
Conectividad	Conexión de red Gigabit Realtek RTL8151GH Gbe LOM
Multimedia	Estándar: DTS Sound Studio™; Realtek ALC 221 Audio (todos los puertos estéreo); Micrófono y auriculares; Línea de audio estéreo y altavoz integrado
Puertos y Ranuras	Puertos: 2 USB 3.0 4 USB 2.0 1 VGA 1 DisplayPort 1 línea de entrada de audio 1 línea de salida de audio 1 RJ-45
Debe Incluir	Teclado, mouse, parlantes, cámara web y estabilizador
<b>Monitor LED de 18,5 pulgadas</b>	
Tipo	TN con retroiluminación LED
Área de imagen visualizable (anch. x altura)	Pantalla ancha de 47 cm (18,5 pulgadas); medido en diagonal
Relación de aspecto	16:9
Ángulo de visualización	Hasta 90° horizontal/65° vertical (relación de contraste mínima 10:1)
Brillo (configuración típica)	200 cd/m <sup>2</sup>
Relación de contraste (configuración típica)	600:1

Relación de contraste dinámico (configuración típica)	5.000.000:1
Tiempo de respuesta (típico)	5 ms (encendido/apagado)
Distancia entre píxeles	0,3 mm
Vida útil de la lámpara de retroiluminación (hasta brillo medio)	30.000 horas como mínimo
Gama de colores	72% (típica)
Compatibilidad de color	Puede mostrar hasta 16,7 millones de colores

### Elaboración Propia

#### **PROYECTOR EPSON POWERLITE 400W - WXGA 1280 X 800 - 1800 LUMENES ANSI - CONTRASTE 500:1**

Proyector de 3LCD fabricado para representar a una distancia corta, con resolución nativa WXGA (1280 X 800). El PowerLite 400W es ideal para instalar y usarlo con pizarrones inteligentes. Su alto diseño y tamaño de imagen de 87" a tan solo 1.3 mts aseguran espacio y pantallas libres de sombras para estudiantes y espectadores. El PowerLite 400W proyecta widescreen con una proporción de 16:10, esto combinado con su resolución WXGA, tiene como resultado el 30 por ciento más área de la imagen que una proyección 4:3 y el 10 por ciento más que una proyección 16:9.

#### Especificaciones

- Brillo / Lumens 1800 Lúmenes
- Resolución nativa WXGA 1280x800 Píxeles
- Control remoto Selección de fuente, encendido, aspecto, modo de color, volumen, e-zoom, A/V mute, congelar, menú, página arriba y abajo, ayuda, auto.
- Contraste 500:1
- Nivel de ruido 35 dB (alta luminosidad)
  - 28 dB (baja luminosidad)
- Corrección de trapecio, Vertical +/-15 grados
- Sistema de proyección Tecnología 3LCD Epson de 3-chips
- Método de proyección Proyección frontal, posterior, inversa y del techo

- Lentes F: 1.80 F.L.: 6.48mm Zoom: Digital 1.35x
- Lámpara Tipo 170 W UHE, 3000 H (alta luminosidad), 4000 (baja luminosidad)
- TV Compatible NTSC: 560 líneas
  - PAL: 560 líneas
  - Señal de entrada
  - NTSC/NTSC4.43/PAL/M-PAL/N-PAL/PAL60/ SECAM
  - 480i, 480p, HDTV: 720p y 1080i
- Reproducción de colores 16,7 millones de colores
- Tarjeta de sonido 10 Watt
- Distancia de proyección Logre una pantalla de 87 pulgadas a tan solo 1.03mts

#### 4.3.9.2. Factibilidad Económica

**Tabla 18: Costos de los equipos propuestos (Hardware y Recurso Humano).**

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
01	POSTES DE CONCRETO X 9 METROS PUESTOS EN OBRA	UNID	188	\$ 212.00	\$ 39,856.00
02	CABLE ADSS CFOA-SM-AS120-RA48F	METRO	103000	\$ 2.79	\$ 287,370.00
03	CABLE DROP FIG 8 FTTH BLI 02F G657 A1 COG PR	METRO	11000	\$ 1.14	\$ 12,540.00
04	KIT DE FERRETERÍA DE ANCLAJE VANOS CORTOS	UND	600	\$ 18.14	\$ 10,884.00
05	KIT DE FERRETERÍA DE SUSPENSIÓN	UND	240	\$ 15.74	\$ 3,777.60
06	FERRETERIA FIJADOR PARA TEMPLADORES	UND	600	\$ 4.67	\$ 2,802.00
07	TEMPLADORES PARA CABLE	UND	800	\$ 4.00	\$ 3,200.00
08	CINTA ACERADA DE 1/2"	RLL	30	\$ 44.00	\$ 1,320.00
09	HEBILLA ACERADA 1/2 X CIENTO	PK	20	\$ 44.00	\$ 880.00
10	CRUCETAS	UND	33	\$ 47.00	\$ 1,551.00
11	ACCESORIOS	GLOBAL	1	\$ 1,344.00	\$ 1,344.00
12	CAJA TERMINAL OPTICA FK-CTO-16-MC	UND	64	\$ 150.92	\$ 9,658.88
13	BANDEJA DE EMPALME PARA CAJA TERMINAL	UND	64	\$ 12.18	\$ 779.52
14	KIT DE GROMMETS DE CABLE CIRCULAR PARA CAJA TERMINAL OPTICA FK-CTO-16-MC	UND	64	\$ 20.03	\$ 1,281.92
15	SPLITTER OPTICO PLC 2X8 G.657A NC/NC 2M/2M	UND	19	\$ 23.95	\$ 455.05
16	SPLITTER OPTICO PLC 2X16 G.657A NC/NC 2M/2M	UND	1	\$ 33.76	\$ 33.76
17	PIGTAIL 01F SM SC-APC-D0.9	UND	1	\$ 10.95	\$ 10.95
18	ROSETA OPTICA 2P 4X2	UND	14	\$ 10.56	\$ 147.84

19	PATCH CORD SM G-657A SC-APC/SC-SPC 3.0M	UND	78	\$	11.58	\$	903.24
20	MÓDULO SFP GEPON	UND	16	\$	333.34	\$	5,333.44
21	PATCH CORD U/UTP GIGALAN CAT.6 - CM - T568A - 2.5M - ROJO	UND	14	\$	8.36	\$	117.04
22	MANGUITOS TERMO CONTRAÍBLES - BOLSA X 50 UNIDADES	UND	40	\$	20.16	\$	806.40
23	UNIDAD DE RED OPTICA - ONU GEPON FTTB MDU G108P - 8 PUERTOS ETHERNET POE	UND	64	\$	75.00	\$	4,800.00
24	GABINETE DE COMUNICACIONES 42 RU; PUERTA FRONTAL MICROPERFORADA; PUERTA POSTERIOR DOBLE HOJA; INCLUYE SET DE TIERRA CON PUNTO CENTRAL.	UND	1	\$	2,831.34	\$	2,831.34
25	ORDENADOR 2 UR	UND	2	\$	56.92	\$	113.84
26	SWITCH CORE	UND	2	\$	3,123.20	\$	6,246.41
27	CHASIS CONCENTRADOR ÓPTICO EPON FK-C32-RAC	UND	1	\$	3,502.88	\$	3,502.88
28	TARJETA DE INTERFACE PARA CHASIS CONCENTRADOR ÓPTICO EPON FK-C32-FK-OLT-20/2 CONCENTRADOR	UND	1	\$	2,382.45	\$	2,382.45
29	GABINETE DE PARED 6 UR ACERADO EN FRIO (6RU)	UND	34	\$	85.00	\$	2,890.00
30	BANDEJA DE EMPALME PARA CAJA TERMINAL	UND	2	\$	12.18	\$	24.36
31	UPS 1 KVA	UND	2	\$	426.57	\$	853.14
32	CONCENTRADOR ÓPTICO OLT EPON (STANDALONE) 1U FK-C2-RADC	UND	2	\$	3,952.88	\$	7,905.76
33	PATCH CORD U/UTP GIGALAN CAT.6 - CM - T568A - 2.5M - ROJO	UND	4	\$	8.36	\$	33.44
34	PATCH CORD MONOFIBRA SM SC-APC/SC-UPC 2.5M	UND	18	\$	10.20	\$	183.60
35	DIO BT48 48F SM SC-APC ABNT COMPLETO	UND	1	\$	942.59	\$	942.59
36	SPLITTER ÓPTICO MODULAR LGX 1X4 G.657A SC-APC/SC-APC	UND	9	\$	275.34	\$	2,478.06
37	GABINETE IP66	UND	22	\$	623.74	\$	13,722.28
38	UPS 800 VA	UND	33	\$	182.78	\$	6,031.74
39	CÁMARA DE RED PTZ AXIS Q6000-E MK II	UND	14	\$	1,775.54	\$	24,857.56
40	CÁMARA DOMO DE RED AXIS Q6052-E PTZ	UND	14	\$	2,869.90	\$	40,178.60
41	SOPORTE PARA POSTE AXIS T91A67	UND	14	\$	136.48	\$	1,910.72
42	CÁMARA DE RED AXIS Q1765-LE	UND	19	\$	1,856.25	\$	35,268.75
43	SOPORTES DE POSTE AXIS T91A47, 110-400 MM	UND	19	\$	99.00	\$	1,881.00
44	GRABADOR CAMERA STATION S1048 MKII	UND	2	\$	14,132.00	\$	28,264.00
45	PANEL DE CONTROL DE VIDEOVIGILANCIA AXIS T8310	UND	5	\$	666.67	\$	3,333.35
46	MONITOR INDUSTRIAL LED 55"	UND	2	\$	6,000.00	\$	12,000.00
47	EQUIPO SERVIDOR DE STREAMING PARA VIDEOCONFERENCIAS	UND	1	\$	12,000.00	\$	12,000.00
48	SISTEMA DE VIDEO CONFERENCIA, VIDEO CX5100	UND	1	\$	5,250.00	\$	5,250.00

49	COMPUTADORA HP 280 SLIM DESKTOP - I3H500M19 - CON PROCESADOR INTEL® CORE™ I3- 4170 CON GRÁFICOS INTEL HD 4400 (3,7 GHZ, 3 MB DE CACHÉ, 2 NÚCLEOS) + MONITOR HP V193 LED DE 18,5 PULGADAS (INCLUYE: TECLADO, MOUSE, PARLANTES, CAMARA WEB Y ESTABILIZADOR)	UND	12	\$	497.00	\$	5,964.00
50	PROYECTOR EPSON POWERLITE 400W - WXGA 1280 X 800 - 1800 LUMENES ANSI - CONTRASTE 500:1	UND	12	\$	217.39	\$	2,608.68
51	MANO DE OBRA DE INSTALACIÓN INCLUYE (FLETES, SEGUROS, ESTADÍAS, VIÁTICOS, OTROS)				\$ 170,800.01	\$	174,285.27
						<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 787,796.46</b>
						IGV	\$ 141,803.36
						<b>TOTAL</b>	<b>\$ 929,599.82</b>
						<b>TOTAL SOLES</b>	<b>S/2,993,311.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.9.3. Factibilidad Operacional

El diseño de la Red Metropolitana basado en tecnología GEPON, permite la conexión de las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre y todos los anexos, centros poblados, asentamiento humano e instituciones públicas de todo el distrito de Locumba.

Para la elaboración del diseño de Red Metropolitana se coordinó con funcionarios de la MPJB y con el jefe del Área de TIC para que nos brindaran su opinión acerca de la Red actual y los problemas que se presentan con la misma. Y se les hizo llegar la propuesta de una nueva Red, pero una Red MAN (Red de Área Metropolitana) basada en la tecnología GEPON. Documentos de coordinación (Ver Anexo 03).

Y aprovechar ya que ellos tienen doble rol pues son Funcionarios y usuarios.

El diseño de esta Red Metropolitana propuesta no contempla la modificación de la red interna actual de la MPJB, por tal razón no se presentarán problemas durante una futura implementación y funcionamiento sino todo lo contrario.

El diseño de Red Metropolitana propuesta en ningún aspecto incide de forma negativa sobre la MPJB y contempla resultados óptimos en

todas las áreas y sedes. Así mismo llevara los servicios tecnológicos a todo el distrito y que se detalló anteriormente en el presente trabajo de investigación.

Así mismo se incrementa la productividad de los usuarios de la MPJB y los beneficiarios directos, que son los pobladores del distrito, no se verán afectados en forma alguna por una futura implementación de la Red Metropolitana que llevará grandes beneficios al distrito de Locumba.

CABE RECALCAR QUE PARA LA PRESENTE TESIS NO SE UTILIZÓ LA HERRAMIENTA FINANCIERA VAN Y TIR, POR TRATARSE DE UN DISEÑO DE RED, SIN BENEFICIO ECONÓMICO SOLO BUSCANDO EL BENEFICIO SOCIAL (NO SE PUEDE CUANTIFICAR) Y SI A FUTURO SE LOGRA SU IMPLEMENTACIÓN, MEJORARÁ LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES Y SOBRETUDO DE LOS LUGARES ALEJADOS QUE NO DISPONEN DE NINGÚN TIPO DE TECNOLOGÍA Y POR LO TANTO SE ENCUENTRAN EN ESTADO DE COMPLETO ABANDONO TECNOLÓGICO Y SIN LA MENOR POSIBILIDAD DE AVANCE EN COMPARACIÓN CON OTROS LUGARES MÁS PRÓXIMOS.

## V. RESULTADOS

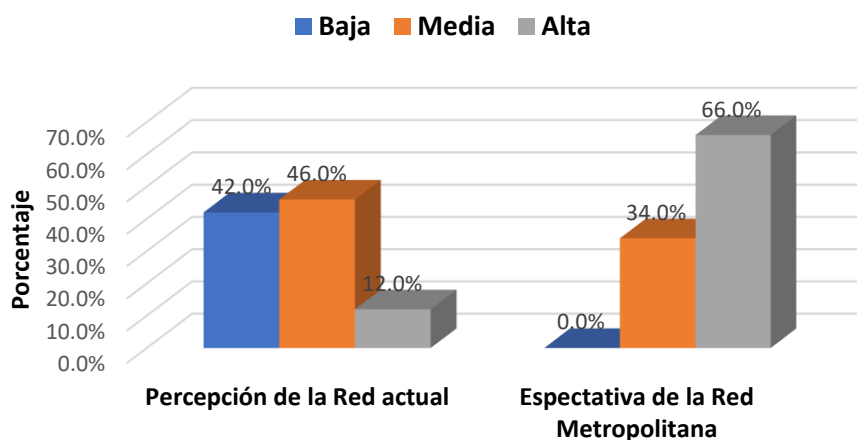
### 5.1. Resultados Estadística Descriptiva

#### 5.1.1. Factor: Fiabilidad

Es la probabilidad de que la red funcione adecuadamente y no exista la posibilidad de mal funcionamiento, por condiciones operativos específicos como incremento de usuarios, temperatura, fricciones, fracturas del cable de fibra, y otros.

**Tabla 19:** Estadísticas sobre el grado de Fiabilidad de la Red

Fiabilidad	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Percepción de la Red actual	21	42.0%	23	46.0%	6	12.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	0	0.0%	17	34.0%	33	66.0%	50	100.0%



**Figura 102** Estadísticas sobre el grado de Fiabilidad de la Red (%)

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** De los 50 encuestados, se observa que en la variable servicios tecnológicos, el primer factor es la fiabilidad, donde se puede destacar que la mayoría percibe con nivel medio (46%) a bajo (42%) agrupando estos al 88% del total y una minoría de 12% percibió una fiabilidad alta. Por el contrario, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, la mayor parte (66%) percibió un nivel de Fiabilidad Alta, mientras que poco más de un tercio (34%) percibió con nivel medio.

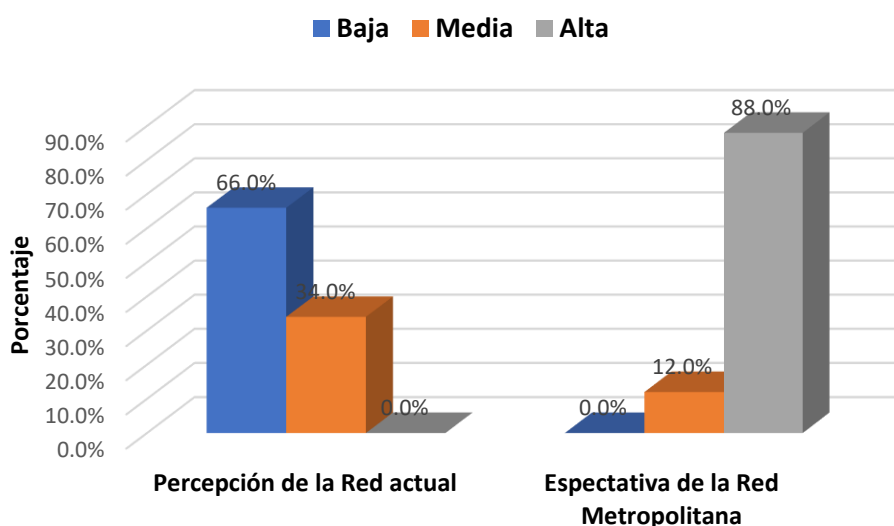
### 5.1.2. Factor: Ancho de Banda continuo

Es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado.

**Tabla 20: Estadísticas sobre el Ancho de Banda de la Red**

Fiabilidad	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	33	66.0%	17	34.0%	0	0.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	0	0.0%	6	12.0%	44	88.0%	50	100.0%

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 103: Estadísticas sobre el Ancho de Banda de la Red (%)**

Fuente: Elaboración Propia



**Interpretación:** De 50 encuestados, la gran mayoría percibe con nivel bajo el Ancho de Banda continuo en la Red actual (66%) y nivel medio con 34%. En contraste, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, más de las tres cuartas partes (88%) percibió un nivel alto de Ancho de Banda continuo y una minoría de 12% percibió con nivel medio. Se puede concluir que los Jefes de Oficinas de la MPJB, Jefes de Instituciones Públicas, Presidentes de Anexos y Centros Poblados del Distrito tienen baja aceptabilidad por la Red actual y una gran expectativa por el Ancho de Banda continuo de la Red Metropolitana propuesta.

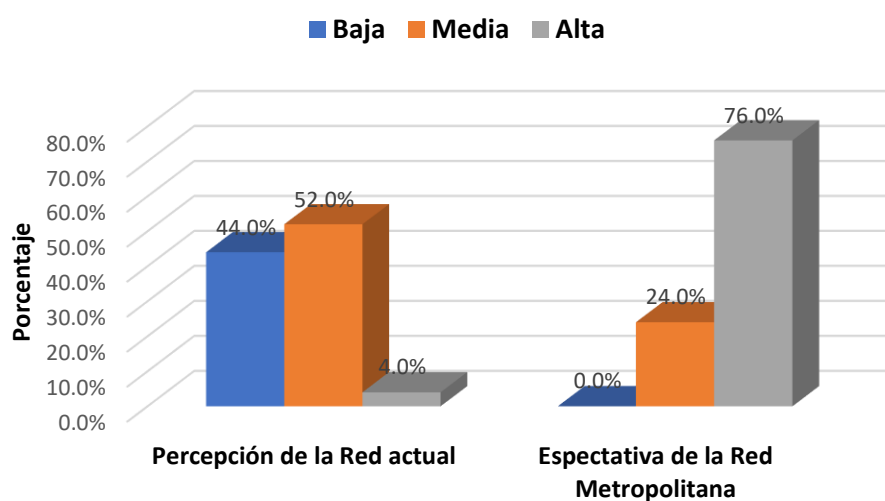
### 5.1.3. Factor: Disponibilidad del servicio

Es el acceso en cualquier momento y de forma ininterrumpida a los servicios tecnológicos que brinda la red.

**Tabla 21: Estadísticas sobre la Disponibilidad del Servicio**

Disponibilidad de servicio tecnológico	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	22	44.0%	26	52.0%	2	4.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	0	0.0%	12	24.0%	38	76.0%	50	100.0%

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 104: Estadísticas sobre la Disponibilidad del Servicio (%)**

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** De 50 encuestados, poco más de la mitad (52%) percibe con nivel bajo la disponibilidad del servicio tecnológico en la Red actual, el 44% percibe con nivel bajo y solo el 4% con nivel alto. En contraste, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, poco más de un tercio (76%) percibió un nivel alto de la disponibilidad de servicios tecnológicos y un 24% percibió con nivel medio.

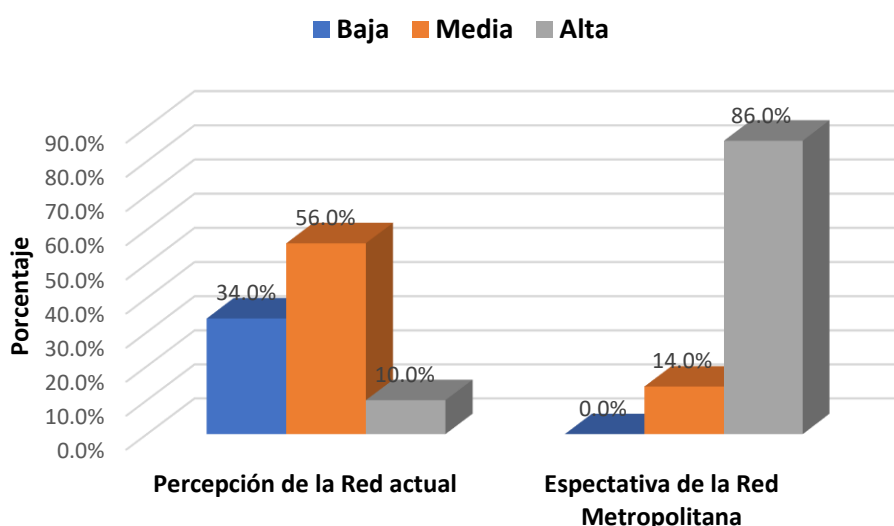
#### 5.1.4. Factor: Parámetros Tecnológicos

Son datos referidos a Tecnología que se consideran como imprescindibles y orientativos para lograr evaluar o valorar una determinada situación

**Tabla 22: Estadísticas sobre los Parámetros Tecnológicos**

Parámetros tecnológicos	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	17	34.0%	28	56.0%	5	10.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	0	0.0%	7	14.0%	43	86.0%	50	100.0%

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 105: Estadísticas sobre los Parámetros Tecnológicos (%)**

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** De 50 encuestados, poco más de la mitad (56%) percibe con nivel bajo los Parámetros tecnológicos en la Red actual, el 34% percibe con nivel bajo y un 10% con nivel alto. Por el contrario, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, la gran mayoría (86%) percibió un nivel alto en los parámetros tecnológicos y una minoría de 14% percibió con nivel medio.

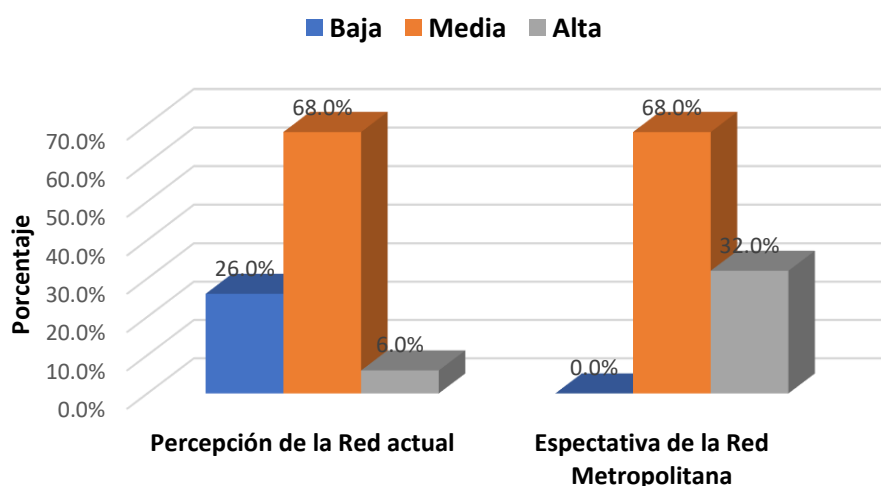
#### 5.1.5. Factor: Integridad

Es mantener y asegurar la exactitud y consistencia de los servicios de red como son voz, datos y telefonía en todo momento y con el transcurso de los años.

**Tabla 23: Estadísticas sobre la Integridad de la Red**

Integración	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	28	56.0%	19	38.0%	3	6.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	0	0.0%	7	14.0%	43	86.0%	50	100.0%

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 106: Estadísticas sobre la Integridad de la Red (%)**

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** Se observa que poco más de la mitad (56%) percibe con nivel bajo los aspectos de Integración en la Red actual, el 38% percibe con nivel bajo y sólo el 6% con nivel alto. Por el contrario, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, la gran mayoría (86%) percibió un nivel alto en los aspectos de Integración y una minoría de 14% percibió con nivel medio.

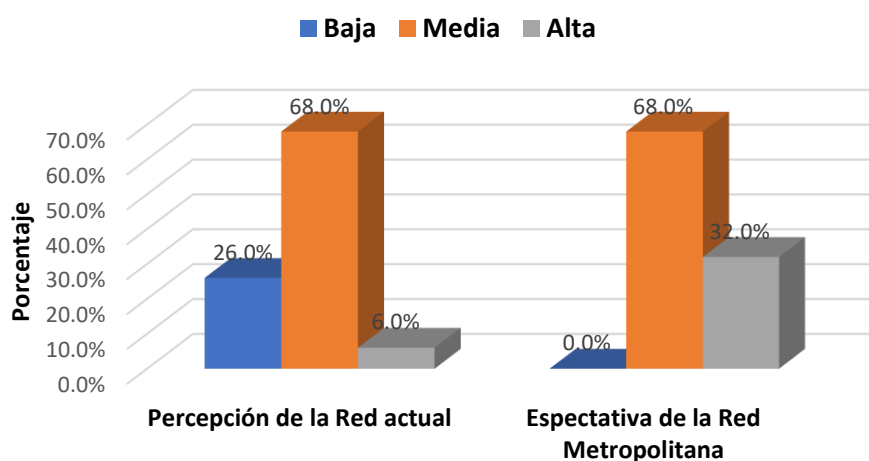
#### 5.1.6. Factor: Disponibilidad de la Red Metropolitana

Es el acceso a datos como a procesos en sí en cualquier momento de forma rápida y sencilla y solucionar posibles problemas cuando puedan surgir.

**Tabla 24: Estadísticas sobre la Disponibilidad de la Red**

Disponibilidad	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	13	26.0%	34	68.0%	3	6.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	0	0.0%	34	68.0%	16	32.0%	50	100.0%

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 107: Estadísticas sobre la Disponibilidad de la Red (%)**

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** Se observa que la mayoría de encuestados (68%) percibe con nivel medio la disponibilidad en la Red actual y 26% percibe con nivel bajo, agrupando estos al 94% del total. Por el contrario, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, un porcentaje similar de 28% percibió con nivel medio en el factor disponibilidad de la Red Metropolitana y un 32% percibió con nivel alto.

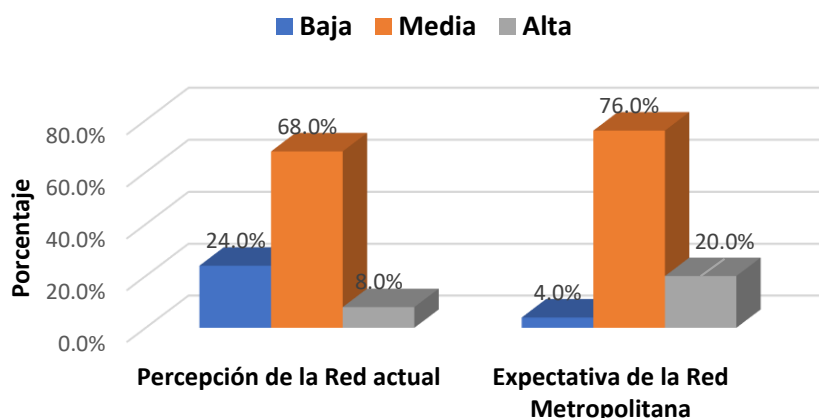
### 5.1.7. Factor: Seguridad

La seguridad es la disciplina que se ocupa de diseñar las normas, procedimientos, métodos y técnicas destinados a conseguir un sistema de información seguro y confiable. La seguridad en un ambiente de red es la habilidad de identificar y eliminar vulnerabilidades

**Tabla 25: Estadísticas sobre la Seguridad de la Red**

Seguridad	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	12	24.0%	34	68.0%	4	8.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	2	4.0%	38	76.0%	10	20.0%	50	100.0%

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 108: Estadísticas sobre la Seguridad de la Red (%)**

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** Se observa que la mayor parte de encuestados (68%) percibe con nivel medio el factor seguridad en la Red actual, 24% percibe con nivel bajo y el 8% con nivel alto. En contraste, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, un porcentaje mayor de 76% percibió con nivel medio en el factor disponibilidad de la Red Metropolitana, un 20% percibió con nivel alto y una minoría de 4% con nivel bajo.

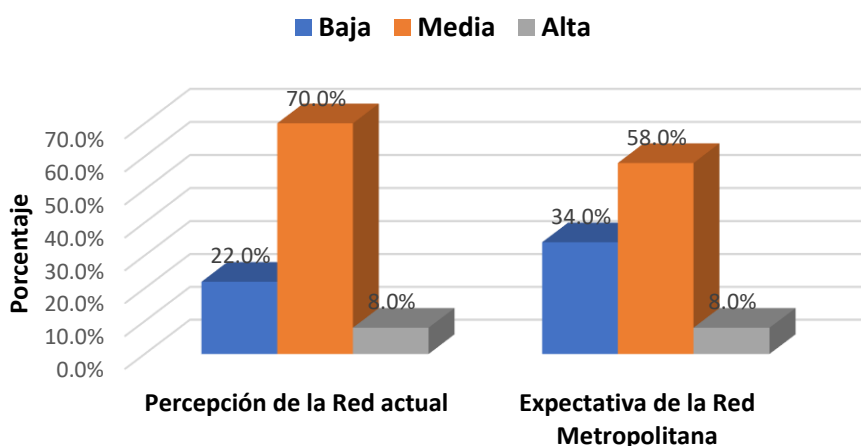
**5.1.8. Factor: Inmunidad**

La inmunidad es el estado de resistencia que tiene la red para evitar interferencias electromagnéticas en su señal lo que causaría problemas en navegación.

**Tabla 26:** Estadísticas sobre la Inmunidad de la Red

Inmunidad	Baja		Media		Alta		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	Alta	Nº	%
Percepción de la Red actual	11	22.0%	35	70.0%	4	8.0%	50	100.0%
Expectativa de la Red Metropolitana	17	34.0%	29	58.0%	4	8.0%	50	100.0%

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 109:** Gráfico Estadístico sobre la Inmunidad de la Red (%)

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación:** Se observa que cerca de un tercio de encuestados (70%) percibe con nivel medio el factor Inmunidad en la Red actual, 22% percibe con nivel bajo y el 8% con nivel alto. En contraste, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GPON*, el porcentaje fue menor para el nivel medio (58%) en el factor Inmunidad de la Red Metropolitana y mayor en el nivel bajo (34%) comparado a lo percibido de la Red actual.

## 5.2. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Se realizó el COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO, sobre la “Percepción de la Red actual y Expectativas del Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON, para optimizar los Servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre”, en beneficio de la población del Distrito de Locumba, para lo cual se utilizó la fórmula de alfa de Cronbach (Ver Anexo 08)

## 5.3. ESTADÍSTICAS POR VARIABLES

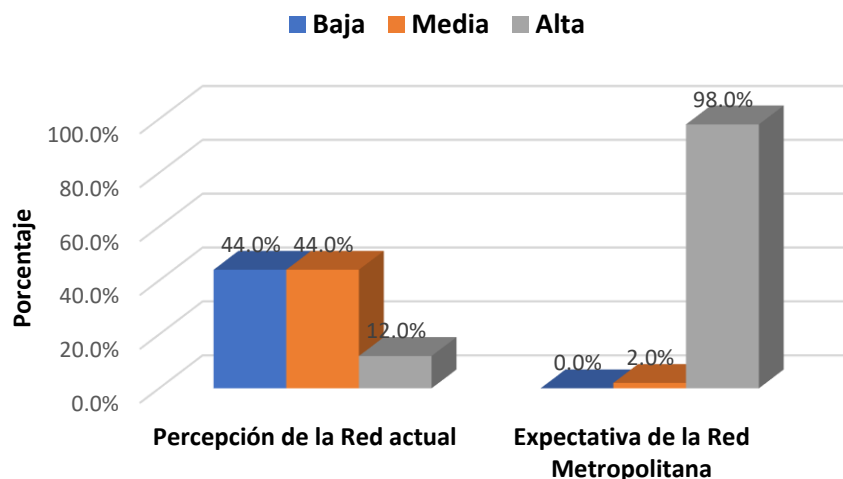
### 5.3.1. Variable 1: Servicios Tecnológicos.

Son los servicios profesionales diseñados para facilitar el uso de la tecnología por parte de las empresas a los usuarios finales. Los servicios tecnológicos ofrecen soluciones especializadas orientadas a la tecnología mediante la combinación de los procesos y funciones de software, hardware, redes, telecomunicaciones y electrónica. (Molina, Paredes, & Dosil, 2006)

**Tabla 27:** Estadísticas de la variable 1: Servicios Tecnológicos

Niveles de percepción	Percepción de la Red actual		Expectativa de la Red Metropolitana	
	Nº	%	Nº	%
Baja	22	44.0%	0	0.0%
Medio	22	44.0%	1	2.0%
Alta	6	6.0%	49	98.0%
Total	50	100.0%	50	100.0%

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 110: Estadísticas la variable 1: Servicios Tecnológicos (%)**

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** Se observa que cerca de la mitad de encuestados (44%) percibe con nivel medio la variable 1: Servicios Tecnológicos en la Red actual, 44% percibe con nivel bajo y el 12% con nivel alto. En contraste, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, el porcentaje fue menor para el nivel medio (2%) en la variable 1: Servicios Tecnológicos y mayor en el nivel alto (98%) comparado a lo percibido de la Red actual.

### 5.3.2. Variable 2: Diseño de una Red Metropolitana.

La red Metropolitana o Metropolitan Área Network (MAN), que también se conoce como red federalista, garantiza la comunicación a distancias extensas y a menudo interconecta varias redes LAN. Puede servir para interconectar, por una conexión pública o privada, diferentes departamentos, distantes algunas decenas de kilómetros. (Dordoigne, 2015)

Tabla 28: Estadísticas de la variable 2: Diseño de una Red Metropolitana

Niveles de percepción	Percepción de la Red actual		Expectativa de la Red Metropolitana	
	Nº	%	Nº	%
Baja	10	20.0%	0	0.0%
Medio	35	70.0%	27	54.0%
Alta	5	10.0%	23	46.0%
Total	50	100.0%	50	100.0%



Fuente: Elaboración Propia

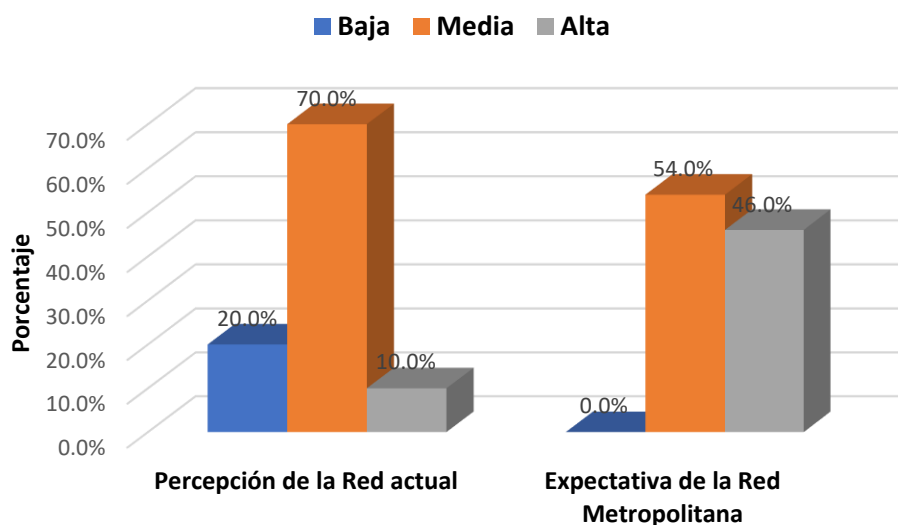


Figura 111: Estadísticas de la variable 2: Diseño de una Red Metropolitana (%)

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** Se observa que más del tercio de encuestados (70%) percibe con nivel medio la variable 2: Diseño de una Red Metropolitana en la Red actual, 20% percibe con nivel bajo y el 10% con nivel alto. En contraste, al someter el cuestionario de expectativas de la Red Metropolitana con *tecnología GEPON*, el porcentaje fue menor para el nivel medio (54%) en la variable 2: Diseño de una Red Metropolitana y (46%) en el nivel alto, comparado a lo percibido de la Red actual.

### 5.3.3. Estadística integral: Variable 1: Servicios Tecnológicos y Variable 2: Diseño de una Red Metropolitana.

Tabla 29: Comparación de proporciones entre la Red de Voz y Datos Actual y la Red Metropolitana propuesta con tecnología GEPON

Niveles de percepción	Percepción de la Red actual		Expectativa de la Red Metropolitana	
	Nº	%	Nº	%
Baja	13	26.0%	0	0.0%
Medio	31	62.0%	16	32.0%
<b>Alta</b>	<b>6</b>	<b>12.0%</b>	<b>34</b>	<b>68.0%</b>
Total	50	100.0%	50	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

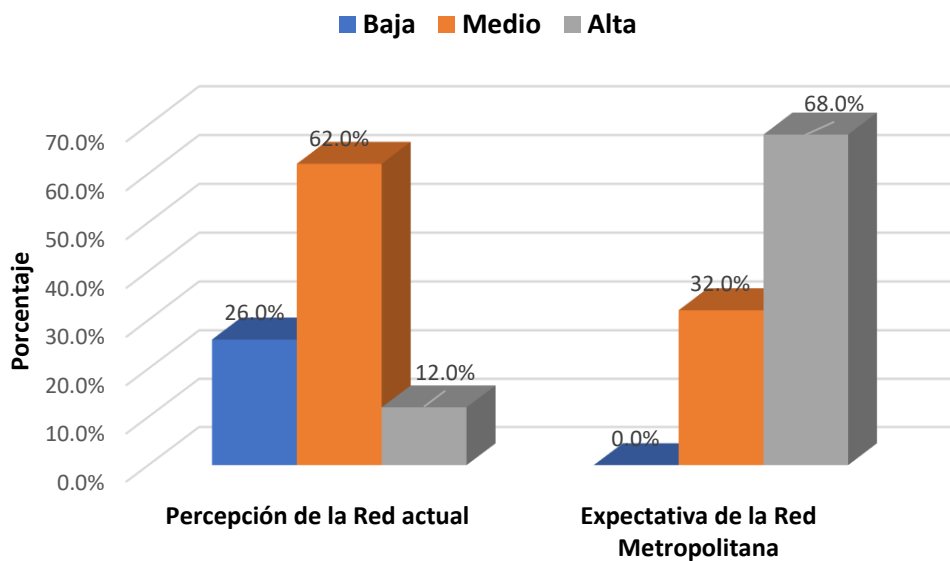


Figura 112: Comparación de proporciones entre la Red de Voz y Datos Actual y la Red Metropolitana propuesta con tecnología GEPON

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** Dada una población y una muestra de 50 personas, en la que se recogió en un solo instrumento el parecer de la red actual y la expectativa ante el diseño de la red metropolitana, los resultados obtenidos según la Tabla 29 y Figura 112 en un nivel **ALTO** de aceptación son que el 68 %, con lo cual se puede afirmar que los Jefes de las Oficinas de la MPJB, Jefes de Instituciones Públicas, Presidentes de Anexos y Centros Poblados del Distrito tienen baja aceptabilidad por la Red actual y una gran expectativa de conformidad por la Red Metropolitana propuesta con Tecnología GPON.

## VI. DISCUSION

En la presente tesis se diseñó una red basada en tecnología GPON que permita contar con una plataforma de conectividad para la convergencia de los servicios tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en Beneficio de la Población del Distrito de Locumba. Para la realización de la misma se tomó en cuenta la estructura actual tecnológica de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre y los problemas que tiene dicha entidad con la misma, problemas que generan malestar entre los empleados ya que les impide realizar su trabajo con normalidad debido a la lentitud de la red y a fallas en la misma y que dicha red hace imposible brindar todos los servicios tecnológicos que se necesitan a la comunidad, se investigó cual sería la mejor tecnología a utilizar tomando en cuenta los equipos ya existentes en dicha Municipalidad, para lo cual se eligió el estándar GEPON, perteneciente a la Tecnología GPON, que une las bondades de la tecnología GPON con las características que presenta la tecnología ETHERNET, lo que hace posible la reutilización de los equipos activos en la primera milla.

Para la presente tesis se realizaron encuestas y entrevistas en las cuales se observó el problema existente en la red actual con la que cuenta la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, y el descontento de sus trabajadores lo cual se vio reflejado en las mismas, por no tener una adecuada red en sus sedes, por el tipo de conexión que existen en otras, y la inexistencia en las demás sedes que se encuentran distantes del Palacio Municipal, lo que les dificulta su labor diaria. Además, se observó el nivel de expectativa existente a la red metropolitana propuesta.

Asimismo, se encuestó a los principales representantes de la población y jefes de instituciones públicas, en los cuales se observó su descontento con la falta de servicios prestados a la población del distrito debido a la lejanía de los mismos y la falta de algún medio de conexión que les permita utilizar las

nuevas herramientas tecnológicas que les facilite la educación de sus hijos y su labor diaria. Así también demostraron su aceptación ante la expectativa de una red metropolitana de última generación que interconecte los pueblos alejados geográficamente.

Se validó el diseño de la red metropolitana propuesta, con la revisión de la misma por tres expertos en Redes con conocimientos en tecnología GPON, los cuales dieron su conformidad. (Ver Anexo 10).

Se realizó una comparación de los resultados de la tesis con los antecedentes expuestos, los cuales se describen a continuación:

**Antecedente 01:**

**Autor:** Luis Alfonso Gaona Román; Lorena Paola Santillán Sarmiento.

**Título:** Análisis de Factibilidad del Área Técnica y Diseño de una Red FTTH GPON en el Sector de Cumbayá, Año 2013

Según resultados del antecedente 01 nos indica que, de acuerdo a encuestas realizadas, se determinó el porcentaje de aceptación del paquete de servicios, obteniendo los siguientes resultados: Para el segmento residencial se tiene un porcentaje de aceptación de 88%, para el sector comercial un 52% y para el sector educativo la aceptación es del 62%. Los resultados obtenidos son similares a los que nosotros obtuvimos luego de realizar la encuesta; dando un 95% de aceptación a nuestra propuesta.

**Antecedente 02:**

**Autor:** Arturo Osvaldo Ojeda Sotomayor

**Título:** Estudio y Diseño de una Red FTTH en un Campus Universitario y una vivienda residencial., Año: 2009

Según resultados de antecedente 02 nos indica que, de acuerdo a las encuestas realizadas, se obtuvo que del total de personas encuestadas un 76% de ellas estén de acuerdo con la adquisición del servicio de Triple Play. Los resultados obtenidos son similares a los que nosotros obtuvimos luego de realizar la encuesta; dando un 95% de aceptación a nuestra propuesta.

**Antecedente 03:****Autor:** Joseph William Arias de la Cruz**Título:** Diseño de una Red FTTH utilizando el estándar GPON en el distrito de Magdalena del Mar, Año: 2015

En este antecedente no se encontró la elaboración de la parte estadísticas y empleo de encuestas, por tal razón no se puede comparar los resultados obtenidos.

**VII. Antecedente 04:****Autor:** Edwin Gabriel Gutiérrez Villagómez**Título:** Estudio de Factibilidad para la implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua, Año: 2014

En este antecedente no se encontró la elaboración de la parte estadísticas y empleo de encuestas, por tal razón no se puede comparar los resultados obtenidos.

**Antecedente 05:****Autor:** Alexander Frank Pasquel Cajas.**Título:** Diseño de una Red de Banda Ancha para la región de Huánuco, Año: 2014

En este antecedente no se encontró la elaboración de la parte estadísticas y empleo de encuestas, por tal razón no se puede comparar los resultados obtenidos.

**Debido a que no se ha encontrado un trabajo de investigación que utilice la misma metodología y tecnología aplicada, no se puede realizar una Discusión en donde se exponga el 100% de todas las funcionalidades de ambos trabajos.**

## CONCLUSIONES

1. El objetivo de la presente tesis, fue diseñar una red con tecnología GEPON, que permita contar con una plataforma de conectividad para la convergencia de los servicios Tecnológicos que la Municipalidad Provincial Jorge Basadre tiene y puede ofrecer para beneficio de toda la población del distrito de Locumba. Dicho diseño cumple con todas las expectativas propuestas ya que la red diseñada no solo es una red que interconecta todos las sedes de la Municipalidad, Centros Poblados y Anexos del distrito de Locumba, sino que gracias a la tecnología empleada la ubica como una red moderna acorde a los cambios tecnológicos actuales, y futuros pudiendo asimismo enlazarse si así es requerido con equipos de estándar ethernet que son los más usados en estos momentos, lo que también la hace más económica respecto a otro tipo de tecnología.
2. El contar con una red de última tecnología permitirá el acceso a los Servicios Tecnológicos con fiabilidad, permitiendo acceder a los sistemas internos de la Municipalidad, páginas web externas, y otros con rapidez y precisión desde la primera vez de uso de estos.
3. Una red con la tecnología GEPON que alcanza altas velocidades de subida y bajada simétrica, nos asegura tener siempre un ancho de banda continuo mientras se hace uso los Servicios Tecnológicos, permitiendo el acceso a varios usuarios en simultaneo que puedan realizar transferencias y descargas de información de la red, sin afectar el trabajo de los demás usuarios.
4. Asimismo, la red permitirá que los Servicios Tecnológicos estén disponibles en todo momento y circunstancias debido al diseño de la Red Metropolitana que brinda redundancia en todo su recorrido, evitando de esta manera fallos por cortes imprevistos de la fibra óptica.
5. Con el presente diseño no solo se quiere interconectar toda la provincia con una red de tecnología de última generación, sino que se aprovechara la misma utilizando parámetros tecnológicos en el diseño de la red metropolitana, para brindar servicios de acceso a Internet a las instituciones educativas existentes, los establecimientos de Salud y locales comunales, con la finalidad de llegar a la población y esta se beneficie con todo lo que ofrece el estar conectado a internet.

6. El diseño de la red está basado en la utilización de la tecnología GEPON, la cual asegura una red suficientemente robusta para soportar la principal necesidad planteada que es la interconexión e integración de todas las sedes de la MPJB para así poder tener una mayor velocidad de transmisión lo que se reflejara en mejorar el desempeño de los trabajadores. Indirectamente se beneficiará la población con atención rápida y oportuna de sus necesidades.
7. Asimismo, se consideró brindar mediante la Red Metropolitana Diseñada la instalación de cámaras de video vigilancia a lo largo de todo el distrito desde el anexo más alejado hasta puntos críticos en las carreteras, así como en las I.E. y zonas más concurridas, que nos permita la disponibilidad de la Red Metropolitana, en todo momento para el mejor desempeño de la Seguridad Ciudadana con las herramientas que proporcionen información precisa y al momento de los hechos con cámaras de última generación con capacidad de analizar las tomas, realizar acercamientos y mandar alertas a la base de operaciones, lo que facilita su monitoreo. Este tipo de servicio ya da frutos en otros sitios donde ya se realizó la instalación de red de cámaras del mismo tipo.
8. Se contempló brindar el servicio de Teleeducación a las I.E. para que los niños, adolescentes y docentes puedan tener acceso a videos, clases virtuales en vivo o grabadas, todo esto mediante la Red Metropolitana la cual cuenta con seguridad en el envío de información.
9. Además, se podrá ofrecer el servicio de teleeducación y de videoconferencia para que los pobladores puedan capacitarse en las zonas que residen sin tener que desplazarse hasta la capital de distrito, mediante la inmunidad del despliegue de la Red Metropolitana.

## RECOMENDACIONES

1. Debido al tipo de tecnología y forma de diseño de la red se recomienda en un futuro la interconexión con los otros distritos pertenecientes a la Provincia Jorge Basadre.
2. Si bien es cierto el distrito de Locumba no fue incluido dentro del Proyecto de FITEL, existe un Nodo de Distribución en el Distrito, por lo cual se recomendaría la conectividad al mismo en un futuro para que la red del Distrito de Locumba pueda tener conexión con la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO).
3. El tipo de Red diseñado permite que se pueda proporcionar otros servicios a futuro (telemedicina, televisión por cable y otros), asimismo la posibilidad de que alguna empresa de Telecomunicaciones pueda emplear la misma para prestar sus servicios a precios accesibles a la comunidad ya que la plataforma de conectividad ya existe y ellos no tendrían que invertir en la instalación de la misma.
4. El servicio de video-vigilancia será un punto fuerte en el mes de setiembre en donde la capital del Distrito tanto el pueblo como sus carreteras de ingreso, se ven aglomerada por peregrinos del Señor de Locumba que vienen de varios puntos del país e incluso de los vecinos países de Chile y Bolivia, las cámaras ayudarán al reconocimiento de placas, conteo de vehículos, poder precisar la cantidad vehículos para estadísticas y la comunicación al instante de accidentes y posibles robos.
5. La red metropolitana propuesta permite la implementación de un Sistema de Alerta Temprana para huaycos, mediante la instalación de caudalímetros en las zonas de riesgo de los ríos Cinto y Locumba, lo que evitaría pérdidas irremediables debido a la falta de un aviso de alerta temprana, durante los fenómenos naturales que se vienen presentando año a año en las riberas de los ríos, en los meses de lluvias torrenciales que se presentan en las alturas de la Provincia Jorge Basadre.
6. Se debería desarrollar el siguiente nivel de investigación Aplicativo, que es el nivel máximo, debido a la alta expectativa que tiene la propuesta en la población del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre de la Región de Tacna.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

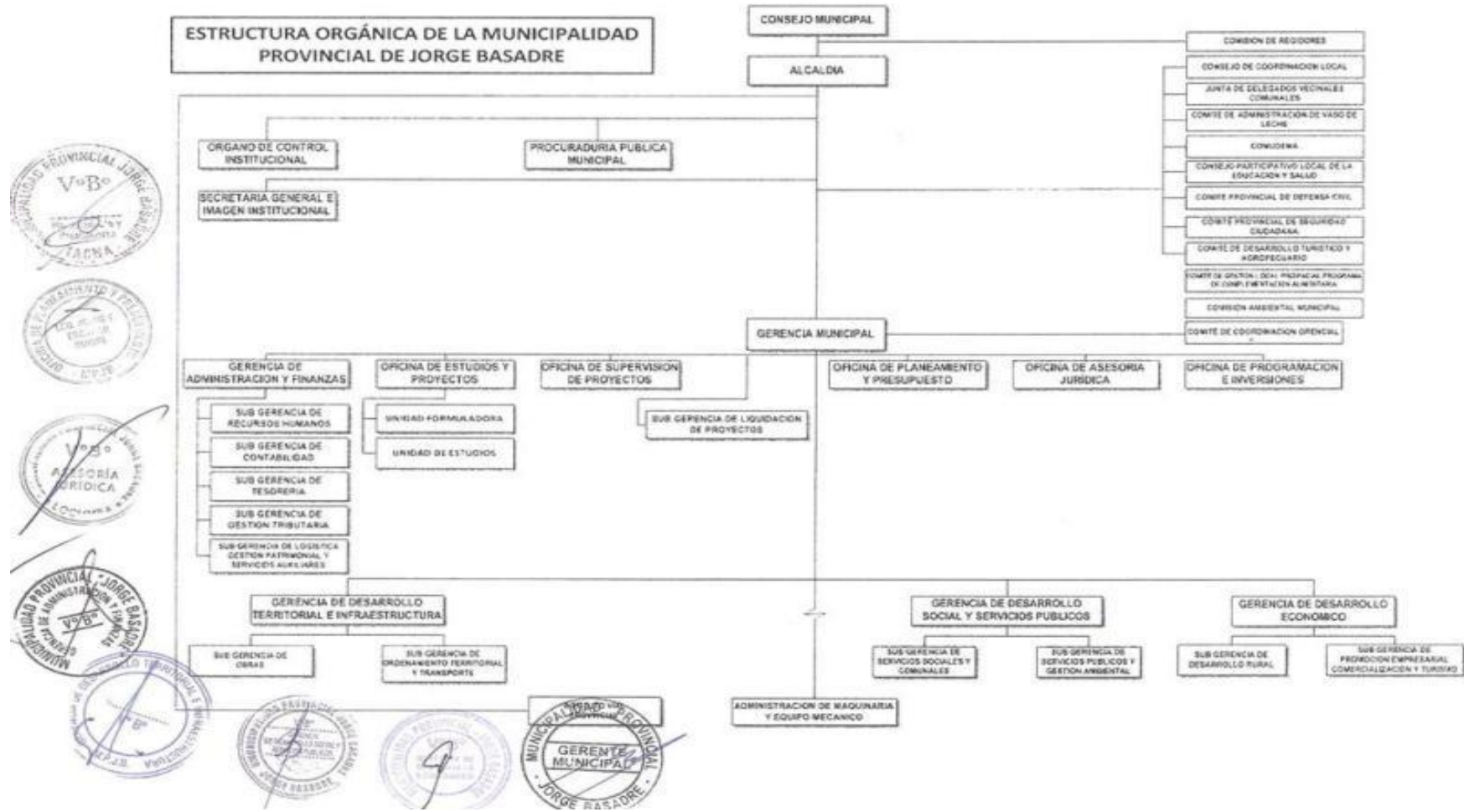
- Abadal F, E. (2001). *Sistemas y servicios de información digital*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Andréu, J. (2011). *Redes Locales de Datos*. Madrid: Editex S.A.
- Arias, J. (2015). *Diseño de una red FTTH utilizando el estándar GPON en el Distrito de Magdalena del Mar*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- Brossard Leiva, F. (2016). Hacia un modelo de Inclusión Digital Rural. *Nueva Sociedad*.
- CCM. (2017). TCP/IP. *CCM*.
- Chomycz, B. (2000). *Instalaciones de fibra óptica: fundamentos, técnicas y aplicaciones*. New York: McGraw-Hill.
- DATOS, A. E. (2014). *GUÍA DE VIDEOVIGILANCIA*. España: NILO Industria Gráfica, S.A.
- Dordoigne, J. (2015). *Redes informáticas - Nociones fundamentales* (Quinta ed.). Barcelona, España: Editions ENI.
- Educantel. (2016). *Capacitación a distancia: Otra opción para tu desarrollo personal*. Montevideo.
- España, M. (2003). *Servicios Avanzados de Telecomunicación*. España: Diaz de Santos.
- España, M. C. (2005). *Comunicaciones Ópticas*. Madrid: Días de Santos S.A.
- Espinoza, J., Lopez, O., & Garcia, S. (2002). *Técnico en Telecomunicaciones* (Vol. 1). España: Cultural S.A.
- Figueiras, A. (2002). *Una Panorámica de las telecomunicaciones*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Figueroa, A., Aldave, R., & Alvarez, Y. (2015). *Instalación de Banda ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Region Tacna*. Lima: FONDO DE INVERSION EN TELECOMUNICACIONES - FITEL.
- Forouzan B. (2002). *Redes de computadoras y transmisión de datos* (2da. Edición ed.). España: Mc. Graw Hill.
- Forouzan, B. A. (2007). *Redes de computadoras y transmisión de datos* (4ta. Edición ed.). España: Mc. Graw Hill.

- Gaona, L., & Santillán, L. (2013). *Análisis de Factibilidad del Área Técnica y Diseño de una Red FTTH GPON en el Sector de Cumbayá*. Universidad Politecnica Salesiana, Quito, Perú.
- García, L., & Guadarrama, L. (2012). *Diseño y construcción de una red corporativa de voz y datos*. Mexico. Recuperado el 14 de Enero de 2017
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la Investigación* (Primera Edición ed.). Mexico, Mexico: Red Tercer Milenio.
- Gutiérrez, E. (2014). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Herrera, E. (2010). *Tecnologías y redes de transmisión de datos*. Mexico: Limusa S.A.
- Huidobro M, J. (2006). *Redes y Servicios de Telecomunicaciones*. España: Paraninfo.
- Huidobro M, J., Blanco, A., & Jordan, J. (2006). *Redes de Area Local* (2da ed.). España: S.A. Ediciones Paraninfo.
- ITU. (2014). *Telecomunicaciones/TIC para zonas rurales y distantes*. Argentina.
- Kramer, G. (2005). *Ethernet Passive Optical Networks*. (M. H. Professional, Ed.) EE.UU.
- López, E. (2016). *Diseño de una Red de Fibra ÓPTICA para la Implementación en el Servicio de Banda Ancha en Coishco (Ancash)*. Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima.
- Martinez, H. (2012). *Metodología de la Investigación con enfoque en competencias*. Mexico, Mexico: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- MIDIS. (2017). *Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social*. Recuperado el 01 de 04 de 2017, de <http://www.midis.gob.pe/index.php/es/nuestra-institucion/sobre-midis/porque-existimos-2>
- Miguel, S. (2011). *Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en los Servicios de Salud*. Servicios de Salud.
- Millán Tejedor, R. J. (2008). GPON (Gigabit Passive Optical Network). *BIT n°166*, 63-67.
- Mohan, S. A. (2014). *Fiber Optics and Optoelectronic Devices*. India: MPJ Publishers.
- Molina, C. (2012). *Topologías Conmutadas Telefónica*. Riobamba.
- Molina, M. E., Paredes, L. A., & Dosil, C. J. (Diciembre de 2006). Gestión de los servicios tecnológicos del laboratorio clínico de la Escuela de Bioanálisis de la Universidad del Zulia. *Opción*, XXII(51).

- Montañana, R. (2012). *Redes frame Relay y ATM*. Valencia.
- MTC. (2017). *Ministerio de Transporte y Comunicaciones*. Recuperado el 20 de 03 de 2017, de [http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/proyectos/red\\_dorsal.html](http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/proyectos/red_dorsal.html)
- Ojeda, A. (2009). *Estudio y diseño de una red FTTH en un campus universitario y una vivienda residencial*. PUCP, Lima.
- Pasquel, A. (2014). *Diseño de una Red de Banda Ancha para la Región de Huánuco*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Pereda, M. (2005). *Sistemas y redes ópticas de Comunicaciones*. Madrid: Prentice Hall.
- Pesavento, G. (2001). *Ethernet PON (EPON) and the part + 5 criteria*. IEEE 802.3 EFM Study Group.
- Qureshi, R. (7 de Junio de 2016). Ericsson Mobility Report 2016. (P. Cerwall, S. Carson, & A. Lundvall, Edits.) *Ericsson AB*.
- Rabago, F. (2001). *Introducción a las Redes Locales*. España: Anaya Multimedia.
- Romero, M., Barbancho, J., & Benjumea, J. (2014). *Sistemas Microinformáticos y Redes*. España: Paraninfo.
- Salinas, P. J. (2012). *Metodología de la Investigación Científica*. Universidad de los Andes, Mérida. Recuperado el 19 de 06 de 2017, de [https://botica.com.ve/PDF/metodologia\\_investigacion.pdf](https://botica.com.ve/PDF/metodologia_investigacion.pdf)
- Starllings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadores*. Prentice Hall.
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica* (Cuarta ed.). Mexico: Limusa Noriega Editores.
- Tanenbaum. (2003). *Redes de Computadoras* (4ta ed.). Mexico: Pearson.
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas* (Cuarta Edición ed.). México: Prentice Hall.
- Trost, J. (2008). An Overview of GPON in the An Overview Access Network. *Ericsson AB*, 17-18.
- Valdivia, C. (2015). *Redes Telemáticas* (Primera Edición ed.). España: Paraninfo.
- Valero, C. (8 de Febrero de 2016). *ADSLZONE S.L CIF B86586393*. Recuperado el 12 de Enero de 2017, de [adslzone.net: https://www.adslzone.net/2016/02/08/cuales-son-los-paises-con-mas-velocidad-de-internet-y-lo-mas-lentos/](https://www.adslzone.net/2016/02/08/cuales-son-los-paises-con-mas-velocidad-de-internet-y-lo-mas-lentos/)
- Vázquez, P. (13 de Enero de 2016). *Culturacolectiva.com*. Recuperado el 12 de Enero de 2017, de Tecnología: <http://culturacolectiva.com/tecnologias-que-cambiaran-el-mundo-este-2016/>

### ANEXOS

ANEXO 01: Organigrama MPJB



Fuente: MPJB

## ANEXO 02: Matriz de Consistencia

### TITULO: DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	FACTORES	INDICADORES	
<b>Problema General</b> ¿Se puede optimizar los servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de Locumba mediante el Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON?	<b>Objetivo General</b> Diseñar una red con tecnología GPON, que permita contar con una plataforma de conectividad para la convergencia de los servicios Tecnológicos que la Municipalidad Provincial Jorge Basadre tiene y puede ofrecer para beneficio de toda la población del distrito de Locumba.		<b>Primera Variable</b>	Fiabilidad	-Precisión -Gestión de Problemas -Respuesta desde la Primera Vez.	
				Ancho de Banda Continuo	-Acceso en simultaneo. -Transferencia de Datos.	
			Servicios Tecnológicos	Disponibilidad - ST	-Acceso en todo momento. -Operatividad.	
		<b>Hipótesis General</b> Si se diseña una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON entonces se optimizará los servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de Locumba.				
<b>Problema Específicos</b> a) ¿Cómo afecta la falta de la Fiabilidad de los Servicios Tecnológicos cuando los usuarios quieren respuesta desde la primera vez del uso de estos? b) ¿Cómo afecta la falta del Ancho de Banda Continuo en los Servicios Tecnológicos cuando los usuarios accedan en simultaneo a estos? c) ¿Cómo afecta la falta de Disponibilidad de los Servicios tecnológicos en los usuarios? d) ¿Cómo afecta la falta de uso de los Parámetros Tecnológicos en el Diseño de una Red Metropolitana para brindar acceso a Internet a las seis instituciones educativas, los dos establecimientos de salud, las dos comisarías y los doce locales comunales o locales multiusos del distrito? e) ¿Cómo afecta la falta de conectividad e integración de las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre con el diseño de la red Metropolitana basada en tecnología GPON? f) ¿Cómo son las condiciones en que opera el servicio de seguridad ciudadana bajo la Disponibilidad de la Red Metropolitana en el distrito con el apoyo de las cámaras de video vigilancia? g) ¿Cómo afecta la falta del servicio de Tele-Educación en las I.E. del distrito con la alta seguridad de la Red Metropolitana? h) ¿Se puede diseñar el servicio de Tele-Educación para los Locales Comunales del Distrito mediante la inmunidad del despliegue de la Red Metropolitana?	<b>Objetivos Específicos</b> a) Brindar la Fiabilidad de los Servicios Tecnológicos para que los usuarios obtengan respuesta desde la primera vez de uso de estos. b) Brindar el Ancho de Banda Continuo en los Servicios Tecnológicos para que los usuarios accedan en simultaneo a estos. c) Asegurar la Disponibilidad de los Servicios Tecnológicos, para que los usuarios tengan acceso en todo momento a estos. d) Brindar acceso a Internet a las seis instituciones educativas, los dos establecimientos de salud, las dos comisarías y los doce locales comunales o locales multiusos del distrito con el uso de los Parámetros Tecnológicos para Diseñar una Red Metropolitana. e) Diseñar la conexión e integración de las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre con el diseño de la red Metropolitana basada en tecnología GPON. f) Diseñar una alternativa de uso de cámaras de video vigilancia en el servicio de seguridad ciudadana en el distrito bajo la Disponibilidad de la Red Metropolitana. g) Diseñar el servicio de Tele-Educación para las Instituciones Educativas del distrito con la alta seguridad de la Red Metropolitana. h) Diseñar el servicio de Tele-Educación para los Locales Comunales del distrito mediante la inmunidad del despliegue de la Red Metropolitana.		<b>Segunda Variable</b>	Parámetros Tecnológicos	-Tecnologías -Nodos de Red -Extensión de Red	
				Diseño de Red Metropolitana	Integración	-Voz, datos y video -Conexión de Sedes y Pueblos
					Disponibilidad - RM	-Operaciones continuas -Administración accesible.
					Seguridad	-Transferencia de Información -Despliegue Redundante.
					Inmunidad	-Libre de ruido -Aislado a Altas temperaturas.

MÉTODO Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Tipo de investigación:</p> <p>APLICADA</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>DESCRIPTIVO</p> <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>DESCRIPTIVO PROSPECTIVO</p>	<p>POBLACIÓN:</p> <p>Los Jefes de las 30 Oficinas de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, los Jefes o Directores de las 11 Instituciones Públicas, el Alcalde de 01 Centro Poblado y los Presidentes de 01 Asentamiento Humano y 07 Anexos del distrito de Locumba, que hacen una totalidad de 50 personas.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Para el presente proyecto se tomó en cuenta a la totalidad de la población (50 personas) mencionada los cuales son los representantes de la población y son las personas más idóneas para transmitir las necesidades de la población a la que pertenecen</p>	<p>Método:</p> <p>DESCRIPTIVO Y CIENTÍFICO.</p> <p>Técnica:</p> <p>Entrevista, Encuesta.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Guía de entrevista, Cuestionario de Encuestas.</p> <p>Tratamiento estadístico:</p> <p>-Gráficos y tabulaciones: Microsoft Excel.</p> <p>-Procesamiento de Información: SPSS</p>

FUENTE: Elaboración Propia

## ANEXO 03: Documentos de Coordinación

**CARGO**

“Año del buen servicio al ciudadano”

**Solicito: Se me brinde datos verídicos para  
realización de proyecto de Tesis.**

**Sr.: MANUEL OVIEDO PALACIOS**

**Alcalde de la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre.-**

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL "JORGE BASADRE"  
TRAMITE DOCUMENTARIO

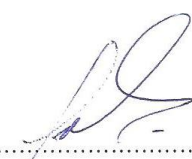
10 ENE 2017 HORA: 13.10 pm

REGISTRO:..... FIRMA: 

Yo, Jolidey Mario Callomamani Quispe, identificado con DNI N° 43812131, domiciliada en Calle Leoncio Prado s/n, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre, Departamento de Tacna, me presento y digo:

Que, habiendo obtenido el grado de Bachiller en Ingeniería de Sistemas en la Universidad Privada de Tacna y teniendo la necesidad de obtener el título profesional, es que solicito se me pueda brindar datos verídicos de esta Municipalidad; específicamente de la Oficina de TIC para la elaboración del proyecto de tesis titulado **“DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRÉ, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA”**. Es por tal motivo recorro a su despacho para poder alcanzar mi realización profesional y a la vez elaborar un proyecto de investigación que pueda ayudar en el desarrollo de nuestro distrito.

Villa Locumba, 10 de Enero del 2017

  
.....  
Jolidey Mario Callomamani Quispe  
DNI N° 43812131

**CARGO**

“Año del buen servicio al ciudadano”

Solicito: Evaluación de Tesis.



**Sr.: REYNALDO GÓMEZ CORNEJO PALZA**


**Jefe de Oficina de TIC de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre.-**

Yo, Jolidey Mario Callomamani Quispe, identificado con DNI N° 43812131, domiciliada en Calle Leoncio Prado s/n, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre, Departamento de Tacna, y mi compañera de tesis la Sra. Celeste Ericka Almanza Cornejo, identificada con DNI N° 40513531 nos presentamos y decimos:

Que, teniendo como referencia carta presentada en mesa de partes de la Institución y recepcionada con fecha 10 de Enero del presente año, y habiendo realizado las reuniones de coordinación con Usted como jefe de la Oficina de TIC para el levantamiento de información de la institución para la elaboración de la tesis titulada **“DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA”**; la cual se trataron los días: 25 de Enero, 16 de Febrero y el 14 de marzo del presente año.

Es que ahora le hago llegar una copia de la tesis desarrollada para su evaluación ya que con la aprobación de la misma podremos seguir adelante con el proceso correspondiente para la presentación y sustentación de nuestra tesis. De presentarse alguna observación se le pide encarecidamente hacérselo llegar lo más pronto posible para la subsanación correspondiente.

Villa Locumba, 24 de Abril del 2017

  
.....  
Jolidey Mario Callomamani Quispe  
DNI N° 43812131

Adj. CD con copia de tesis.





GERENCIA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS  
Tecnologías de Información y Comunicaciones



### ACTA REUNIONES DE COORDINACION

En la Villa de Locumba, se deja constancia de que se tuvo reuniones de coordinación referente al proyecto de tesis titulada **"DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA** los días 25 de enero, 16 de febrero y 14 de marzo del presente año.

En dichas reuniones se dieron recomendaciones y pautas referentes al desarrollo de Tecnologías de la Información de la Provincia Jorge Basadre las cuales fueron tomadas en cuenta para el proyecto de la tesis antes mencionada.

En conformidad de los temas tratados y con la presencia de los involucrados se procede a la firma de la presente acta.

Villa Locumba, 19 de Mayo del 2017

Celeste Almanza Cornejo  
Dni: 40513531

Jolidey Callomamani Quispe  
Dni: 43812131



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE  
  
 REYNALDO GÓMEZ CORNEJO PALZA  
 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES,  
 GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

## **ANEXO 04: Guía de Entrevista**

### **IMPACTO SOCIAL**

01. ¿Considera que los Servicios tecnológicos podrían mejorar las condiciones de vida de los pobladores de Locumba?
02. ¿La MPJB brinda servicios tecnológicos a la comunidad en la actualidad?
03. ¿Cuál considera Ud. que es el rol de TIC para fortalecer la presencia de la municipalidad en el Distrito?
04. ¿La MPJB está preparada para transportar nuevos servicios Tecnológicos como video vigilancia a nivel de todo el distrito, teleeducación en todas las Instituciones Educativas, Telemedicina en los centros de Salud, otros?

### **AMBIENTE TIC EN LA EDUCACIÓN**

05. ¿Han considerado la interconexión de las redes educativas del distrito con las redes educativas de la Provincia y del Perú para mejorar las condiciones educativas existentes?
06. ¿Considera Ud. que los constantes cambios tecnológicos que se dan día a día en el mundo, pueden fortalecer los aspectos educativos dentro del distrito?

### **CAPACITACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL DE LOS DOCENTES.**

07. ¿Considera usted que las redes de voz y datos pueden fortalecer temas de e-learning?
08. ¿Han considerado implantar intranets educativas en las aulas interactivas en el Distrito?

### **ACTITUDES DE LOS DOCENTES HACIA LAS TICS.**

09. ¿Han evaluado el grado de aceptación de los docentes al uso de herramientas TICs en la educación?

### **VÍNCULO DE LOS ALUMNOS CON EL USO DE TIC EN EL ÁMBITO ESCOLAR.**

10. ¿Se ha considerado el poder mejorar las capacidades lingüísticas de los alumnos a través del internet?
11. ¿Ha considerado la implementación de algún proyecto que disminuya la brecha generacional entre padres y estudiantes respecto a las Tics?

### **MADUREZ INSTITUCIONAL DE LAS TICS**

12. ¿La MPJB está Preparada para transportar nuevos servicios tecnológicos (video vigilancia, teleeducación, telemedicina, e-learning, gobierno electrónico, transparencia, datos abiertos del estado, otros) con la red actual?

13. ¿Qué Problemas presenta la Red Actual?
14. ¿Con cuántos equipos conectados a la red cuenta la MPJB (Pcs, Laptop, Impresoras, otros)?
15. ¿La Red Actual Cumple con las normas de cableado estructurado, de calidad de servicio, certificación por puntos de red y otros estándares tecnológicos de Red?
16. ¿Las Instituciones Públicas existentes en los anexos y Centros Poblados cuentan con acceso a internet?
17. ¿La MPJB ha previsto la modernización de la Red actual?
18. Si la pregunta anterior fue favorable, ¿ha considerado Ud. el uso de tecnología GEAPON para modernizar la red?
19. ¿Considera que la red de voz y datos pueden mejorar sus sistemas de gestión, información y otros que se manejen en la MPJB?
20. ¿Dentro del desarrollo de actividades del Proyecto de Seguridad Ciudadana se ha considerado el uso de herramientas TICs?
21. ¿La Red Existente en la MPJB cumple con las expectativas para poder realizar sus labores diarias?
22. ¿Qué equipos conectados a la Red utilizan? ¿Dónde están ubicados?
23. ¿Cree Ud. que una Red de Video vigilancia con cámaras de última generación (reconocimiento facial y placas de rodaje) distribuidas en todo el distrito y anexos (carreteras, instituciones públicas, otros), ayudarían con el servicio de Seguridad Ciudadana?
24. ¿Considera que el tema de redes de voz y datos puede ayudar en la seguridad ciudadana con la activa participación de la población?
25. ¿Considera que la red de voz y datos pueden mejorar sus sistemas de gestión e información de alerta temprana en casos de cualquier tipo de desastres?
26. Cree Ud. que la MPJB, instituciones Públicas (Instituciones Educativas, Centros de Salud, Comisarias, otros) ¿deben estar conectadas a un centro de control que permita monitorear las principales ocurrencias durante las 24 horas del día?

### **OTROS SERVICIOS**

27. ¿Cree Ud. que debe mejorarse la Red Existente? ¿Porque?
28. ¿La Municipalidad cuenta con todas sus sedes interconectadas al 100%?
29. ¿Las instituciones educativas tienen implementado algún servicio de teleeducación, bibliotecas virtuales, laboratorios de computo conectados a internet, otros?
30. ¿Se ha considerado potenciar a Seguridad Ciudadana a través del uso de Servicios Tecnológicos?

31. utilizan los servicios tecnológicos como herramienta de apoyo para el normal desenvolvimiento de la festividad del Señor de Locumba?
32. ¿Qué servicios tecnológicos ofrece la MPJP mediante la Gerencia de Sociales a la Comunidad?
33. Se contempla construir un hospital en el distrito, ¿Cree Ud. que es necesario que este interconectado a una red de alta velocidad para que funcione de manera eficiente?
34. Durante la festividad del Señor de Locumba ¿qué tipos de Incidentes ocurren?

## ANEXO 05: Entrevistas al Alcalde y Personal MPJB

### ENTREVISTA



**Sr. Raúl Manuel Oviedo Palacios**

*Alcalde de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre  
(Periodo 2015-2018)*

**Fecha de entrevista: 24 de marzo del 2017**

“Mejorar la atención a la población y poniendo cada uno de su parte para que la gestión sea exitosa en beneficio de los vecinos, lo posible ya lo hicimos lo imposible los estamos haciendo; con alma corazón y vida”

**01. ¿La MPJB brinda servicios tecnológicos a la comunidad en la actualidad?**

Al margen del internet que contamos en la Municipalidad y del aula interactiva que instaló la empresa Southern Perú en el colegio Nuestro Señor de Locumba. En la actualidad no brindamos ningún servicio tecnológico, pero contamos con un proyecto de Seguridad Ciudadana que contempla la instalación de cámaras en el pueblo de Locumba.

**02. ¿Considera que los Servicios tecnológicos podrían mejorar las condiciones de vida de los pobladores de Locumba?**

Por su puesto que si en todo; en comunicación, en educación, en el trabajo que todos realizan y para que puedan acceder a información cuando lo requieran.

**03. ¿Considera Ud. que los constantes cambios tecnológicos que se dan día a día en el mundo, pueden fortalecer los aspectos educativos?**

Yo creo que si porque si las autoridades de turno no accedemos a todos los cambios tecnológicos que aparezcan seguiremos aislados y no fortaleceremos la educación con las herramientas de vanguardia.

**04. ¿Considera usted que las redes de voz y datos pueden fortalecer temas de e-learning?**

Por supuesto se tiene la idea de realizar un proyecto que contemple la instalación de aulas interactivas, la educación y enseñanza a través de internet para que cuando los alumnos por motivos de salud u otros no puedan asistir al colegio puedan hacerlo a través de internet para que no pierdan clases.

**05. ¿Se ha considerado el poder mejorar las capacidades lingüísticas de los alumnos a través del internet?**

Si se considerado pues se está gestionando a través de la inversión de obras por impuestos y con el apoyo del Gobierno Regional.

## ENTREVISTA

**Sr. Reynaldo David Gómez Cornejo Palza**



*Actualmente se encuentra laborando como jefe de la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones; Municipalidad Provincial Jorge Basadre.*

**Fecha de entrevista: 23 de marzo del 2017**

“La Seguridad de la Información no es solo un proceso Tecnológico... Es un proceso Organizacional”

**01. ¿Cuál considera Ud. que es el rol de TIC para fortalecer la presencia de la municipalidad en el Distrito?**

En actualidad la Oficina de TIC tiene como rol la administración de los sistemas internos, mantenimiento preventivo y correctivo de computadoras y otros equipos informáticos y llevar, mantener el buen servicio de Internet a todas las sedes de la Municipalidad. A nivel de distrito solo se apoya a las instituciones públicas con los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos informáticos.

**02. ¿Considera que los Servicios Tecnológicos podrían mejorar las condiciones de vida de los pobladores de Locumba?**

Por supuesto que sí el uso de los servicios tecnológicos mejoraría las condiciones vida de los pobladores porque tendrían acceso a la información a través de internet, acceso a la tv por cable, teléfono IP, cámaras de video vigilancia y otros.

**03. ¿La MPJB está preparada para transportar nuevos servicios Tecnológicos como video vigilancia a nivel de todo el distrito, teleeducación en todos las Instituciones Educativas, Telemedicina en los centros de Salud, otros?**

En la MPJB no está preparada para transportar nuevos servicios tecnológicos a todo el distrito pero si algunos en la propia MPJB.

**04. ¿Considera Ud. que los constantes cambios tecnológicos que se dan día a día en el mundo, pueden fortalecer los aspectos educativos dentro del distrito?**

Claro que sí, los constantes cambios tecnológicos fortalecen la educación con las nuevas herramientas tecnológicas que se pueden aplicar con los servicios tecnológicos que se pueden aplicar pero esto siempre y cuando exista en el distrito una plataforma de conectividad que llegue a todas las instituciones educativas.

**05. ¿Qué Problemas presenta la Red Actual?**

Por no estar conectada todas nuestras sedes con F.O. esos usuarios tienen problemas para acceder a los sistemas internos y a internet. También en algunas ocasiones algunos usuarios infringen las directivas y normas y utilizan el internet para bajar archivos multimedia y otros que consumen mucho ancho perjudicando a los demás usuarios en su trabajo diario.

**06. ¿Con cuántos equipos conectados a la red cuenta la MPJB (Pcs, Laptop, Impresoras, otros)?**

Actualmente aproximadamente cuenta con 314 equipos pero que por ahora solo están operando aproximadamente 150 equipos informáticos.

**07. ¿Las Instituciones Públicas existentes en los anexos y Centros Poblados cuentan con acceso a internet?**

No actualmente no todas las instituciones públicas cuentan con internet y si lo tienen solo es para la parte administrativa en el caso de los colegios.

**08. ¿Se utilizan los servicios tecnológicos como herramienta de apoyo para el normal desenvolvimiento de la festividad del Señor de Locumba?**

Nunca se ha utilizado como servicio tecnológico, solo para brindar información la página web.

## ENTREVISTA



**Lic. Susana Montanchez Mamani**

*Gerenta de Desarrollo Social y Servicios Públicos*

**Fecha de entrevista: 23 de marzo del 2017'**

*“Nuestra función como Gerencia de Desarrollo Social es mejorar la calidad de vida del Poblador Locumbeño, mediante el desarrollo de proyectos que los beneficien”*

**01. ¿La MPJB brinda servicios tecnológicos a la comunidad en la actualidad?**

En la Actualidad no se brinda ningún tipo de servicio tecnológico.

**02. ¿Considera Ud. que los constantes cambios tecnológicos que se dan día a día en el mundo, pueden fortalecer los aspectos educativos?**

De hecho, que sí, ya que la tecnología nos brinda facilidades para acceder a todo tipo de información existente en la web.

**03. ¿Se ha considerado el poder mejorar las capacidades lingüísticas de los alumnos a través del internet?**

Sí, en estos tiempos el inglés es básico en la educación superior, y mejor aún si esta se da desde pequeños.

**04. ¿La MPJB está Preparada para transportar nuevos servicios tecnológicos (video vigilancia, teleeducación, telemedicina, e-learning, gobierno electrónico, transparencia, datos abiertos del estado, otros) con la red actual?**

No, con la actual red existente dudo que se pueda brindar nuevos servicios.

**05. Cree Ud. que la MPJB, instituciones Públicas (Instituciones Educativas, Centros de Salud, Comisarias, otros) ¿necesitan de una Red de velocidad para operar óptimamente?**

Sí, ya que con la actual red no se puede realizar tareas que comprendan la consulta de varias páginas a la vez y mucho menos realizar descargas ya que demoran demasiado.

**06. Se contempla construir un hospital en el distrito, ¿Cree Ud. que es necesario que este interconectado a una red de alta velocidad para que funcione de manera eficiente?**

Sí, ya que cuando sea construido será el único hospital en la zona y brindara servicios a toda la provincia por lo cual es necesario que esté conectado a una red de alta velocidad que permita enlazarse con otras sedes y con instituciones de la zona para estar preparados ante cualquier eventualidad.



## ENTREVISTA



**PNP ( r ) Frank Vélez**

*Jefe Proyecto de Seguridad Ciudadana*

**Fecha de entrevista: 23 de marzo del 2017'**

01. **¿La MPJB brinda servicios que hagan uso de herramientas tecnológicas para beneficiar a la comunidad en la actualidad?**  
Si brinda servicios pero solo a nivel de la Capital de Distrito.
02. **¿Considera que la Red voz y Datos podrían mejorar los servicios de Seguridad Ciudadana para la población del distrito?**  
Por supuesto que sí, sería excelente, pero solo se cuenta con cámaras en la capital de provincia, pero no a nivel de todo el distrito.
03. **¿Dentro del desarrollo de actividades de su Proyecto se ha considerado el uso de herramientas TICs?**  
Sí, pero es imposible por ahora, ya que en las zonas alejadas no existe red.
04. **¿La Red Existente en la MPJB cumple con las expectativas para poder realizar sus labores diarias?**  
No, porque no siempre hay internet, no se puede navegar con normalidad en internet y las impresoras están conectadas en red y no se puede ni imprimir, realmente causa atrasos.
05. **¿Cree Ud. que una Red de Video vigilancia con cámaras de última generación (reconocimiento facial y placas de rodaje) distribuidas en todo el distrito y anexos (carreteras, instituciones públicas, otros), ayudarían con el servicio de Seguridad Ciudadana?**  
Si sobre todo durante la Festividad del Señor de Locumba, para poder controlar la multitud de feligreses que visitan el Santuario.
06. **¿Considera que el tema de redes de voz y datos puede ayudar en la seguridad ciudadana con la activa participación de la población?**  
Claro, cada Junta Vecinal tendría su coordinador y este se encargaría de dar la alerta respectiva.
07. **¿Considera que la red de voz y datos pueden mejorar sus sistemas de gestión e información de alerta temprana en casos de cualquier tipo de desastres?**  
Si, porque habría mejor comunicación con los anexos alejados y no llegarían tarde los mensajes, por ejemplo, en el último huayco acontecido la alerta llego tarde que no se pudo prevenir a la población.
08. **Durante la festividad del Señor de Locumba ¿qué tipos de Incidentes ocurren?**
  - Robos
  - Accidentes Automovilísticos

**ANEXO 06: Encuesta del Funcionamiento de la Red Actual, realizada a los Jefes de Oficinas de la MPJB, Jefes de Instituciones Públicas, Presidentes de Anexos y Centros Poblados del Distrito**

REACTIVOS	5. Muy aceptable	4. Aceptable	3. Medianamente aceptable	2. Poco aceptable	1. Nada aceptable
1. ¿La red actual permite el correcto funcionamiento de los Servicios Tecnológicos?					
2. ¿Los problemas que surgen con la red actual son resueltos inmediatamente?					
3. ¿Se obtiene respuesta de los Servicios Tecnológicos desde la primera conexión con la red actual?					
4. ¿Se tiene acceso a todos los servicios tecnológicos en simultáneo con la red actual?					
5. ¿Se puede realizar transferencias de datos en la red actual?					
6. ¿Se puede realizar descargas de archivos?					
7. ¿Están disponibles los servicios tecnológicos en todo momento?					
8. ¿En hora punta con muchos usuarios conectados utilizando la red actual, se puede trabajar en la misma con normalidad en los Servicios Tecnológicos?					
9. ¿El cumplimiento de normas y estándares tecnológicos es necesario para el correcto funcionamiento de una red?					
10. ¿La red actual es suficiente para albergar los nodos de acceso que se requieran?					
11. ¿Con la red actual puede desplegarse en todo el distrito?					
12. ¿La red actual puede prestar el servicio de tele-educación?					
13. ¿La red actual puede prestar el servicio de video-vigilancia?					
14. ¿La red actual puede conectar las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre?					
15. ¿Con la red actual se puede conectar a los pueblos y anexos del distrito de Locumba?					
16. ¿Con la red actual se puede trabajar sin interrupciones?					
17. ¿La red actual tiene mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos?					
18. ¿La red actual es de fácil administración?					
19. ¿El envío de información por la red actual es seguro?					
20. ¿La red actual cuenta con tecnología redundante (protección contra el tiempo de no disponibilidad) pueda tener caídas?					
21. ¿La red actual puede sufrir interferencias electromagnéticas?					
22. ¿La red actual puede ser alterada por las altas temperaturas climáticas?					
23. ¿El material utilizado para el despliegue de la red actual es el óptimo para trabajar en áreas externas?					

**ANEXO 07: Encuesta de expectativas de la Red Propuesta Metropolitana  
basada en Tecnología GPON**

REACTIVOS	1. Muy desacuerdo	2. Desacuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo
1. ¿Cree Usted que con la red propuesta permita el correcto funcionamiento de los Servicios Tecnológicos?					
2. ¿Considera Usted que los problemas que surjan con la red propuesta serán resueltos inmediatamente?					
3. ¿Considera Usted que con la red propuesta se tendrá respuesta de los Servicios Tecnológicos desde la primera conexión?					
4. ¿Cree Usted que se tendrá acceso a todos los servicios tecnológicos en simultáneo con la red propuesta?					
5. ¿Considera Usted que se pueda realizar transferencias de datos con la red Propuesta?					
6. ¿Cree Usted que se puede realizar descargas de archivos con la red Propuesta?					
7. ¿Cree Usted que estarán disponibles los servicios tecnológicos en todo momento con la red propuesta?					
8. ¿En hora punta con muchos usuarios conectados utilizando la red propuesta, se puede trabajar en la misma con normalidad en los Servicios Tecnológicos?					
9. ¿Cree Usted que el cumplimiento de normas y estándares tecnológicos es necesario para el correcto funcionamiento de una red propuesta?					
10. ¿Cree Usted que con la red propuesta es suficiente para albergar los nodos de acceso que se requieran?					
11. ¿Considera Usted que con la red propuesta se pueda desplegar en todo el distrito?					
12. ¿Cree Usted que la red propuesta se puede prestar el servicio de tele-educación?					
13. ¿Cree Usted que la red propuesta pueda prestar el servicio de video-vigilancia?					
14. ¿Considera Usted que con la red propuesta se pueda conectar las sedes de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre?					
15. ¿Considera Usted que con la red propuesta se pueda conectar a los pueblos y anexos del distrito de Locumba?					
16. ¿Cree Usted que con la red propuesta se pueda trabajar sin interrupciones?					
17. ¿Cree Usted que la red propuesta tiene mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos?					
18. ¿Cree Usted que la red propuesta será de fácil administración?					
19. ¿Cree Usted que el envío de información por la red propuesta es segura?					
20. ¿Cree Usted que la red propuesta cuenta con tecnología redundante (protección contra el tiempo de no disponibilidad) pueda tener caídas?					
21. ¿Cree Usted que la red propuesta puede sufrir interferencias electromagnéticas?					
22. ¿Cree Usted que la red propuesta pueda ser alterada por las altas temperaturas climáticas?					
23. ¿Cree Usted que el material utilizado para el despliegue de la red propuesta es el óptimo para trabajar en áreas externas??					

## ANEXO 08: Coeficiente de Confiabilidad del Instrumento

“PERCEPCIÓN DE LA RED ACTUAL Y EXPECTATIVAS DEL DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA”

Se utilizó la fórmula de alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma^2 (i)}{\sigma^2 (X)} \right]$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente alfa de Cronbach

$k$ : Cantidad de Items del test

$\sum \sigma^2 (X)$ : Sumatoria de las varianzas al cuadrado de los puntajes totales (Items)

$\sigma^2 (X_1); \sigma^2 (X_2); \dots \sigma^2 (X_k)$ : Varianza de la suma de los Items

Obteniéndose como resultado en el siguiente cuadro:

INSTRUMENTO	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	Nº de elementos
Percepción de la Red Actual	0.955	23
Expectativas de la Red Metropolitana con Tecnología GPON	0.748	23

1. El resultado del coeficiente de Alpha de Crombach para la percepción de la Red actual se visualiza en la ventana obtenida del Software SPSS V. 23.0

**Análisis de fiabilidad**

**Escala: TODAS LAS VARIABLES**

**Resumen del procesamiento de los casos**

		N	%
Casos	Válidos	15	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	15	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,955	23

El coeficiente de alfa de Cronbach para el cuestionario percepción de la red actual es igual a 0,955, indica alto nivel de confiabilidad del instrumento.

Los estadísticos descriptivos y la correlación elemento-total corregida es:

#### Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
RA1	58,67	205,524	,547	,954

RA2	58,67	191,810	,792	,951
RA3	59,47	202,838	,527	,955
RA4	59,27	201,067	,602	,954
RA5	58,93	195,210	,826	,951
RA6	59,53	193,267	,848	,950
RA7	59,07	195,495	,744	,952
RA8	59,53	195,410	,832	,951
RA9	57,00	214,571	,260	,956
RA10	59,00	200,857	,521	,955
RA11	59,60	200,686	,654	,953
RA12	59,47	203,981	,667	,953
RA13	59,27	201,781	,797	,952
RA14	57,93	199,210	,672	,953
RA15	59,67	201,952	,812	,952
RA16	58,93	194,067	,870	,950
RA17	59,13	200,552	,835	,951
RA18	58,40	202,543	,705	,952
RA19	58,73	202,352	,746	,952
RA20	59,00	200,429	,676	,953
RA21	59,00	197,429	,732	,952
RA22	58,53	208,124	,384	,956
RA23	58,40	202,257	,581	,954

#### Estadísticos de la escala

Media	Varianza	Desviación típica	N de elementos
61,60	218,686	14,788	23

2. El resultado del coeficiente de Alpha de Crombach para las expectativas de la Red Metropolitana se visualiza en la ventana obtenida del Software SPSS V. 23.0

**Análisis de fiabilidad**

**Escala: TODAS LAS VARIABLES**

**Resumen del procesamiento de los casos**

		N	%
Casos	Válidos	15	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	15	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,748	23

El coeficiente de alfa de Cronbach para el cuestionario expectativas de la Red Metropolitana es igual a 0,748, indica que es un nivel bueno de confiabilidad del instrumento.

Los estadísticos descriptivos y la correlación elemento-total corregida es:

**Estadísticos total-elemento**

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
E1	83,00	28,714	,258	,743

E2	83,27	28,638	,388	,733
E3	83,20	28,029	,433	,729
E4	82,67	28,381	,511	,727
E5	82,93	28,924	,342	,736
E6	83,07	30,067	,140	,750
E7	83,07	28,352	,395	,732
E8	83,13	30,695	,109	,749
E9	82,73	32,210	-,174	,765
E10	83,33	30,381	,246	,743
E11	83,13	28,267	,612	,724
E12	83,07	30,781	,141	,747
E13	83,00	31,000	,062	,751
E14	82,93	29,210	,230	,744
E15	82,93	27,924	,408	,730
E16	83,60	28,114	,439	,729
E17	83,67	25,952	,781	,703
E18	83,40	29,686	,355	,738
E19	83,27	28,352	,435	,730
E20	85,20	23,886	,526	,718
E21	85,47	30,267	,090	,755
E22	85,53	31,410	-,059	,766
E23	82,80	30,314	,159	,747

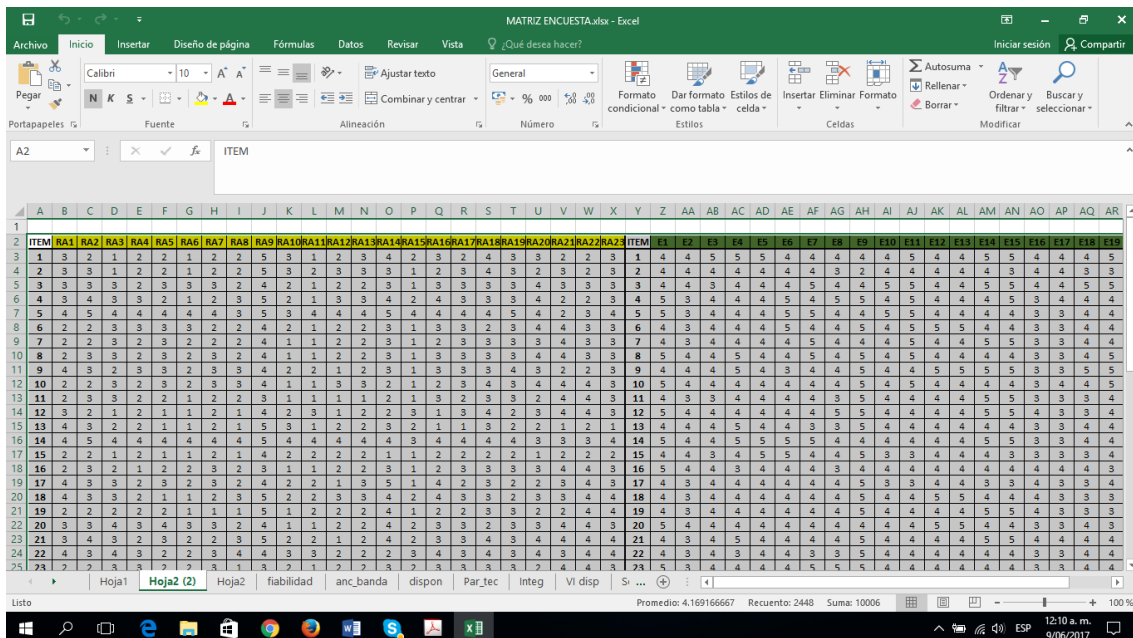
#### Estadísticos de la escala

Media	Varianza	Desviación típica	N de elementos
87,20	31,457	5,609	23

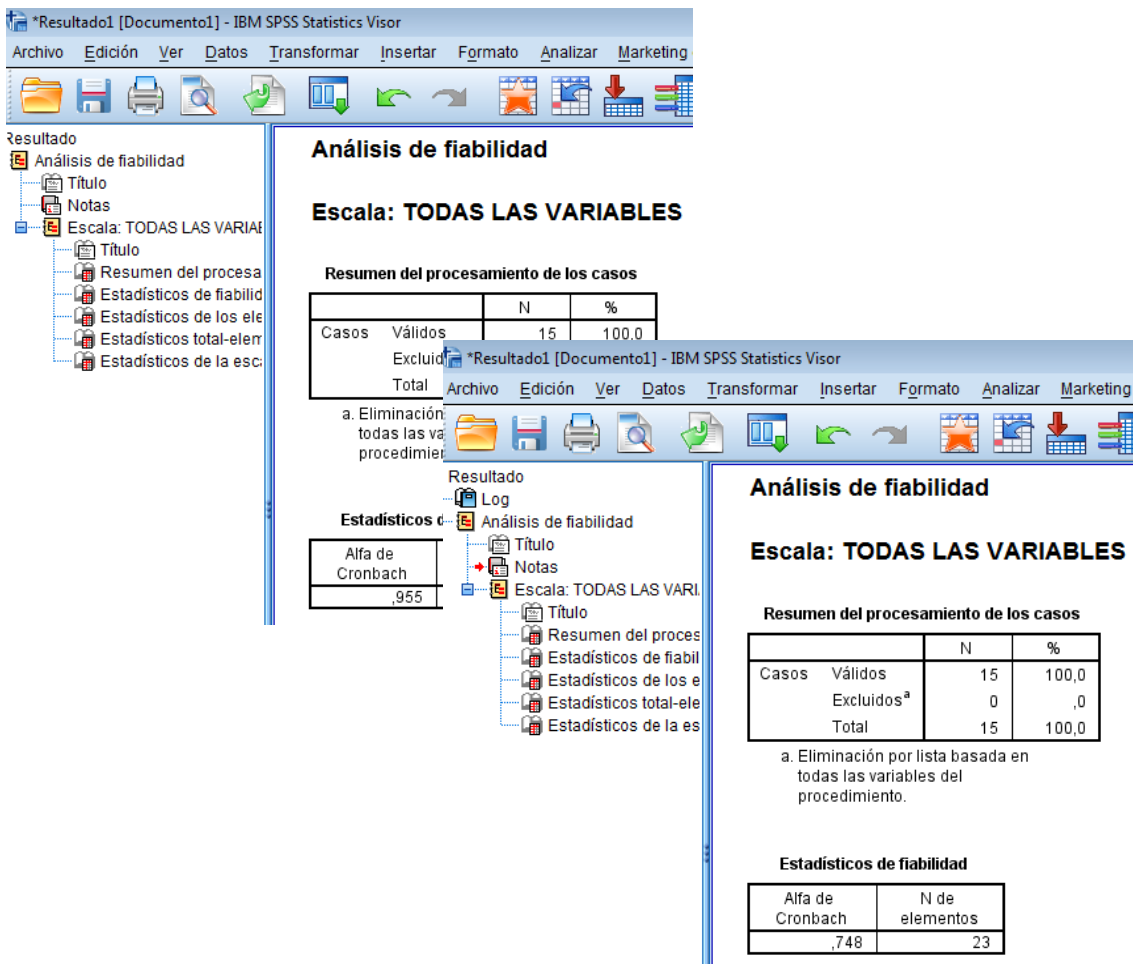


## ANEXO 09: Programas utilizados para el Proceso de la Información

### MICROSOFT EXCEL



### IBM SPSS STATISTICS EDITOR DE DATOS





**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS**



**REGISTRO DE APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DIRIGIDO A PROFESIONALES CON FINES  
ACADEMICOS POR PARTE DEL TESISISTA DE INGENIERIA DE SISTEMAS, PARA LA REALIZACIÓN DEL  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS  
SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE, EN BENEFICIO  
DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LOCUMBA**

Número de Expertos: \_\_\_\_\_ Ámbito Profesional del colectivo Investigado: \_\_\_\_\_

N°	Apellido y Nombre	Cargo	Empresa/Institución	Email	Firma
01	Mamani Quenta, Julio César	Especialista en TI	MPIB	jcesar_mg@hotmail.com	
02	Sante Zavaleta Ricardo Manuel	Docente	UPT	Zavaleta@outlook.com	
03	Yucra Pasuca Hugo Moises	GERENTE GENERAL	JOETHERS CONSISTENCIALES EIRL.	yucra@email.com	



**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS**



**DISEÑO DE INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:**

**“Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON, para optimizar los Servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del Distrito de Locumba”**

**I.- DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Juez Mamani Quenta, Julio César  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Especialista de TI. MP3B  
 1.3. Nombre de Instrumento evaluado  
Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON, para optimizar los Servicios Tecnológicos de la MP3B en beneficio de la Población.  
 1.4. Autor (es) del Instrumento: Celeste Almanza y Jolidey Callomamani

**II.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 00-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					X
2.OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.					X
3.ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia tecnología.					X
4.OBJETIVIDAD	Existe una organización lógica.					X
5.SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.				X	
6.PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					X
7.CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.					X
8.COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9.METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10.APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

**III.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:** Diseño beneficioso para la MP3B y el distrito.

**IV.- PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%

Lugar y Fecha: 01-06-2017

Teléfono N° 922515063

Firma del Experto Informante

Dni: 80672815



**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS**



**DISEÑO DE INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:**

**“Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON, para optimizar los Servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del Distrito de Locumba”**

**I.- DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Juez Sante Zavaleta Ricardo Manuel
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UPT
- 1.3. Nombre de Instrumento evaluado  
Diseño de una red metropolitana basada en tecnología GPON, para optimizar los servicios tecnológicos de la MPJB en beneficio de la Población
- 1.4. Autor (es) del Instrumento: Celeste Almanza y Jolidey Callomauari

**II.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 00-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia tecnología.				X	
4. OBJETIVIDAD	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.				X	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

**III.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

Proporcione una plataforma de alta velocidad para satisfacer los requerimientos de tráfico de datos en el distrito

**IV.- PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

84%

Lugar y Fecha: 02-06-2017  
 Teléfono N° 952608351

Firma del Experto Informante

Dni: 00491898



**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS**



**DISEÑO DE INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:**

**“Diseño de una Red Metropolitana basada en Tecnología GPON, para optimizar los Servicios Tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del Distrito de Locumba”**

**I.- DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Juez YUCRA PANCCA HUGO MOISES  
 1.2. Cargo e institución donde labora: GERENTE GENERAL - JOTHERS CONSTRUCTORES SRL  
 1.3. Nombre de Instrumento evaluado  
DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGIA GPON, PARA OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLOGICOS DE LA MPJB EN BENEFICIO DE LA POBLACION.  
 1.4. Autor (es) del Instrumento: CELESTE ALTAÑAZA Y JOHNEY CALLOJANI

**II.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 00-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia tecnología.					X
4. OBJETIVIDAD	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.					X
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

**III.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

UN DISEÑO QUE BENEFICIA A LA POBLACION MPJB CON LA TECNOLOGIA GPON.

**IV.- PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

94%

Lugar y Fecha: 02-06-2017

Teléfono N° 924722925

Firma del Experto Informante

Dni: 43636190




**“DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA  
BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA  
OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE  
LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE  
BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN  
DEL DISTRITO DE LOCUMBA”**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

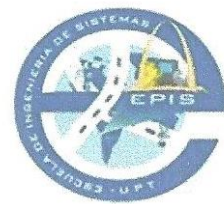
Quién suscribe, Ing Julio César Mamani Awenta  
con Documento de Nacional de Identidad N° 80672815, Ingeniero de  
Sistemas, quien labora en el Área de Tecnologías de la Información  
hago constar que evalué mediante **Juicio de Expertos**, el instrumento de recolección  
de información con fines académicos; considerándolo **válido** para el desarrollo de los  
objetivos planteados en la investigación denominada: **“Diseño de una red  
Metropolitana basada en tecnología GPON, para optimizar los servicios  
tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la  
población del distrito de locumba”**

Constancia que se expide en Tacna, en el mes de Mayo del 2017.

  
DNI. 80672815



**“DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA  
BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA  
OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE  
LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE  
BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN  
DEL DISTRITO DE LOCUMBA”**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quién suscribe, Ing  
*Ricardo Manuel Sante Zavaleta*, con Documento de  
 Nacional de Identidad N° *00491898*, Ingeniero Electrónico, quien  
 labora en *Universidad Privada de Tacna*, hago constar  
 que evalué mediante **Juicio de Expertos**, el instrumento de recolección de  
 información con fines académicos; considerándolo **válido** para el desarrollo de los  
 objetivos planteados en la investigación denominada: **“Diseño de una red  
 Metropolitana basada en tecnología GPON, para optimizar los servicios  
 tecnológicos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la  
 población del distrito de locumba”**

Constancia que se expide en Tacna, en el mes de Mayo del 2017.

*[Handwritten Signature]*  
 DNI 00491898



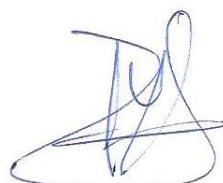
**“DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA  
BASADA EN TECNOLOGÍA GPON, PARA  
OPTIMIZAR LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE  
LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE  
BASADRE, EN BENEFICIO DE LA POBLACIÓN  
DEL DISTRITO DE LOCUMBA”**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quién suscribe, Ing HUGO MOISES YUCA PANCEA  
 con Documento de Nacional de Identidad N° 43636190, Ingeniero  
 Electronico, quien labora en  
OTHERS CONSTRUCTORES E.I.R.L, hago constar que evalué  
 mediante **Juicio de Expertos**, el instrumento de recolección de información con fines  
 académicos; considerándolo **válido** para el desarrollo de los objetivos planteados en  
 la investigación denominada: **“Diseño de una red Metropolitana basada en  
 tecnología GPON, para optimizar los servicios tecnológicos de la Municipalidad  
 Provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de locumba”**

Constancia que se expide en Tacna, en el mes de mayo del 2017.

  
 DNI: 43636190