

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**



**“DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VIDEO  
VIGILANCIA A NIVEL CANTONAL PARA LA CENTRAL DE ATENCIÓN  
CIUDADANA DEL GAD DEL CANTÓN MEJÍA”**

**FRANCISCO XAVIER JURADO PRUNA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIONES**

**Quito, Marzo 2016**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre quien siempre me apoyo en cada paso que he dado, me ha cuidado y me ha enseñado a buscar la solución a cada problema me ha impulsado en los momentos difíciles durante el transcurso de mi vida y mi carrera y que gracias a ella hoy puedo llegar a culminar otra etapa en mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por haberme dado la sabiduría durante todo este tiempo, en segundo lugar a mi madre por haberme dado su apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde me encuentro ahora, además una persona muy especial que desde que la conocí me ha ensañado muchas cosas, me da fuerzas para continuar día a día siendo mejor persona mil gracias July. Por ultimo a mi director de tesis quien supo ayudarme en todo momento, Ingeniero Germán Arévalo.

## Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>Antecedentes</b> .....	<b>15</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>15</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>16</b>
Objetivo General .....	17
Objetivos Específicos .....	17
<b>Espacio Físico</b> .....	<b>19</b>
Localización .....	20
<b>Inseguridad y la Video Vigilancia</b> .....	<b>20</b>
<b>Infraestructura de Red</b> .....	<b>23</b>
<b>Redes de Comunicación</b> .....	<b>23</b>
Tipos de Redes de Comunicación. ....	24
Redes Alámbricas .....	24
Redes Inalámbricas .....	29
<b>Redes de Fibra Óptica</b> .....	<b>30</b>
Tipos de Cables de Fibra Óptica .....	32
Funcionamiento de la Fibra Óptica .....	34
Fibra óptica multimodo.....	37
Fibra óptica monomodo .....	38
Elementos de conexión y canalización para fibra óptica .....	40
<b>Sistemas Radioeléctricos</b> .....	<b>47</b>
Espectro Radioeléctrico .....	48
Tipos de Servicios.....	49
Tipos de Transmisión .....	51
Transmisión Punto a Punto.....	52

Transmisión Punto a Multipunto .....	53
Transmisión Multipunto a Multipunto .....	54
Reglamentación y Estándares .....	55
<b>Sistemas de Video Vigilancia .....</b>	<b>56</b>
Desventajas de los sistemas de video vigilancia análoga .....	57
Ventajas de los sistemas de video vigilancia IP .....	57
Componentes de un sistema de video vigilancia.....	58
<b>Descripción General del Proyecto.....</b>	<b>68</b>
Ubicación de equipos y cámaras.....	69
<b>Diseño de la infraestructura de red de Fibra Óptica.....</b>	<b>71</b>
Características Técnicas de la Fibra Óptica .....	72
Especificaciones Técnicas de la Fibra Óptica. ....	73
Características de la Fibra Óptica.....	73
Esquema de ubicación de las cámaras.....	74
Ruta del cableado de Fibra Óptica hacia el Centro de Atención Ciudadana .....	77
Procedimiento de Instalación .....	77
Montaje.....	77
Radio de Curvatura .....	80
Precauciones .....	80
Elementos de sujeción .....	81
Ruta de instalación de la red de fibra óptica .....	84
<b>Diseño de la Infraestructura de red con enlaces de Radio .....</b>	<b>87</b>
Software para el desarrollo del estudio de los radio enlaces .....	87
Esquema de los enlaces de Radio .....	88
Esquema de los enlaces hacia el cerro El Murco .....	88
Esquema de los enlaces hacia el Cerro La Viudita .....	90
Esquema de los enlaces hacia el Centro de Atención Ciudadana.....	91
Estudio de los enlaces de Radio esquematizados.....	92
<b>Esquema de instalación de las cámaras de video vigilancia.....</b>	<b>104</b>
Esquema de instalación. ....	104

Esquema de conexión eléctrica. ....	105
Esquema de conexión a la red de datos .....	106
<b>Topología de Comunicación .....</b>	<b>108</b>
<b>Software Ocularis.....</b>	<b>109</b>
Requisitos mínimos de software y Hardware .....	109
Configuración e Interfaz de Ocularis.....	110
RC-C Management Application .....	110
Ocularis Administrator .....	113
Configuración del enlace del servidor de grabación al Ocularis Administrator.....	114
Creación y Configuración de los Usuarios.....	115
Creación de pantallas de visualización.....	117
<b>Servidor y Almacenamiento .....</b>	<b>118</b>
Servidor .....	118
Almacenamiento.....	118
<b>Esquema de conectividad del equipamiento activo.....</b>	<b>121</b>
<b>Especificaciones y Costos de las cámaras de video vigilancia .....</b>	<b>126</b>
Especificaciones Técnicas de las cámaras PTZ.....	127
Costos cámaras de video vigilancia.....	131
<b>Especificaciones y Costos de los equipos de Radio Frecuencia.....</b>	<b>132</b>
Especificaciones técnicas de los equipos de Radio Frecuencia. ....	132
Costos equipos de Radio frecuencia .....	140
<b>Especificaciones y costos de la Infraestructura de Red .....</b>	<b>141</b>
Especificaciones técnicas de la Infraestructura de Red .....	141
Costos de la Infraestructura de Red.....	150
<b>Especificaciones y Costos del equipamiento de hardware y software del Centro de Monitoreo.....</b>	<b>152</b>
Especificaciones Técnicas.....	152
Costos.....	159
<b>Costos de Mano de Obra de la solución .....</b>	<b>160</b>

<b>Costo total de la solución .....</b>	<b>160</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>163</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>163</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>164</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Mapa, Localización del Cantón Mejía [Fuente: (Municipio del cantón Mejía, s.f.) <a href="http://www.municipiodemejia.gob.ec">http://www.municipiodemejia.gob.ec</a> ].....	20
Figura 2. Par trenzado de cobre. [Fuente: <a href="http://tucableestruc.blogspot.com/">http://tucableestruc.blogspot.com/</a> ] .....	25
Figura 3. Estructura del Cable Coaxial. [Fuente: Tecnologías y redes de Transmisión de Datos, Herrera Enrique, Capítulo V, pág. 84].....	28
Figura 4. Estructura del Cable de Fibra Óptica [Fuente: Tecnologías y redes de Transmisión de Datos, Herrera Enrique, Capítulo V, pág. 85] .....	29
Figura 5. Tipos de fibra óptica: a) Fibra óptica multimodo de índice salto. b) Fibra Óptica multimodo de índice gradual. c) fibra óptica monomodo. [Fuente: Redes y transmisión de Datos, Gil Pablo, Pomares Jorge, Candelas Francisco, Capitulo IV, pág. 88].....	34
Figura 6. Fibra óptica como elemento de conexión en una red de datos. [Fuente: <a href="https://www.siemon.com/la/white_papers/07-12-10-fibra.asp">https://www.siemon.com/la/white_papers/07-12-10-fibra.asp</a> ].....	35
Figura 7. Partes que forman un cable de Fibra óptica. [Fuente: <a href="http://www.investigacionyciencia.es/blogs/tecnologia/50/posts/fibra-ptica-para-diagnosticar-y-curar-13056">http://www.investigacionyciencia.es/blogs/tecnologia/50/posts/fibra-ptica-para-diagnosticar-y-curar-13056</a> ] .....	36
Figura 8. Canaleta para Fibra óptica. [Fuente <a href="http://www.openup.es/panduit-fiber-runner/">http://www.openup.es/panduit-fiber-runner/</a> ] 41	41
Figura 9. Elementos de un conector Fibra óptica [Fuente <a href="http://www.panduit.com.">http://www.panduit.com.</a> ].....	42
Figura 10. Conector de Fibra óptica tipo ST. [Fuente <a href="http://www.panduit.com.">http://www.panduit.com.</a> ].....	42
Figura 11. Conector de Fibra óptica tipo SC. [Fuente <a href="http://www.panduit.com.">http://www.panduit.com.</a> ] .....	43
Figura 12. Conector de Fibra óptica tipo FC. [Fuente <a href="http://www.panduit.com.">http://www.panduit.com.</a> ] .....	43
Figura 13. Conector de Fibra óptica tipo LC. [Fuente <a href="http://www.panduit.com.">http://www.panduit.com.</a> ] .....	44
Figura 14. Conector de Fibra óptica tipo FDDI-ESCON. [Fuente: <a href="http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/">http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/</a> ].....	44
Figura 15. Conector de Fibra óptica tipo MT-RJ. [Fuente: <a href="http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/">http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/</a> ].....	45
Figura 16. Conector de Fibra óptica tipo Opti-Jack. [Fuente: <a href="http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/">http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/</a> ].....	45
Figura 17. Conector de Fibra óptica tipo Volition. [Fuente: <a href="http://www.3m.com.">http://www.3m.com.</a> ] .....	46
Figura 18. Conector de Fibra óptica tipo LX-5. [Fuente: <a href="http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/">http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/</a> ].....	46
Figura 19. Conector de Fibra óptica tipo MU. [Fuente: <a href="http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/">http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/</a> ].....	47

Figura 20. Conector de Fibra óptica tipo MT. [Fuente: <a href="http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/">http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/</a> ]	47
Figura 21. Conectividad punto a punto de un reportero ENG con sus estudios. [Fuente: Sistemas de Radiocomunicaciones, Luz Ramón, pág. 16]	52
Figura 22. Topología estrella de una red de enlaces Punto a Punto. [Fuente: El Autor]	53
Figura 23. Red con conectividad Punto a Multipunto. [Fuente: El autor]	54
Figura 24. Red con conectividad Multipunto a Multipunto. [Fuente: Sistemas de Radiocomunicaciones, Luz Ramón, pág. 17]	55
Figura 25. Cámara de red fija. [Fuente <a href="https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetfixedcams/product-SNCEB630/">https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetfixedcams/product-SNCEB630/</a> ]	60
Figura 26. Cámara tipo domo fijo. [Fuente <a href="https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetminidomecams/product-SNCHM662/">https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetminidomecams/product-SNCHM662/</a> ]	61
Figura 27. Cámara tipo PTZ. [Fuente <a href="https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetptzcams/product-SNCEP550/">https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetptzcams/product-SNCEP550/</a> ]	62
Figura 28. Cámara tipo domo PTZ. [Fuente <a href="https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetptzcams/product-UNIONEP520C7/">https://pro.sony.com/bbsec/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetptzcams/product-UNIONEP520C7/</a> ]	63
Figura 29. Sistema analógico – digital con DVR. [Fuente: <a href="http://notas.taccone.com.ar/2013/03/">http://notas.taccone.com.ar/2013/03/</a> ]	65
Figura 30. Fibra óptica ADSS. [Fuente: <a href="http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml">http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml</a> ]	73
Figura 31. Ubicación de las cámaras que forman parte de la red de fibra Óptica. [Fuente El autor]	76
Figura 32. Montaje de fibra óptica Método de enrollamiento móvil. [Fuente: <a href="http://www.conectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/tipos-de-instalacion-de-fibra-optica">http://www.conectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/tipos-de-instalacion-de-fibra-optica</a> ]	79
Figura 33. Característica de elongación del cable de fibra. [Fuente: <a href="http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC">http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC</a> ]	81
Figura 34. Variables del entorno a ser tomadas en cuenta. [Fuente: <a href="http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC">http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC</a> ]	82
Figura 35. Herraje de suspensión. [Fuente: <a href="http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC">http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC</a> ]	83
Figura 36. Herrajes de retención. [Fuente: <a href="http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC">http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC</a> ]	83
Figura 37. Elementos de sujeción para cable de fibra óptica. [Fuente: <a href="http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC">http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC</a> ]	84

Figura 38. Amortiguadores. [Fuente: <a href="http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC">http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC</a> ]	84
Figura 39. Ruta de la red de fibra desde las cámaras al Centro de Atención Ciudadana. [Fuente: El Autor]	86
Figura 40. Software LINKPlanner. [Fuente: El Autor]	88
Figura 41. Enlaces hacia el cerro El Murco. [Fuente: El Autor]	89
Figura 42. Enlaces hacia el cerro La Viudita. [Fuente: El Autor]	90
Figura 43. Enlaces hacia el CAC. [Fuente: El Autor]	91
Figura 44. Creación del proyecto en el software LINKPlanner. [Fuente: El Autor]	92
Figura 45. Ingreso de las coordenadas de cada cámara en el software LINKPlanner. [Fuente: El Autor]	93
Figura 46. Ubicación geográfica de cada cámara en el software LINKPlanner. [Fuente: El Autor]	93
Figura 47. Esquema de los Radio Enlaces a ser implementados en LINKPlanner. [Fuente: El Autor]	99
Figura 48. Esquema de los Radio Enlaces exportados a Google Earth. [Fuente: El Autor]	100
Figura 49. Esquema de los Radio Enlaces exportados a Google Earth. [Fuente: El Autor]	100
Figura 50. Descripción del enlace. [Fuente: El Autor]	101
Figura 51. Equipo y Características. [Fuente: El Autor]	101
Figura 52. Características del enlace. [Fuente: El Autor]	101
Figura 53. Características de cada punto perteneciente al enlace. [Fuente: El Autor]	102
Figura 54. Características de cada punto perteneciente al enlace. [Fuente: El Autor]	102
Figura 55. Características de cada punto perteneciente al enlace. [Fuente: El Autor]	103
Figura 56. Lista de materiales. [Fuente: El Autor]	103
Figura 57. Esquema de instalación de la cámara de video vigilancia. [Fuente: El Autor]	105
Figura 58. Esquema de conexión eléctrica. [Fuente: El Autor]	106
Figura 59. Esquema de conexión a la red de datos. [Fuente: El Autor]	106
Figura 60. Arquitectura de Comunicación del sistema de video vigilancia. [Fuente: El Autor]	108
Figura 61. Interfaz de RC-C Management Application. [Fuente: El Autor]	111
Figura 62. Interfaz para adicionar las cámaras. [Fuente: El Autor]	111
Figura 63. Propiedades de la cámara. [Fuente: El Autor]	112
Figura 64. Ventana de Login de Ocularis. [Fuente: El Autor]	113
Figura 65. Resumen de acceso de Usuario. [Fuente: El Autor]	114
Figura 66. Ventana de edición del servidor. [Fuente: El autor]	115
Figura 67. Ventana de edición de usuarios. [Fuente: El Autor]	115
Figura 68. Ventana de Login para el cliente de Ocularis. [Fuente: El Autor]	116
Figura 69. Visualización Sistema de Cámaras por el Cliente. [Fuente: El Autor]	116
Figura 70. Pantalla para la creación de vistas de monitoreo. [Fuente: El Autor]	117

Figura 71. Figura del servidor HP. [Fuente: <a href="http://www.glcomp.com/hp-proliant-ml350-g6-qc-e5630-2-53ghz-12mb-6-4gt-s-12gb-2x72gb-tower-server-bundle-2-ml350g6-e5630-bundle">http://www.glcomp.com/hp-proliant-ml350-g6-qc-e5630-2-53ghz-12mb-6-4gt-s-12gb-2x72gb-tower-server-bundle-2-ml350g6-e5630-bundle</a> ]	118
Figura 72. Calculo de la capacidad del disco de almacenamiento del servidor. [Fuente: El Autor]	120
Figura 73. Esquema del equipamiento en el cuarto de comunicaciones del Centro de Atención Ciudadana. [Fuente: GAD MUNICIPIO DE MEJIA]	122
Figura 74. Resultado del comando SHOW LOGGIN para el Switch de core. [Fuente: El Autor]	123
Figura 75. Resultado del comando SHOW LOGGIN para el Switch de acceso. [Fuente: El Autor]	123
Figura 76. Características Técnicas Software de Gestión Ocularis. [Fuente: <a href="http://es.slideshare.net/accelera/onssi-ocularis">http://es.slideshare.net/accelera/onssi-ocularis</a> ]	158

## Índice de Tablas

Tabla 1. Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias.	48
Tabla 2. Designaciones de las Bandas de Microondas.	49
Tabla 3. Ubicación de las Cámaras.	71
Tabla 4. Características Técnicas cable NEW-9440006&12 (ANEXO I).	74
Tabla 5. Ubicación de las cámaras que forman parte de la red de F.O.	75
Tabla 6. Ubicación de las cámaras que forman parte de los enlaces hacia el Cerro El Murco.	89
Tabla 7. Ubicación de las cámaras que forman parte de los enlaces hacia el Cerro La Viudita	90
Tabla 8. Descripción de los enlaces hacia el Centro de Atención Ciudadana.	91
Tabla 9. Direccionamiento de Red.	124
Tabla 10. Asignación de VLANS Switch de Core.	124
Tabla 11. Direccionamiento de Red.	125
Tabla 12. Especificaciones Cámara AXIS.	129
Tabla 13. Especificaciones Cámara SONY	131
Tabla 14. Costo Cámaras PTZ.	132
Tabla 15. Especificaciones Radios Backbone Punto a Punto.	135
Tabla 16. Especificaciones Radio Punto Multipunto AP.	136
Tabla 17. Especificaciones Técnicas radios Punto a Multipunto SM.	138
Tabla 18. Especificaciones Radio Punto a Punto.	139
Tabla 19. Especificaciones Técnicas antenas Parabólicas.	139
Tabla 20. Costo Equipos de Radio Frecuencia.	141
Tabla 21. Especificaciones de los elementos de la Infraestructura de Red.	150
Tabla 22. Costos de la Infraestructura.	152
Tabla 23. Especificaciones Técnicas equipamiento para el centro de Monitoreo.	158
Tabla 24. Costos equipamiento de hardware y software para el Centro de Monitoreo.	160

Tabla 25. Costo de mano de obra.....	160
Tabla 26. Costo total de la solución. ....	161

## **RESUMEN**

En este trabajo de tesis se desarrolla el diseño de la infraestructura física robusta capaz de soportar la implementación de una solución tecnológica en el Cantón Mejía para la detección, mitigación y atención temprana de diversos sucesos ya sean incidentes delictivos, accidentes de tránsito o emergencias médicas por medio de un Sistema de video vigilancia a ser monitoreado en la Central de Atención Ciudadana de este Cantón.

## **ABSTRACT**

In this thesis work is developed the design of the robust physical infrastructure capable of supporting the implementation of a technological solution in The Mejía's canton for detection, mitigation and early treatment of differents events like criminal incidents, traffic accidents or medical emergencies. For this purpose it will be developed a Video Surveillance System to be monitored at the Central Citizens Office.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo presenta el estudio y diseño de la infraestructura de red necesaria para la implementación de una solución tecnológica capaz de ayudar a la detección, mitigación y atención temprana de los diversos incidentes delictivos que pueden suscitarse en diferentes sitios del Cantón Mejía, mediante un Sistema de Video Vigilancia a ser ubicado en la Central de Atención Ciudadana perteneciente al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de este cantón.

El diseño de una infraestructura de red robusta que permita el normal funcionamiento y crecimiento de los servicios y aplicaciones que deben ser implementadas sobre esta son la base para que el Sistema de Video Vigilancia sea de gran ayuda para la seguridad general de las personas que habitan en el Cantón Mejía

ya que por medio de los elementos que formen parte de la red física las cámaras de video pueden ser instaladas en lugares remotos a los cuales se podrán acceder desde la Central de Atención Ciudadana donde mediante la observación, análisis y grabación de las imágenes que sean captadas por las cámaras se podrá determinar el tipo de asistencia o ayuda dependiendo del acontecimiento.

En la actualidad los sistemas de video vigilancia permiten tener una doble funcionalidad la de prevenir y reaccionar dependiendo de las diferentes manifestaciones de alerta disponible como lo son las alarmas sonoras y visibles, ocultas y silenciosas, la vigilancia mediante el empleo de cámaras digitales permite tener video en color con mejor nitidez, una mayor cobertura y mejoras capacidades de acercamiento, la incorporación de la video vigilancia a través de la red permitirá tener el video grabado por cada cámara disponible en el cuarto de comunicaciones de la Central de Atención Ciudadana.

El problema social de la inseguridad y violencia es una preocupación fundamental de las autoridades del Cantón Mejía una estrategia de seguridad para combatir este problema social es la instalación de una infraestructura de red junto con cámaras IP en diferentes zonas ya que estas sirven como un elemento de disuasión, de esta forma poder reducir los índices de delincuencia e inconformidad. Este sistema de seguridad servirá como aliado de los cuerpos de seguridad ya que con el monitoreo se pueden prevenir delitos y las grabaciones servirán como indicios o pruebas para uso de las autoridades.

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## **Antecedentes**

Para el control y vigilancia de los lugares o sitios dentro del Cantón Mejía que son considerados como críticos, se requiere de un sistema de vigilancia en base a cámaras IP domo del tipo PTZ; cuyo sistema tendrá un funcionamiento ininterrumpido las 24 horas al día durante los 365 días del año. La señal de las cámaras permitirá tener acceso a lugares remotos desde el Centro de Atención Ciudadana. El movimiento o giro de las cámaras con el uso del lente de zoom deben permitir la observación y rastreo de áreas de considerable extensión con el fácil reconocimiento de personas u objetos ubicados a distancia considerable de la cámara.

La instalación de este tipo de dispositivos al ser utilizados como elementos de disuasión deben poseer propiedades que permitan soportar las características climáticas del lugar y la infraestructura física que se dispone actualmente en el Cantón Mejía son elementos principales que se toman en cuenta para desarrollar el diseño de una infraestructura de red robusta que soporte el flujo de información que las cámaras emitirán, por lo que se considera el estudio y la definición del equipamiento de Radio Frecuencia para los sitios que se encuentren fuera de la ciudad deben ser robustos capaces de soportar los cambios climáticos característicos de la zona y enlaces con Fibra Óptica para los lugares que se encuentren dentro de la ciudad.

## **Justificación**

Dotar de una infraestructura de red para el sistema de video vigilancia en la actualidad es una necesidad de los gobiernos de las diferentes ciudades del país, empresas, industria entre otros. Hace unos pocos años la instalación de esta clase de soluciones pasó de ser prácticamente desconocida a una necesidad ineludible, por ejemplo en las ciudades y en las vías de transporte, las cámaras de video han

permitido mejorar ciertos servicios de monitoreo y han requerido de una importante inversión. Además de poseer un monitoreo en tiempo real, es decir un monitoreo en el momento en que ocurren los eventos, se requiere también del almacenamiento de las grabaciones en equipos adecuados para poder disponer de esta información en el momento que se lo requiera.

La captación y el tratamiento de las imágenes obtenidas por una cámara de video es una práctica muy extendida dentro de la sociedad, permite de una forma garantizar la seguridad de las personas y bienes, el incremento de los niveles de inseguridad en las diferentes ciudades obliga a las autoridades a implementar sistemas que contribuyan a la disminución de estos indicadores. Una de las tecnologías por la que se ha mostrado mayor interés en los últimos tiempos para abordar los problemas de seguridad pública y la protección de bienes e instalaciones es el uso de sistemas de video vigilancia. Es así como desde la década de los 90 varias ciudades del mundo han desarrollado muchos sistemas de video vigilancia, los mismos que poseen rendimientos limitados por la calidad de las imágenes obtenidas en un inicio por las cámaras análogas. Esta limitante en muchos de los casos ha ocasionado que luego de la obtención de varias imágenes de escenas y sospechosos de crímenes y atentados, la pobre calidad de las imágenes en términos de resolución e iluminación o enfoque ha impedido que estas sean explotadas exitosamente.

En la actualidad con el desarrollo de la tecnología en este campo permite desarrollar sistemas de video vigilancia con equipos de alta resolución que permitirán a las autoridades aprovechar las imágenes obtenidas de forma adecuada. El presente trabajo consiste en el desarrollo de una solución con equipos de alta calidad y con una infraestructura escalable que soporte a transmisión de datos de video de alta definición.

## **Objetivos**

## **Objetivo General**

Realizar el estudio que contemple el diseño de la infraestructura física necesaria para proveer a la Central de Atención Ciudadana un sistema de Video Vigilancia con cámaras IP ubicadas en varios lugares dentro del Cantón Mejía.

## **Objetivos Específicos**

- Realizar el diseño para la implementación de la infraestructura física basada en una red de fibra óptica y enlaces de radiofrecuencia para interconectar las cámaras de vigilancia con el Centro de Atención Ciudadana.
- Diseñar el equipamiento activo requerido para ser implementado dentro de la Central de Atención Ciudadana, para que el sistema de video vigilancia permita observar, analizar y grabar las imágenes que entreguen las cámaras.
- Realizar el levantamiento del costo que se requiere para implementar el diseño propuesto en este trabajo.

# **CAPITULO 2**

**MARCO CONTEXTUAL**

## Espacio Físico

El cantón Mejía ubicado al sur-oriente de la provincia de Pichincha, fue creado mediante Decreto Oficial el 23 de julio de 1883, lleva su nombre en homenaje a José Mejía Lequerica. Está conformado por su Cabecera Cantonal, Machachi y siete parroquias rurales: Aloag, Aloasí, Cutuglagua, El Chaupi, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Tambillo y Uyumbicho. Sus límites geográficos son:

***NORTE:** Desde el ángulo Noroccidental, confluencia de los ríos Pilatón y Toachi, una línea hacia el Este. El Atacazo y sus faldas del S.E, quebrada Cushiaco y la Unión hacia el Oriente hasta la Cordillera Central.*

***SUR:** Desde el vértice Suroccidental, (Illinizas), Cordillera Occidental e Illinizas, Cerros de El Chaupi, Quebrada y puente La Unión, Nudo de Tiopullo, El Rumiñahui y los páramos del Cotopaxi.*

***ESTE:** Estribaciones de Tanda-Huanta, Yanahurco, Cimarronas, Páramos de Tambo y Secas. Río Antisana y estribaciones de la Cordillera.*

***OESTE:** De Sur a Norte: Illinizas, Cordillera Occidental, Río Zarapullo y Río Toachi.”<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Municipio del cantón Mejía. (s.f.). Obtenido de Municipio del cantón Mejía:  
<http://www.municipiodemejia.gob.ec>

## Localización

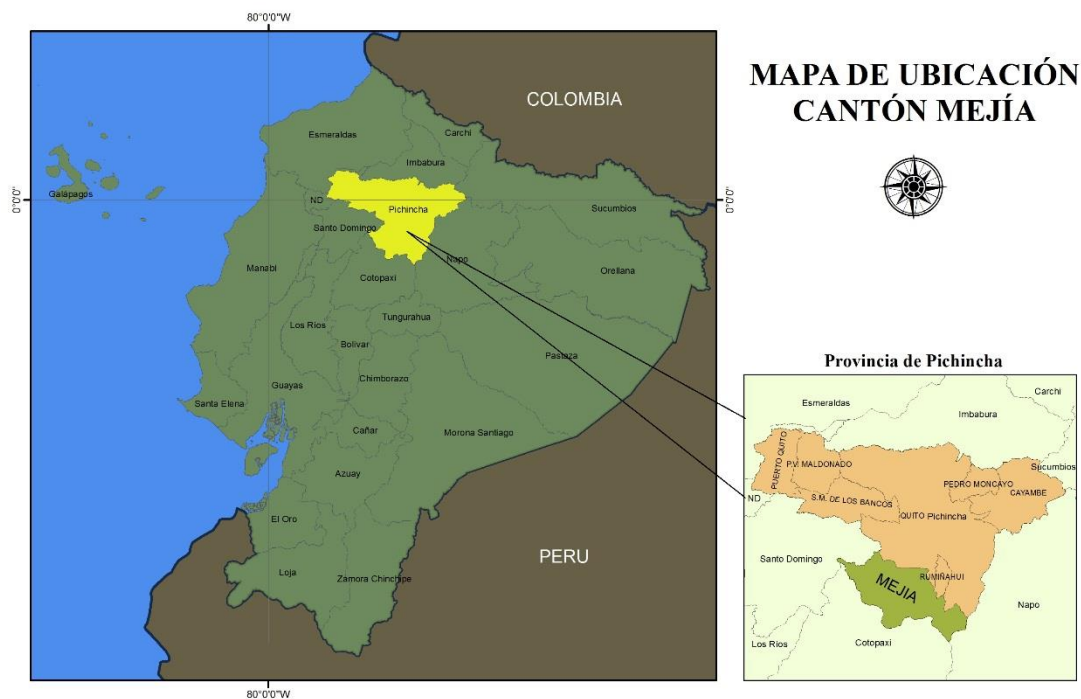


FIGURA 1. MAPA, LOCALIZACIÓN DEL CANTÓN MEJÍA [FUENTE: (MUNICIPIO DEL CANTÓN MEJÍA, S.F.) [HTTP://WWW.MUNICIPIODEMEJIA.GOB.EC](http://www.municipiodemejia.gob.ec)]

## Inseguridad y la Video Vigilancia

El incremento en los índices de criminalidad y violencia<sup>2</sup> en los últimos años en las diferentes ciudades del país ha creado la necesidad en los gobiernos provinciales como en la ciudadanía en general en tomar medidas de seguridad para

<sup>2</sup> [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Victimizacion/Presentacion\\_principales\\_resultados.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Victimizacion/Presentacion_principales_resultados.pdf)

disminuir y tratar de erradicar estos fenómenos sociales. En la actualidad al tener sociedades más globalizadas en la cuales el gobierno debe poseer mayor control sobre los ciudadanos debido al aumento en actos delictivos de toda índole la vigilancia se ha incrementado para poder satisfacer la necesidad de los ciudadanos a llevar una vida normal y Tranquila.

Un elevado grado de inseguridad impide el desarrollo y la realización de las actividades habituales de la sociedad, ocasionando que la seguridad se convierta en una necesidad para la sociedad y una obligación para el Estado, quien deberá invertir recursos humanos y económicos para detener a los individuos que perturban la paz y los ciudadanos puedan vivir con tranquilidad y libertad.

La vigilancia por parte de las autoridades de manifestaciones y desordenes públicos mediante el empleo de circuitos cerrados de televisión y sistemas similares son utilizados en otros países desde los años setenta, la utilización de sistemas de video vigilancia tubo sus primeros usos el sector privado especialmente en centros comerciales para combatir robos y danos a la propiedad, con el tiempo su aplicación se extendió para el sector público como los son escuelas, hospitales, el transporte público, edificios públicos , entre otros. Por último, se ha extendido su uso a calles y plazas públicas, la primera instalación permanente de una videocámara en una vía pública que se conoce fue en el Reino Unido en Beurnemouth, una ciudad del Sur de Inglaterra en el año de 1985.

Los sistemas de video vigilancia ya sean para el uso de instituciones públicas o privadas se han desarrollado con el avance de la tecnología, a finales del siglo XX existían más de un millón y medio de cámaras instaladas en lugares públicos<sup>3</sup>, varios países han optado por implementar tecnología de video vigilancia no únicamente como una medida de control social sino como una herramienta administrativa encargada de monitorear y administrar sistemas de transporte, racionalizar el mantenimiento de diversas infraestructuras, prevenir incendios y para el manejo de espacios públicos. Actualmente a Inglaterra se la conoce por ser el país que posee el

---

<sup>3</sup> MÜLLER-HEIDELBERG et al. 2000, 45

mayor número de cámaras de seguridad implementadas tiene alrededor de 4.2 millones de cámaras encargadas de seguir la movilidad de sus ciudadanos: existe una cámara por cada 14 personas, en una ciudad como Londres, cada habitante puede ser fotografiado unas trescientas veces al día<sup>4</sup>.

## **CAPITULO 3**

### **MARCO TEÓRICO**

---

<sup>4</sup> [http://www.hispanosnet.com/articulos/inglaterra\\_pais\\_mas\\_vigilados\\_mundo.html](http://www.hispanosnet.com/articulos/inglaterra_pais_mas_vigilados_mundo.html)

## **Infraestructura de Red**

Las comunicaciones dentro de la sociedad son muy importantes para el intercambio de información entre personas, al ser un elemento inherente a la naturaleza de todo ser humano, uno de los elementos más importantes dentro de esta es el canal o medio a través del cual se transmite un mensaje. Las comunicaciones que se realizan a largas distancias se las conoce como Telecomunicaciones debido a que requieren de una infraestructura adecuada que garantice el envío y recepción de mensajes sin que estos sufran distorsiones o modificaciones en los mismos, esta infraestructura debe ser robusta, a un costo accesible y que utilice de forma eficaz la energía.

La infraestructura para las telecomunicaciones debe garantizar los medios adecuados para que la expresión, codificación, transmisión y distribución de la información a enviar por la misma no se pierda, adicionalmente debe cumplir con los requerimientos de confiabilidad, seguridad, privacidad y regulaciones existentes con el objetivo de proveer un medio estable capaz de soportar las condiciones brindadas por el medio ambiente siendo capaz de adaptarse a las nuevas tecnologías que aparecen cada día. Una falla en alguno de los componentes que forman parte de la infraestructura física de una red de comunicación puede ser suficiente para dejar a una ciudad entera sin comunicación ocasionando graves inconvenientes por lo que las instalaciones se deben diseñar tomando en cuenta todos los posibles riesgos que puede enfrentar la infraestructura.

## **Redes de Comunicación**

A una red de comunicaciones se la podría definir como el conjunto de medios técnicos que permiten realizar el intercambio de información a distancia entre varios equipos, la información que se transmite puede ser datos, audio y video. Esta información puede ser enviada a través de varios medios como por ejemplo aire, cables de cobre, fibra óptica entre otros, la información se puede transmitir utilizando conversiones de forma analógica, digital o mixta, cualquiera que sea la forma de transmisión esta siempre es transparente al usuario.

Las redes de comunicación permiten la interacción entre dos o varios usuarios a través de un medio físico, de forma general las redes de comunicación presentan las siguientes características:

- **Compartición de archivos.**- esta característica permite que varios usuarios de una red puedan acceder a documentos, archivos videos, etc., que se encuentran almacenados en equipos servidores.
- **Servicios de Aplicación.**- así como se pueden compartir archivos o carpetas en una red es posible tener aplicaciones que corren a través de la infraestructura de red y a la cual acceden varios usuarios como por ejemplo, sistemas de video vigilancia, aplicativos de contabilidad, correo electrónico, acceso remoto, búsquedas por internet entre otros.

## **Tipos de Redes de Comunicación.**

Dependiendo del medio que se utilice para implementar una red de comunicaciones se puede clasificar a las redes en alámbricas e inalámbricas

### **Redes Alámbricas**

Las redes alámbricas son aquellas que utilizan medios de transmisión alámbricos, esto se refiere al medio físico utilizado para realizar la interconexión de los usuarios

que forman parte de la red, entre los medios alámbricos más utilizados que se pueden encontrar en el mercado tenemos par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. La elección del medio alámbrico y el sistema de cableado a utilizar dependen de varios factores que definen su uso, entre los cuales se tiene:

- Tipo de ambiente donde se va a instalar.
- Tipo de equipo por conectar.
- Tipo de aplicación y requerimiento.

### *Par Trenzado*

El par trenzado es el medio alámbrico más utilizado está compuesto por conductores de cobre forrados con plástico y protegidos por una cubierta aislante (Figura 2.), la torsión sirve para reducir la interferencia eléctrica que se origina en las líneas cercanas evitando de esta forma el fenómeno de inducción de los campos electromagnéticos, existen diferentes clases de este tipo de cable dependiendo de la cantidad de pares de que se disponga se pueden tener de 2, 3, 4, 6, 12, 16, 25, 50, 100 y hasta 300 pares.

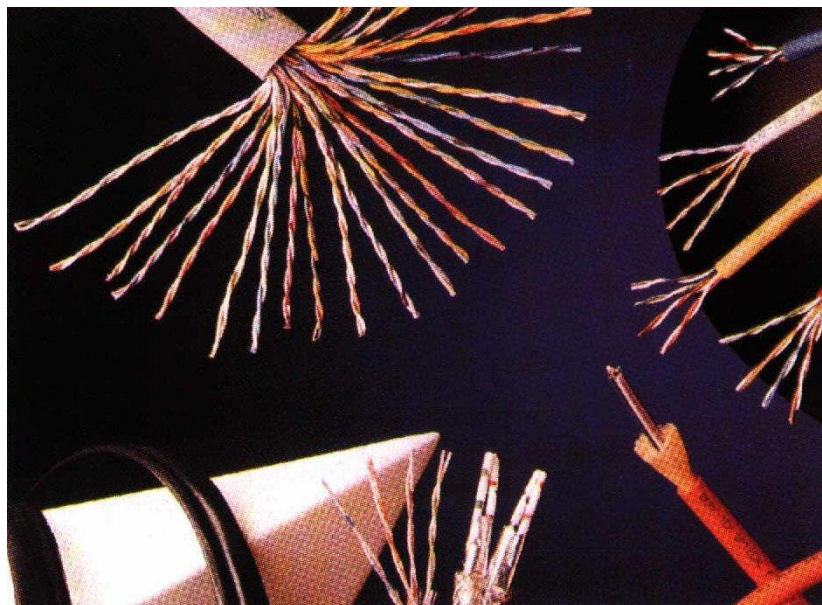


FIGURA 2. PAR TRENZANDO DE COBRE. [FUENTE: [HTTP://TUCABLEESTRUC.BLOGSPOT.COM/](http://TUCABLEESTRUC.BLOGSPOT.COM/)]

El más utilizado para la implementación de cableado estructurado es el cable formado por 4 pares, este tipo de cable es el más utilizado para la implementación de cableado estructurado se lo puede encontrar de dos tipos con blindaje y sin blindaje, este tipo de cableado cuando se lo implementa en redes de datos deben cumplir con estándares y normas entre los cuales se puede citar a:

- ISO/IEC 11801, tecnología de la información: Cableado genérico para cableado de establecimientos comerciales
- Estándares de cableado de telecomunicaciones serie TIA-568-C

La serie TIA-568-C se divide en cuatro secciones:

- TIA-568-C.0: Requisitos generales.
- TIA-568-C.1: Estándar de cableado de telecomunicaciones para construcciones comerciales.
- TIA-568-C.2: Estándar para componentes y cableado de telecomunicaciones de par trenzado compensado.
- TIA-568-C.3: Estándares para componentes de cableado de fibra óptica.
- TIA-569-B (ISO 18010): Estándar para construcciones comerciales para espacios y vías de telecomunicaciones.
- TIA-606-A (ISO 14763.1): Estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de los edificios comerciales.
- TIA-607-B: Requisitos para telecomunicaciones de empalme y puesta a tierra de edificios comerciales.
- ANSI/TIA-942: Estándar para infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos.
- TIA-1152: Pautas sobre la prueba de cobre.

Esta clase de cableado de datos posee diferentes categorías de red las mismas que indican su uso y velocidad a la que pueden transmitir información, las categorías de cableado que se dispone son:

- Categoría 1: se utiliza para comunicaciones telefónicas y no es adecuado para la transmisión de datos ya que sus velocidades no alcanzan los 512 kbit/s.
- Categoría 2: puede transmitir datos a velocidades de hasta 4 Mbit/s.
- Categoría 3: se utiliza en redes 10BaseT y puede transmitir datos a velocidades de hasta 10 Mbit/s.
- Categoría 4: se utiliza en redes Token Ring y puede transmitir datos a velocidades de hasta 16 Mbit/s.
- Categoría 5: puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbit/s.
- Categoría 6: Redes de alta velocidad hasta 1 Gbit/s.
- Categoría 6A: Redes de alta velocidad hasta 10 Gbit/s.
- Categoría 7: fue desarrollada con el objetivo de permitir velocidades de 10Gbit/s para distancias sobre los 100 metros.

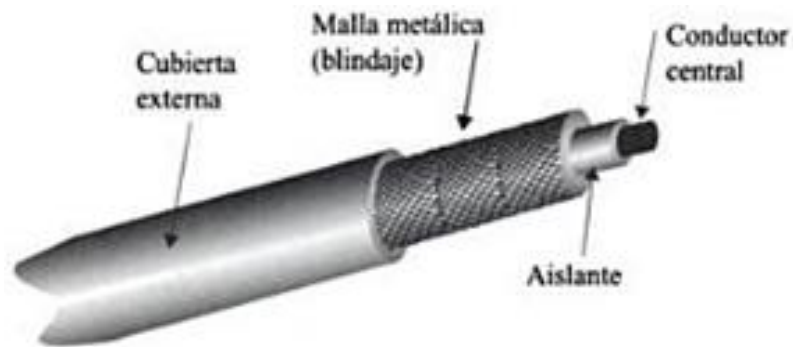
### *Cable Coaxial*

El cable coaxial posee características especiales que lo hacen mucho más robusto frente a las interferencias y el ruido, presenta una menor atenuación que el par trenzado, este tipo de cable es una excelente opción si se desea cubrir grandes distancias sin que se deba utilizar equipos sofisticados para obtener altas velocidades de transmisión. La estructura del cable coaxial se muestra en la Figura 3, está formado por una malla de cobre que va antes de la cubierta externa, en comparación con el par de hilos trenzado este tipo de cable presenta las siguientes ventajas:

- Gran ancho de banda
- Menor radiación electromagnética.
- Menor diafonía.

Pero también presenta las siguientes desventajas en comparación con el par trenzado.

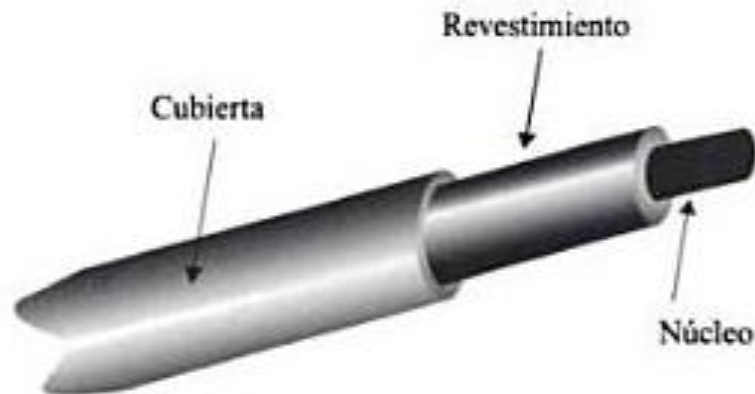
- No posee adaptabilidad del par trenzado.
- Es más costoso.
- Su instalación requiere de mucho más tiempo.
- Es más pesado.



**FIGURA 3. ESTRUCTURA DEL CABLE COAXIAL. [FUENTE: TECNOLOGÍAS Y REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS, HERRERA ENRIQUE, CAPÍTULO V, PÁG. 84]**

### *Fibra Óptica*

La fibra óptica es un nuevo medio de transmisión el cual consiste en un núcleo central muy delgado de vidrio el cual posee un alto índice de refracción de la luz, alrededor de este se encuentra un revestimiento también hecho de vidrio pero este posee un índice de refracción más bajo por lo que se utiliza como protección del núcleo, el núcleo y su revestimiento se encuentran cubiertos por varias capas las cuales tienen varias funciones como por ejemplo aislamiento contra humedad, amortiguamiento, esfuerzo a tensión, protección aislante entre otras (Figura 4).



**FIGURA 4. ESTRUCTURA DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA [FUENTE: TECNOLOGÍAS Y REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS, HERRERA ENRIQUE, CAPÍTULO V, PÁG. 85]**

Las principales razones por las que se utiliza la fibra óptica como medio de transmisión en lugar del cable coaxial o del par trenzado son:

- Si las distancias para conectar a los usuarios son un factor considerable en la implementación de una red local.
- Si se requiere alta capacidad y un gran ancho de banda y muy poca pérdida de señal.
- Si el ambiente en el cual se la va a emplear posee bastante ruido e interferencia electromagnética debido a que no presenta afectaciones ante la variación de voltaje o corriente.
- Debido a su ligereza se puede instalar en ductos muy congestionados que no permitirían la instalación de algún otro tipo de cable.

### **Redes Inalámbricas**

Las redes inalámbricas son aquellas que para el envío de datos utilizan ondas electromagnéticas, las redes inalámbricas no solo se las utiliza para realizar la transmisión de datos también se las emplea para emitir señales de televisión, en telefonía para seguridad, en sensores y domótica, entre otras, esta clase de redes presentan las siguientes características:

- Rápida instalación de la red, debido a que no se requiere cablear a cada usuario, pedir permisos de obra para levantar calles y calzadas en caso de ser necesario.
- Permite movilidad al utilizar como medio de transmisión el aire permite que los usuarios puedan movilizarse dentro del rango de recepción de la señal.
- Menos costo de mantenimiento, al no tener una infraestructura para conectar a cada usuario se reduce significativamente los valores por mantenimiento.
- Accesibilidad, en la actualidad la mayor parte de dispositivos móviles como smartphones, asistentes digitales personales (PDA), computadoras portátiles entre otros, soportan o incluyen varios tipos de tecnología inalámbrica.
- Es una alternativa para proveer servicios de internet, correo entre otros para lugares en donde es muy difícil acceder con medios guiados.

Al igual que todo tipo de tecnología las redes inalámbricas presentan desventajas tales como:

- Sensibilidad ante cambios atmosféricos, una red inalámbrica puede llegar a dejar de brindar servicio por fenómenos naturales como lo son vientos fuertes, tornados, lluvia, entre otros.
- Problemas ante interferencias externas producidas por otros equipos emisores que se encuentren a su alrededor.
- La velocidad es limitada ya que depende la distancia a la cual funcione.

## Redes de Fibra Óptica

El uso de la luz para la transmisión de información es una nueva tecnología de cableado para las redes de comunicaciones, este medio consiste en un núcleo central

muy delgado de vidrio el cual posee la característica de un alto índice de refracción de la luz, alrededor de este existe un revestimiento también de vidrio pero su índice de refracción es más bajo, este sirve de protección al núcleo de cualquier tipo de contaminación provocando un fenómeno conocido como reflexión interna, es decir que cuando un rayo de luz ingrese por un extremo no se disipara hacia el exterior sino que mediante reflexiones sucesivas dentro del núcleo la luz llegará hasta el otro extremo, el núcleo y el revestimiento están cubiertos por varias capas las cuales brindan protección y permiten tener varios tipos de fibra óptica dependiendo del uso que se le desea dar.

El uso de fibra óptica en redes de comunicaciones posee muchas características que hacen de este medio confiable algunas de estas son:

- La transmisión óptica permite el envío de una gran capacidad de información, en términos de ancho de banda las frecuencias que abarca la transmisión de onda de luz son muy altas dentro del espectro electromagnético.
- Las fibras ópticas utilizan fotones para el envío de la información en lugar de los electrones los cuales son utilizados los medios que utilizan los cables metálicos tales como los pares de cobre, cables coaxiales. Esta característica es atractiva para el uso en aplicaciones las cuales su camino de transmisión atraviesa entornos inflamables que pueden ocasionar desastres si se produce una descarga eléctrica. Los cables ópticos son inmunes a posibles chispas o interferencias eléctricas procedentes de dispositivos electrónicos.
- Las fibras ópticas presentan una menor pérdida en potencia de la señal en comparación con los medios de cobre y los cables coaxiales. La potencia de una señal luminosa se reduce normalmente sólo en un 50% después de haberse propagado alrededor de 9,6 millas por lo que son aptas para su uso en los cuales se deben conectar sitios separados por una gran distancia.
- La transmisión por fibra óptica es más segura que los métodos utilizados en los medios de cobre debido a que la transmisión por luz no radia energía

residual alrededor del cable como sucede en la transmisión eléctrica en donde se encuentra energía electromagnética residual.

- Los cables de fibra óptica son muy pequeños apenas alcanzan el tamaño de un cabello además son muy ligeros de peso.
- Las fibras ópticas son fáciles de instalar y utilizar en ambientes con temperaturas tanto altas como bajas.
- Debido a la pequeña pérdida de señal la tasa de error en los cables de fibra óptica es muy baja, una tasa de error típica en fibra óptica es de  $10^{-9}$ , frente a los  $10^{-6}$  que se tiene en los medios metálicos.

## Tipos de Cables de Fibra Óptica

Las fibras ópticas basan su funcionamiento en el principio de reflexión total para guiar ondas de luz, este fenómeno se da en cualquier medio transparente que tenga un índice de refracción mayor que el medio que lo contenga, en las fibras ópticas los rayos de luz que inciden con un determinado ángulo en el núcleo se reflejan y se propagan dentro del núcleo de la fibra, para otros ángulos de incidencia en la fibra los haces de luz son absorbidos por el material que forma el revestimiento. Los principales tipos de fibra óptica que se emplean en redes de computadores son los siguientes:

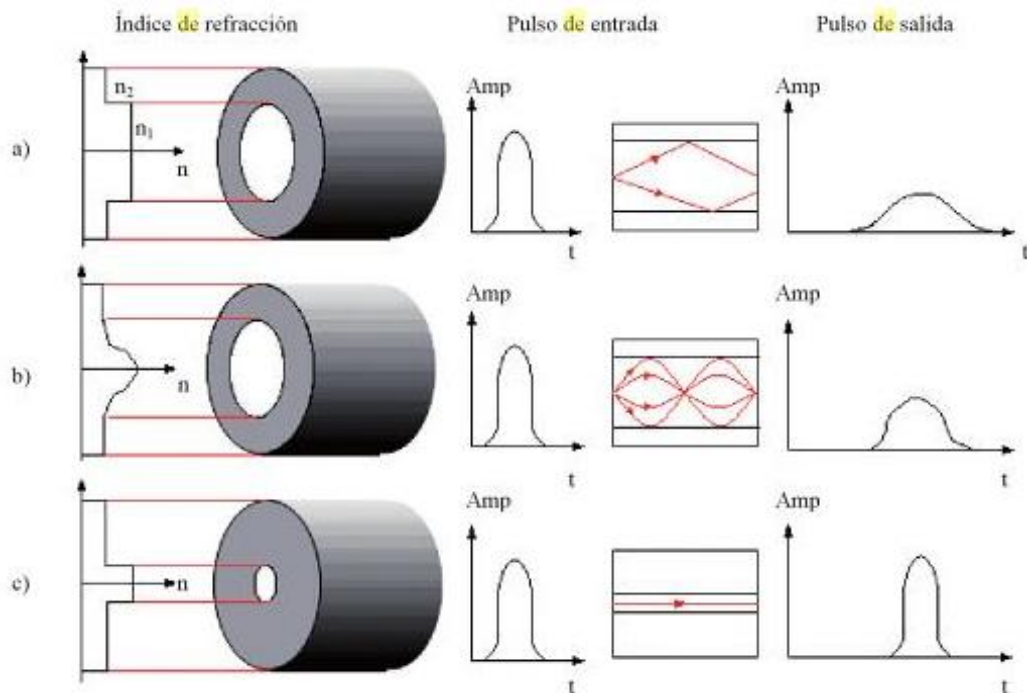
**Fibra óptica multimodo de índice salto o índice discreto** esta clase de fibra permite la transmisión de varios haces de luz simultáneamente, es decir existe una multitud de ángulos de incidencia para los que se da reflexión total.

A este conjunto de ángulos de incidencia se los denomina modos, cada rayo de luz describirá un camino desde el origen hasta el destino, esto provoca que los pulsos de luz que se transmiten se dispersen con el tiempo lo que provoca que se limite la velocidad a la que los datos puedan ser correctamente recibidos. La

principal ventaja de este tipo de fibra óptica es que es la más barata pero posee un bajo ancho de banda, este tipo de fibra se muestra en Figura 5 a.

**Fibra óptica multimodo de índice gradual** en este tipo de fibra también se transmiten varios modos simultáneamente, sin embargo se tiende a igualar la velocidad de todos ellos de este modo se logra que todos los haces de luz lleguen en el mismo instante al extremo final, para conseguir esto el núcleo presenta un índice de refracción superior en la parte central y dicho índice va disminuyendo progresivamente en la periferia, esto provoca que la luz que viaja por la periferia llegue al receptor al mismo tiempo que la luz que viaja por el centro del núcleo, este tipo de fibra es más costosa que la anterior ya que presenta un mayor ancho de banda por lo que pueden alcanzar mayores velocidades este tipo de fibra se muestra en Figura 5 b.

**Fibra óptica monomodo** este tipo de fibra utiliza el principio de funcionamiento de la fibra óptica multimodo de índice de salto, si se reduce el radio del núcleo a dimensiones del orden de magnitud de la longitud de onda para obtener un solo modo, en este tipo de fibra se transmite únicamente un haz de luz a lo largo de la misma, reduciendo los problemas existentes en las fibras multimodo, este tipo de fibra se muestra en Figura 5 c.



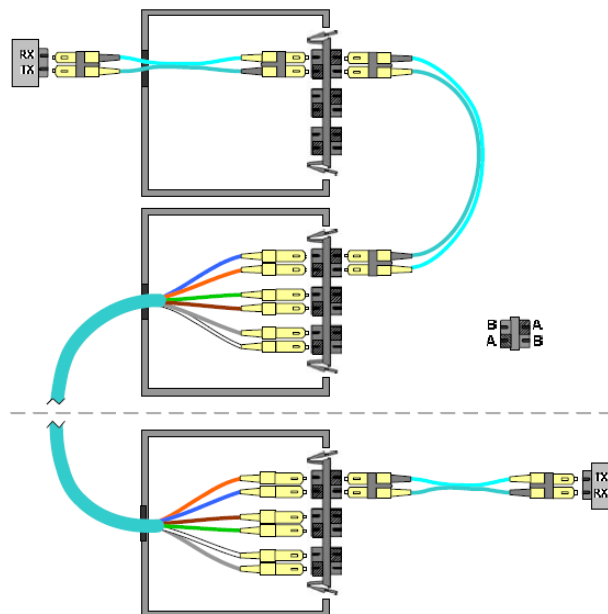
**FIGURA 5. TIPOS DE FIBRA ÓPTICA: A) FIBRA ÓPTICA MULTIMODO DE ÍNDICE SALTO. B) FIBRA ÓPTICA MULTIMODO DE ÍNDICE GRADUAL. C) FIBRA ÓPTICA MONOMODO. [FUENTE: REDES Y TRANSMISIÓN DE DATOS, GIL PABLO, POMARES JORGE, CANDELAS FRANCISCO, CAPITULO IV, PÁG. 88]**

En las redes de fibra óptica se tiene dos tipos de fuentes de luz: diodos LED (Light Emitting Diodes), y los diodos ILD (Inyección Laser Diode) cuyo principio de funcionamiento es similar al laser, son más eficaces que los diodos LED y permiten alcanzar velocidades de transmisión mayores. Las dos clases de diodos se diferencian en el ancho espectral y la potencia lumínica, el ILD proporciona potencias de miliwatios en cambio los LED proporcionan fuentes de potencia en el orden de los microwatios, los diodos ILD presenta un ancho espectral menor al del diodo LED lo que permite tener un haz de luz más directivo y enfocado.

## Funcionamiento de la Fibra Óptica

Los sistemas que utilizan fibra óptica son muy similares a los que utilizan cables de cobre en varios aspectos la mayor diferencia se da en que la fibra óptica utiliza pulsos luminosos para el envío y recepción de datos en lugar de pulsos electrónicos.

La luz que ingresa se refleja o refracta fuera del revestimiento dependiendo del ángulo de ingreso de la misma después rebota dentro del núcleo y del revestimiento a lo largo de varias distancias. Para que exista intercambio de información se requiere de dos vías de comunicación de datos para ello se requiere formar dos circuitos de fibra es decir dos enlaces uno para transmitir los datos y otro para la recepción de los mismos en la figura 6 se muestra una fibra que posee dos vías para la transmisión y recepción de datos en cada extremo en una red de datos se la utiliza sirve para conectar un par (Tx / Rx) en un ruteador, switch, panel de conexión, servidor o en una estación terminal.



**FIGURA 6. FIBRA ÓPTICA COMO ELEMENTO DE CONEXIÓN EN UNA RED DE DATOS. [FUENTE: [HTTPS://WWW.SIEMON.COM/LA/WHITE\\_PAPERS/07-12-10-FIBRA.ASP](https://www.siemon.com/LA/WHITE_PAPERS/07-12-10-FIBRA.ASP)]**

Un cable de fibra óptica de forma general está formada por cinco elementos los cuales son el núcleo, el revestimiento, un buffer, material resistente y un revestimiento exterior como se muestra en la figura 7, el núcleo es un elemento que transmite luz y se encuentra en el centro del cable de fibra óptica generalmente son de sílice o de vidrio y se encuentra fabricado de elementos químicos similares a los del revestimiento que lo rodea los pulsos de luz que viajan por el núcleo de fibra se reflejan en la interfaz donde se junta el núcleo y el revestimiento, debido a que los elementos de que se encuentra construido el revestimiento son ligeramente diferentes

a los del núcleo este tiende a funcionar como un espejo el cual refleja la luz al núcleo de la fibra manteniendo el haz de luz en el núcleo mientras viaja por la fibra.

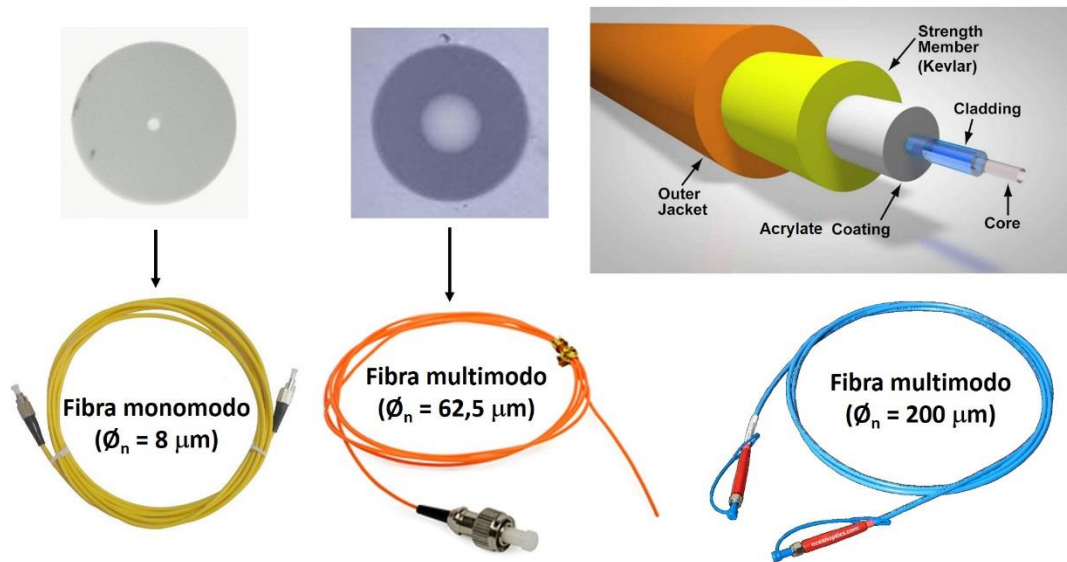


FIGURA 7. PARTES QUE FORMAN UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA. [FUENTE: [HTTP://WWW.INVESTIGACIONYCIENCIA.ES/BLOGS/TECNOLOGIA/50/POSTS/FIBRA-PTICA-PARA-DIAGNOSTICAR-Y-CURAR-13056](http://www.investigacionyciencia.es/blogs/tecnologia/50/posts/fibra-ptica-para-diagnosticar-y-curar-13056)]

Alrededor del revestimiento existe un búfer el cual sirve de protección al núcleo y al revestimiento de todo daño, el material que rodea al búfer es resistente para evitar que el cable de fibra óptica se estire al momento tirar de él, generalmente este material es el mismo usado en la fabricación de los chalecos a prueba de balas. El elemento final, el revestimiento exterior, se agrega para proteger la fibra de la abrasión de los solventes y de otros contaminantes. La composición de este revestimiento puede variar dependiendo del uso del cable los códigos de prevención de incendios pueden exigir la utilización de plenum o de materiales de grado de conductor vertical.

Como la fibra óptica usa señales luminosas en lugar de señales eléctricas para transmitir datos se requiere de la instalación de dispositivos especiales capaces de interpretar este tipo de señales a cada fibra óptica se conecta a un transmisor en un extremo y aun receptor en el otro.

El dispositivo transmisor es el encargado de realizar la conversión de los datos en señales luminosas codificadas para inyectar estos pulsos en el cable de fibra, la fuente de energía utilizada por el transmisor puede ser un láser, un diodo emisor de luz LED.

Cuando los pulsos luminosos llegan al destino son captados por un receptor óptico, la clase de dispositivo a la que se conecta el cable es el encargado de determinar el procesamiento real, este dispositivo es el encargado de convertir las señales luminosas recibidas en señales eléctricas para que puedan ser utilizadas por dispositivos electrónicos como routers, switch o transmitirse a otros dispositivos por medio de cable de cobre.

### **Fibra óptica multimodo**

La fibra óptica del tipo multimodo posee un núcleo de 50 o 62 micrones y una cubierta de 125 micrones de diámetro, la fuente de luz que se suele utilizar con este tipo de fibras es el diodo LED, este tipo de fibra óptica es utilizada para comunicaciones de cortas distancias. Los enlaces multimodo típicos pueden alcanzar velocidades de hasta 10 Gbit/s y una distancia de aproximadamente 600 metros. El estándar ISO/IEC 11801 clasifica las fibras multimodo en:

**OM1.-** Fibra óptica multimodo que debe tener un núcleo de vidrio con un diámetro de 62,5 micrones, proveer un ancho de banda de 200 MHz y una atenuación de 3,5 dB para una longitud de onda de 850 nm.

**OM2.-** Fibra óptica multimodo que debe tener un núcleo de vidrio con un diámetro de 50 micrones, proveer un ancho de banda de 500 MHz y una atenuación de 3,5 dB para una longitud de onda de 850 nm.

**OM3.-** Fibra óptica multimodo que debe tener un núcleo de vidrio con un diámetro de 50 micrones, proveer un ancho de banda de 1500 MHz y una atenuación de 3,5 dB para una longitud de onda de 850 nm.

**OM4.-** Este estándar utilizado por la TIA (Telecommunications Industry Association) pero que aún no es adoptado por la ISO (International Organization for Standardization) define a la fibra óptica multimodo del tipo OM4 como una fibra optimizada de núcleo de vidrio que permite alcanzar una velocidad de 10 Gigabit Ethernet hasta una distancia de 550 metros.

Las fibras ópticas multimodo del tipo OM1 y OM2 son utilizadas con transmisores LED para velocidades de transmisión entre los 10 Mbps y 1000 Mbps, en la actualidad se utiliza con mayor frecuencia la fibra óptica multimodo del tipo OM3 ya que su fuente de luz es el láser (LOMMF) está diseñada para utilizarse con VCSELs (Vertical Cavity Surface-Emitting Lasers) de 850 nm y permite la transmisión de 10 GbE hasta una distancia de 300 metros.

## **Fibra óptica monomodo**

La fibra monomodo se caracteriza por utilizar un solo modo es decir un haz de luz para que propague a través del núcleo de la fibra, el diámetro de este tipo de fibra es mucho más pequeño que el de una fibra multimodo este diámetro va desde los 8 a 10 micrones por ejemplo una fibra con especificaciones de 9/125 nos indica que el núcleo de esta fibra tiene un diámetro de 9 micrones y que su revestimiento es de 125 micrones.

El núcleo de una fibra óptica monomodo tiene una dimensión aproximadamente de diez veces mayor que la longitud de onda del haz de luz que transporta debido a esto se deja muy poco espacio para que la luz rebote resultando en una transmisión en línea recta a través del núcleo.

Por lo general, la fibra monomodo utiliza como fuente de luz el láser siendo está más costosa en su producción ya que requiere mayores niveles de seguridad, puede transmitir aún más datos que una fibra multimodo, una fibra monomodo 9/125 puede transmitir datos hasta 3000 metros cuando se instala como parte de un sistema de cableado estructurado estándar, con frecuencia la fibra monomodo se utiliza en segmentos exteriores y ara conectar edificios o locaciones separados por grandes distancias.

La principal ventaja que presenta este tipo de fibra es el ancho de banda que presenta se puede decir que es ilimitado debido a que la propagación se da en un solo modo, evitando el fenómeno de la dispersión modal que se produce por la diferencia de velocidad de propagación de los modos que se transmiten en un cable de fibra, este fenómeno se reduce debido al pequeño tamaño de su núcleo menor a 9 micrómetros lo que presenta la dificultad en el acoplamiento de la luz pero permite alcanzar mayores distancias con tasas de transmisión más elevadas en comparación a una fibra multimodo. Dependiendo de las características desarrolladas en la construcción de las fibras monomodo se puede tener los siguientes tipos:

**G.652:** esta fibra es utilizada generalmente como fibra estándar en Telecomunicaciones para transmisión a velocidades de Ethernet, Gigabit y 10 Gigabit. La denominación OS1 hace referencia a las fibras del tipo G652 a, b, c y d. La denominación de la fibra OS2 desde el año 2006 se refiere a características para longitudes de onda de 1310 nm, 1550 nm y 1383 nm, fibras utilizadas para transmisión utilizando Multiplexación por división en longitudes de onda ligeras (Coarse wavelenght División Multiplexing CWDM). Del mismo modo la fibra OS2 es utilizada para aplicaciones de larga distancia.

**G655:** se refiere a las fibras ópticas con dispersión desplazada no nula utilizada para aplicaciones de larga distancia con longitudes de onda de 1550 nm, sus características se fijan para longitudes de onda de 1550 nm y 1625 nm, se utiliza para

aplicaciones en donde se requiere el uso de multiplexación compacta por división en longitudes de onda (Dense Wavelegth Division Multiplexing DWDM).

**G656:** son las fibras ópticas que presentan la característica de dispersión desplazada no nula se utiliza en aplicaciones de banda ancha sus características se fijan para longitudes de onda entre 1460 nm y 1625 nm, se utiliza en aplicaciones que requieren multiplexación CWDM y DWDM.

**G657:** son fibras ópticas que poseen características especiales para ser utilizadas en aplicaciones de acceso en banda ancha Fiber to the x (FTTx), entre algunas de las características que presentan son las de alta resistencia a la humedad y a las macro curvaturas, permite la transmisión para longitudes de onda de 1310, 1490 y 1550 nm.

### **Elementos de conexión y canalización para fibra óptica**

Para la instalación de los cables de fibra óptica e requiere un manejo especial debido a la delicada naturaleza de las fibras de vidrio utilizadas para la transmisión de señales de luz. Los sistemas de cerramiento de fibra óptica como lo son los conectores y canales de protección son diseñados para proteger el cable de fibra, en la figura 8 se muestra los elementos de canalización que permiten la existencia de curvas suaves y grandes para evitar que el radio de curvatura del cable de fibra sea pequeño en las esquinas.



**FIGURA 8. CANALETA PARA FIBRA ÓPTICA. [FUENTE [HTTP://WWW.OPENUP.ES/PANDUIT-FIBER-RUNNER/](http://www.openup.es/panduit-fiber-runner/)]**

### **Elementos de Conexión**

Para realizar la conexión del cableado de fibra óptica se tienen varios elementos para que esta entre en funcionamiento como los son:

#### **Conectores**

Los conectores ópticos constituyen uno de los elementos necesarios para establecer un enlace óptico, junto con los adaptadores tienen la función de permitir la unión mecánica de dos fibras para completar el canal de datos, en la figura 9 se muestra los elementos que forman parte de un conector de fibra, que dependiendo del diseño y material empleado se obtienen los diversos tipos de conectores existentes en el mercado.

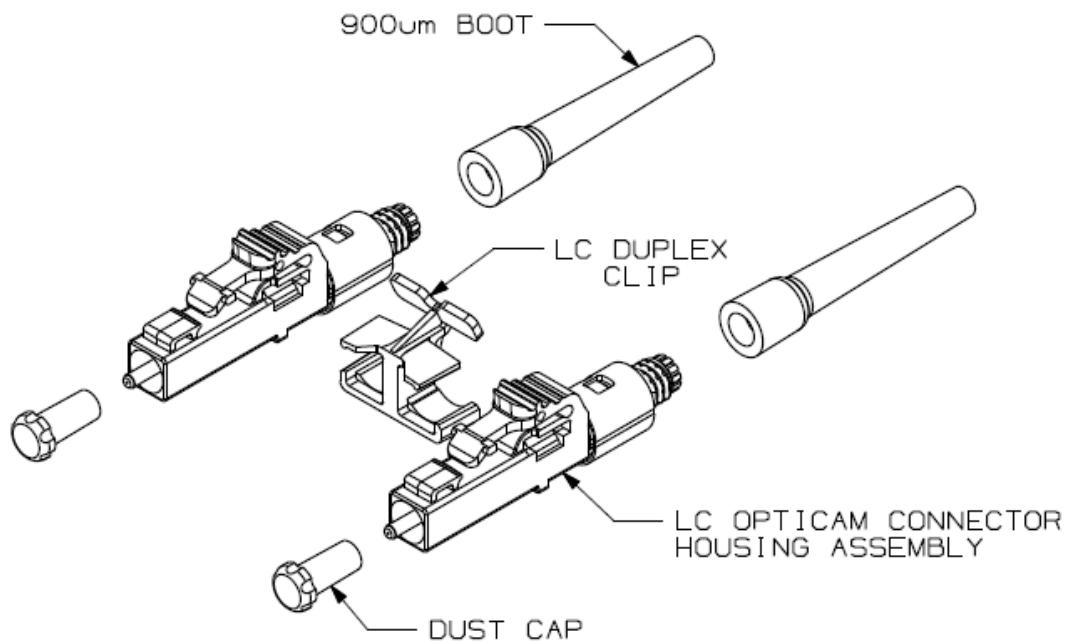


FIGURA 9. ELEMENTOS DE UN CONECTOR FIBRA ÓPTICA [FUENTE [HTTP://WWW.PANDUIT.COM.](http://www.panduit.com)]

Estos elementos al encargarse de realizar la conexión de las líneas de fibra a un elemento sea un transmisor o un receptor son de diferentes formas entre los más conocidos y utilizados podemos encontrar:

**Conector tipo ST.-** esta clase de conector fue desarrollado y registrado por AT&T, es utilizado para redes multimodo está compuesto por una montadura tipo bayoneta y una férula larga y cilíndrica de 2,5 mm generalmente es fabricada de cerámico o polímero con el objetivo de sostener la fibra, las férulas son fabricadas de cerámica, metal o plástico, debido a que poseen un resorte interno, se debe verificar que la inserción de este conector debe ser la adecuada para evitar pedidas, en la figura 10 se muestra este tipo de conector.



FIGURA 10. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO ST. [FUENTE [HTTP://WWW.PANDUIT.COM.](http://www.panduit.com)]

**Conector tipo SC.-** este es un conector del tipo broche posee una férula de 2,5 mm es ampliamente usado por su excelente desempeño, este conector fue estandarizado por el estándar TIA-568-A, en la figura 11 se muestra el conector tipo SC, en la actualidad.



FIGURA 11. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO SC. [FUENTE [HTTP://WWW.PANDUIT.COM.](http://www.panduit.com)]

**Conector tipo FC.-** esta clase de conectores fueron utilizados mayormente en sus inicios para fibra óptica monomodo también posee una férula de 2,5 mm, su conector se debe atornillar para asegurar la conexión, en la figura 12 se muestra esta clase de conectores, pero se debe verificar que la guía quede alineada adecuadamente antes de apretarle para evitar inconvenientes de conexión actualmente esta clase de conectores han sido remplazados por los conectores del tipo SC y LC.



FIGURA 12. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO FC. [FUENTE [HTTP://WWW.PANDUIT.COM.](http://www.panduit.com)]

**Conector tipo LC.-** esta clase de conector utiliza un factor de forma pequeña posee una férula de 1,25 mm que equivale a la mitad de un conector tipo SC, es de fácil terminación de buen desempeño se emplea para fibra monomodo, este clase de conector se lo muestra en la figura 13.



FIGURA 13. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO LC. [FUENTE [HTTP://WWW.PANDUIT.COM./](http://www.panduit.com/)]

Además de los conectores descritos anteriormente existen conectores desarrollados por fabricantes de equipamiento activo para redes de comunicación o fueron desarrollados pero debido a sus costos o características de fabricación no los hacen muy usados, entre los cuales se puede describir los siguientes;

**Conector ESCON – FDDI.-** los conectores ESCON son registrados por IBM son conectores del tipo dúplex poseen férulas de 2, 5 mm pueden ser acoplados a los conectores SC o ST los conectores FDDA (figura 14 a) poseen una cubierta fija sobre las férulas, los conectores ESCON (figura 14 b) poseen sobre las férulas un resorte que permite que la cubierta se retraiga.



a) Conector FDDI



b) Conector ESCON

FIGURA 14. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO FDDI-ESCON. [FUENTE: [HTTP://WWW.FIBRAOPTICA.COM/IMAGES/STORIES/CONECTORES/](http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/)]

**Conector tipo MT-RJ.-** es un conector dúplex en el cual ambas fibras ubicadas en una sola férula de polímero (figura 15) utiliza puntas para conseguir el alineamiento de las fibras en la actualidad se lo utiliza para fibras multimodo, esta clase de conectores son difíciles de probar debido a que los equipos diseñados para esta tarea no permiten el acoplamiento directo del conector.



FIGURA 15. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO MT-RJ. [FUENTE: [HTTP://WWW.FIBRAOPTICA.COM/IMAGES/STORIES/CONECTORES/](http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/)]

**Conector tipo Opti-Jack.-** es un conector fabricado por Panduit (figura 16) es un conector del tipo dúplex, reforzado diseñado en forma precisa alrededor de dos férulas del tipo ST en un empaque similar y de tamaño de un conector RJ-45



FIGURA 16. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO OPTI-JACK. [FUENTE: [HTTP://WWW.FIBRAOPTICA.COM/IMAGES/STORIES/CONECTORES/](http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/)]

**Conector tipo Volition.-** este conector perteneciente a 3M mostrado en la figura 17 es un conector dúplex que no utiliza férula para la alineación de la fibra, está la realiza mediante el uso de ranuras en forma de V simulando un empalme.



FIGURA 17. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO VOLITION. [FUENTE: [HTTP://WWW.3M.COM.](http://www.3m.com)]

**Conector tipo LX-5.-** este es un conector similar al conector tipo LC como se muestra en la figura 18, se diferencia porque posee una cubierta sobre el extremo de la fibra.



FIGURA 18. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO LX-5. [FUENTE: [HTTP://WWW.FIBRAOPTICA.COM/IMAGES/STORIES/CONECTORES/](http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/)]

**Conector tipo MU.-** este es un conector similar al conector tipo SC miniatura como se muestra en la figura 19, posee una férula de 1,25 mm.



FIGURA 19. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO MU. [FUENTE: [HTTP://WWW.FIBRAOPTICA.COM/IMAGES/STORIES/CONECTORES/](http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/)]

**Conector tipo MT.-** es un conector utilizado para cable de cinta (ribbon) de 12 fibras su uso principal es en ensamblajes previamente terminados de cable y en sistemas de cableado, en la figura 20 se muestra un conector del tipo MT de 12 fibras las cuales se conectan a un cable y en su extremo opuesto existen 12 fibras con conectores ST.



FIGURA 20. CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA TIPO MT. [FUENTE: [HTTP://WWW.FIBRAOPTICA.COM/IMAGES/STORIES/CONECTORES/](http://www.fibraoptica.com/images/stories/conectores/)]

## Sistemas Radioeléctricos

A la transmisión de las señales por el espacio mediante el uso de ondas electromagnéticas se lo conoce como radio sin que exista una conexión física entre el transmisor y el receptor. En el trabajo con sistemas radioeléctricos se utiliza con

frecuencia el término radiofrecuencia (RF) que se refiere a como a una determinada frecuencia la radiación de energía electromagnética permite la comunicación.

## Espectro Radioeléctrico

Para los sistemas de telecomunicaciones se utiliza el espectro radioeléctrico el cual comprende las bandas de frecuencia útiles para los servicios de radiocomunicación que va desde frecuencias inferiores a 1 KHz hasta alrededor los 300 GHz. Las principales bandas del espectro radioeléctrico suelen definirse en términos de las longitudes de onda según la designación dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones como se muestra en la tabla 1.

Abreviatura	Significado	Frecuencias	Long. de Onda	Designación
<b>ELF</b>	Extra-low freq.	0.3 a 3 KHz	1000 a 100 Km	Megamétricas
<b>VLF</b>	Very-low freq.	3 a 30 KHz	100 a 10 Km	Miriamétricas
<b>LF</b>	Low frequency	30 a 300 KHz	10 a 1 Km	Kilométricas
<b>MF</b>	Medium-freq.	300 a 3000 KHz	1000 a 100 m	Hectométricas
<b>HF</b>	High frequency	3 a 30 MHz	100 a 10 m	Decamétricas
<b>VHF</b>	Very-high freq.	30 a 300 MHz	10 a 1 m	Métricas
<b>UHF</b>	Ultra-high freq.	300 a 3000 MHz	1 m a 10 cm	Decimétricas
<b>SHF</b>	Super-high freq.	3 a 30 GHz	10 cm a 1 cm	Centimétricas
<b>EHF</b>	Extra-high freq.	30 a 300 GHz	10 mm a 1 mm	Milimétricas

TABLA 1. NOMENCLATURA DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS.

En la tabla 1 se muestra la división general de las bandas ya que dentro de estas bandas existen sub bandas a las que se las designa con letras como se muestra en la tabla 2<sup>5</sup>.

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS
P	0.223 A 0.390 GHz
L	0.390 a 1.550 GHz
S	1.550 a 5.200 GHz
X	5.200 a 10.90 GHz
K	10.90 a 36.00 GHz
Q	36.00 a 46.00 GHz
V	46.00 a 56.00 GHz
W	56.00 a 100.0 GHz

**TABLA 2. DESIGNACIONES DE LAS BANDAS DE MICROONDAS.**

A su vez las bandas mostradas en la tabla 2 se dividen en más sub bandas como lo es por ejemplo la sub banda Se, que comprende de 1.55 a 1.65 GHz, la sub banda Kp que va desde los 10.9 a 12.25 GHz, entre otras.

## Tipos de Servicios

La Unión Internacional de Telecomunicaciones define a los tipos de servicios de radiocomunicación dependiendo de la banda de frecuencia a la que operan en<sup>6</sup>:

<sup>5</sup> Reference Data for Radio Engineers: Radio, Electronics, Computer, and Communications. 7th Edition. Edward C. Jordan, Editor in Chief. Howars W. Sams & Co. Indianapolis, 1966.

<sup>6</sup> Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Artículo 8, secciones 391-412.

**“Servicios Fijos.-** son los servicios de radiocomunicación entre dos puntos fijos específicos como por ejemplo lo son los circuitos de alta frecuencia punto a punto y radioenlaces de microondas. 6”

**“Servicios Móviles.-** corresponden a los servicios de comunicaciones entre estaciones que pueden utilizarse cuando están en movimiento, paradas en lugares no especificados o bien entre estaciones móviles y estaciones fijas. 6”

**“Servicio Móvil Aeronáutico.-** es el servicio de radiocomunicaciones entre estaciones costeras y aeronaves o entre aeronaves. 6”

**“Servicio Móvil Marítimo.-** es el servicio de radiocomunicaciones entre estaciones costeras y barcos o entre barcos. 6”

**“Servicio Móvil Terrestre.-** es el servicio de radiocomunicaciones entre una estación de base y una estación terrestre móvil o entre estaciones móviles terrestres. 6”

**“Radionavegación.-** es el servicio que sirve para determinar la posición de naves mediante las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas. 6”

**“Radionavegación Marítima.-** es el servicio de radionavegación utilizado para la navegación marítima por ejemplo los radiofaros costeros, estaciones de radiolocalización, radares a bordo entre otros. 6”

**“Radionavegación Aérea.-** es el servicio de radionavegación para la navegación aérea por ejemplo VOR, Tacan, radiofaros, sistemas de aterrizaje por instrumentos, radio-altímetros, radares a bordo, entre otros. 6”

**“Radiolocalización.-** es el servicio utilizado para determinar la posición de naves con propósitos diferentes a los de la navegación por ejemplo los radares terrestres, radares costeros, sistemas de seguimiento, entre otros. 6”

**“Radiodifusión.-** es el servicio de radiocomunicaciones cuyo propósito es la recepción directa por el público en general como ejemplos pueden citarse la radiodifusión en ondas medias (AM), frecuencia modulada (FM) y televisión. 6”

**“Radioaficionados.-** es el servicio de radiocomunicación llevado a cabo por personas interesadas en las técnicas radioeléctricas únicamente por interés personal y sin interés comercial alguno. 6”

**“Espaciales.-** es el servicio de radiocomunicaciones entre estaciones o vehículos espaciales. 6”

**“Tierra – Espacio.-** es el servicio de radiocomunicaciones entre estaciones terrestres y estaciones o vehículos espaciales por ejemplo la comunicación entre una estación terrestre y un satélite. 6”

**“Radioastronomía.-** es el servicio de radiocomunicaciones utilizado para la recepción de ondas radioeléctricas de origen cósmico. 6”

**“Estándares de Frecuencia.-** son las transmisiones de radio de frecuencias específicas y de alta precisión cuyo propósito es la recepción con fines científicos técnicos o de otra índole. 6”

## **Tipos de Transmisión**

Desde la perspectiva del usuario generalmente la comunicación obedece a dos tipos de necesidades el del intercambio de información entre un punto y otro como lo es el dialogo de voz o de comunicación interactiva de datos y el de la distribución de una misma señal desde un punto hacia múltiples puntos terminales, para satisfacer estas necesidades se utilizan los enlaces radioeléctricos en configuración de punto a

punto o punto multipunto cada una de estas formas de conectividad posee su característica dependiendo del servicio a ser implementado.

### Transmisión Punto a Punto

Este tipo de transmisión permite comunicarse entre dos estaciones como se muestra en la figura 21, para este caso las dos estaciones que intervienen en este tipo de comunicación pueden realizar el intercambio de información simultáneamente ya que para ello se emplea un circuito dúplex el cual está constituido por el semicírculo de A hacia el punto B y por el semicírculo desde B hacia A, cada estación transmite a una frecuencia diferente al satélite y recibe en otra.

Cada enlace es un trayecto de la radiación desde una de las estaciones terrenas hasta el satélite o viceversa.

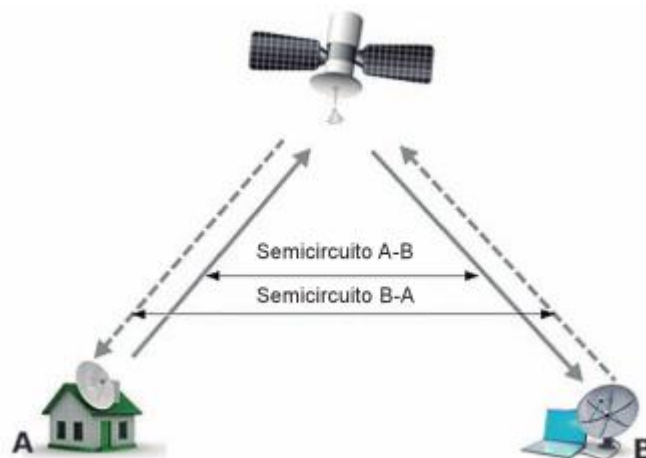


FIGURA 21. CONECTIVIDAD PUNTO A PUNTO DE UN REPORTERO ENG CON SUS ESTUDIOS. [FUENTE: SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES, LUZ RAMÓN, PÁG. 16]

Una forma simple de lograr la comunicación entre estaciones cercanas es la de establecer circuitos punto a punto como se muestra en la figura 22, esta forma de conectividad por medio de enlaces independientes proporcionan una alta capacidad entre pocos sitios pero presenta la desventaja de que la información debe atravesar varias estaciones de repetición.

Un caso común del uso de este tipo de comunicación es el de una estación maestra que puede ser compartida o no desde la cual se establecen varios enlaces hacia estaciones remotas, los enlaces entre las estaciones remotas y la estación maestra son independientes por lo que se puede intercambiar información de forma bidireccional entre cada enlace, para evitar interferencias la comunicación con cada estación terminal se la realiza en diferentes canales de frecuencia, este tipo de comunicación utiliza la topología estrella

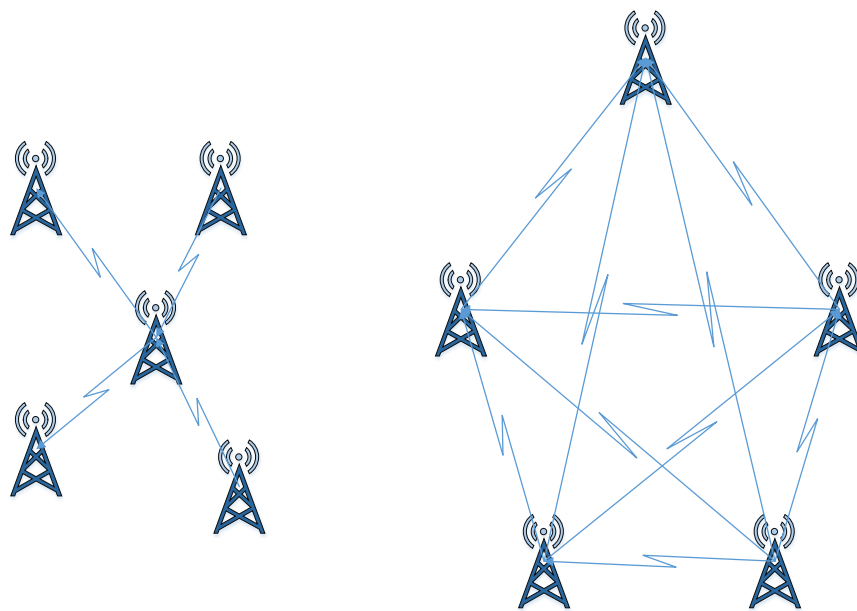
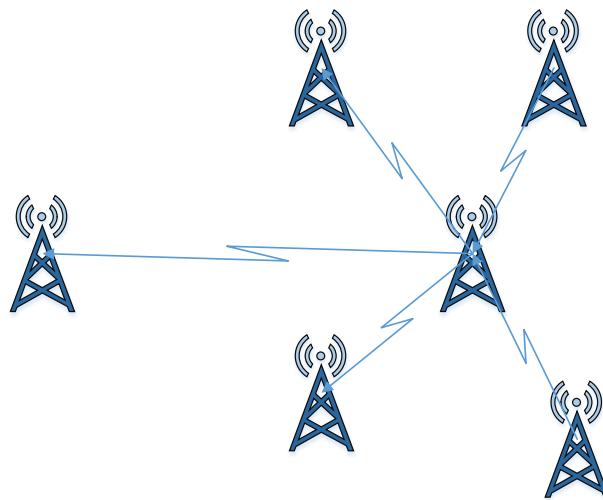


FIGURA 22. TOPOLOGÍA ESTRELLA DE UNA RED DE ENLACES PUNTO A PUNTO. [FUENTE: EL AUTOR]

### Transmisión Punto a Multipunto

Los sistemas de transmisión Punto a Multipunto son utilizados para conectar una estación central con un gran número de posibles receptores, los ejemplos más comunes son los sistemas de difusión AM y FM para Radio y Televisión comercial para los cuales se utiliza un transmisor central el posee una antena con haz amplio para alcanzar a muchos usuarios. Los satélites tienen la ventaja de poder transmitir una misma señal a un número ilimitado de estaciones receptoras, para este caso las estaciones reciben la señal a la misma frecuencia ya que nos e requiere recibir de forma selectiva la información, esta clase de conectividad se muestra en la figura 23.

Dentro de los límites de operación que se establezcan dependiendo de las regulaciones establecidas para cada región se tiene que a mayor potencia enviada por la estación transmisora mayor será la potencia recibida por las antenas receptoras y menor será el diámetro requerido para sus reflectores en el caso de requerirse con el objetivo de obtener una buena recepción de la señal, por lo que para obtener un alto número de puntos receptores es necesario aumentar la potencia de transmisión y reducir el tamaño de las antenas receptoras.



**FIGURA 23. RED CON CONECTIVIDAD PUNTO A MULTIPUNTO. [FUENTE: EL AUTOR]**

Este tipo de conectividad generalmente tiene mayor dificultad, mayor costo y menor fiabilidad de operación en las redes terrenales de amplia cobertura debido a que en el extremo que utilice una ruta de red básica sin ramificaciones requiere de equipos repetidores intermedios y derivaciones de la señal hacia cada punto terminal lo que ocasiona la reducción de la seguridad en la comunicación.

### **Transmisión Multipunto a Multipunto**

Los sistemas de comunicación multipunto a multipunto permiten tener comunicaciones simultáneas entre usuarios individuales los cuales pueden o no encontrarse en ubicaciones fijas, esta clase de sistemas conectan directamente a dos

usuarios para lo cual emplean una infraestructura de estaciones base que permiten la conexión de los usuarios individuales a una oficina central de conmutación la misma que a su vez se conecta con otra estación base y de esta hacia el otro usuario, como ejemplo de este tipo de sistema se tiene los sistemas celulares y algunos tipos de redes LAN inalámbricas, este sistema de comunicación se lo observa en la figura 24.

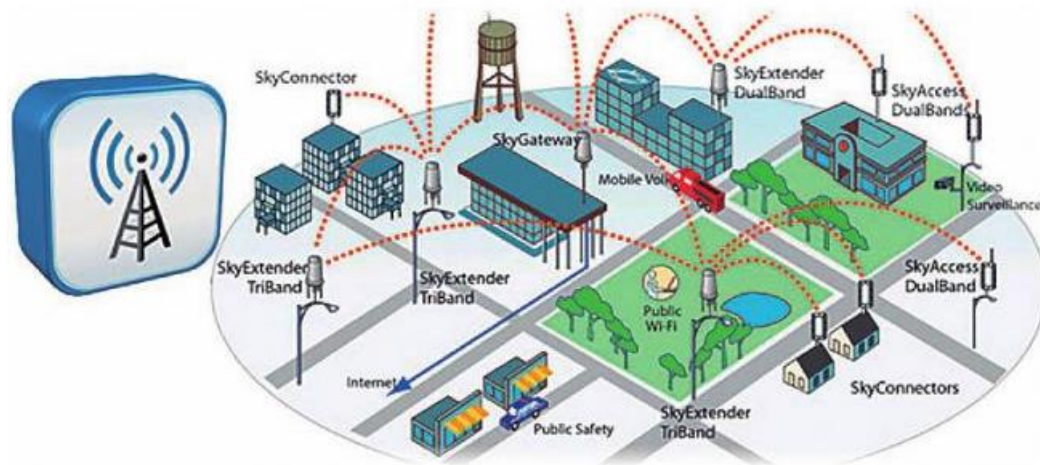


FIGURA 24. RED CON CONECTIVIDAD MULTIPUNTO A MULTIPUNTO. [FUENTE: SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES, LUZ RAMÓN, PÁG. 17]

## Reglamentación y Estándares

Algunas de las instituciones encargadas de elaborar los reglamentos y estándares para las Telecomunicaciones son la UIT, la Conferencia Europea de Administradores Postales y de Telecomunicaciones CEPT, la UE y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones ETSI, que aprueban reglamentos, decisiones y recomendaciones encaminadas generalmente hacia una armonización del uso del espectro radioeléctrico.

En nuestro país la institución encargada de regular los servicios de telecomunicaciones es la ARCOTEL (cuyas siglas significan Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones) la cual posee varias competencias, algunas de estas son<sup>7</sup>:

<sup>7</sup> <http://www.arcotel.gob.ec/competencias/>

- *“Emitir las regulaciones, normas técnicas, planes técnicos y demás actos que sean necesarios en el ejercicio de sus competencias , para que la provisión de los servicios de telecomunicaciones cumplan con lo dispuesto en la Constitución de la República y los objetivos y principios previstos en esta Ley, de conformidad con las políticas que dicte el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información”*
- *“Elaborar, aprobar, modificar y actualizar el Plan de Nacional de Frecuencias.”*
- *“Ejercer el control de la prestación de los servicios de telecomunicaciones, incluyendo el servicio de larga distancia internacional, con el propósito de que estas actividades y servicios se sujeten al ordenamiento jurídico y a lo establecido en los correspondientes títulos habilitantes.”*
- *“Controlar y monitorear el uso del espectro radioeléctrico.”*
- *“Regular y controlar las tarifas por la prestación de los servicios de telecomunicaciones de conformidad con la ley.”*
- *“Autorizar la cesión, transferencia o enajenación de los títulos habilitantes de conformidad con lo establecido en esta Ley. Lo señalado en este numeral no aplica para los títulos habilitantes otorgados al amparo de la Ley Orgánica de Comunicación y su normativa de desarrollo.”*

## **Sistemas de Video Vigilancia**

Un sistema de video vigilancia tiene por objeto el garantizar la seguridad de locales comerciales, casas, personas entre otros, por este motivo los sistemas de video vigilancia IP ofrece herramientas y posibilidades para mejorar la prevención de pérdidas al permitir la captura de video como información digital y poder acceder a esta información desde cualquier parte mediante el uso de una red IP ya que al ver, analizar el video se puede gestionar las grabaciones. El uso de dispositivos de alerta integrados a estos sistemas también permite a las cámaras detectar automáticamente

posibles comportamientos sospechosos y alertar al personal encargado de monitorear un sistema de video vigilancia.

Estas son solo algunas de las ventajas que presentan los sistemas de video vigilancia que gracias al empleo de nuevas tecnologías digitales y de conexión de red común permiten el uso de equipos de alta resolución y de costo moderado.

### **Desventajas de los sistemas de video vigilancia análoga**

Como un medio de disuasión los sistemas de video vigilancia son reconocidos como un elemento para cualquier programa de prevención, en un inicio se utilizó sistemas de video en formato análogo el cual presento una gran deficiencia técnica al no poseer elementos que sirvan como alerta por lo que se dependía de la persona que estaba monitoreando las cámaras, adicional este tipo de cámaras presentaron una baja resolución y borrosa por lo que se podían utilizar las grabaciones como pruebas en juicios, esta clase de imágenes al no ser lo suficientemente nítidas impedían su uso para leer matriculas o incorporarse para otros usos como el de reconocimiento facial.

### **Ventajas de los sistemas de video vigilancia IP**

Mientras que las cámaras analógicas pueden proporcionar resoluciones de hasta 0.4 megapíxeles una cámara digital IP pueden ofrecer una resolución de hasta 16 veces mayor con características de video superiores como lo son el zoom digital que sirve para cubrir áreas mayores. Estas características permiten mejorar los detalles en el video lo que permite su uso para aplicaciones como lectores de matrículas, reconocimiento facial entre otros.

Adicionalmente la instalación de este tipo de cámaras de red es menos costosa debido a que se han desarrollado equipos que no requieren de un punto eléctrico para su funcionamiento en lugar de esto utilizan la tecnología de

alimentación eléctrica a través de Ethernet PoE lo que permite la alimentación de la cámaras por el mismo cable que se utiliza para conectarlo a la red, esta tecnología también facilita la aplicación de sistemas de alimentación ininterrumpida SAI que garantizan el funcionamiento de las cámaras 24 horas al día 7 días a la semana.

Otras ventajas que presentas este tipo de cámaras utilizadas en un sistema de video vigilancia son:

- Inteligencia a nivel de la cámara, se refiere a la capacidad de poder tener aplicaciones como detección de movimiento, movimiento direccional, objetos abandonados, retirada de objetos, presencia humana, manipulación de la cámara, identificación y movimiento horizontal / vertical / zoom característica en una cámara PTZ.
- Una cámara de red puede estar equipada con memoria de imagen lo que permite que almacene y envíe imágenes recogidas antes y después de activarse una alarma.
- Una cámara de red permite que se la supervise, gestione y actualice en una red de igual forma que se lo hace con cualquier otro dispositivo de red.
- Un sistema de video vigilancia es más fácil de utilizar debido a que el manejo de las imágenes almacenadas permite encontrar secuencias de video sin necesidad de mirar horas de grabación hasta encontrar la secuencia buscada.
- La video vigilancia se la puede hacer vía remota y se puede acceder desde cualquier dispositivo conectado al internet y por varias personas al mismo tiempo

## **Componentes de un sistema de video vigilancia.**

Un sistema de video vigilancia está compuesto por los siguientes elementos:

- Cámaras digitales
- Sistemas de Gestión e Video

## **Cámaras Digitales**

Una cámara digital IP es un equipo capaz de emitir imágenes directamente a la red ya sea intranet o internet sin utilizar una estación de trabajo, estos dispositivos electrónicos poseen un miniordenador en su interior mediante el cual son capaces de comprimir el video que captan antes de enviarlo por la red, estas cámaras pueden tener las siguientes funciones incorporadas:

- Envío de correos electrónicos con imágenes.
- Activación mediante sensores como por ejemplo de movimiento.
- Movimiento para apuntar y enfocar a una zona específica.
- Utilización de una diferente cantidad de fotogramas según la importancia de la secuencia con el objetivo de conservar el ancho de banda.

Las cámaras para una red IP se pueden clasificar en función de su uso para interiores o exteriores. Las cámaras utilizadas para ambiente exterior suelen tener un objetivo con iris automático con el fin de regular la cantidad de luz a la que se expondrá el sensor de imagen, también posee una carcasa de protección, este tipo de protecciones también se las puede tener en cámaras para interiores que lo requieran debido a entornos adversos como los son la presencia de polvo y humedad. Las cámaras de red dependiendo de las características de se pueden clasificar en cámaras de red fijas, domos fijos, Pan/Tilt/Zoom (PTZ) o domo PTZ.

## **Cámaras Fijas**

Una cámara de red fija (figura 25) que puede o no tener características de lente fijo o vari focal es una cámara que posee un campo de vista fijo una vez instalada. Es un dispositivo en el que la cámara y la dirección a la que apunta son claramente visibles, este tipo de cámaras son utilizadas para escenarios en los que

resulta útil la visibilidad de las cámaras, este tipo de dispositivos permiten ser instalados en carcasas diseñadas para su uso en ambientes interiores o exteriores.



FIGURA 25. CÁMARA DE RED FIJA. [FUENTE [HTTPS://PRO.SONY.COM/BBSC/SSR/CAT-SECURITYCAMERAS/CAT-SECNETFIXEDCAMS/PRODUCT-SNCEB630/](https://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetfixedcams/product-snceb630/)]

### **Cámaras tipo Domo fijos**

Una cámara tipo domo fijo (figura 26) también llamada mini domo es básicamente un dispositivo fijo preinstalado en una pequeña carcasa tipo domo. La cámara puede enfocar el punto seleccionado en cualquier dirección. La ventaja principal de estos dispositivos se basa en su discreto y disimulado diseño, así como en la dificultad de determinar la dirección en la que está apuntando la cámara además de su resistencia a manipulaciones.

Un inconveniente que presenta este tipo de cámaras es que no se puede visualizar objetivos intercambiables, la selección del objetivo está limitada por el espacio que existe dentro de la carcasa domo, para compensar este inconveniente se proporciona un objetivo vari focal el cual permite realizar ajustes en el campo de la visión de la cámara, la instalación se la realiza generalmente en techo o pared.



FIGURA 26. CÁMARA TIPO DOMO FIJO. [FUENTE [HTTPS://PRO.SONY.COM/BBSC/SSR/CAT-SECURITYCAMERAS/CAT-SECNETMINIDOMECAMS/PRODUCT-SNCHM662/](https://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetminidomecams/product-snchm662/)]

### **Cámaras tipo PTZ**

Las cámaras PTZ mostradas en la figura 27 poseen la característica de moverse de forma horizontal y vertical además de permitir acercarse y alejarse de un objeto de forma manual o automática. Los comandos PTZ se envían a través del cable de red el cual permite el intercambio de video, a diferencia de una cámara analógica PTZ que requiere la instalación de un cable serial del tipo RS-485 para poder utilizar los movimientos PTZ del dispositivo.



FIGURA 27. CÁMARA TIPO PTZ. [FUENTE [HTTPS://PRO.SONY.COM/BBSC/SSR/CAT-SECURITYCAMERAS/CAT-SECNETPTZCAMS/PRODUCT-SNCEP550/](https://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetptzcams/product-sncep550/)]

Algunas de las funciones que se pueden incorporarse a este tipo de cámaras son:

**Estabilización electrónica de imagen (EEIS).**- característica que permite estabilizar de forma electrónica la imagen, ayuda a reducir el efecto de las vibraciones en el video que las cámaras domo PTZ que poseen factores de zoom superiores a los 20x son susceptibles debido al movimiento que puede ser ocasionado por el tráfico o el viento, también permite reducir el tamaño del archivo de la imagen logrando ahorrar espacio en el almacenamiento.

**Mascara de privacidad.**- la máscara de privacidad permite enmascarar determinadas áreas de visualización, la funcionalidad es capaz de mantener la máscara de privacidad incluso en caso de que el campo de visualización de la cámara cambie por el movimiento del dispositivo.

**Posiciones Predefinidas.**- las cámaras PTZ permiten la opción de programar posiciones de visualización predefinidas, con esta función el operador puede visualizar el cambio de una posición a otra en forma rápida y automática.

**E-flip.**- se utiliza cuando una cámara PTZ es instalada en un techo, esta característica permite seguir un objetivo y si este se desplaza por debajo de la misma esta funcionalidad permite el giro de las imágenes de forma automática en 180 grados, este movimiento no es percibido por el operador.

**Auto-flip.**- esta característica de las cámaras PTZ permiten girar al instante su cabezal 180 grados y seguir realizando el movimiento horizontal más allá de su punto cero, de esta forma se consigue que la cámara continúe con el seguimiento de un objeto o persona en cualquier dirección.

**Auto seguimiento.-** esta función permite detectar de forma automática el movimiento de una persona o vehículo dentro de la zona de cobertura de la cámara. Esta función es útil en situaciones en las que el video no es monitoreado por alguna persona y la presencia ocasional de vehículos y personas requiere una atención especial.

**Cámaras tipo Domo PTZ.-** este tipo de cámaras como se muestra en la figura 28 permiten monitorear una amplia área ya posee una mayor flexibilidad en las funciones de movimiento horizontal continuo de 360 grados, vertical de normalmente 180 grados y zoom. Debido a sus características, montaje y dificultad de identificación del ángulo de visión de la cámara, el cristal de las cubiertas de la cúpula puede ser transparente o ahumado.



FIGURA 28. CÁMARA TIPO DOMO PTZ. [FUENTE [HTTPS://PRO.SONY.COM/BBSC/SSR/CAT-SECURITYCAMERAS/CAT-SECNETPTZCAMS/PRODUCT-UNIONEP520C7/](https://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-securitycameras/cat-secnetptzcams/product-unionep520c7/)]

Este tipo de cámaras proporcionan una solidez mecánica para operar de forma continua en el modo ronda de vigilancia, en el que la cámara se mueve automáticamente de una posición predefinida a la siguiente de forma predeterminada o aleatoriamente.

El zoom óptico de un domo PTZ se mueve, generalmente entre valores de 10x y 35x, este tipo de cámaras se utilizan con frecuencia en situaciones en las que se emplea un operador. En caso de que se utilice en interiores se instala en el techo o en un poste o en una esquina cuando se trata de instalaciones exteriores

### **Sistema de Gestión de Video**

Los sistemas de Gestión de Video son sistemas de seguridad que permiten realizar el monitoreo de las áreas en donde se encuentran ubicadas las cámaras de forma remota, están formados por los dispositivos que capturan las imágenes, los dispositivos de control, de grabación, procesamiento, almacenamiento y el software de gestión el cual permite observar en tiempo real los acontecimientos captados por las cámaras mientras que se almacenas los videos, de esta forma se puede realizar posteriormente el procesamiento y análisis de los mismos.

### **Sistemas analógicos (CCTV)**

Estos sistemas fueron desarrollados como un sistema para capturar video en una red privada con acceso limitado a esta red, las terminales de los usuarios deben estar conectadas físicamente a la misma red para tener acceso y gestionar el video siendo imposible realizar esta tarea de forma remota a la red, la conexión de esta clase de dispositivos se la realiza con cable coaxial para la transmisión del video y para poder transmitir o recibir audio se requiere la instalación de cableado adicional, para el caso de que la cámara sea del tipo PTZ se requiere instalar cableado serial para poder manipular los movimientos con él envío de comandos. Estos sistemas en la actualidad con el avance que ha tenido la tecnología se los considera obsoletos.

### **Sistemas analógicos-digitales con DVR – (SGV a-d/DVR)**

Los sistemas de video vigilancia evolucionaron hacia los sistemas analógicos / digitales con la incorporación de procesos de digitalización como lo son los

grabadores digitales de video conocidos como DVR (digital video recorder), estos dispositivos están compuestos por una CPU, software, disco duro y un conversor analógico – digital cuya función principal es la de convertir las señales analógicas de video captado por las cámaras y convertirlas a un formato digital para poder almacenarlas en un disco rígido, el sistema formado por esta clase equipos se lo muestra en la figura 29, una limitante que presenta esta clase de sistemas es la cantidad de cámaras analógicas fijas y del tipo PTZ que se pueden conectar.

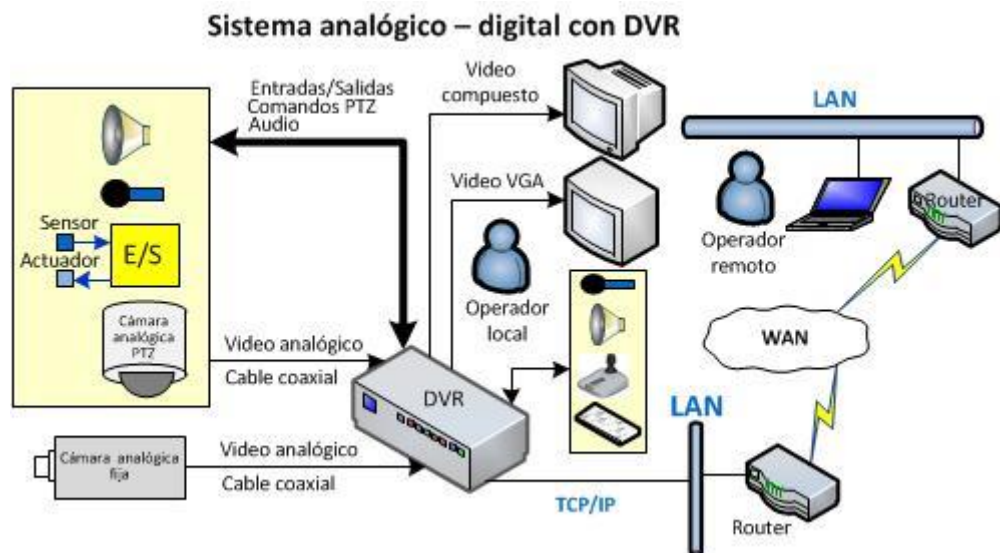


FIGURA 29. SISTEMA ANALÓGICO – DIGITAL CON DVR. [FUENTE: [HTTP://NOTAS.TACCCONE.COM.AR/2013/03/](http://notas.tacccone.com.ar/2013/03/)]

Otro factor que limita este sistema es la distancia a la que pueden ubicar las cámaras ya que al usar cables del tipo coaxial se debe considerar que a mayor distancia entre la cámara analógica y el dispositivo DVR las señales se vuelven más débiles.

### Sistema IP de Gestión de Video Digital en Red (SGV IP)

La tecnología actual se basa en el uso de sistemas IP para administrar y gestionar el video digital, consiste en el transporte de señales de video, audio, comandos PTZ sobre la red física Ethernet y redes inalámbricas, su evolución en comparación a sistemas anteriores permite una gestión del sistema más eficiente con la posibilidad de grabar la información desde cualquier punto de la red de área local o de forma remota, también permite la posibilidad de integrar el sistema de video vigilancia con otros sistemas como lo son los sistemas de control de acceso, detección de incendio, alarmas entre otros.

Un sistema IP posee importantes ventajas en comparación a los sistemas analógicos entre las que se pueden mencionar:

- Accesibilidad remota
- Almacenamiento de forma local y remota con sistemas NAS y SAN
- Equipamiento de hardware estándar
- Software para gestión del video
- Funcionalidad de grabación avanzada
- Integración con otros sistemas
- Escalabilidad y flexibilidad
- Costos bajos en relación a las prestaciones que brinda.

# **CAPITULO 4**

## **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA PARA EL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA**

La infraestructura física requerida para la implementación del sistema de video vigilancia en el Cantón Mejía consta de enlaces de fibra óptica, enlaces de radio para realizar la conexión de cámaras tipo PTZ hacia la central de monitoreo ubicada en el Centro de Atención Ciudadana, este sistema será de gran ayuda para la seguridad general de la ciudad.

## **Descripción General del Proyecto**

Para el control y vigilancia de los lugares o sitios del Cantón Mejía considerados como críticos se realizará la instalación de un sistema de video vigilancia basado en cámaras IP tipo domo PTZ, este sistema tendrá un funcionamiento ininterrumpido las veinte y cuatro horas del día durante los treientos sesenta y cinco días del año, la señal de las cámaras se la recibirá en un lugar remoto.

Las cámaras domo IP tipo PTZ a ser implementadas serán unidades que tengan un mecanismo de giro universal (horizontal y vertical) y que dispongan de lente zoom; las cámaras IP estarán al interior de un domo acrílico oscuro de alta resistencia al impacto apropiados para exteriores por lo que el domo deberá ser anti vandálico. El movimiento o giro de la cámara y el uso del lente zoom permitirán la

observación y rastreo de áreas de considerable extensión permitiendo el fácil reconocimiento de personas u objetos ubicados lejos de la cámara.

La infraestructura de red a ser implementada para que los equipos de video vigilancia puedan contactarse a la Central de Monitoreo será una red mixta formada por enlaces de fibra óptica para los sectores urbanos en donde es posible utilizar la infraestructura existente para el paso del cableado de fibra óptica hacia el Centro de Atención Ciudadana, para las ubicaciones rurales en donde no existe infraestructura y el paso de enlaces de fibra óptica no es posible por las características geográficas del lugar y por su costo se realizará la conexión de estos equipos con enlaces de radio.

### Ubicación de equipos y cámaras

Si bien existen muchos sectores en el Cantón Mejía que se encuentran bajo riesgo y amenazas producto de la presencia delincriminal los sitios definidos para ser supervisados con el sistema de video vigilancia y la descripción de los requerimientos de infraestructura se muestra en la tabla 3.

No.	Ubicación	Requerimiento
1	Parroquia Tandapi Cerca al Puente	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
2	Panamericana Sur (Tambillo) Línea Férrea	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
3	Tambillo Parque esquina	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
4	Parroquia Uyumbicho Parque esquina	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
5	Panamericana Sur (Aloag vía Santo Domingo)	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)

6	Parroquia Aloasí Parque esquina.	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
7	Luis Cordero y José Mejía	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
8	Av. Amazonas y 11 de Noviembre	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
9	Barriga y 11 de Noviembre	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
10	Av. Amazonas y Gonzalez Suarez	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
11	Colón y José Mejía	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
12	Panamericana Sur Obelisco Gasolinera Clyan	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
13	Aloag Parque Central	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
14	Parroquia El Chaupi Parque esquina	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
15	Cristóbal Colón y Caras	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
16	García Moreno y Simón Bolívar	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
17	Amazonas y Kennedy	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
18	Barriga y Néstor Cueva	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
19	Ilinizas	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
20	Gran Colombia y 11 de Noviembre	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
21	Gran Colombia y Venezuela	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)

		con brazo, obra civil y eléctrica)
22	Antonio de Sucre y Pérez Pareja	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
23	José Mejía y Nueva España	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
24	Cristóbal Colón y del Hogar	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
25	Pumamasquis y José Mará Velasco Ibarra	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
26	Intercambiador de Aloag	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
27	José Abuja y Simón Bolívar	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
28	Acataza y Reinaldo Murgeytio	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
29	Sector El Murco	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
30	Canchas de Aloag	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
31	Escuela Santo Domingo de Cutuglagua	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
32	Intercambiador de Tambillo	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)
33	Cutuglagua Ingreso Panamericana Sur	Un cámara domo PTZ (Poste de Cemento con brazo, obra civil y eléctrica)

**TABLA 3. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS EN BASE A INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL GAD DEL MUNICIPIO DE MEJIA.**

## **Diseño de la infraestructura de red de Fibra Óptica.**

La instalación de la red de fibra óptica se la realizará en el área urbana en donde se ubicará la Central de Monitoreo del Cantón Mejía, de acuerdo a la información que se dispone del Cantón Mejía y que se indica en el Capítulo II de este trabajo, el aérea a ser cubierta por esta infraestructura de red únicamente será la cabecera Cantonal que es la parroquia urbana Machachi en donde se utilizará fibra óptica aérea en la infraestructura existente y que sirve para dotar de energía eléctrica a esta parroquia.

### **Características Técnicas de la Fibra Óptica**

La fibra óptica a ser utilizada es del tipo monomodo ADSS cuyas siglas significan All Dielectric Self Supported o Cable Auto soportado Completamente Dieléctrico este tipo de cables se caracterizan fundamentalmente porque son utilizados para tendidos aéreos y para su construcción no se utiliza partes metálicas, puede ser del tipo loose tube o central loose tube, al poseer estas características el cable puede ser instalado en las líneas eléctricas aéreas, pórticos o postes. El cable es auto soportado lo que lo hace independiente de los demás cables conductores que se instalen a su alrededor, en la figura 30 se muestra las partes que conforman este cable de fibra:

- Elementos de fuerza central (a).
- Hilos de fibra óptica (b).
- Buffers (c).
- Hilos de aramida (d).
- Chaqueta exterior (PEAD) (e).
- Ripcord (f).

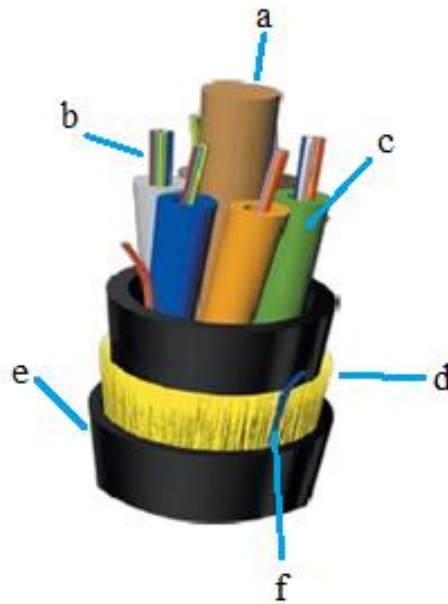


FIGURA 30. FIBRA ÓPTICA ADSS. [FUENTE:

<HTTP://WWW.MONOGRAFIAS.COM/TRABAJOS69/NORMAS-FIBRA-OPTICA/NORMAS-FIBRA-OPTICA2.SHTML>]

Otra característica que presenta este tipo de fibras es el span que se refiere a la distancia que debe existir entre postes y que puede soportar el cable, esta característica determina la estructura interna del cable en la cantidad de hilos de aramida que tendrá el cable.

### **Especificaciones Técnicas de la Fibra Óptica.**

La fibra óptica propuesta para la utilización es de Marca Newlink cuyo número de parte es NEW-9440006&12, según las especificaciones de este tipo de cable es para uso en aplicaciones no metálicas para paso aéreo y en ductos, cubriendo los requisitos generales y de desempeño.

### **Características de la Fibra Óptica**

Las características definidas en la especificación UIT-T G.652 descrita para fibra optimizadas para la transmisión en las longitudes de onda de 1310 nm a 1550 nm, incluida la región de 1383 nm y de acuerdo a la subcategoría G.652.D de la ITU-

T, algunas de las características de este tipo de cable se presenta en la tabla 4, mayor detalle se muestra en el ANEXO I.

<b>Cable de Fibra Óptica Newlink NEW-9440006&amp;12</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
<b>Tipo de Fibra</b>	Mono Modo
<b>Material</b>	Dope Silica
<b>Coefficiente de atenuación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• @1310 nm</li> <li>• @1383 nm</li> <li>• @1550 nm</li> <li>• @1625 nm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 0.36</math> dB/km</li> <li>• <math>\leq 0.36</math> dB/km</li> <li>• <math>\leq 0.22</math> dB/km</li> <li>• <math>\leq 0.30</math> dB/km</li> </ul>
<b>Rendimiento del cable de fibra</b>	
<p><b>Radio de Curvatura del cable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 veces el diámetro del cable (fijo)</li> <li>• 20 veces el diámetro del cable (dinámico)</li> </ul> <p><b>Temperatura de Aplicación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango de temperatura de operación: -40°C a +70°C</li> <li>• Rango de temperatura de almacenamiento y transporte: -50°C a +70°C</li> <li>• Rango de temperatura de instalación: -30°C a +50°C</li> </ul>	

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CABLE NEW-9440006&12 (ANEXO I).

### Esquema de ubicación de las cámaras.

La ubicación física de las cámaras de video vigilancia que utilizan la red de fibra óptica para comunicarse con el Centro de Monitoreo de la parroquia urbana de Machachi se muestra en la figura 31 y en la tabla 5.

<b>No.</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Referencia figura 31</b>
1	Luis Cordero y José Mejía	A
2	Av. Amazonas y 11 de Noviembre	B
3	Barriga y 11 de Noviembre	C
4	Av. Amazonas y Gonzalez Suarez	D
5	Colón y José Mejía	E
6	Cristóbal Colón y Caras	F
7	García Moreno y Simón Bolívar	G
8	Amazonas y Kennedy	H
8	Barriga y Néstor Cueva	I
10	Los Ilinizas	J
11	Gran Colombia y 11 de Noviembre	K
12	Gran Colombia y Venezuela	L
13	Antonio de Sucre y Pérez Pareja	M
14	José Mejía y Nueva España	N
15	Cristóbal Colón y del Hogar	O
16	Pumamasquis y José Mará Velasco Ibarra	P
17	Panamericana Sur Obelisco Gasolinera Clyan	Q

**TABLA 5. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS QUE FORMAN PARTE DE LA RED DE F.O.**

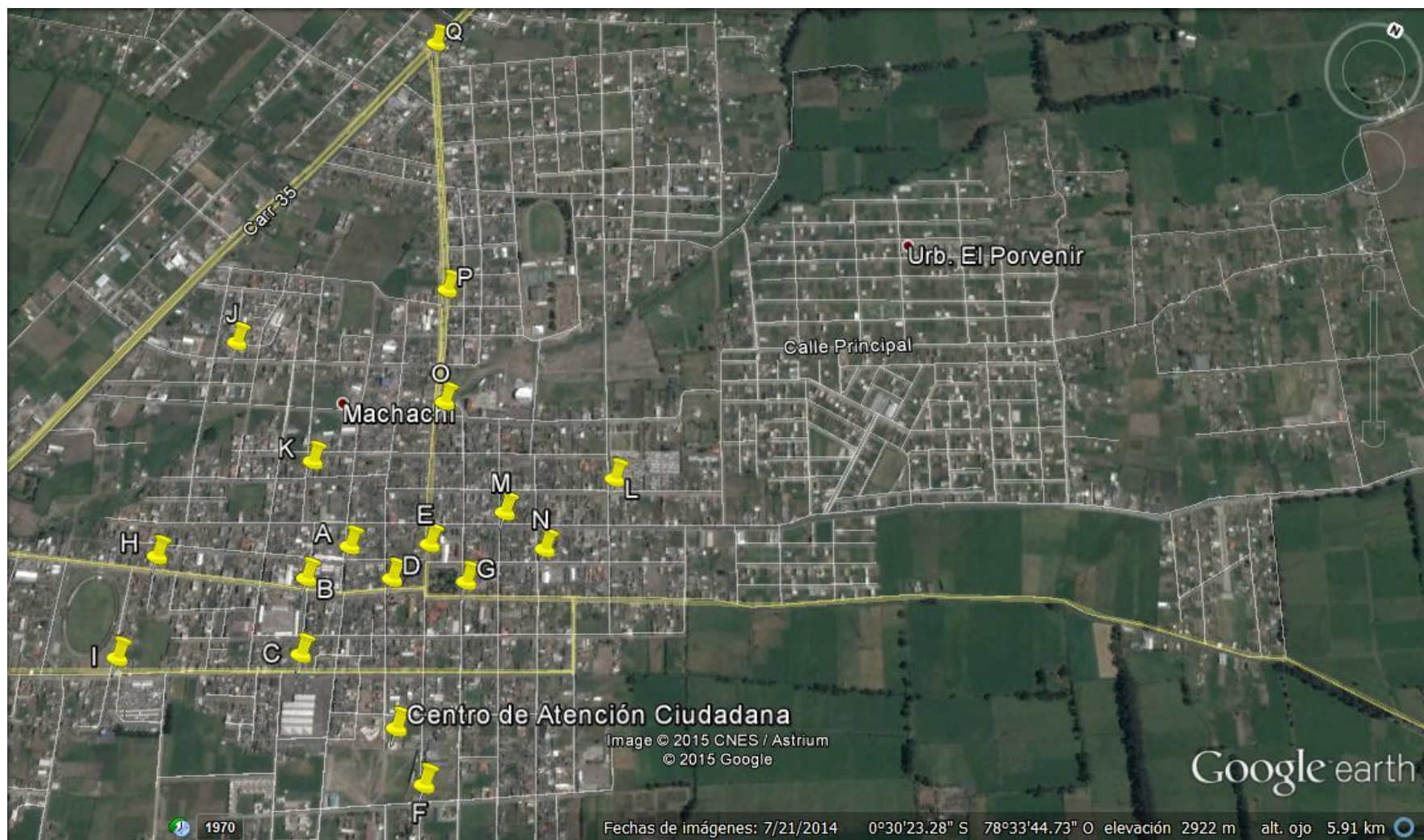


FIGURA 31. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS QUE FORMAN PARTE DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA. [FUENTE EL AUTOR]

## **Ruta del cableado de Fibra Óptica hacia el Centro de Atención Ciudadana**

Para realizar la instalación de la red de fibra óptica formada por cable del tipo ADSS con el objeto de evitar los efectos que puedan producir los relámpagos y la interferencia que se produciría al cruzar por las líneas de alimentación, para esta instalación las condiciones del lugar hacen que se utilice el método de enrollado retractable móvil.

### **Procedimiento de Instalación**

En cuanto a las consideraciones a tomar en cuenta dentro del aprovisionamiento de la red de fibra óptica se tienen las siguientes:

- Vano máximo (span) del enlace: distancia máxima que existirá entre los postes, según referencia técnica (ANEXO I) del cable de fibra el span es de 100 mts.
- Flecha máxima (sag) que soporta el cable: es el valor máximo de la catenaria que posee el cable (ANEXO I) el valor que soporta es de 1%.
- Campo eléctrico asociado: permite determinar el tipo de chaqueta que debe poseer la fibra. Cuando este campo es superior a 12 kV se utiliza una chaqueta antitrack si el valor del campo es menor a 12 kV la chaqueta es convencional.
- Herrajes de retención y de suspensión: son los elementos que se usan para fijar el cable a la postera.
- Características principales del cable de fibra número de hilos, tipo de buffer entre otras, estas características del cable de fibra propuesto se las muestra a detalle en el ANEXO I.

### **Montaje**

El método de instalación a emplear es el de enrollamiento móvil ya que es la forma más simple de colocar el cable, este método requiere de mano de obra adicional pero permite ahorrar tiempo en la instalación y atadura del cable. Para cual el cable se acopla al alambre y se desenrolla de un carrete a medida que este se aleja, el cable se sujeta mientras que se aleja de él, los bucles de corte y expansión se los realiza durante el proceso de fijación del cableado a la postería.

Otro método de instalación que existe se lo conoce como de enrollado retractable fijo para el cual el cable es colocado en la postería desde el carrete la punta del cable va yendo por la parte de arriba del alambre, el cable de fibra es tirado por un bloque que únicamente viaja hacia adelante, este se mantiene en lo alto por los soportes de cables. El cable se corta de inmediato y se forman los bucles de expansión, la fijación del cableado con los herrajes a la postería se la realiza una vez culminadas las tareas de tendido del cable de fibra.

Independientemente del método de instalación que se utilice siempre se debe tener en cuenta el estrés mecánico al que estará sujeto el cable de fibra ya que durante la instalación si se superan los límites determinados por el fabricante este se puede dañar al exceder la tensión de tiro máxima permisible o si se supera el radio mínimo de curvatura para el cual se diseñó el cable.

Se debe asegurar que todos los elementos de sujeción como lo son los kits de sujeción y retención se instalen antes o después del tendido del cable teniendo en cuenta las precauciones de seguridad para instalaciones en postes por los cuales existe alimentación eléctrica.

Se deben instalar las respectivas etiquetas de aviso de cable óptico, las cajas de empalme donde sean necesarias.

El método de instalación por enrollamiento móvil que se muestra en la figura 32 consiste en:



FIGURA 32. MONTAJE DE FIBRA ÓPTICA MÉTODO DE ENROLLAMIENTO MÓVIL. [FUENTE: [HTTP://WWW.CONECTRONICA.COM/FIBRA-OPTICA/CURSO-FIBRA-OPTICA/TIPOS-DE-INSTALACION-DE-FIBRA-OPTICA](http://www.conelectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/tipos-de-instalacion-de-fibra-optica)]

- Como primer paso se debe acoplar el cable de fibra óptica al elemento de sujeción de la línea en el primer poste del tendido, se debe dejar suficiente cable de reserva en este para realizar el empalme, el cable debe permitir la llegada al suelo para poder realizar la tarea de fusión de los hilos de fibra, se debe dejar cubierto el extremo del cable abierto para prevenir la contaminación por suciedad o humedad.
- Lo siguiente es enrollar el cable siempre teniendo en cuenta el no exceder el radio mínimo de curvatura y de tensado del cable según lo determina el fabricante al momento de sujetarlo al poste.
- Realizar la conexión a tierra en el primer poste. Esta tarea consiste en hacer contacto con el blindaje del cable de fibra con una abrazadera serrada la cual perfora la chaqueta hasta llegar al blindaje permitiendo realizar la conexión a tierra del cable de fibra.
- Instalación de los elementos de sujeción y retención en todos los postes que no sean definidos como finales en donde se utilizaran los accesorios terminales, se desenrollará el cable desde arriba del carrete colocándolo de forma manual en el soporte.
- Para el momento en que se empieza con el des enrollamiento del cable de fibra de forma lenta y constante con el objetivo de mantener una tensión de tracción uniforme, si no se realiza esta tarea de esta forma el cable de fibra puede balancearse ocasionando daño en los elementos de sujeción instalados

en los postes, de igual forma se debe evitar que la reserva del cable sea retirada del carrete debido a la existencia de un sobregiro en el mismo.

- Por último se debe levantar el cable de los soportes para ser colocado en las abrazaderas de suspensión una vez que se consiga la tensión del mismo en la ruta del cableado se debe tensionar cada vez que se instale un accesorio terminal.

### **Radio de Curvatura**

El cableado aéreo de fibra óptica que se lo tiende por postería a menudo se enruta alrededor de esquinas por lo que nunca se debe exceder el radio mínimo de curvatura definido por el fabricante del cable de fibra óptica debido a que un cable doblado en exceso puede deformar la fibra en su interior y causar atenuación generando problemas de conectividad.

### **Precauciones**

Antes de iniciar la instalación del cable de fibra se debe realizar una inspección de las bobinas de cable con el fin de determinar si estas poseen defectos como lo astillas y roturas que durante el proceso de instalación pueden generar daños a los instaladores durante el proceso de instalación o problemas de conectividad al final las tareas.

En el tendido de fibra la fuerza de tracción ejercida debe ser lo más constante posible evitando a toda costa sacudones y tirones bruscos.

Se debe cuidar que en ningún momento se supere el radio de curvatura mínimo determinado por el fabricante del cable.

Se debe evitar realizar esfuerzos cortantes los que se producen al momento de realizar empalmes de protección preformados, estos generalmente se los ubican bajo el de elemento de retención procurando siempre que adopte la forma de la catenaria del cable.

## Elementos de sujeción

Los elementos de instalación o herrajes de instalación que generalmente se utilizan para el tendido de fibra óptica son:

- Espárragos totalmente roscados y tuercas en anilla.
- Grilletes, distanciadores y ganchos espirales.
- Retenciones preformadas de anclaje y suspensión.
- Amortiguadores.

Los cables ADSS son diseñados para instalarse de poste a poste como se ve en la figura 33 bajo cargas de viento o hielo esta característica se define de acuerdo a la cantidad de hebras de fibra de aramida integradas en el cable y a su catenaria, esta relación se traduce en: a más fibras de aramida se tiene más fuerza, menos catenaria se traduce en tensiones más altas y viceversa. Las tolerancias especificadas por el fabricante son críticas para asegurar el adecuado desempeño bajo altos esfuerzos de tensión.

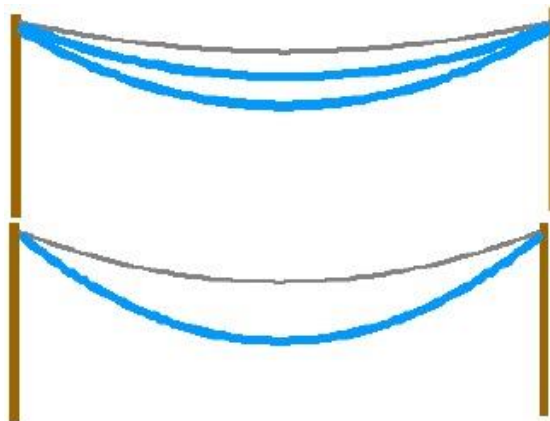
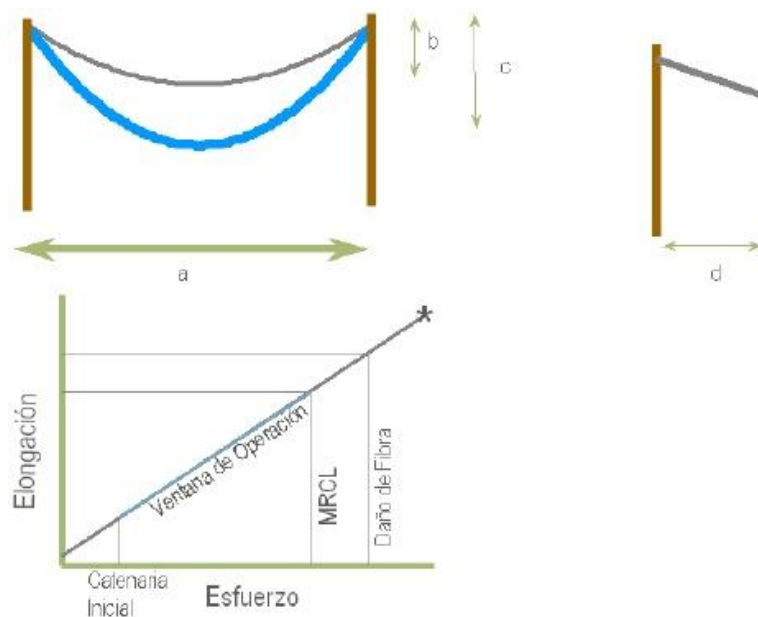


FIGURA 33. CARACTERÍSTICA DE ELONGACIÓN DEL CABLE DE FIBRA. [FUENTE: [HTTP://WWW.ETB.COM.CO/NUSTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXO\\_XG1\\_3\\_4XFO.DOC](http://www.etb.com.co/nuestacom/contratacion/documentos/866731182ANEXO_XG1_3_4XFO.DOC)]

Las principales variables a ser tomadas en cuenta durante el proceso de instalación de los elementos de sujeción (figura 34) resaltan las siguientes:

- a) Longitud Máxima del vano
- b) Catenaria inicial de instalación
- c) Catenaria bajo condiciones climáticas prevalecientes “Viento”
- d) Voltaje de líneas del sistema eléctrico.



**FIGURA 34. VARIABLES DEL ENTORNO A SER TOMADAS EN CUENTA. [FUENTE: [HTTP://WWW.ETB.COM.CO/NUESTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXO\\_XG1\\_3\\_4XFO.DOC](http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXO_XG1_3_4XFO.DOC)]**

La variación de las variables anteriores se refleja en el costo del cable de fibra al igual que de los elementos de sujeción, es necesario conocer el span y el número de hilos debido a que no existe una tabla de referencia para escoger el cable de acorde con las características que se requieren.

Los elementos de suspensión y de retención a ser utilizados en el trayecto del cable de fibra se determinan por el diámetro y el span del cable ADSS, estos elementos pueden ser para vanos cortos, medios y largos, también varían dependiendo del agarre que deben tener mientras existan menos vanos va a existir menor agarre, para el caso en que existan vanos más grandes se requerirá de mayor

agarre por lo que las varillas de retención serán más largas. Los herrajes de suspensión como el mostrado en la figura 35 se instalan uno por poste de paso para tramos en donde no existe cambio de dirección del cable.



FIGURA 35. HERRAJE DE SUSPENSIÓN. [FUENTE:

[HTTP://WWW.ETB.COM.CO/NUSTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXOxG1\\_3\\_4XFO.DOC](http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOxG1_3_4XFO.DOC)]

Los herrajes de retención mostrados en la figura 36 se instalan en los postes donde existe un cambio de dirección o vanos de distancia superior a 100 metros.

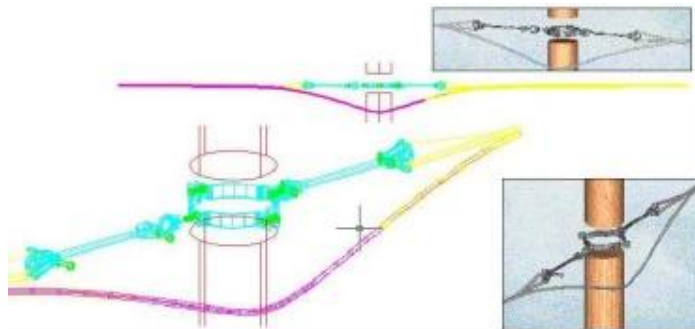
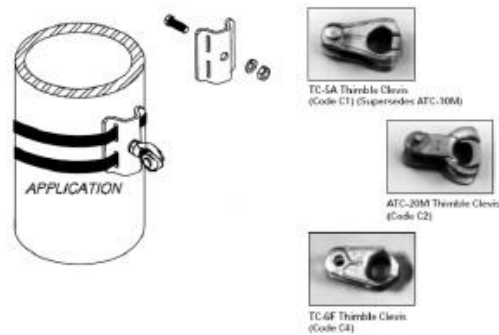


FIGURA 36. HERRAJES DE RETENCIÓN. [FUENTE:

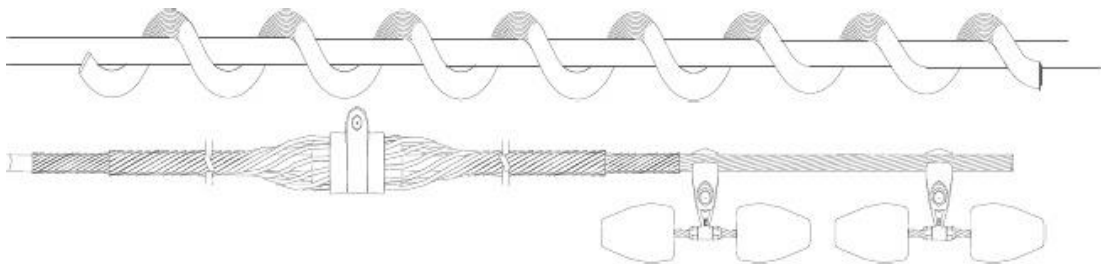
[HTTP://WWW.ETB.COM.CO/NUSTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXOxG1\\_3\\_4XFO.DOC](http://www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731182ANEXOxG1_3_4XFO.DOC)]

Para tramos de fibra inferiores a 100 metros no es necesario instalar varillas de retención simplemente basta con utilizar herrajes de retención o abrazaderas de poste o elementos que permitan fijar el cable al poste, estos elementos se los puede observar en la figura 37.



**FIGURA 37. ELEMENTOS DE SUJECIÓN PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA. [FUENTE: [HTTP://WWW.ETB.COM.CO/NUESTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXOYG1\\_3\\_4XFO.DOC](http://www.ETB.COM.CO/NUESTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC)]**

Los elementos de sujeción conocidos como amortiguadores que se muestran en la figura 38 son utilizados para tramos de fibra superiores a 120 metros y/o cuando la tensión que se ejerce sobre el cable excede el 15% de la última tensión de ruptura calculada y además existe un viento laminar permanente entre 3 y 30 km/h, estos elementos se vuelven apropiados para amortiguar la vibración producida por el viento la cual puede llegar a producir daños al cable de fibra y sus elementos de sujeción.



**FIGURA 38. AMORTIGUADORES. [FUENTE: [HTTP://WWW.ETB.COM.CO/NUESTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXOYG1\\_3\\_4XFO.DOC](http://www.ETB.COM.CO/NUESTRACOM/CONTRATACION/DOCUMENTOS/866731182ANEXOYG1_3_4XFO.DOC)]**

## Ruta de instalación de la red de fibra óptica

La ruta de instalación de la fibra óptica para cada cámara y su conexión al Centro de Atención Ciudadana en la parroquia urbana de Machachi se muestra en la figura 39.

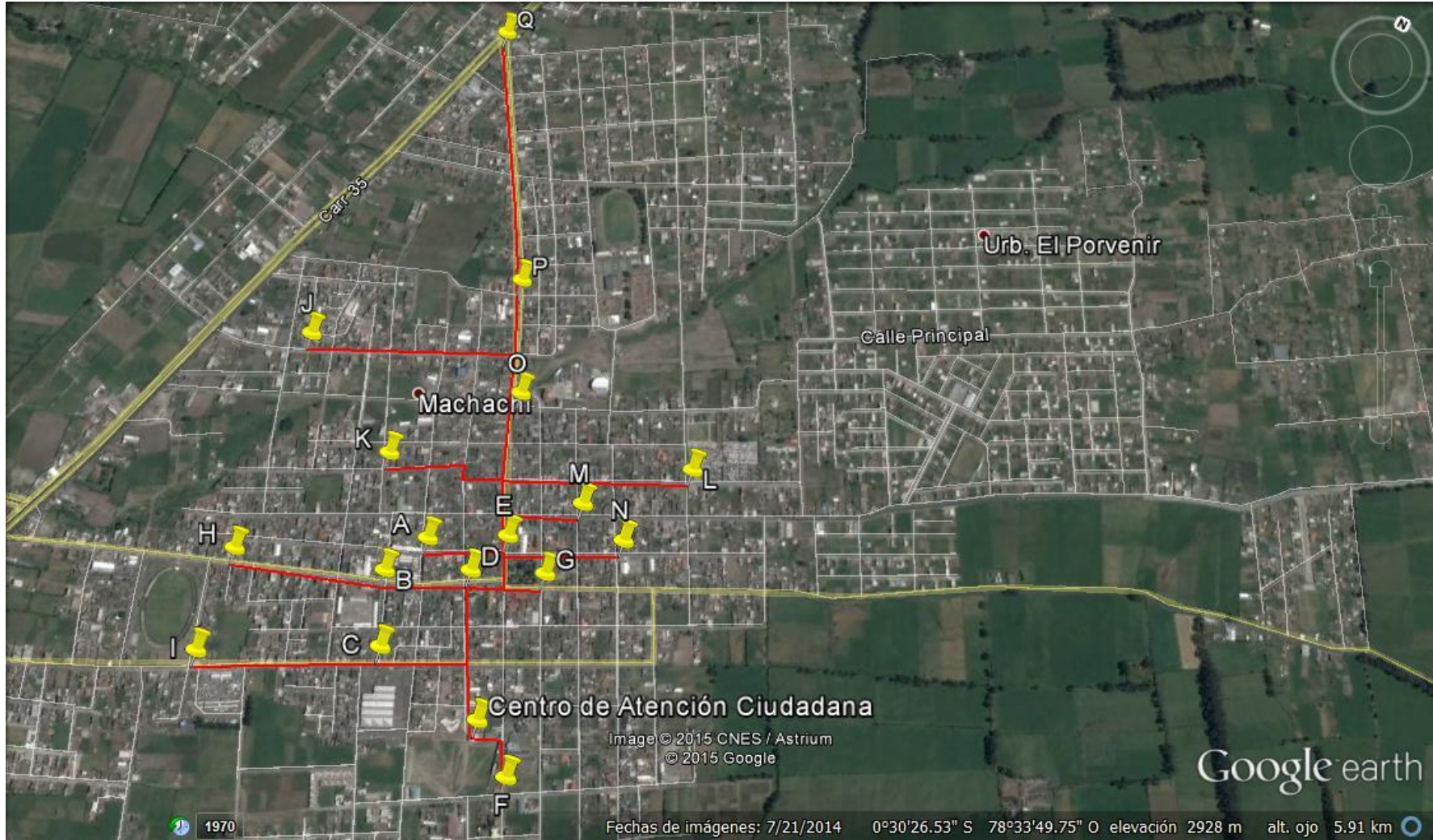


FIGURA 39. RUTA DE LA RED DE FIBRA DESDE LAS CÁMARAS AL CENTRO DE ATENCIÓN CIUDADANA. [FUENTE: EL AUTOR]

## Diseño de la Infraestructura de red con enlaces de Radio

Para las parroquias rurales en donde se considera la instalación de las cámaras de video vigilancia se ha considerado la instalación de enlaces de radio en la banda de los 5 GHz, el estudio y factibilidad de los enlaces de radio se lo realiza con el uso del programa de Cambium Networks llamado LINKPlanner debido a que el equipamiento a ser implementado es Cambium Networks.

### Software para el desarrollo del estudio de los radio enlaces

El software que se utiliza para desarrollar el estudio para la implementación de los enlaces de radio en el desarrollado por Cambium Networks, LINKPlanner (figura 40) es una herramienta de software de cálculo de enlaces gratuita muy fácil de utilizar, permite el diseño de redes inalámbricas de forma rápida presenta las siguientes características<sup>8</sup>:

- *“Analiza torres multisectoriales y redes con varias torres asignando las unidades suscriptoras al mejor punto de acceso.”*
- *“Realiza cálculos radioeléctricos tanto de productos licenciados como de frecuencia libre.”*
- *“Carga de forma automática los perfiles de terreno y factores ambientales tales como desvanecimiento por lluvia.”*
- *“Genera informes que validan las prestaciones del enlace de radio.”*
- *“Crea una lista de materiales para las redes PMP y PTP incluyendo accesorios.”*
- *“Permite la exportación de la lista de suscriptores y sus modos de modulación asociados a la herramienta de planificación de capacidad de Cambium.”*

---

<sup>8</sup> <http://www.cambiumnetworks.com/products/planning-tools/link-planner>

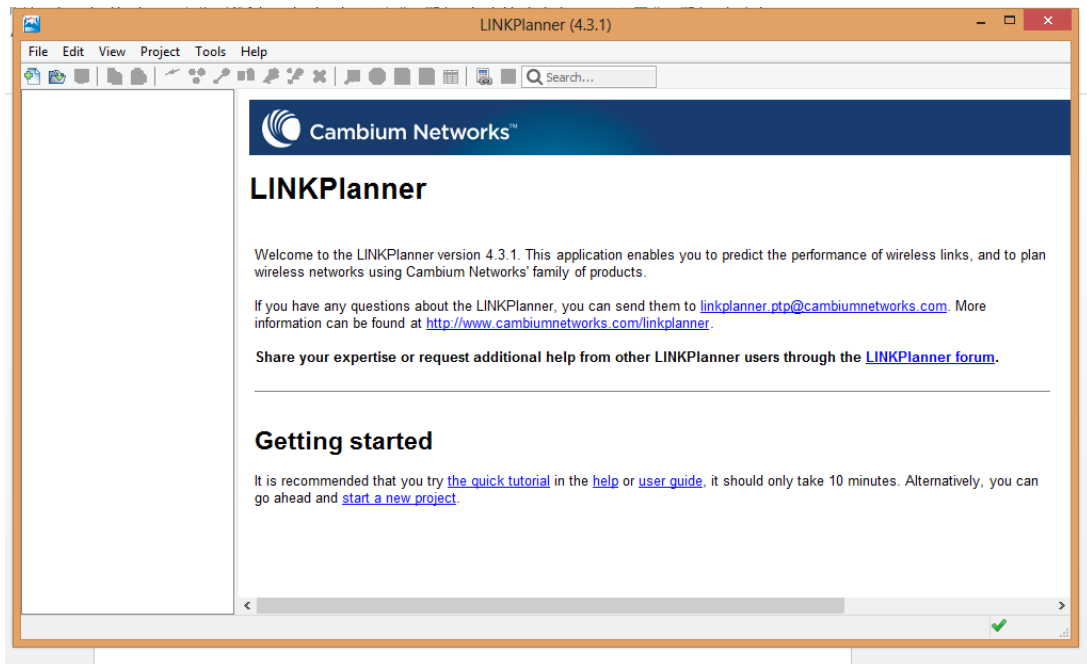


FIGURA 40. SOFTWARE LINKPLANNER. [FUENTE: EL AUTOR]

Se escogió este software debido a que está orientado a realizar los estudios para radioenlaces basándose en las características técnicas de los equipos Cambium los cuales son utilizados para este proyecto, la descripción de este software se muestra en el ANEXO II.

## Esquema de los enlaces de Radio

Para la implementación de las cámaras de video vigilancia a ser ubicadas en la parroquia rural del Cantón Mejía se utilizara un sistema de red basado en enlaces de Radio, para lo cual se utilizarán los repetidores ubicados en el Cerro El Murco, Yamboya y La Viudita que actualmente sirven para prestar otros servicios inalámbricos.

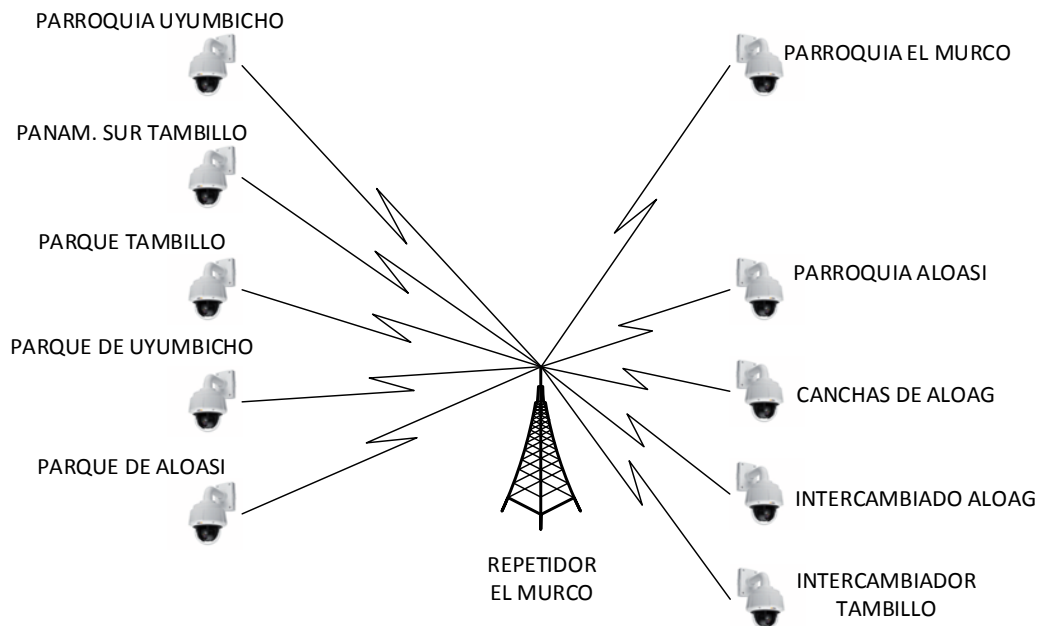
## Esquema de los enlaces hacia el cerro El Murco

Las cámaras de video vigilancia que para su conexión hacia el centro de monitoreo requieren enlazarse primero hacia un repetidor el cual se encuentra

ubicado en el cerro El Murco, los equipos que se enlazan a este sitio se detallan en la tabla 6 y se muestran en el esquema de la figura 41.

No.	Ubicación
1	Panamericana Sur (Tambillo)Línea Férrea
2	Tambillo Parque esquina
3	Parroquia Uyumbicho Parque esquina
4	Parroquia Aloasí Parque esquina.
5	Intercambiador de Aloag
6	Parroquia Aloasí José Abuja y Simón Bolívar
7	Parroquia Uyumbicho Acataza y Reinaldo Murgetyio
8	Parroquia El Murco
9	Canchas de Aloag
10	Intercambiador de Tambillo

**TABLA 6. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS QUE FORMAN PARTE DE LOS ENLACES HACIA EL CERRO EL MURCO.**



**FIGURA 41. ENLACES HACIA EL CERRO EL MURCO. [FUENTE: EL AUTOR]**

## Esquema de los enlaces hacia el Cerro La Viudita

Las cámaras de video vigilancia que para su conexión hacia el centro de monitoreo requieren enlazarse primero hacia un repetidor el cual se encuentra ubicado en el cerro La Viudita, los equipos que se enlazan a este sitio se detallan en la tabla 7 y se muestran en el esquema de la figura 42.

No.	Ubicación
1	Parroquia Tandapi Cerca al Puente
2	Cutuglagua Ingreso Panamericana Sur
3	Aloag Parque Central
4	Escuela Santo Domingo de Cutuglagua

TABLA 7. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS QUE FORMAN PARTE DE LOS ENLACES HACIA EL CERRO LA VIUDITA

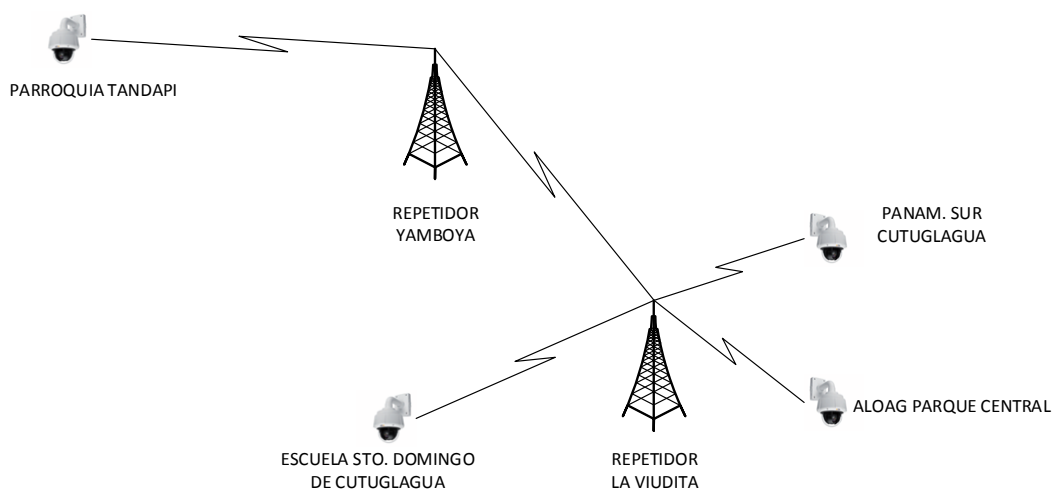


FIGURA 42. ENLACES HACIA EL CERRO LA VIUDITA. [FUENTE: EL AUTOR]

## Esquema de los enlaces hacia el Centro de Atención Ciudadana

Las cámaras de video vigilancia que utilizan la red inalámbrica para completar la conexión hacia el centro de monitoreo requieren enlazar los repetidores al Centro de Atención Ciudadana al igual que las cámaras que se puedan conectar a este los enlaces se detallan en la tabla 8 y se muestran en el esquema de la figura 43.

No.	Ubicación
1	Enlace Repetidor La Viudita – CAC
2	Enlace Repetidor El Murco – CAC
3	Parroquia El Chaupi Parque esquina

TABLA 8. DESCRIPCIÓN DE LOS ENLACES HACIA EL CENTRO DE ATENCIÓN CIUDADANA.

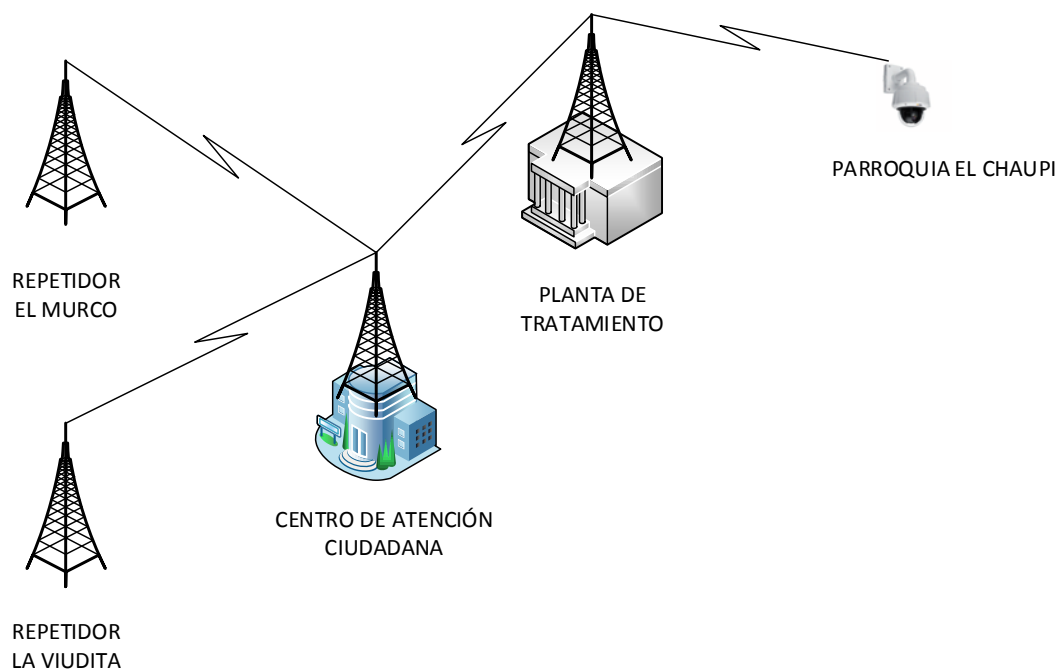


FIGURA 43. ENLACES HACIA EL CAC. [FUENTE: EL AUTOR]

## Estudio de los enlaces de Radio esquematizados

Los enlaces de radio diseñados para implementar una red inalámbrica para las cámaras ubicadas en las parroquias rurales del Cantón Mejía se verifica la factibilidad de implementarlos con en el software de Cambium LINKPlanner. A continuación se describe el procedimiento para realizar el estudio de Radio frecuencia en este software, el detalle de cada uno de estos se los muestra en el ANEXO III.

El primer paso es crear un nuevo proyecto en el cual se llenarán los campos relacionados con el proyecto de Sistema de Video Vigilancia para el Cantón Mejía como se muestra en la figura 44.

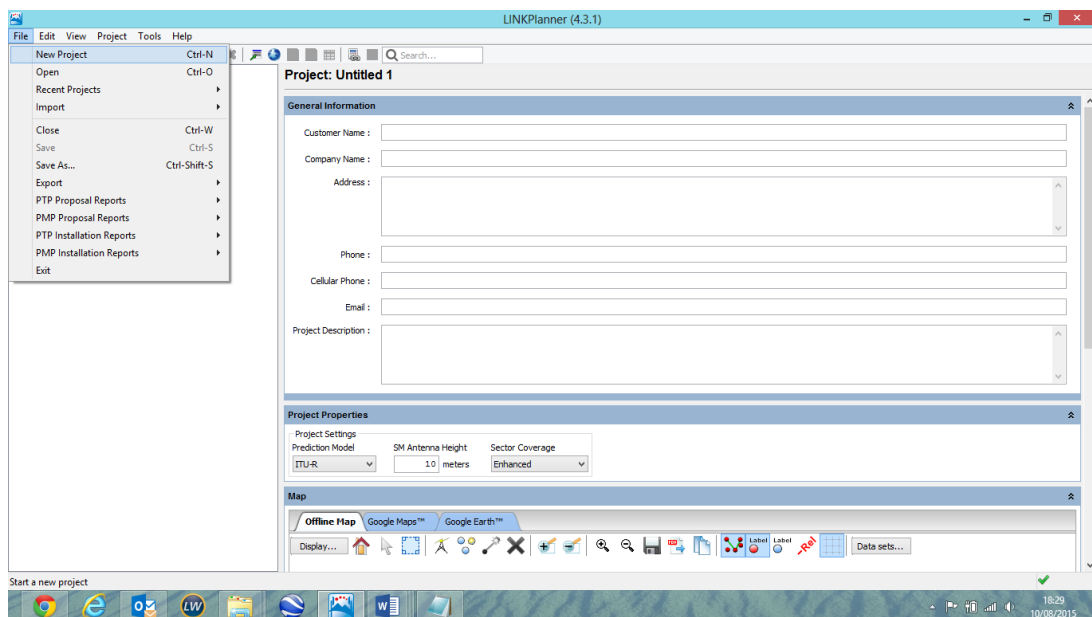


FIGURA 44. CREACIÓN DEL PROYECTO EN EL SOFTWARE LINKPLANNER. [FUENTE: EL AUTOR]

Luego definimos cada uno de los sitios referentes a la ubicación de las cámaras en base al diseño de los Radio Enlaces propuesto, en esta definición ingresamos el nombre de la ubicación de cada cámara y sus coordenadas geográficas respectivas, estos datos se ingresan al pulsar en el icono del software denominado

como “New PTP Link” y en la ventana que aparece en el ícono “New Network Site” como se muestra en la figura 45.

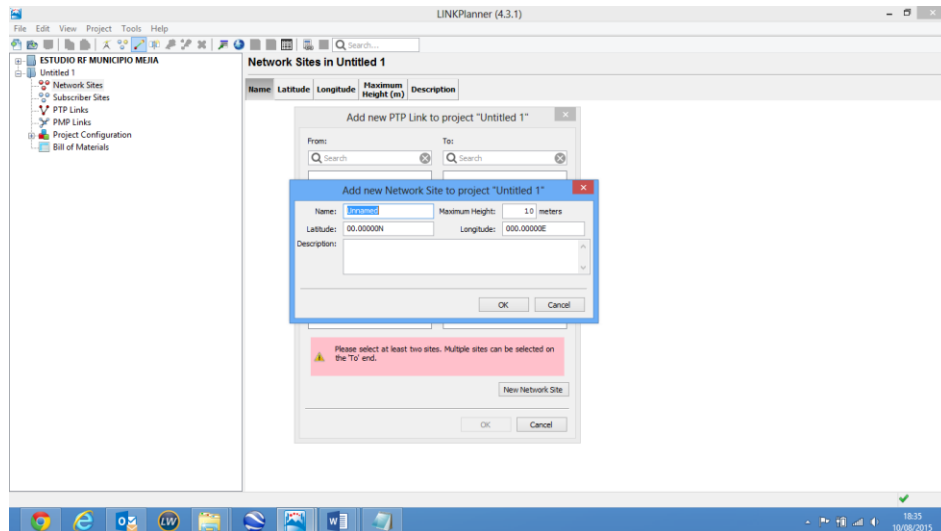


FIGURA 45. INGRESO DE LAS COORDENADAS DE CADA CÁMERA EN EL SOFTWARE LINKPLANNER.

[FUENTE: EL AUTOR]

Una vez ingresados los datos el software LINKPlanner como se muestra en la figura 46, para realizar los cálculos en base a las características de los equipos Cambium este software utiliza dos modelos de predicción, el definido por la ITU-R y el de Vigants- Barnett.

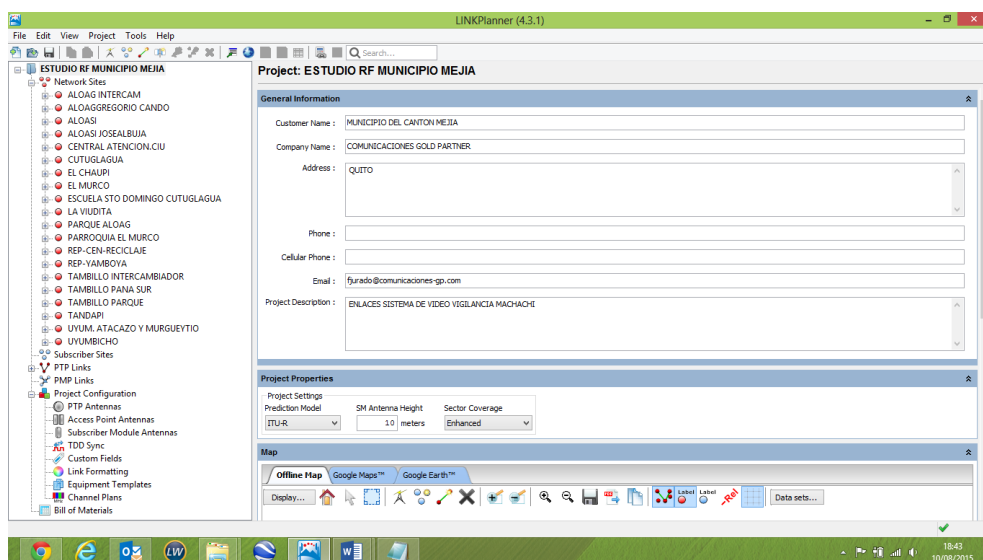


FIGURA 46. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CADA CÁMERA EN EL SOFTWARE LINKPLANNER.

[FUENTE: EL AUTOR]

Estos métodos predictivos se basan en el cálculo teórico de las Radiaciones No Ionizantes (RNI), la RNI hace referencia a las radiaciones pertenecientes al espectro electromagnético que por sus características no poseen la energía suficiente para poder ionizar la materia, el método predictivo utilizado para este estudio con el software está definido por la ITU-R las características que define este método se describen a continuación<sup>9</sup>.

### Circuito ficticio de referencia

<i>Rec. UIT-R</i>	<i>Título</i>
<u>F.390</u>	<i>“Definición de términos y referencias relativos a circuitos ficticios de referencia y trayectos digitales ficticios de referencia para sistemas de relevadores radioeléctricos. 9”</i>
<u>F.391*</u>	<i>“Circuito ficticio de referencia para sistemas de relevadores radioeléctricos de telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia con una capacidad de 12 a 60 canales telefónicos. 9”</i>
<u>F.392</u>	<i>“Circuito ficticio de referencia para sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia con capacidad superior a 60 canales telefónicos. 9”</i>

### Potencia de ruido admisible y disponibilidad

<i>Rec. UIT-R</i>	<i>Título</i>
<u>F.393</u>	<i>“Potencia de ruido admisible en el circuito ficticio de referencia de sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.395*</u>	<i>“Ruido en la sección radioeléctrica de circuitos que se establezcan por enlaces reales de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia. 9”</i>

<sup>9</sup> [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/oth/0A/0E/R0A0E0000140001HTMS.htm](http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0A/0E/R0A0E0000140001HTMS.htm)

<u>F.555</u>	<i>“Ruido admisible en el circuito ficticio de referencia de sistemas de radioenlaces para televisión. 9”</i>
<u>F.557</u>	<i>“Objetivo de disponibilidad en sistemas de relevadores radioeléctricos para un circuito ficticio de referencia y un trayecto digital ficticio de referencia. 9”</i>

### **Disposiciones de radiocanales**

<i>Rec. UIT-R</i>	<i>Título</i>
<u>F.701</u>	<i>“Disposiciones de radiocanales para sistemas radioeléctricos analógicos y digitales punto a multipunto que funcionan en bandas de frecuencias de la gama 1,350 a 2,690 GHz (1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 y 2,6 GHz). 9”</i>
<u>F.283</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos analógicos o digitales de baja y media capacidad que funcionan en la banda de 2 GHz. 9”</i>
<u>F.382</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos que funcionan en las bandas de 2 y 4 GHz. 9”</i>
<u>F.383</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces de alta capacidad que funcionan en la parte inferior de la banda de 6 GHz. 9”</i>
<u>F.384</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces analógicos o digitales de media y gran capacidad que funcionan en la parte superior de la banda de 6 GHz. 9”</i>
<u>F.385</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos que funcionan en la banda de 7 GHz. 9”</i>
<u>F.386</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces analógicos o digitales de capacidad media o alta que funcionan en la banda de 8 GHz. 9”</i>
<u>F.387</u>	<i>“Disposiciones de radiocanales para sistemas de radioenlaces que</i>

	<i>funcionan en la banda de 11 GHz. 9”</i>
<u>F.497</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces que funcionan en la banda de 13 GHz. ”9</i>
<u>F.637</u>	<i>“Disposición de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la banda de 23 GHz. 9”</i>
<u>F.389*</u>	<i>“Características preferidas de los sistemas de relevadores radioeléctricos auxiliares que trabajan en las bandas de 2, 4, 6 u 11 GHz. 9”</i>

#### **Características en las frecuencias de radio, intermedios y de banda base.**

<i>Rec. UIT-R</i>	<i>Título</i>
<u>F.699</u>	<i>“Diagramas de radiación de referencia de antenas de sistemas de radioenlaces con visibilidad directa para utilizarlos en los estudios de coordinación y en la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 1 GHz a unos 70 GHz. 9”</i>
<u>F.306*</u>	<i>“Procedimiento para la interconexión internacional de sistemas de relevadores radioeléctricos de características distintas. 9”</i>
<u>F.268*</u>	<i>“Interconexión en las frecuencias vocales de sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía. 9”</i>
<u>F.380*</u>	<i>“Interconexión en las frecuencias de la banda de base de sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplexaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.381*</u>	<i>“Condiciones relativas a las señales piloto de regulación de línea y demás señales piloto y a la limitación de las señales residuales fuera de la banda de base en la interconexión de sistemas de relevadores radioeléctricos y de sistemas de líneas para la telefonía. 9”</i>
<u>F.270*</u>	<i>“Interconexión en las frecuencias de vídeo de los sistemas de relevadores radioeléctricos para televisión. 9”</i>

<u>F.463*</u>	<i>“Limitación de los residuos de las señales fuera de la banda de base de sistemas de relevadores radioeléctricos para televisión. 9”</i>
<u>F.402*</u>	<i>“Características preferidas de un canal único de sonido transmitido simultáneamente con una señal de televisión por un sistema de relevadores radioeléctricos analógico. 9”</i>
<u>F.275*</u>	<i>“Características de preacentuación en los sistemas de relevadores radioeléctricos de modulación de frecuencia para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.404*</u>	<i>“Excursión de frecuencia en los sistemas de relevadores radioeléctricos analógicos para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.405*</u>	<i>“Características de pre acentuación de los sistemas de relevadores radioeléctricos de modulación de frecuencia para televisión. 9”</i>
<u>F.276*</u>	<i>“Excursión de frecuencia y sentido de modulación en los sistemas de relevadores radioeléctricos analógicos de televisión. 9”</i>
<u>F.403*</u>	<i>“Características de frecuencia intermedia para la interconexión de sistemas de relevadores radioeléctricos. 9”</i>

### **Mantenimiento**

<i>Rec. UIT-R</i>	<i>Título</i>
<u>F.290*</u>	<i>“Mediciones a efectuar para el mantenimiento de los sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.305*</u>	<i>“Dispositivos de reserva de los sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía y televisión. 9”</i>
<u>F.401*</u>	<i>“Frecuencias y excursiones de frecuencia de las señales piloto de continuidad en los sistemas de relevadores radioeléctricos de modulación de frecuencia para televisión y telefonía. 9”</i>

<u>F.444*</u>	<i>“Características preferidas para los dispositivos de conmutación de varios radiocanales en los sistemas de relevadores radioeléctricos analógicos. 9”</i>
<u>F.398*</u>	<i>“Mediciones de sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía con multiplexaje por distribución de frecuencia en condiciones de explotación real. 9”</i>
<u>F.399*</u>	<i>“Medición del ruido por medio de una señal de espectro continuo y uniforme en los sistemas de relevadores radioeléctricos para telefonía que utilizan multiplexaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.400*</u>	<i>“Tipos de canales de servicio que han de preverse para la explotación y el mantenimiento de los sistemas de relevadores radioeléctricos. 9”</i>

#### **Sistemas de radioenlaces transhorizonte**

<i>Rec. UIT-R</i>	<i>Título</i>
<u>F.396*</u>	<i>“Circuito ficticio de referencia para sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte de telefonía con multiplexaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.397*</u>	<i>“Potencia de ruido admisible en el circuito ficticio de referencia de sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte para transmisión de telefonía con multiplexaje por distribución de frecuencia. 9”</i>
<u>F.593*</u>	<i>“Ruido en los circuitos reales de los sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte multicanales con MF de longitud inferior a 2 500 km. 9”</i>
<u>F.698</u>	<i>“Bandas de frecuencias preferidas para los sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte. 9”</i>
<u>F.388*</u>	<i>“Disposición de los radiocanales para los sistemas de relevadores radioeléctricos transhorizonte. 9”</i>
<u>F.302</u>	<i>“Limitación de las interferencias causadas por los sistemas de</i>

Una vez definidos todos los sitios el software permite obtener un esquema como el que se muestra en la figura 47, estas ubicaciones el software permite exportarlas al Google Earth y Google Maps donde se pueden verificar las ubicaciones como se muestra en la figura 48.

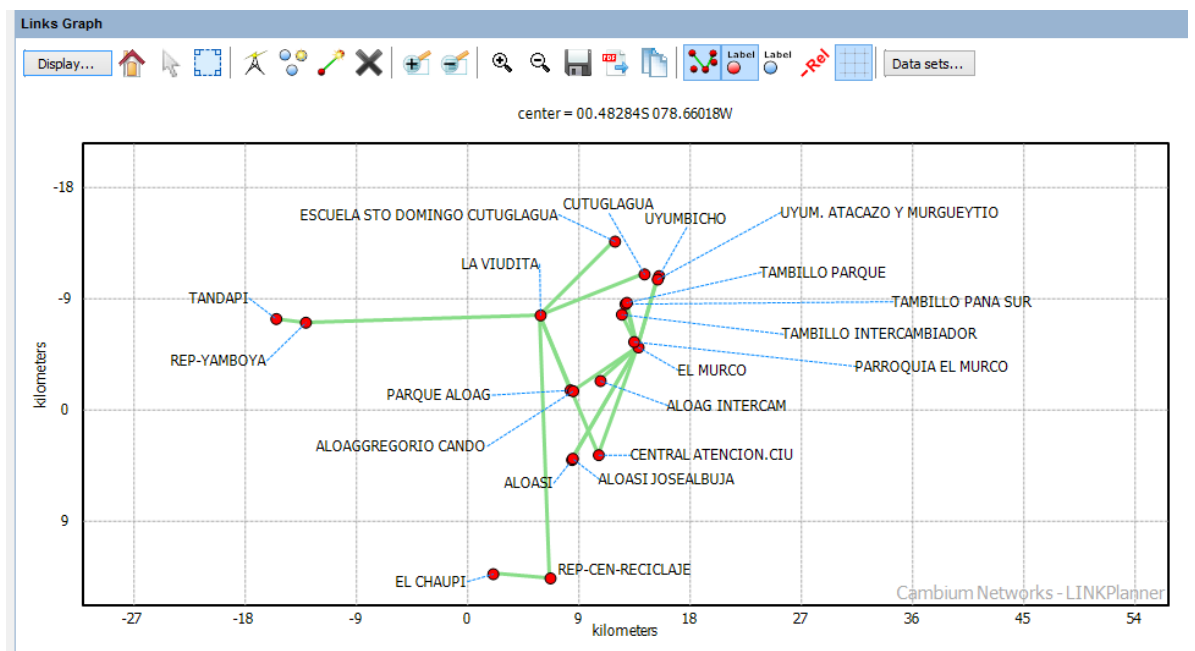


FIGURA 47. ESQUEMA DE LOS RADIO ENLACES A SER IMPLEMENTADOS EN LINKPLANNER.

[FUENTE: EL AUTOR]

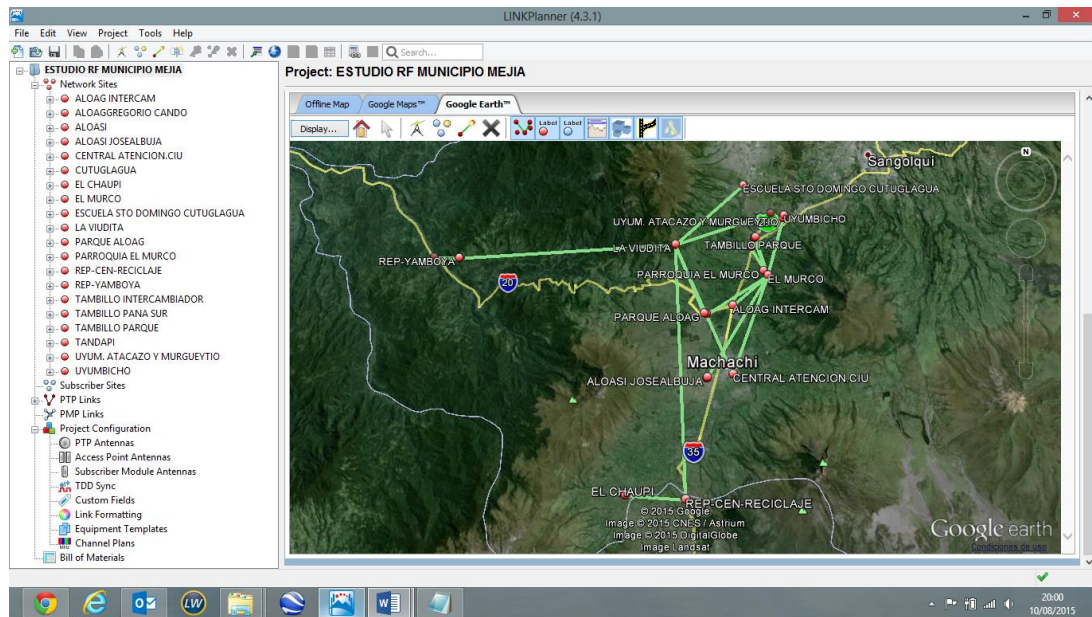


FIGURA 48. ESQUEMA DE LOS RADIO ENLACES EXPORTADOS A GOOGLE EARTH. [FUENTE: EL AUTOR]

Para poder completar con las características de cada enlace para cada sitio se completan los campos con el tipo de equipo la frecuencia a la que se trabaja en base a la hoja técnica (ANEXO IV) y la altura de las antenas como se indica en la figura 49.

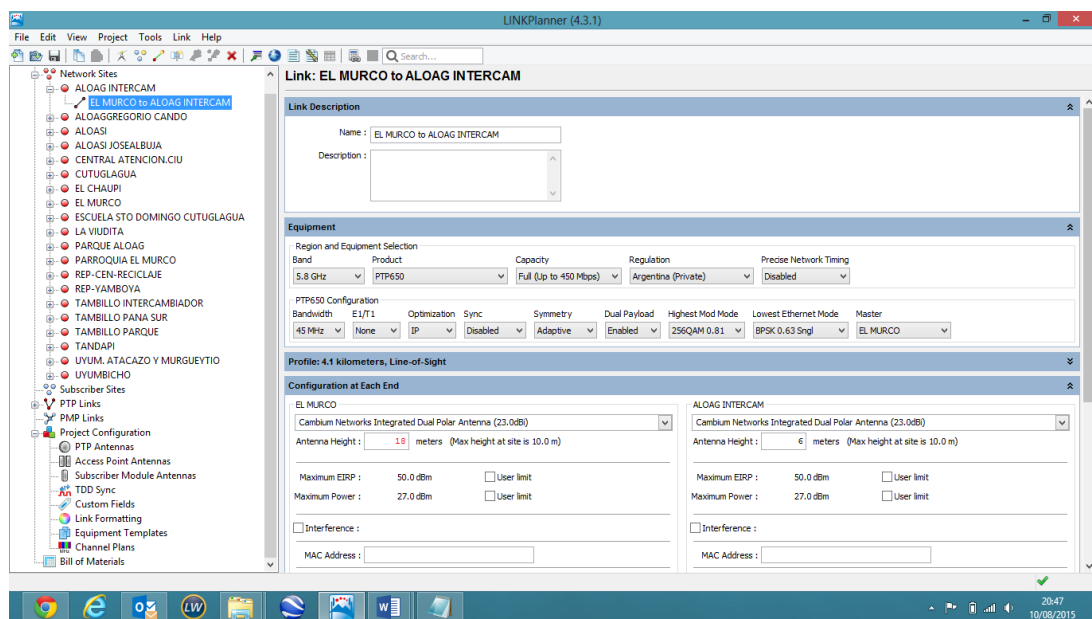


FIGURA 49. ESQUEMA DE LOS RADIO ENLACES EXPORTADOS A GOOGLE EARTH. [FUENTE: EL AUTOR]

Luego de ingresar los datos para cada enlace el software que requiere una conexión a internet y registrarse en la página web de CAMBIUM NETWORKS para que este actualice el enlace con los datos de los mapas los resultados que se obtienen de cada enlace son:

### Descripción del enlace:

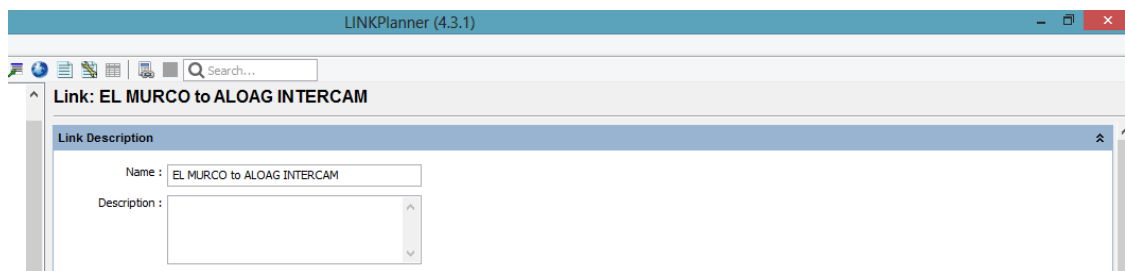


FIGURA 50. DESCRIPCIÓN DEL ENLACE. [FUENTE: EL AUTOR]

### Equipamiento:

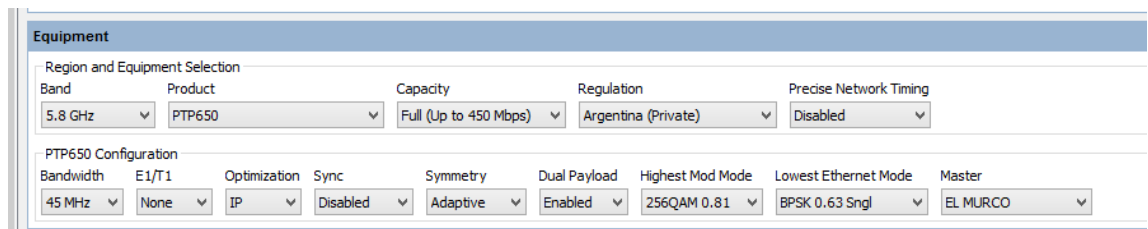


FIGURA 51. EQUIPO Y CARACTERÍSTICAS. [FUENTE: EL AUTOR]

### Características del enlace y distancia:

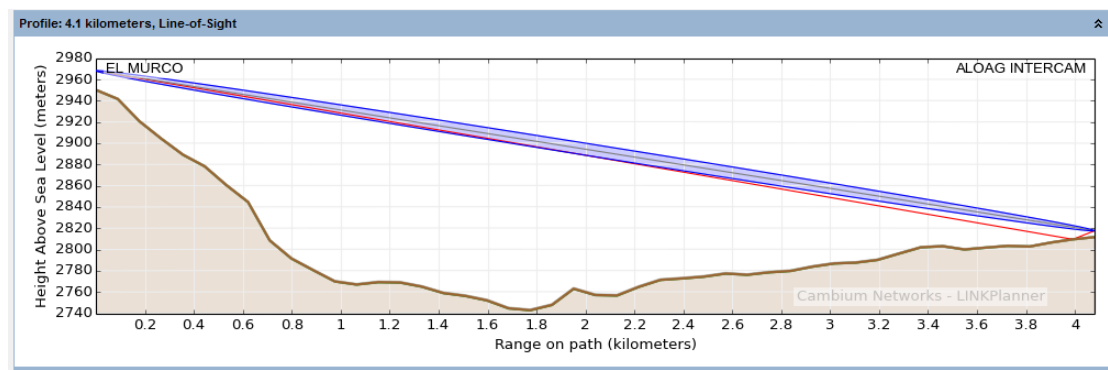


FIGURA 52. CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE. [FUENTE: EL AUTOR]

## Características de cada punto altura de las antenas y ganancia

**Configuration at Each End**

**EL MURCO**  
 Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)  
 Antenna Height : 1.8 meters (Max height at site is 10.0 m)  
 Maximum EIRP : 50.0 dBm  User limit  
 Maximum Power : 27.0 dBm  User limit  
 Interference :  
 MAC Address :   
 City :   
 County/Borough/Parish :   
 FCC ASR Number :   
 Height AGL with Appurtenances (m) :   
 State :   
 Support Structure Type :

**ALOAG INTERCAM**  
 Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)  
 Antenna Height : 6 meters (Max height at site is 10.0 m)  
 Maximum EIRP : 50.0 dBm  User limit  
 Maximum Power : 27.0 dBm  User limit  
 Interference :  
 MAC Address :   
 City :   
 County/Borough/Parish :   
 FCC ASR Number :   
 Height AGL with Appurtenances (m) :   
 State :   
 Support Structure Type :

FIGURA 53. CARACTERÍSTICAS DE CADA PUNTO PERTENECIENTE AL ENLACE. [FUENTE: EL AUTOR]

## Resumen de las características del enlace e base a la ITU-R

**Performance Summary (ITU-R)**

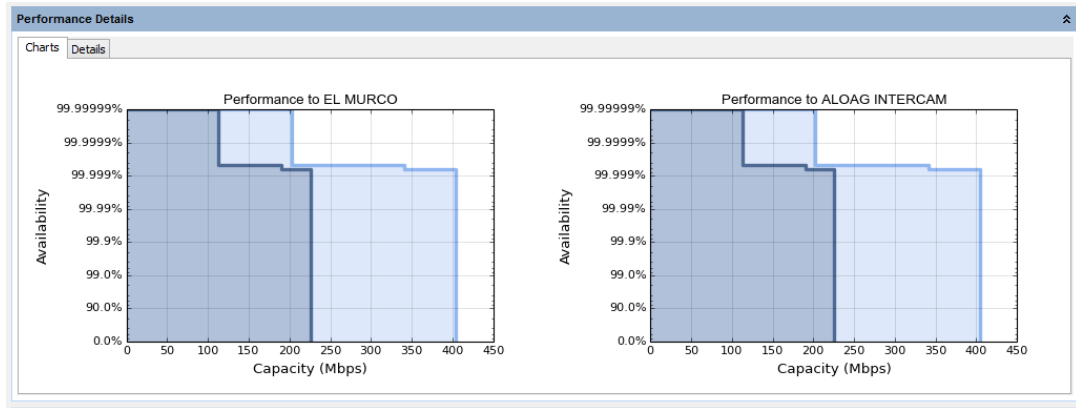
**Performance to EL MURCO**  
 Predicted Receive Power : -47 dBm ± 5 dB  
 Mean IP Predicted : 225.82 Mbps  
 Mean IP Required : 5.0 Mbps  
 % of Required IP : 4516 %  
 Min IP Required : 1.0 Mbps  
 Min IP Availability Required : 99.9900 %  
 Min IP Availability Predicted : 100.0000 %

**Link Summary**  
 Aggregate IP Throughput : 451.64 Mbps  
 Lowest Mode Availability : 100.0000 %  
 System Gain Margin : 41.34 dB  
 Free Space Path Loss : 119.91 dB  
 Gaseous Absorption Loss : 0.02 dB  
 Excess Path Loss : 0.00 dB  
 Total Path Loss : 119.93 dB

**Performance to ALOAG INTERCAM**  
 Predicted Receive Power : -47 dBm ± 5 dB  
 Mean IP Predicted : 225.82 Mbps  
 Mean IP Required : 5.0 Mbps  
 % of Required IP : 4516 %  
 Min IP Required : 1.0 Mbps  
 Min IP Availability Required : 99.9900 %  
 Min IP Availability Predicted : 100.0000 %

FIGURA 54. CARACTERÍSTICAS DE CADA PUNTO PERTENECIENTE AL ENLACE. [FUENTE: EL AUTOR]

## Detalle del rendimiento y características de modulación de los equipos a ser implementados



Common details													
Mode:	256QAM	64QAM	64QAM	16QAM	16QAM	256QAM	64QAM	64QAM	16QAM	16QAM	QPSK	QPSK	BPSK
Code Rate:	0.81	0.92	0.75	0.87	0.83	0.81	0.92	0.75	0.87	0.83	0.87	0.83	0.83
Payloads:	Dual	Dual	Dual	Dual	Dual	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Max Aggregate IP Throughput (Mbps):	451.84	380.52	310.98	241.91	173.90	225.82	190.26	155.47	120.95	86.95	60.47	43.47	21.73
Performance to EL MURCO													
Max IP Throughput (Mbps):	404.58	340.87	278.56	216.71	155.79	202.29	170.44	139.28	108.35	77.89	54.17	38.94	19.47
Fade Margin (dB):	9.33	14.06	18.19	22.31	25.94	12.99	17.38	21.31	25.38	29.89	33.21	37.23	41.34
Mode Availability (%):	99.9994	99.9995	99.9995	99.9995	99.9995	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Receive Time in Mode (%):	99.9994	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Performance to ALOAG INTERCAM													
Max IP Throughput (Mbps):	404.58	340.87	278.56	216.71	155.79	202.29	170.44	139.28	108.35	77.89	54.17	38.94	19.47
Fade Margin (dB):	9.33	14.06	18.19	22.31	25.94	12.99	17.38	21.31	25.38	29.89	33.21	37.23	41.34
Mode Availability (%):	99.9994	99.9995	99.9995	99.9995	99.9995	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Receive Time in Mode (%):	99.9994	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

FIGURA 55. CARACTERÍSTICAS DE CADA PUNTO PERTENECIENTE AL ENLACE. [FUENTE: EL AUTOR]

## Lista de Equipamiento Cambium Networks (Motorola) requerido

P/N	Description	Qty	Notes
01010419001	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable	4	
C000065K022	PTP 650 Lite (Up to 125Mbps) to Full (Up to 450Mbps) Link Capacity upgrade license per ODU	2	
C000065L007	PTP 650 LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)	2	
C050065H033	PTP 650 Integrated END with AC+DC Enhanced Supply (RoW - U.S. Line Cord)	2	Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)	1	

FIGURA 56. LISTA DE MATERIALES. [FUENTE: EL AUTOR]

## Esquema de instalación de las cámaras de video vigilancia

### Esquema de instalación.

El esquema de instalación de las cámaras a ser instaladas que se muestra en la figura 57 consta de los siguientes elementos:

- a) Cámara para exteriores del tipo PTZ.
- b) Brazo metálico de soporte para la cámara.
- c) Conexión Ethernet de la cámara.
- d) Caja para exteriores para la instalación del equipamiento para alimentación de energía eléctrica y conexión a la red.
- e) Tubería para la conexión a tierra.
- f) Conexión a la red de las cámaras de vigilancia sea mediante fibra óptica o enlace de radio frecuencia.
- g) Protección a tierra.
- h) Poste de cemento.

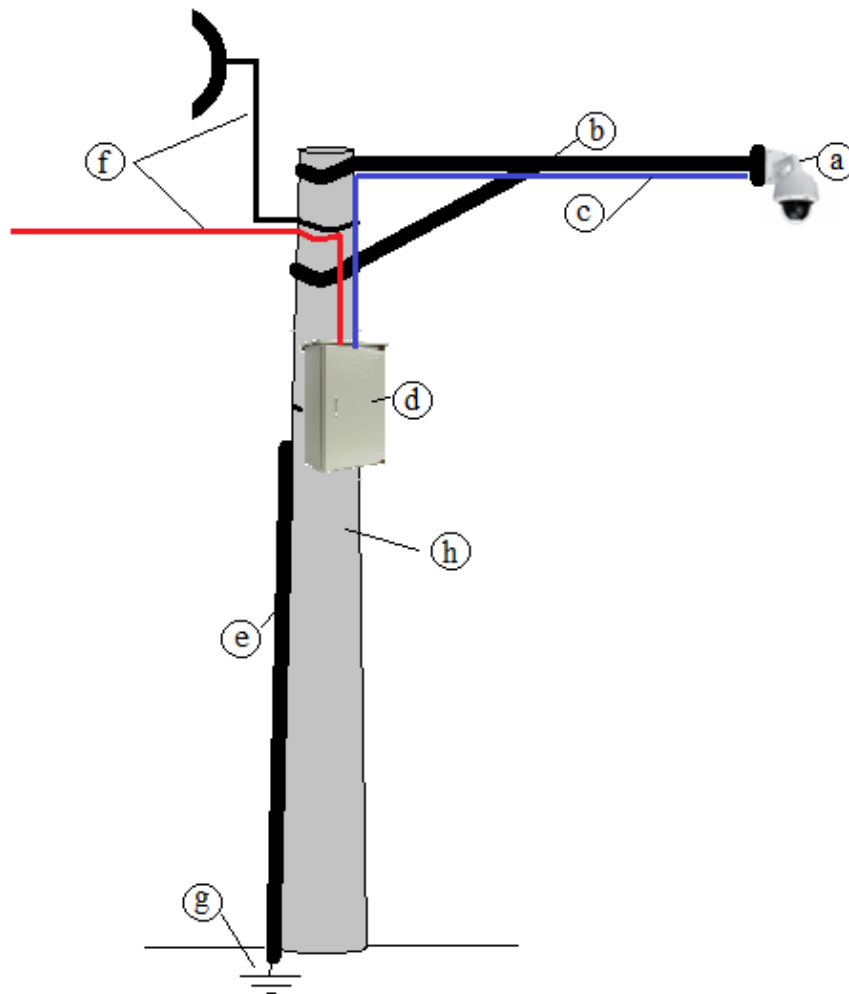


FIGURA 57. ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE LA CÁMARA DE VIDEO VIGILANCIA. [FUENTE: EL AUTOR]

### Esquema de conexión eléctrica.

Para el funcionamiento de las cámaras de video vigilancia se utiliza las fuentes de poder PoE, ya que al realizar la interconexión a la red a través de enlaces de radio frecuencia y enlaces de fibra óptica no es posible utilizar las características PoE+ de las cámaras, adicional se proporciona un equipo UPS de 1 KVA para mantener el funcionamiento de cada una en caso de existir una falla en la alimentación de energía eléctrica por parte de la Empresa Eléctrica, este esquema se lo muestra en la figura 58.

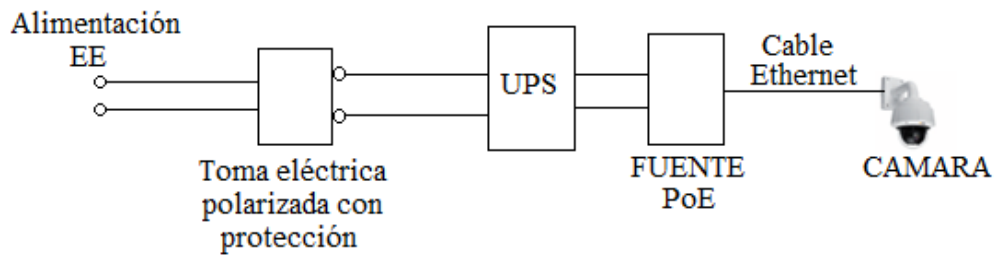
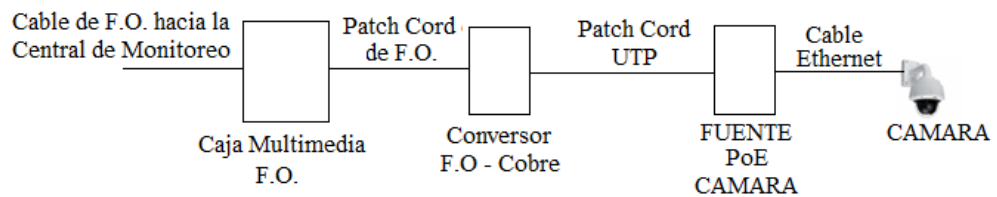


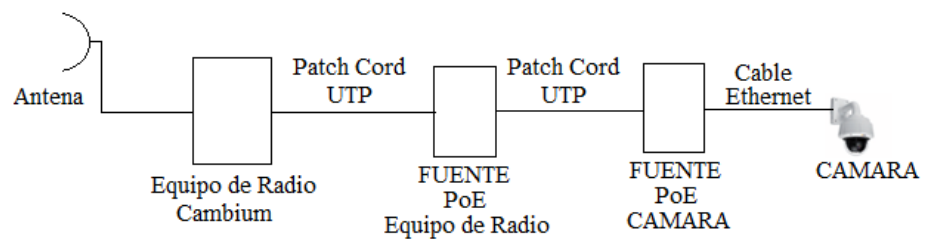
FIGURA 58. ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA. [FUENTE: EL AUTOR]

### Esquema de conexión a la red de datos

Para la conexión de cada cámara con la central de monitoreo como se indicó anteriormente se utilizan enlaces de radio frecuencia y enlaces de fibra óptica el esquema de montaje se muestra en la figura 59.



a) Camaras conectadas por enlace de F.O.



b) Cámaras conectadas por Radio Frecuencia

FIGURA 59. ESQUEMA DE CONEXIÓN A LA RED DE DATOS. [FUENTE: EL AUTOR]

# **CAPITULO 5**

## **DISEÑO DEL EQUIPAMIENTO HARDWARE Y SOFTWARE DE LA CENTRAL DE MONITOREO**

## Topología de Comunicación

El software que se emplea para la implementación es Ocularis de la empresa OnSSI el cual permite tener un control centralizado del sistema de video vigilancia mediante el empleo de una solución multiservidor, en la figura 60 se presenta el diagrama topológico del sistema a ser implementado.

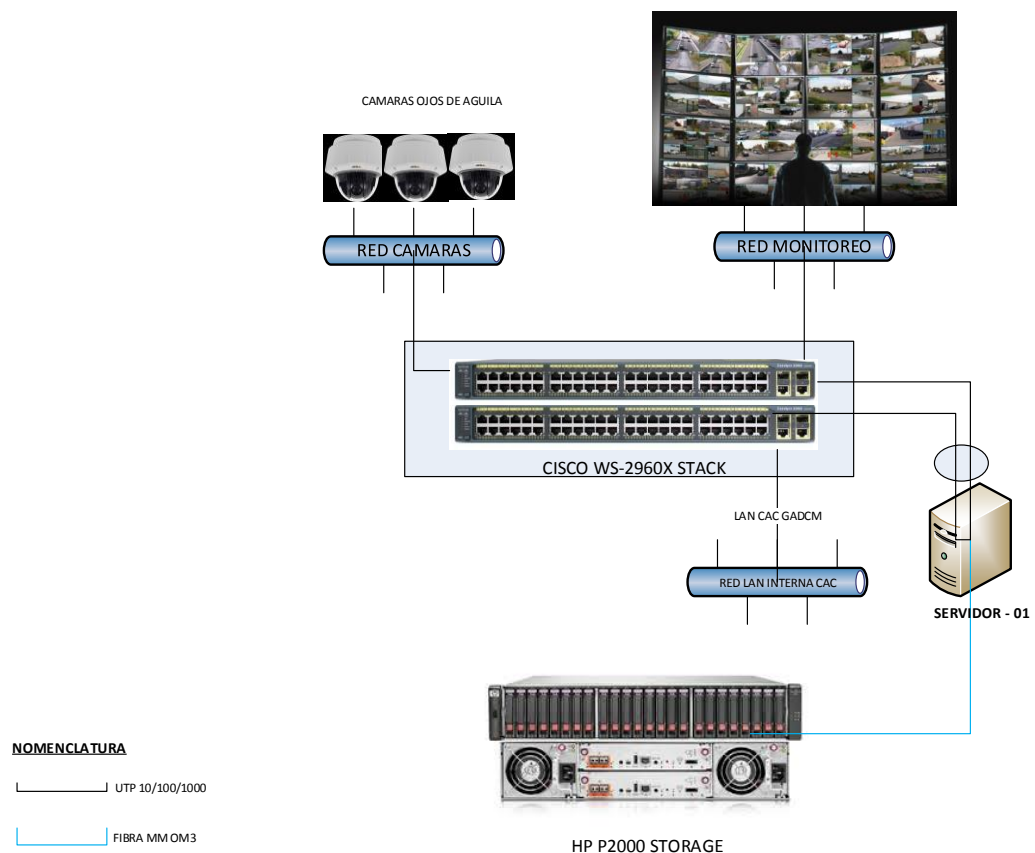


FIGURA 60. ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA. [FUENTE: EL AUTOR]

**SERVIDOR-01.-** este equipo es el SERVIDOR DE GESTIÓN OCULARIS el cual es un servidor Global dedicado en el cual se instalara la base de datos que almacena toda la configuración del sistema.

**RED MONITOREO.-** son estaciones de trabajo a las que se les denomina como Cliente de Monitoreo Ocularis, mediante las cuales se visualizará y se controlará las cámaras de video vigilancia.

## Software Ocularis<sup>10</sup>

La plataforma de video vigilancia Ocularis es un sistema que permite la administración centralizada del sistema, es un software basado en vigilancia IP, su configuración y administración se la realiza desde una estación de trabajo llamada Servidor Base desde la cual se crean los clientes con sus respectivos permisos para monitorear y administrar las diferentes cámaras enlazadas a la sistema, esta plataforma permite el manejo de eventos de forma centralizada como lo son el control de usuarios, gestión del video, gestión de los sistemas de seguridad física como los son los controles de acceso, análisis de contenido de video, detección de movimiento, entre otras, El procedimiento de instalación de esta plataforma se muestra en el ANEXO V.

## Requisitos mínimos de software y Hardware

Para poder realizar la instalación de esta plataforma según indicaciones dadas por el fabricante OnSSI se requiere:

### Requerimientos mínimos de Hardware:

- CPU: Intel Core i5
- RAM; Mínimo 4Gb para procesadores de 32 bits y 8G para procesadores de 64bits
- Tarjeta gráfica de 1 Gb RAM que soporte 3D

---

<sup>10</sup> <http://onssi.com/about/>

### **Requerimientos Software:**

- Sistema Operativo Windows XP Profesional SP3
- Sistema Operativo Windows 7 Profesional – Ultimate – Enterprise
- Sistema Operativo Windows 8, 8.1

### **Configuración e Interfaz de Ocularis**

La plataforma proporcionada por OnSSI en donde se realizan las configuraciones necesarias para poder cargar los videograbadores y realizar la visualización de las cámaras en los diferentes clientes de monitoreo instalados en los equipos de los monitoristas, existe un servidor en donde se almacenan los videos proporcionados por las cámaras administrado por el software “RC-C Management Application”, donde se seleccionaran las cámaras a las que tendrán acceso los monitoristas.

La configuración de esta plataforma se enfoca en el enlace de diferentes cámaras al servidor junto con la configuración básica en la plataforma Ocularis para poder visualizarlas en las pantallas del cuarto de monitoreo.

### **RC-C Management Application**

Esta aplicación que forma parte de la plataforma Ocularis sirve para administrar las cámaras que se enlazan al servidor de grabación, aquí se configuran parámetros como el modo de compresión, calidad de grabación ubicación de las grabaciones entre otras, con el software instalado ingresamos a la aplicación “Management Application” cuya presentación se muestra en la figura 61.

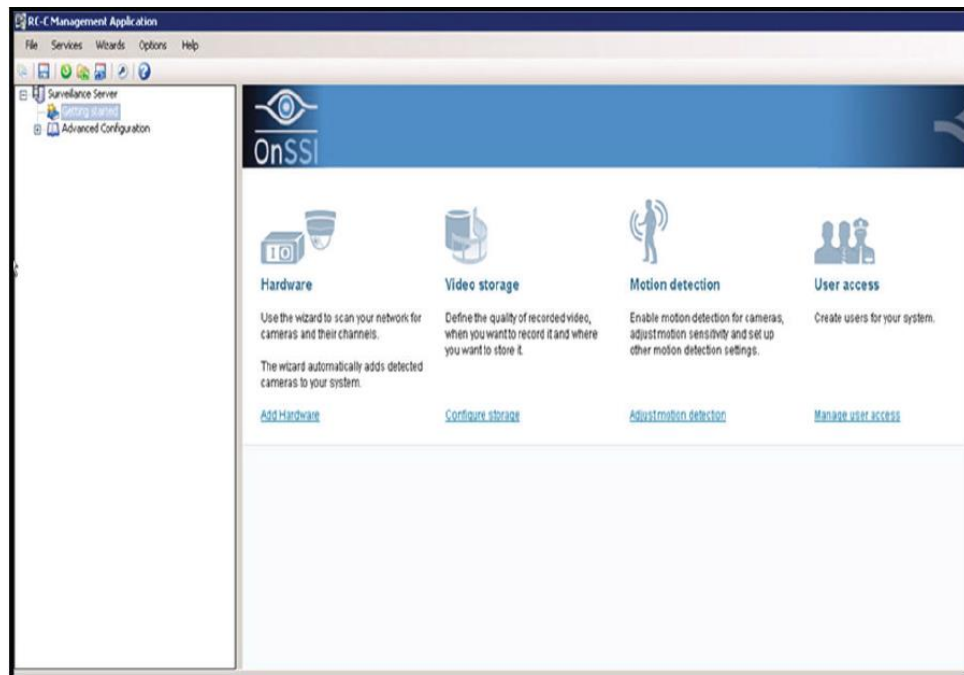


FIGURA 61. INTERFAZ DE RC-C MANAGEMENT APPLICATION. [FUENTE: EL AUTOR]

En la opción de hardware se realiza la acción de añadir las cámaras disponibles en la red, esta aplicación permite adicionar las cámaras de tres formas avanzada, manual e importar desde un archivo CSV como se muestra en la figura 62.

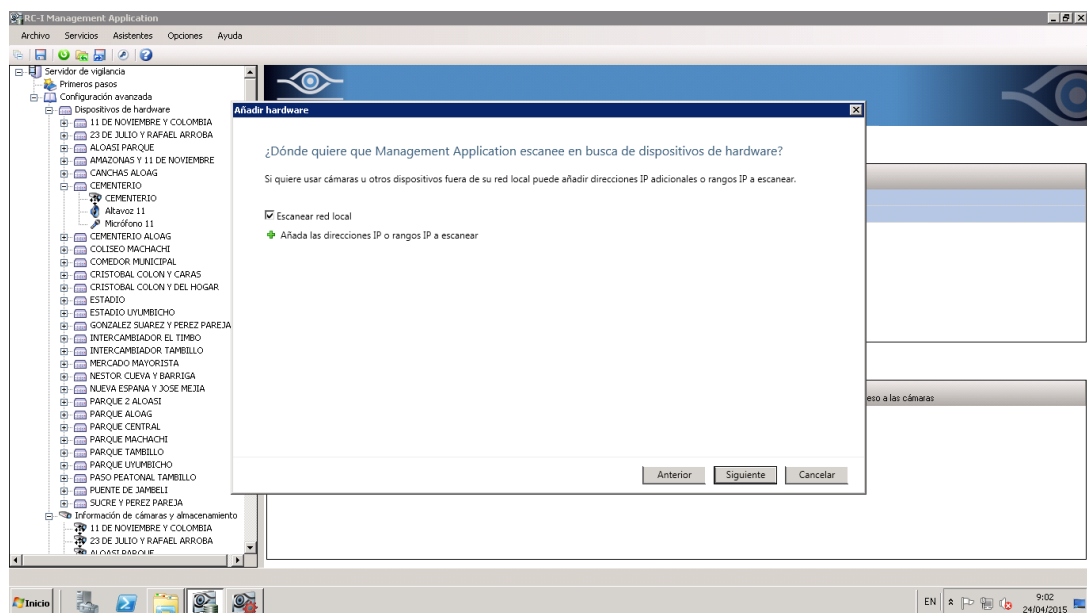


FIGURA 62. INTERFAZ PARA ADICIONAR LAS CÁMARAS. [FUENTE: EL AUTOR]

Una vez que se realiza esta acción al lado izquierdo de la pantalla se despliegan todos los dispositivos disponibles, al dar un clic sobre una de estas se muestra un resumen de las configuraciones principales de la cámara como lo son si el dispositivo se encuentra habilitado, nombre de dispositivo, formato del video, tipo de detección, tiempo de grabación y la ubicación donde se realizará la grabación como se muestra en la figura 63.

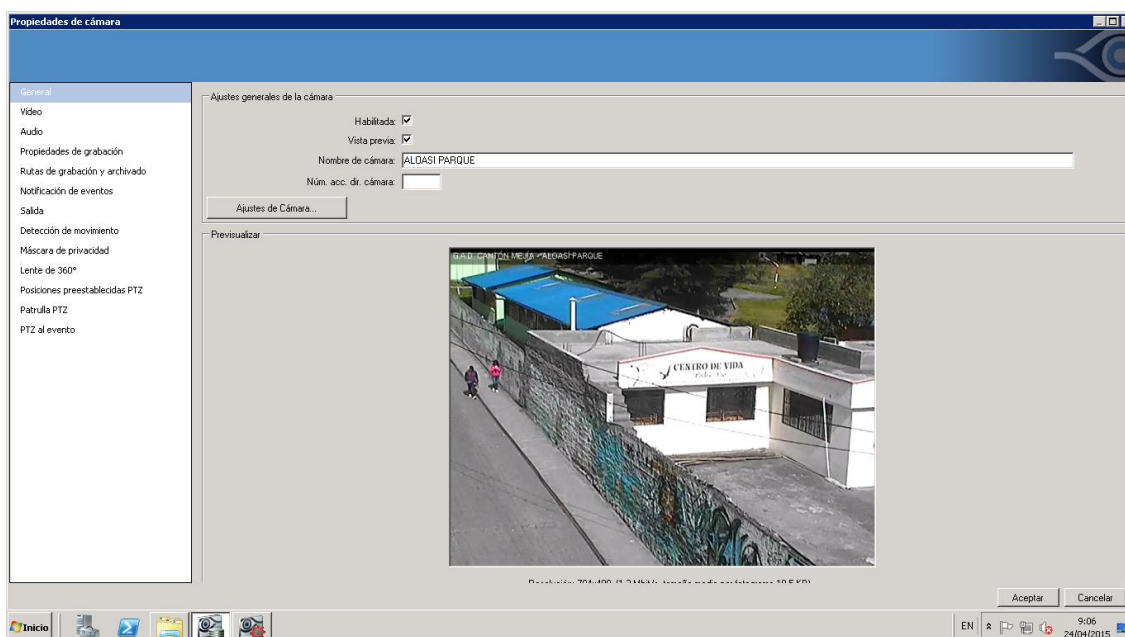


FIGURA 63. PROPIEDADES DE LA CÁMARA. [FUENTE: EL AUTOR]

Dentro de las propiedades de la cámara podemos encontrar las pestañas de configuración:

**General.-** donde se deja marcadas las opciones de habilitar y vista previa

**Video.-** aquí se ingresan los “frame per second”, este parámetro es importante en los sistemas de grabación y de transmisión de video debido a que indica la frecuencia a la que se van tomando las imágenes, mientras más alto sea el valor los movimientos que se presentan en el video y la grabación poseen más detalles.

**Propiedades de Grabación.-** en esta propiedad se define el modo de grabación para el caso en que se requiera detección de movimiento o todo el tiempo.

**Rutas de Grabación y archivado.-** se indica la ubicación en donde se va a almacenar todas las grabaciones tomadas.

Las demás propiedades que se presentan como nitidez contraste y resolución sirven para mejorar la calidad de la imagen dependiendo del tipo de cámara se los modifica o se los mantiene como la aplicación define por defecto.

### Ocularis Administrator

Esta aplicación nos sirve para realizar la configuración de la base de Ocularis para poder realizar las tareas de administración de los grabadores, usuarios, grupos cámaras y monitoreo para poder utilizar esta aplicación se requiere que la plataforma se encuentre correctamente instalada y con la licencia activa, al iniciar la aplicación se presenta una ventana solicitando las credenciales de administrador como se muestra en la figura 64.

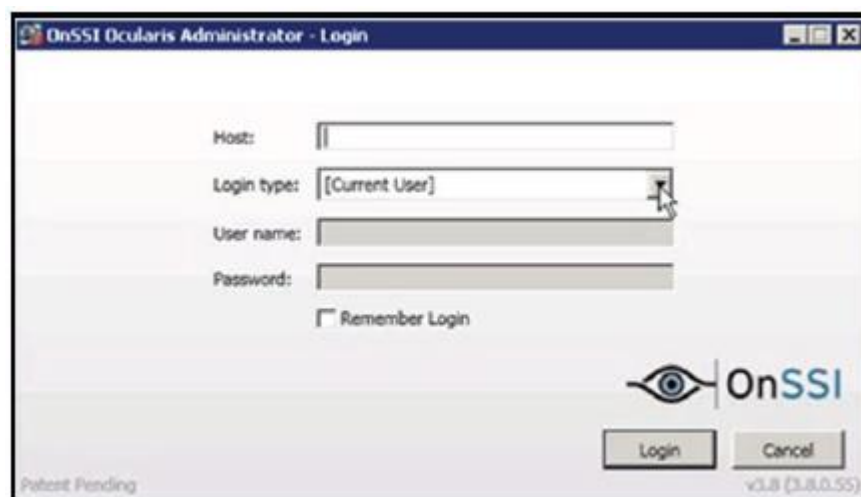


FIGURA 64. VENTANA DE LOGIN DE OCULARIS. [FUENTE: EL AUTOR]

Debido a que esta plataforma posee la característica de permitir la administración y monitoreo de varios usuarios (figura 65), se requiere configurar las credenciales de acceso de cada uno para lo cual se deben ingresar los siguientes campos:

- **Host.-** Corresponde a la dirección IP del servidor Ocularis que se ha instalado.
- **Login Type.-** se refiere al tipo de autenticación a utilizar se tiene tres tipos Current User, Windows o Basic.
- **User Name y Password.-** por defecto el programa presenta el usuario y contraseña definido por la palabra “admin”.

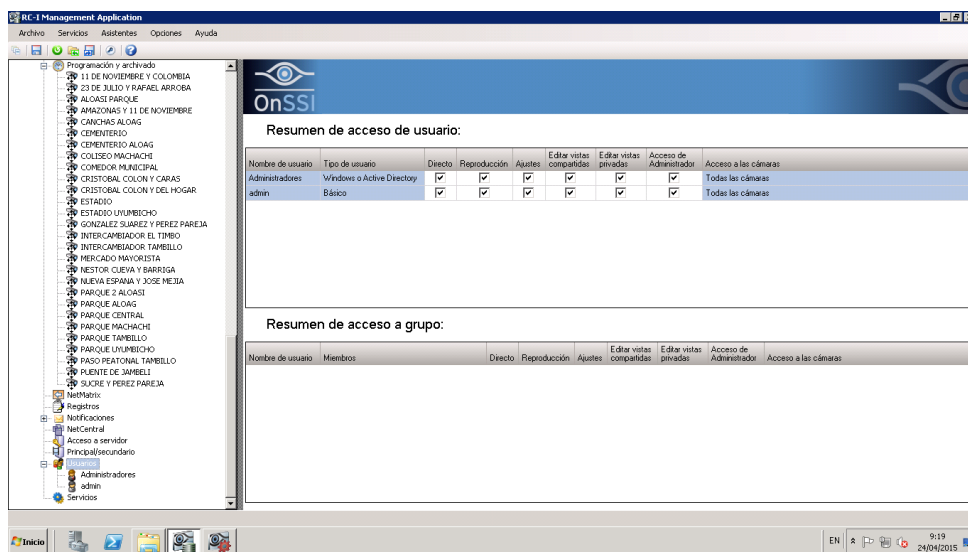


FIGURA 65. RESUMEN DE ACCESO DE USUARIO. [FUENTE: EL AUTOR]

## Configuración del enlace del servidor de grabación al Ocularis Administrator

Para poder capturar el video de todas las cámaras se requiere que estas se enlacen al servidor de grabación para también poder visualizarlas en todos los dispositivos de administración, ingresamos los parámetros configurados como lo son la dirección del servidor, el usuario y contraseña como se muestra en la figura 66, luego se presiona en Add y enlazamos todas las cámaras al servidor de grabación.

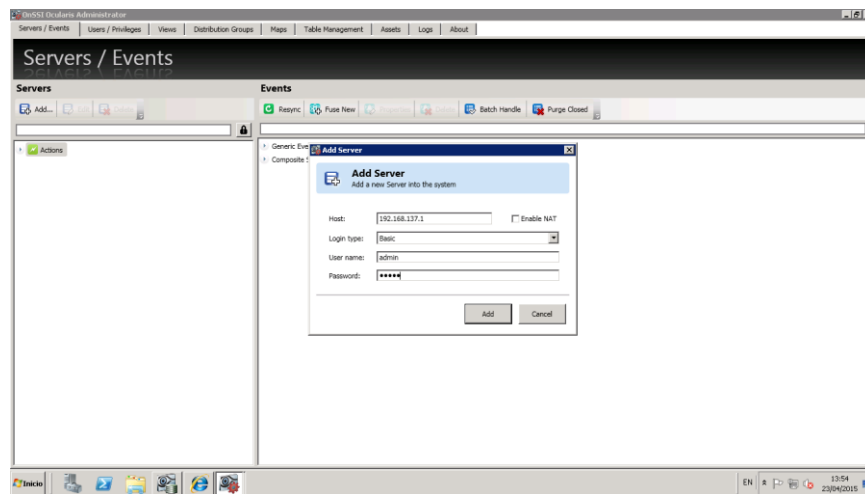


FIGURA 66. VENTANA DE EDICIÓN DEL SERVIDOR. [FUENTE: EL AUTOR]

## Creación y Configuración de los Usuarios

Al trabajar con esta plataforma centralizada se pueden crear usuarios o grupos de usuarios los cuales pueden ser modificados o eliminados del sistema según se requiera, para lo cual se posee la aplicación Ocularis Cliente la cual se instala en cada equipo de monitoreo cada cliente o grupo puede ser editado por el Administrador, en la figura 67 se muestran los grupos que se crearán con sus respectivos privilegios, la configuración más detallada de la instalación de esta aplicación se la muestra en el ANEXO VI.

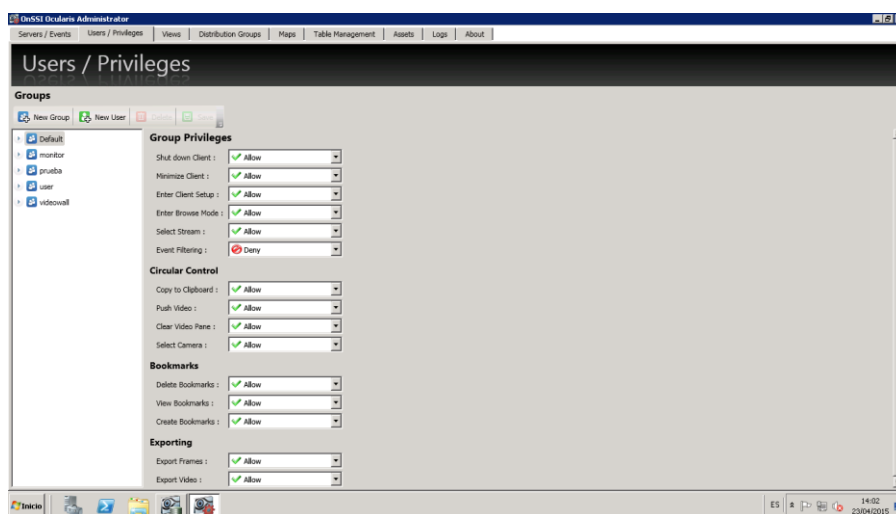


FIGURA 67. VENTANA DE EDICIÓN DE USUARIOS. [FUENTE: EL AUTOR]

Una vez realizada esta configuración en el Administrador en el cliente se accede mediante las credenciales proporcionadas como se muestra en la figura 68.



FIGURA 68. VENTANA DE LOGIN PARA EL CLIENTE DE OCULARIS. [FUENTE: EL AUTOR]

Una vez ingresados el usuario y contraseña se ingresa al programa de monitoreo en donde se visualizarán las cámaras en la configuración de visualización realizada en el Administrador como se muestra en la figura 69.

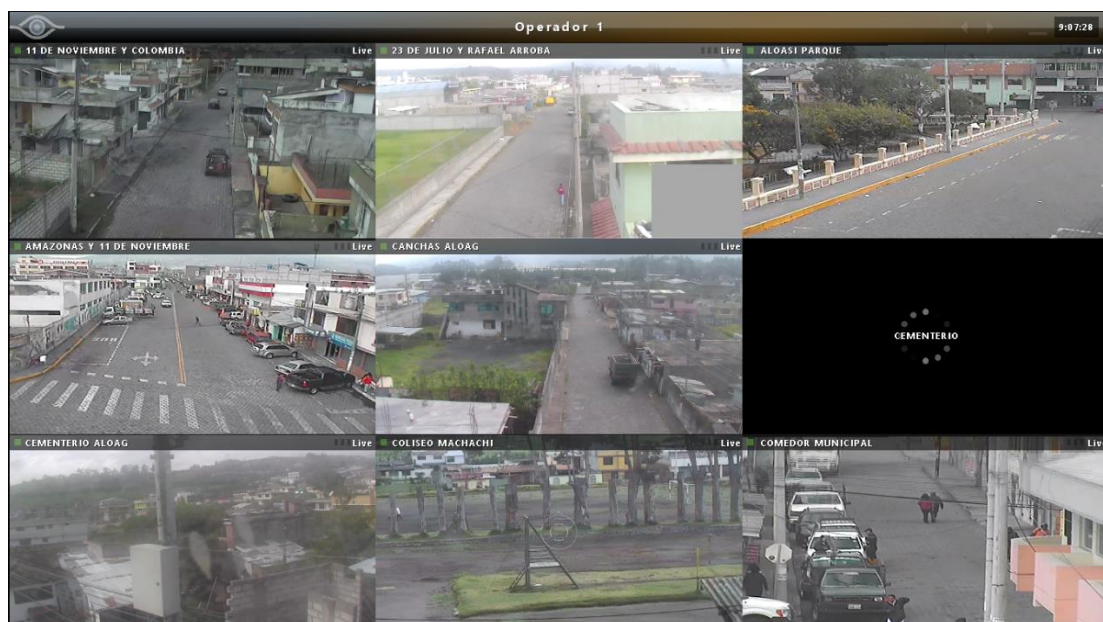


FIGURA 69. VISUALIZACIÓN SISTEMA DE CÁMARAS POR EL CLIENTE. [FUENTE: EL AUTOR]

## Creación de pantallas de visualización

La plataforma de Ocularis permite crear varios tipos de visualización para los operadores dependiendo del gusto del operador, al desplegar la pestaña de Views en el Administrador se despliega una pantalla como la que se muestra en la figura 70, en la cual podemos encontrar tres zonas:

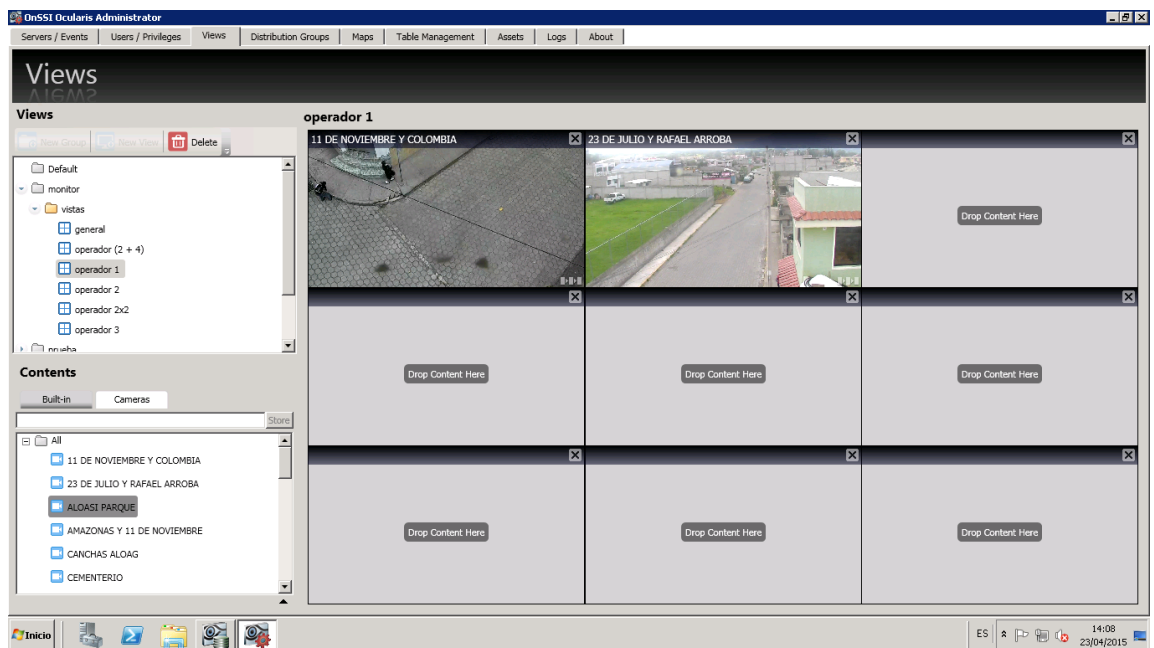


FIGURA 70. PANTALLA PARA LA CREACIÓN DE VISTAS DE MONITOREO. [FUENTE: EL AUTOR]

- **Views.-** donde se encuentran todas las vistas disponibles para los usuarios creados.
- **Contents.-** se encuentran todas las cámaras disponibles para agregar a la visualización
- **Visualización.-** se despliega una visualización previa de las pantallas que se mostrarán en el cliente.

## Servidor y Almacenamiento

### Servidor

El equipo utilizado para la instalación del software Ocularis es de marca HP modelo ML350 G6 que se muestra en la figura 71, las características técnicas de este equipo se muestran en el ANEXO VII, en este equipo se instalará el sistema operativo Windows Server 2008.



**FIGURA 71. FIGURA DEL SERVIDOR HP. [FUENTE: [HTTP://WWW.GLCOMP.COM/HP-PROLIANT-ML350-G6-QC-E5630-2-53GHZ-12MB-6-4GT-S-12GB-2X72GB-TOWER-SERVER-BUNDLE-2-ML350G6-E5630-BUNDLE](http://www.glcomp.com/HP-PROLIANT-ML350-G6-QC-E5630-2-53GHZ-12MB-6-4GT-S-12GB-2X72GB-TOWER-SERVER-BUNDLE-2-ML350G6-E5630-BUNDLE)]**

### Almacenamiento

Para determinar las características que debe poseer el equipo que se utilizará para almacenar las grabaciones proporcionadas por cada cámara se debe tomar en cuenta la cantidad de cámaras, definición del ambiente, el área a monitorear y si se requiere realizar analítica de los videos, la cantidad de personas que se encargaran del monitoreo y el tiempo de grabación.

Los datos que se requiere para realizar el cálculo del tamaño de almacenamiento son:

- El tipo de compresión utilizado para la transmisión del video de las cámaras el que se utilizará es el H.264.
- La velocidad binaria se calcula multiplicando la cantidad de bits que se transmiten en una hora.
- La cantidad de días que se requiere almacenar.

Este cálculo se lo puede realizar directamente en la página web del software Ocularis de onSSI <http://onssi.com/hardware-storage-calculator/> como se muestra en la figura 71 donde se ingresan los siguientes datos:

- Número de canales
- Tipo de comunicación (IP o análoga)
- Fabricante de la cámara
- Modelo de la cámara
- Actividad de la cámara (Bajo, Normal o Alto)
- Porcentaje de grabación diario que va desde el 10 al 100%.
- Días
- FPS (Frame Per Second o Tramas por segundo).
- Bitrate (Kbps)

Una vez ingresados estos datos nos indicará la capacidad de disco que debe poseer el equipo para almacenar las grabaciones de las cámaras.

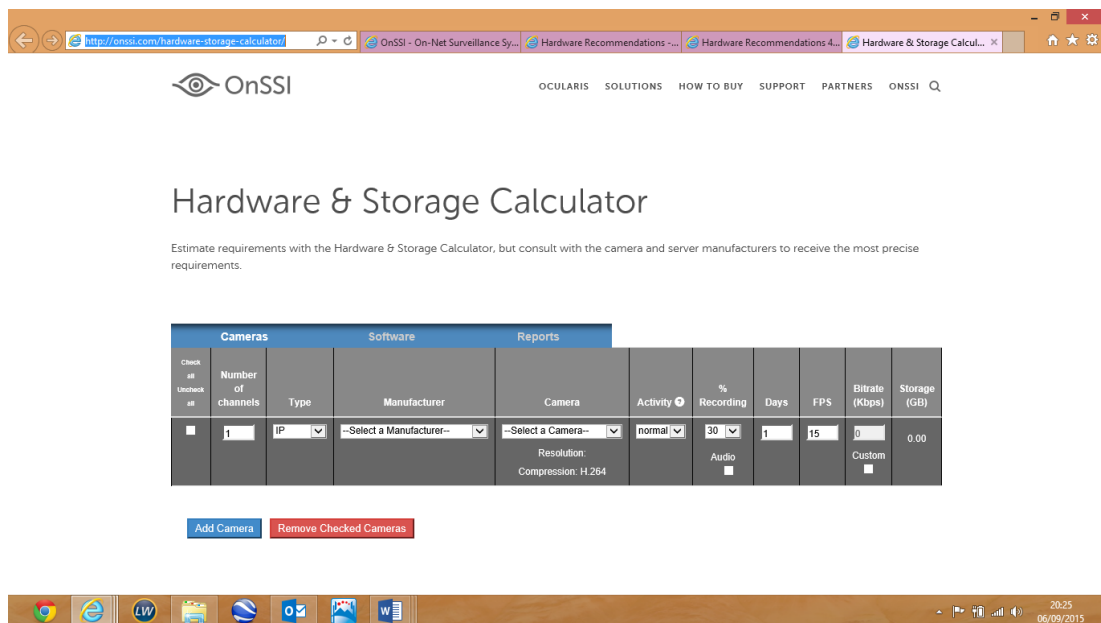


FIGURA 72. CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL DISCO DE ALMACENAMIENTO DEL SERVIDOR.

[FUENTE: EL AUTOR]

El sistema de video vigilancia para el Municipio de Mejía requiere almacenar las imágenes de todas las cámaras por 30 días después del cual se procederá a eliminar estas grabaciones el valor proporcionado por 1 software de Ocularis es de alrededor 60 Teras, para conseguir esta capacidad de almacenamiento se utilizará un chasis de marca HP modelo HP MSA P2000 G3 Modular Smart Array System que permite instalar discos duros para conseguir esta capacidad, las características técnicas de este equipo se muestran en el ANEXO VIII, las características generales del storage para el sistema son:

- Discos Físicos Totales en el equipo HP P2000: 20 discos de 3 TB en el storage SAN.
- 8 discos de 2 TB en el equipo servidor.
- Total de la capacidad del sistema 76 TB

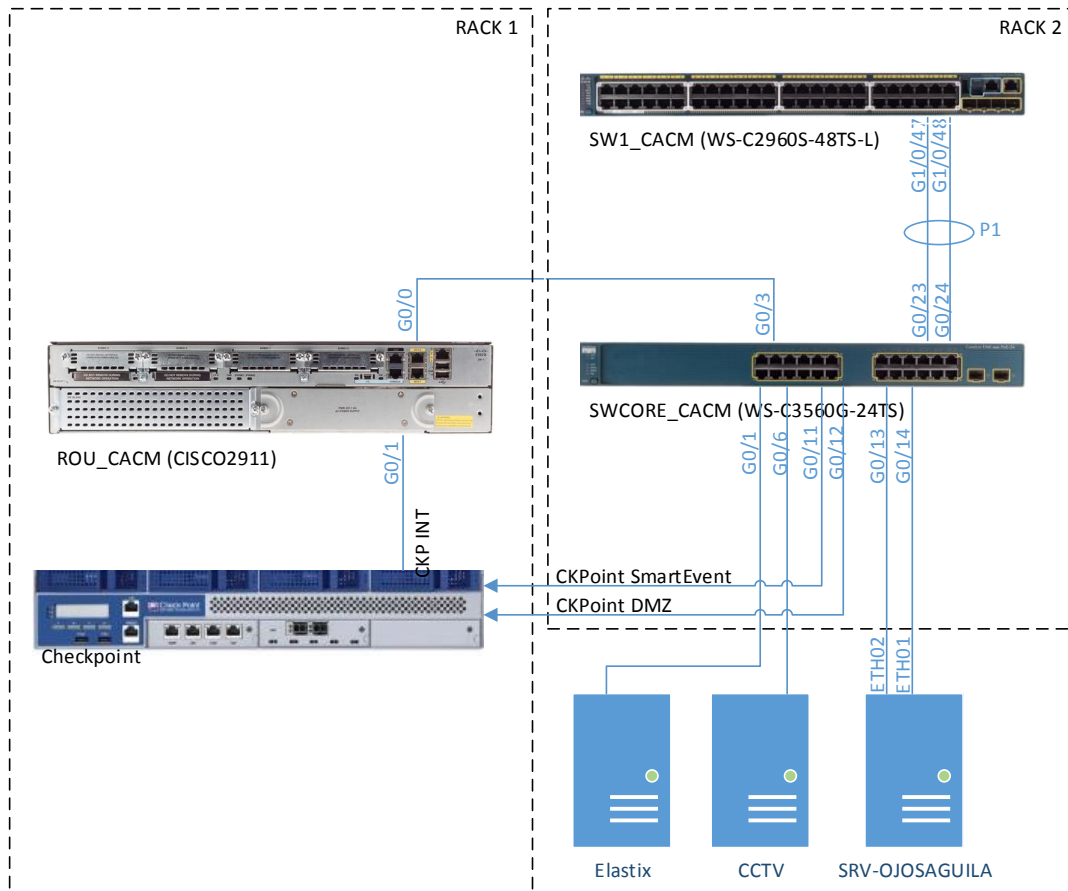
Los discos duros que se disponen para el sistema de video vigilancia se configuraron de la siguiente forma:

- 6 LUNs (Unidad de disco duro) de 8 TB cada uno para archivado (48 TB en total) en el storage HP mediante RAID 10.
- 1 LUN (Unidad de disco duro) de 3 TB para exportaciones de videos en el storage HP mediante RAID 10.
- 1 LUN (Unidad de disco duro) de 6 TB para grabación en caliente o grabaciones diarias en el servidor HP esta grabación se la realiza en los disco del servidor local en RAID 5.
- 1 LUN (Unidad de disco duro) de 2 TB para el sistema operativo y aplicaciones en el servidor HP que se instalarán en los discos locales en el RAID 1.

En resumen la plataforma cuenta con 59 TB de capacidad real, de los cuales 48 TB es para el archivado, 5 TB para grabación en caliente, 3 TB para respaldos y exportaciones, 2 TB para el Sistema Operativo y aplicaciones

## **Esquema de conectividad del equipamiento activo**

La conectividad del sistema de video vigilancia e interconexión del equipamiento activo que se dispone en el centro de datos del Centro de Atención Ciudadana del Municipio de Mejía se muestra en la figura 73.



**FIGURA 73. ESQUEMA DEL EQUIPAMIENTO EN EL CUARTO DE COMUNICACIONES DEL CENTRO DE ATENCIÓN CIUDADANA. [FUENTE: GAD MUNICIPIO DE MEJIA]**

El resumen de la configuración a ser realizada en los equipos que dispondrá en centro de datos de la Central de Atención Ciudadana es la siguiente:

- Credenciales de acceso a los equipos:

Credenciales	cacm2012
consola	cacm2012
telnet	cacm2012
enable	cacm2012

## Switch Core

```
*May 7 11:26:32.695: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/9, changed state to up
*May 7 11:26:33.702: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/9, changed state to up
*May 7 11:26:47.686: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/9, changed state to down
*May 7 11:26:48.684: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/9, changed state to down
*May 7 11:26:51.108: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/9, changed state to up
*May 7 11:26:52.115: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/9, changed state to up
*May 7 11:31:16.205: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/17, changed state to down
*May 7 11:31:17.203: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/17, changed state to down
*May 7 11:31:19.711: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/17, changed state to up
*May 7 11:31:20.718: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/17, changed state to up
*May 7 11:32:10.320: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/17, changed state to down
*May 7 11:32:11.318: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/17, changed state to down
*May 7 11:32:13.784: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/17, changed state to up
*May 7 11:32:14.791: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/17, changed state to up
*May 7 11:55:47.961: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/15, changed state to up
*May 7 11:55:48.968: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/15, changed state to up
```

**FIGURA 74. RESULTADO DEL COMANDO SHOW LOGGIN PARA EL SWITCH DE CORE. [FUENTE: EL AUTOR]**

## Switch Acceso

```
*May 6 19:31:59.834: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/8, changed state to down
*May 6 19:32:00.840: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/8, changed state to down
*May 6 19:32:03.273: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/8, changed state to up
*May 6 19:32:04.274: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/8, changed state to up
*May 7 08:46:13.423: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:46:14.425: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:46:17.324: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:46:18.325: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:46:23.983: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:46:24.984: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:46:27.936: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:46:31.438: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:55:05.539: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:55:06.546: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:55:09.419: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:55:10.420: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:55:16.114: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:55:17.110: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to down
*May 7 08:55:20.083: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
*May 7 08:55:23.548: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0/15, changed state to up
```

**FIGURA 75. RESULTADO DEL COMANDO SHOW LOGGIN PARA EL SWITCH DE ACCESO. [FUENTE: EL AUTOR]**

Para poder disponer de mejor manejo de la red del Centro de Atención Ciudadana se crean VLANS para la cámaras, para los equipos que realizarán el monitoreo, los equipos de telefonía y demás. El direccionamiento de red a ser implementado se muestra en la tabla 9, en la tabla 10 y 11 se muestra la asignación de las VLAN's para el switch de core y acceso respectivamente.

RED	ID VLAN	RED	GATEWAY
default	1	192.168.1.0/24	-
TELEFONIA	2	192.168.2.0/24	192.168.2.1
DATOS	3	192.168.3.0/24	192.168.2.1
CAMARAS	4	192.168.4.0/24	192.168.4.1
CCTV	5	192.168.5.0/24	192.168.5.1

MOVILIDAD	6	192.168.6.0/24	192.168.6.1
GESTION-SERVERS	100	10.0.0.0/24	10.0.0.1
MONITORISTAS	137	192.168.137.0/24	192.168.137.1

**TABLA 9. DIRECCIONAMIENTO DE RED.**

<i>VLAN</i>	<i>Nombre</i>	<i>Puertos</i>
1	default	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9, Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13, Gi0/25, Gi0/26, Gi0/27, Gi0/28
2	TELEFONIA	Gi0/5
3	DATOS	-
4	CAMARA	-
5	CCTV	Gi0/6
6	MOVILIDAD	-
100	GESTION	-
137	MONITORISTAS	Gi0/14, Gi0/15, Gi0/16, Gi0/17, Gi0/18, Gi0/19, Gi0/20, Gi0/21, Gi0/22

**TABLA 10. ASIGNACIÓN DE VLANS SWITCH DE CORE.**

<i>VLAN</i>	<i>Nombre</i>	<i>Puertos</i>
1	default	Gi1/0/25, Gi1/0/26, Gi1/0/27, Gi1/0/28, Gi1/0/29, Gi1/0/30, Gi1/0/31, Gi1/0/32, Gi1/0/33, Gi1/0/34, Gi1/0/35, Gi1/0/36, Gi1/0/45, Gi1/0/46
2	TELEFONIA	Gi1/0/1, Gi1/0/2, Gi1/0/3, Gi1/0/4, Gi1/0/5, Gi1/0/6, Gi1/0/7, Gi1/0/8, Gi1/0/9, Gi1/0/10, Gi1/0/11, Gi1/0/12, Gi1/0/13, Gi1/0/14, Gi1/0/15, Gi1/0/16, Gi1/0/17, Gi1/0/18, Gi1/0/19, Gi1/0/20, Gi1/0/21, Gi1/0/22, Gi1/0/23, Gi1/0/24, Gi1/0/43, Gi1/0/44
3	DATOS	Gi1/0/1, Gi1/0/2, Gi1/0/3, Gi1/0/4, Gi1/0/5, Gi1/0/6,

		Gi1/0/7, Gi1/0/8, Gi1/0/9, Gi1/0/10, Gi1/0/11, Gi1/0/12, Gi1/0/13, Gi1/0/14, Gi1/0/15, Gi1/0/16, Gi1/0/17, Gi1/0/18, Gi1/0/19, Gi1/0/20, Gi1/0/21, Gi1/0/22, Gi1/0/43, Gi1/0/44
4	CAMARA	Gi1/0/23, Gi1/0/24, Gi1/0/25
5	CCTV	-
6	MOVILIDAD	-
100	GESTION	Gi1/0/37, Gi1/0/38, Gi1/0/39, Gi1/0/40, Gi1/0/41, Gi1/0/42
137	MONITORISTAS	-

**TABLA 11. DIRECCIONAMIENTO DE RED.**

# **CAPITULO 6**

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y COSTOS REFERENCIALES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA**

**Especificaciones y Costos de las cámaras de video vigilancia**

Se utilizarán cámaras del tipo PTZ para la implementación de este proyecto, cuyas marcas son AXIS y SONY.

### Especificaciones Técnicas de las cámaras PTZ

Las cámaras de video vigilancia requeridas para este proyecto deben poseer las siguientes características:

<b>ESPECIFICACIONES GENERALES CAMARAS AXIS Q6032-E</b>	
<b>Sensor de imagen:</b>	ExView CCD HAD de 1/4" con barrido progresivo
<b>Cámara IP 10/100 PoE</b>	Requerido
<b>Domo</b>	Dos (Oscuro y Claro)
<b>PTZ</b>	Requerido
<b>Preparado para exteriores</b>	Requerido
<b>Auto Track</b>	Seguimiento automático de un objeto en movimiento
<b>Máscaras de Privacidad</b>	Más de 20 máscaras de privacidad convencionales y al menos 6 máscaras de privacidad individuales
<b>Enfoque automático del objetivo</b>	Requerido
<b>Funcionamiento diurno / nocturno automático</b>	Requerido
<b>Movimiento horizontal / vertical y zoom</b>	E-flip, 100 posiciones predefinidas Horizontal: 360° ilimitado, 0.05 – 450°/s Vertical: 220°, 0.05 – 450°/s Zoom óptico de 35x y digital de 12x (total de 420x) Ronda de vigilancia.
<b>Objetivo</b>	F=3.4 – 119 mm, F1.4 – F2.7, ángulo de visión horizontal: 55.8° - 1.7°
<b>Iluminación mínima</b>	Color: 0.5 lux a 30 IRE F1.4 B/N: 0.008 lux a 30 IRE F1.4

<b>Velocidad de obturación</b>	1/30000 s a 0.5 s (60Hz), 1/30000 a 1.5 s (50 Hz)
<b>Altavoz dúplex completo</b>	Requerido
<b>Funcionalidad pan/tilt/zoom</b>	Ronda de vigilancia, Control de colas, Indicador de dirección en pantalla
<b>Compresión de video</b>	H.264 (MPEG-4 Parte 10/AVC), Motion JPEG
<b>Resoluciones</b>	D1: Entre 720x480 y 176x120 (60 Hz)
<b>Frecuencia de imagen H.264</b>	Hasta 30/25 ips (60 / 50 Hz) en todas las resoluciones
<b>Frecuencia de imagen Motion JPEG</b>	Hasta 30/25 ips (60 / 50 Hz) en todas las resoluciones
<b>Amplio rango dinámico (WDR)</b>	Requerido
<b>Secuencias de video</b>	Múltiples secuencias configurables individualmente en H.264 y Motion JPEG Frecuencia de imagen y ancho de banda VBR/CBR H.264
<b>Ajustes de imagen</b>	Estabilización electrónica de la imagen (EIS), velocidad de obturación manual.
<b>Cliente Web</b>	Requerido
<b>Acceso con Protección por contraseña</b>	Requerido
<b>Filtrado de direcciones IP</b>	Requerido
<b>Cifrado HTTPS</b>	Requerido
<b>Control de acceso a la red IEEE 802.1X</b>	Requerido
<b>Autenticación Digest</b>	Requerido
<b>Logs, registro de acceso de usuarios</b>	Requerido

<b>Protocolos compatibles</b>	IPv4/v6, HTTP, HTTPS*, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMPv1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS
<b>Interfaz de programación de aplicaciones</b>	API abierta para integración de software
<b>Vídeo inteligente</b>	Detección de movimiento por video, autoseguimiento
<b>Carcasa</b>	Clasificación IP66 y Nema 4x, carcasa metálica (aluminio), cubierta de domo oscura acrílica (PMMA) preinstalada en la carcasa, parasol (PC/ASA)
<b>Memoria RAM</b>	128 MB
<b>Memoria Flash</b>	128 MB
<b>Condiciones de funcionamiento</b>	Unidad de cámara: -40° C a 50° C
<b>Homologaciones</b>	EN 55022 Class B, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 55024, FCC Part 15 Subpart B Class B, ICES-003 Class B, VCCI Class B, C-tick AS/NZS CISPR 22, KCC Class B, EN 60950-1 IEC 60529 IP66, NEMA 250 Type 4X IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-78, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27, IEC 60068-2-60, ISO 4892-2 Midspan: EN 60950-1, GS, UL, cUL, CE,FCC, VCCI, CB, KCC, UL-AR
<b>PoE Inyector</b>	Requerido

TABLA 12. **ESPECIFICACIONES CÁMARA AXIS.**

<b>ESPECIFICACIONES GENERALES CAMARAS SONY SNC-ER550</b>	
<b>Resolución</b>	Mínimo 1 megapíxel/720p
<b>Ángulo de visión</b>	

<b>horizontal</b>	Mínimo 55.9° to 2.1°
<b>Angulo de giro</b>	Rotación de 360° sin fin
<b>Formato de Compresión</b>	Debe soportar H.264, MPEG4, JPEG
<b>Códec streaming</b>	dual-streaming
<b>Nivel de Protección</b>	IP66
<b>Configuración</b>	IP
<b>Interface</b>	Deberá poseer interface Ethernet para 8 pines
<b>Alimentación</b>	Deberá tener características para operar HPOE+ (60W) inyector incluido
<b>Sensor de Imagen</b>	1/4-type Exmor CMOS sensor
<b>Iluminación</b>	Deberá cumplir con las características de iluminación mínimas Color: 1.0 lx, B/W: 0.1 lx (F1.35, shutter 1/30sec, AGC ON, 50IRE[IP])
<b>Zoom</b>	28X óptico
<b>Velocidad (FPS)</b>	30 fps H.264/MPEG4/JPEG
<b>Almacenamiento</b>	SD card slot x1 Compatible con SD/SDHC Standards
<b>Consumo</b>	Máximo 60W
<b>Temperatura de Operación</b>	-20° a 122° F
<b>Dimensiones</b>	292.1 x 292.1 x 546.1 mm
<b>Peso</b>	Máximo 15 lbs.
	IPv4, IPv6, TCP, UDP, ARP, ICMP, IGMP, HTTP, HTTPS, FTP (client/server), SMTP, DHCP,
	Capacidad de Detección de movimientos
	Deberá tener capacidad de audio
	Funcionamiento Día/Noche

<b>Funcionalidades</b>	Capacidad de rotación
	La cámara debe ser compatible con el protocolo ONVIF (Open Network Video Interface Forum), que permita el intercambio y uso de información entre dispositivos de vídeo en red de distintos fabricantes.
	Capacidad de monitoreo mediante web Browser
<b>Autenticación</b>	IEEE802.1X
<b>Compresión de audio</b>	G.711/G.726
<b>Sistemas Operativos</b>	Microsoft Windows XP (32 bit)-Professional Edition Microsoft Windows Vista (32 bit)- Ultimate, Business Edition Microsoft Windows 7 (32/64 bit) - Ultimate, Professional Edition
<b>Procesador</b>	Mínimo Intel Core2 Duo 2 GHz o superior
<b>Memoria</b>	Deberá tener mínimo 1 GB o mas
<b>Certificaciones</b>	UL2044, FCC 15B Class A, IC Class A, IEC60950-1, EN55022(A)+EN55024+EN50130-4, VCCI Class A, C-Tick Class A

**TABLA 13. ESPECIFICACIONES CÁMARA SONY**

### **Costos cámaras de video vigilancia**

Las cámaras de video vigilancia descritas en las tablas 12 y 13 poseen un precio comercial sin incluir IVA el descrito en la tabla 15, adicional se incluye el polo para la instalación.

Dispositivo	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Axis Q6032-E PTZ Dome Network Camera incluye PoE	15	\$ 3.612,00	\$ 54.180,00
Axis 5017-671 T91A67 Pole Bracket	15	\$ 111,00	\$ 1.665,00
Sony SNC ER550 Dome Cámara	18	\$ 3.612,00	\$ 65.016,00
Aluminium gooseneck Wall mount, whitw finish	18	\$ 95,54	\$ 1.719,72
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 122.580,72</b>

TABLA 14. COSTO CÁMARAS PTZ.

## Especificaciones y Costos de los equipos de Radio Frecuencia

### Especificaciones técnicas de los equipos de Radio Frecuencia.

Para los enlaces principales del sistema de video vigilancia se utilizaran los equipos de radio con las características descritas en la tabla 15.

<b>ESPECIFICACIONES GENERALES RADIOS BACKBONE EXTENDAIR rc5000</b>	
El radio debe soportar Ethernet Nativo así como también trafico TDM Nativo con una latencia típica de 1 ms	Requerido
Debe permitir crecer en capacidad mediante licencias de actualización vía software	Requerido
Debe soportar VLAN tagging (802.1Q) y QoS (802.1p) con cuatro clases de tráfico y múltiples filtros	Requerido

Debe permitir seleccionar el ancho de banda de canal y sintonizar canales con una resolución de 1 MHz	Requerido
Debe permitir asignar throughput Ethernet simétrica o asimétricamente en dos direcciones de enlace mejorando la utilización del canal para aplicaciones como video vigilancia y servicios de Internet	Requerido
Debe tener incluido un analizador de espectro para identificar rápidamente el espectro disponible	Requerido
Debe tener el manual de instalación y administración embebido en el equipo, así como accesible vía HTTP	Requerido
Debe trabajar en las siguientes bandas de frecuencia:	5.250–5.350 GHz 5.470–5.725 GHz 5.725–5.875 GHz
Capacidad	120 Mbps
Modulación	Modulación adaptiva entre QPSK, 16QAM, 64QAM
Ganancia del sistema:	Varía según modo de modulación y tamaño del canal seleccionado
Puerto Ethernet:	10/100 PoE
Rango de alcance:	24 km con una disponibilidad del 99.99% a su máxima capacidad
Potencia de salida:	Mínimo +22dBm
Cinco modos de control de la simetría del Throughput dependiendo de la aplicación	20/80, 80/20, 35/65, 65/35, 50/50
Corrección de errores:	FEC (T=8)
Seguridad y encriptación	Mecanismo de encriptación opcional

	AES de 128 y 256 bits que cumple con NIST FIPS 197 o una encriptación propietaria de 96 bits
Gestión del sistema:	Vía Web, Telnet, SNMP v1, v2 y secure v3 con MIB I, MIB II, MIB propietario
Características de la antena:	Antena integrada de 23 dBi con ancho del haz (3dB) de 10 o
Interfaces:	RF: Conectorizado tipo N hembra Ethernet: RJ48C/RJ45 Hembra
Características de la Interfaz Ethernet:	<b>Velocidad:</b> 10/100BASET <b>Modo Dúplex:</b> Half, Full, Auto-MDIX <b>VLAN:</b> 802.1q, transparente, trunk y administración, 4000 VLAN's ID <b>Límite de velocidad Ethernet:</b> configurable por puerto vía software con resolución de 1Kbps <b>QoS:</b> 4 clases de trafico QoS; filtros en: puerto, IEE802.1p, IPv4 TOS o DiffServ, IPv6 traffic class, 802.1Q VLAN ID, SA/DA MAC <b>Tamaño del paquete máximo:</b> 2048 bytes
Dimensiones físicas:	9.4"H x 9.4"W x 5.25"D/ 23.9 cm x 23.9 cm x 13.3 cm
Condiciones ambientales:	Temperatura de operación: -40 a +65°C; -40 a +149°F Humedad: 100% condens. Altitud: 4600 m / 15,000 ft. Norma: NEMA 4 / IP56

Cumplimientos de normas:	IEEE802.3, SNMP v1, 2c, v3 FCC 15.247, FCC 15.407, EN 301-893, EN 302-502, EN 60-950, EN 301-489, IC RSS-210
--------------------------	---

**TABLA 15. ESPECIFICACIONES RADIOS BACKBONE PUNTO A PUNTO.**

<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS RADIOS PUNTO MULTIPUNTO AP PMP430 SERIES</b>	
Rango de Frecuencias	5725-5875 MHz
Tamaño del canal	5 MHz, 10 MHz o 20 MHz
Ancho del haz de la antena	90 grados
Potencia de transmisión	Hasta 21 dBm
Ganancia del sistema	17 dBi con antena integrada
La Sensibilidad del receptor varía de acuerdo a la selección del tamaño del canal utilizado entre -93dBm y -73 dBm	Requerido
El equipo debe permitir modulación adaptativa entre QPSK, 16QAM, 64QAM	Requerido
El equipo ofertado debe tener un esquema de Corrección de errores. Reed-Solomon block coding	Requerido
EIRP	36 dBm
Debe soportar hasta 200 módulos subscriptores	Requerido
Rango típico en línea de vista	48 km
Esquema dúplex	Duplicación por división de tiempo (TDD)
Seguridad y codificación	DES; opción AES certificado FIPS 197
Protocolo	IEEE 802.3

Rendimiento de datos de usuario	Hasta 40 Mbps dependiendo del tamaño del canal seleccionado
Latencia	5-7 ms ida y vuelta
QoS	DiffServ QoS
Interfaz	10/100BaseT, half/full duplex, rate auto negotiated
Gestión del sistema	HTTP, Telnet, FTP, SNMPv2c
Dimensiones	28.75''' H x 8.25'' W x 11''' D (71cm H x 21cm Wx 28cm D)
Máxima resistencia al viento	190 kph
Consumo de energía	19 W
Temperatura de funcionamiento	-40°C a +55°C (-40°F a +131°F)
Certificación FCC	ABZ89FT7634
Protocolos usados	IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, Telnet, SNMP, HTTP, FTP, PPPoE
Se debe incluir el dispositivo que permita la conexión de los 4 AP	Requerido
Se deben incluir los elementos necesarios para garantizar el funcionamiento del equipo	Requerido

**TABLA 16. ESPECIFICACIONES RADIO PUNTO MULTIPUNTO AP.**

<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS RADIOS PUNTO MULTIPUNTO SM PMP 430 SERIES</b>	
Rango de Frecuencias	5725-5875 MHz
Tamaño del canal	5 MHz, 10 MHz o 20 MHz
Ancho del haz de la antena	55° horizontal, 55° elevación, 3 dB patrón de la antena

Potencia de transmisión	Hasta 19 dBm
Ganancia del sistema	10 dBi
La Sensibilidad del receptor varía de acuerdo a la selección del tamaño del canal utilizado entre -93dBm y -73 dBm	Requerido
El equipo debe permitir modulación adaptativa entre QPSK, 16QAM, 64QAM	Requerido
El equipo ofertado debe tener un esquema de Corrección de errores. Reed-Solomon block coding	Requerido
Rango típico en línea de vista	48 km
Esquema dúplex	Duplexacion por división de tiempo (TDD)
Seguridad y codificación	DES; opción AES certificado FIPS 197
Protocolo	IEEE 802.3
Rendimiento de datos de usuario	Hasta 40 Mbps dependiendo del tamaño del canal seleccionado
Latencia	5-7 ms ida y vuelta
QoS	DiffServ QoS
Interfaz	10/100BaseT, half/full dúplex, rate auto negotiated
Gestión del sistema	HTTP, Telnet, FTP, SNMPv2c
Dimensiones HxWxD	11.75" x 3.4" x 3.4"
Máxima resistencia al viento	190 kph
Consumo de energía	10 W
Temperatura de funcionamiento	-40°C a +55°C (-40°F a +131°F)
Certificación FCC	ABZ89FT7635
Protocolos usados	IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, Telnet, SNMP, HTTP, FTP, PPPoE

Cada módulo suscriptor debe tener su propio reflector para asegurar el throughput requerido por las cámaras	Requerido
Se deben incluir los elementos necesarios para garantizar el funcionamiento del equipo	Requerido

**TABLA 17. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RADIOS PUNTO A MULTIPUNTO SM.**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RADIOS PUNTO A PUNTO PTP100</b>	
Rango de Frecuencias	5725-5850 MHz
Tamaño del canal	20 MHz
Ancho del haz de la antena	3dB haz de la antena con 6 grados Azimut/Elevación
Potencia de transmisión	Hasta 19 dBm
Ganancia de la antena 18 dB con reflector	Requerido
Sensibilidad del receptor	-79 dBm
El equipo debe permitir modulación de 4 niveles FSK optimizado para el rechazo a interferencias	Requerido
Rango típico en línea de vista	56 km con reflector
Esquema dúplex	Duplexacion por división de tiempo (TDD)
Seguridad y codificación	DES y AES
Protocolo	IEEE 802.3
Rendimiento de datos de usuario	20 Mbps
Latencia	2.5 ms
Interfaz	10/100BaseT, half/full dúplex, rate auto negotiated
Gestión del sistema	HTTP, Telnet, FTP, SNMPv2c

Dimensiones HxWxD	11.75" x 3.4" x 3.4"
Máxima resistencia al viento	190 kph
Consumo de energía	10 W
Temperatura de funcionamiento	-40°C a +55°C (-40°F a +131°F)
Certificación FCC	ABZ89FT7630
Protocolos usados	IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, Telnet, SNMP, HTTP, FTP, PPPoE
Cada radio debe tener su propio plato reflector para asegurar el throughput requerido por las cámaras	Requerido
Se deben incluir los elementos necesarios para garantizar el funcionamiento del equipo	Requerido

**TABLA 18. ESPECIFICACIONES RADIO PUNTO A PUNTO.**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANTENAS PARABÓLICAS</b>	
Rango de Frecuencias	5.725 - 5.850 GHz
Polarización	5 MHz, 10 MHz o 20 MHz
Ganancia	28.5 dBi
VSWR	1.5:1
Diámetro	2 ft (60 cm)
Peso	22 lbs. (9.9kg)
Conector	Tipo N hembra
Ancho de Haz 3dB, Azimut	6.2°
Ancho de Haz 3dB, Elevación	6.2°
Perdida de retorno	36 Db
Garantía	5 años
Temperatura	De -40° hasta +60° Celsius

**TABLA 19. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANTENAS PARABÓLICAS.**

## Costos equipos de Radio frecuencia

Los equipos de Radio Frecuencia descritos en las tablas 15 a la 19 poseen un precio comercial sin incluir IVA el descrito en la tabla 20.

Dispositivo	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>RADIOS PUNTO A PUNTO BACKBONE</b>			
ExtenAir rc5000, 5GHz	4	\$ 2.634,00	\$ 10.536,00
ExtendAir AC power kit	4	\$ 110,00	\$ 440,00
Upgrade Key to 160 Mbps	4	\$ 997,00	\$ 3.988,00
PoE cable lightning and surge protection	8	\$ 198,00	\$ 1.584,00
0 – 6 GHz RF lightning protector	4	\$ 198,00	\$ 792,00
<b>RADIOS PUNTO A PUNTO</b>			
5.7 GHz PTP100 Backhaul Unit	14	\$ 1.346,00	\$ 18.844,00
Power Supply 90-240 VAC	14	\$ 18,00	\$ 252,00
Universal Ethernet Surge Suppressor	14	\$ 24,00	\$ 336,00
Universal Mounting Bracket	14	\$ 25,00	\$ 350,00
Reflector Hardware Kit			
<b>RADIOS PUNTO MULTIPUNTO AP Y SM</b>			
PMP 430 SERIES 5.7 GHz Integrated OFDM Access Point	6	\$ 3.702,00	\$ 22.212,00
PMP 430 SERIES 5.7 GHz Integrated OFDM Subscriber Module 40 Mbps	9	\$ 980,00	\$ 8.820,00
Power Supply 90 – 240 VAC	15	\$ 18,00	\$ 270,00
Universal Ethernet Surge Suppressor	15	\$ 24,00	\$ 360,00
Universal Mounting Bracket	15	\$ 25,00	\$ 375,00
Reflector Hardware Kit	6	\$ 120,00	\$ 720,00
5GHz Lens Reflector	4	\$ 80,00	\$ 320,00

Cluster Management Module CMM4 with Ruggedized Switc and GPS Module Software	2	\$ 2.652,00	\$ 5.304,00
Power Supply for CMM4, 52.6 VDC	2	\$ 960,00	\$ 1.920,00
Antenas SP'' – 5.8	4	\$ 540,00	\$ 2.160,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 79.583,00</b>

TABLA 20. COSTO EQUIPOS DE RADIO FRECUENCIA.

## Especificaciones y costos de la Infraestructura de Red

### Especificaciones técnicas de la Infraestructura de Red

Para la implementación de la infraestructura de red para el sistema de video vigilancia se requieren los siguientes elementos:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FIBRA ÓPTICA	
Bandeja de Distribución de Fibra Óptica	<p>Bandeja de distribución de 12 adaptadores SC dúplex debe tener los siguientes componentes:</p> <p><b>Módulo Básico:</b> Metálico que soporta la instalación de las bandejas de empalme, de los kits, de terminación o extensiones ópticas conectorizadas.</p> <p><b>Kit de bandeja de empalme:</b> Responsable de la protección de los empalmes ópticos y almacena el exceso de fibras. Compuesto de una bandeja de empalme hasta 24 hilos de fibra, fabricado en plástico de alto impacto UL-94 V0.</p>

	<p><b>Extensiones ópticas conectorizadas:</b> Kit para compuesto por adaptadores ópticos, y extensiones ópticas pigtails</p> <p><b>Kit de terminación en campo:</b> Disponible el kit para Conectores SC dúplex. Con la capacidad de administrar 12 fibras monomodo Con la capacidad de configurar 12 adaptadores SC de modo dúplex. Con la capacidad de almacenar el exceso de fibra dentro de este equipo. Posee guías interiores para fibras ópticas respetando los requisitos mínimos de rayo de curvatura. Para rack de 19". Posee versatilidad en el acceso de cables ópticos lo que permite dos accesos laterales y/o dos traseros. Bandeja deslizante que facilita la instalación de cables ópticos. Los conectores deben ir en pares en modo dúplex.</p> <p><b>Debe incluir los adaptadores SC dúplex</b></p> <p>Para fibra monomodo.  Tipo de pintura: De alta resistencia a rajaduras.  Color: Negro  Se debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Abrazaderas plásticas pq.</li> <li>· Abrazaderas plásticas md.</li> <li>· Tarjetas de identificación.</li> <li>· Tornillos Tarjetas.</li> </ul> <p>Kit de bandeja de empalme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Bandeja de empalme.</li> <li>· Protectores de empalme</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Abrazaderas plásticas pq.</li> <li>· Anillos para identificación.</li> <li>· Tornillos.</li> </ul> <p>Extensión óptica conectorizada y Kit de terminación de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Soportes para adaptadores (2 posiciones)</li> <li>· 6 adaptadores ópticos SC dúplex</li> <li>· 6 pigtails (latiguillos) SC dúplex.</li> </ul> <p>Debe poseer protectores para las fusiones para fibra óptica monomodo norma G.652 para cada uno.</p>
Patch Cord de Fibra	<p>El patch cord de fibra será con conectores de tipo SC dúplex a LC DUPLEX 100% probado ópticamente de fábrica. Tamaño de 1 m. Single mode. Cumpla las normas TIA/EIA-568-B.3 Perdida de inserción SM: &lt;0.35 dB (0.15dB) Se entregara patch cord de fibras en su envoltura original de plástico con nombre del fabricante, marca, especificaciones, dimensiones.</p>
<b>PARA LA INSTALACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA</b>	
Bandeja de Distribución de Fibra Óptica	<p>Bandeja de distribución de 6 adaptadores SC dúplex Debe tener los siguientes componentes:</p> <p><b>Módulo Básico:</b> Metálico que soporta la instalación de las bandejas de empalme, de los kits, de terminación o extensiones ópticas conectorizadas.</p> <p><b>Kit de bandeja de empalme:</b> responsable pela la protección de los empalmes ópticos y almacena el exceso de fibras. Compuesto de una bandeja de empalme hasta 12 hilos de fibra, fabricado en plástico de alto impacto UL-94 V0.</p>

	<p><b>Extensiones ópticas conectorizadas:</b> Kit para compuesto por adaptadores ópticos, y extensiones ópticas pigtails</p> <p><b>Kit de terminación en campo:</b> Disponible el kit para Adaptadores SC dúplex.</p> <p>Con la capacidad de configurar 6 conectores SC de modo dúplex.</p> <p>Con la capacidad de almacenar el exceso de fibra dentro de este equipo.</p> <p>Posee guías interiores para fibras ópticas respetando los requisitos mínimos de rayo de curvatura.</p> <p>Para rack de 19". Posee versatilidad en el acceso de cables ópticos lo que permite dos accesos laterales y/o dos traseros. Bandeja deslizante que facilita la instalación de cables ópticos. Los conectores deben ir en pares en modo dúplex.</p> <p><b>Debe incluir los adaptadores SC.</b></p> <p>Para fibra monomodo.</p> <p>Tipo de pintura: De alta resistencia a rajaduras. Color: Negro</p> <p>Se debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>· Abrazaderas plásticas pq.</li></ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Abrazaderas plásticas md.</li> <li>· Tarjetas de identificación.</li> <li>· Tornillos Tarjetas.</li> </ul> <p>Kit de bandeja de empalme:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. bandeja de empalme.</li> <li>2. Protectores de empalme</li> <li>3. Abrazaderas plásticas pq.</li> <li>4. Anillos para identificación.</li> <li>5. Tornillos.</li> </ol> <p>Extensión óptica conectorizada y Kit de terminación de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Soportes para adaptadores (2 posiciones)</li> <li>· 4 adaptadores ópticos SC dúplex</li> <li>· 4 pigtails (latiguillos) SC dúplex.</li> </ul>
<p>Caja mural para distribución de fibra óptica para conectividad de la cámara en caja de protección.</p>	<p>Para aplicaciones de terminación.</p> <p>Debe disponer de dos entradas de cables de fibra, provistas, cada una de ellas, de racores y bases para sujetar los cables y anclar sus fiadores.</p> <p>Paneles frontales con capacidad de 12 conectores SC-SC simplex o 6 SC-SC dúplex, que permiten alojar en su interior hasta 12 protectores de empalme cada uno.</p> <p>Está fabricada en chapa de mínimo 1,5 mm pintada con pintura epoxy.</p> <p>Dispone de cerradura con llave para evitar</p>

	<p>manipulaciones ajenas o fortuitas en el interior.</p> <p>Dimensiones máximas de 20cm x 20 cm X 20 cm, es de fácil instalación ya que además dispone de 4 agujeros para facilitar su anclaje en pared mediante tornillos.</p> <p>Debe poseer soportes en su interior para almacenar los hilos de fibra.</p> <p>Debe poseer los 6 conectores SC-SC dúplex. O 12 SC-SC simplex. Por cada caja mural.</p> <p>Se conectorizará 4 hilos de fibra para entrada y 4 para salida si fuere el caso.</p>
<p>Convertidor multimedia fast Ethernet sc monomodo</p>	<p>Convertidor multimedia para convertir fibra 100BASE-FX a cable 100Base-TX o viceversa. Funciona a 1310nm transmitiendo y recibiendo datos. Puertos: 1 puerto SC DUPLEX, Puerto RJ45. Distancia de transmisión: 20 km.</p> <p><b>Medios de Red</b></p> <p>10 BASE-T Cable UTP categoría 6 100 BASE-T Cable UTP categoría 6 1000 BASE-T Cable UTP categoría 6 1000 BASE-FX Fibra óptica monomodo. Auto negociación de 10/100/1000Mbps y auto MID/MID-X para el puerto TX. Posibilidad de configurar el conmutador para modos de transferencia Half-Dúplex / Full-Dúplex para el</p>

	<p>puerto FX.</p> <p>Indicadores LED de alta visibilidad muestran el estado para monitorizar con facilidad la actividad de red.</p>
<p>Cable de fibra óptica para conectar las cámaras de video.</p>	<p>El cable de fibra óptica deberá ser del tipo auto soportada ADSS.</p> <p><b>Monomodo</b> de 12 hilos con chaqueta anti tracking.</p> <p>Cable óptico totalmente dieléctrico, núcleo con protección contra la penetración de la humedad, con materiales hidroexpansibles (núcleo seco) y revestimiento externo en termoplástico con retardación a la Llama.</p> <p>Revestimiento Primario Acrilato</p> <p><b>Número de Fibras:</b> 12</p> <p><b>Núcleo del Cable:</b> Material Hidroexpansible</p> <p><b>Elemento Central:</b> Material no Metálico</p> <p><b>Elemento de Tracción:</b> Fibras Sintéticas de Aramida</p> <p><b>Amarre del Núcleo:</b> Hilos de bloqueo de agua</p> <p><b>Revestimiento Externo:</b> Polietileno de color Negro con Retardación de Llama.</p> <p>Aplicaciones que se debe cumplir el cable:</p> <p>El cable de fibra óptica deberá soportar las tensiones y su propio peso en vanos de hasta 50 metros entre poste y poste.</p> <p>El cable de fibra óptica será instalado en las estructuras de las líneas de 34,5 KV (postes de hormigón de 12 metros).</p> <p>El cable de fibra óptica debe cumplir con la Recomendación UIT .T G.652D (Certificación OTDR).</p> <p>Además, el cable de fibra óptica debe ser fabricado de</p>

	<p>acuerdo a las normas de los sistemas de calidad ISO 9001</p>
<p>Caja para exteriores.</p> <p>Gabinetes modulares livianos</p>	<p>Cuerpo y doble fondo en acero laminado en frio de 0.8mm. Puertas en acero laminado en frio de 1 mm. Lavado y fosfatado por procesos químicos y pintura en polvo electroestática al horno, Empaque de poliuretano en puertas y cerradura tipo universal.</p> <p>Color texturizado gris RAL 7032 en cuerpo y texturizado naranja RAL 2004 en placa de doble fondo.</p> <p>Dimensiones alto: 600 mm, ancho; 400 mm, profundidad: 200 mm</p> <p><b>Ubicación:</b> En el poste de cada cámara.</p>
<p><b>POSTES Y PROTECCIÓN ELECTRICA</b></p>	
<p>Postes</p>	<p>Poste metálico, con base de concreto, altura de 12 metros de altura, (en donde se requiera) Poste de cemento, altura de 12 metros de altura.</p> <p>Brazos anclados a muros, con bases para conectar cámaras. Las dimensiones serán de acuerdo al sitio en el cual se colocaran las cámaras, y debe permitir la visualización de las 4 intersecciones.</p> <p>UPS de 1 KVA por cada cámara.</p> <p>Caja de seguridad con sus accesorios para montaje en poste en la cual debe incluir:</p>

	UPS, Protección Contra Transientes, Tomacorriente, ODF.
UPS	<p>UPS SMARTLCD1000, en torre interactivo de 1000VA / 1Kva</p> <p>Mantiene la salida nominal de 120V sobre un rango de entrada de 89 a 132V</p> <p>Funciones optimizadas para estaciones de trabajo/centros multimedia soportadas por puerto USB (compatible con HID-PDC), supresión de sobretensiones coaxial y supresión de sobretensiones de una sola línea de TEL/DSL y cuatro tomacorrientes para supresión únicamente, Debe poseer un LCD para mostrar el voltaje de entrada con luz de fondo e interruptor para graduación de la luz rota para la visibilidad vertical cuando está colocado en estantes o torres Dimensiones: Alto, Ancho, profundidad 9.4 x 30.5 x 18.3 cm Entrada: NEMA 5-15P (120V 15A) / Salida: 8 NEMA 5-15R (120V)</p>

<b>TORRES PARA RADIO ENLACES</b>	
<b>Torre</b>	<p><b>ALTURA:</b> la altura de la torre dependerá del diseño que se realice</p> <p><b>CANTIDAD:</b> de acuerdo al diseño que se realice.</p> <p><b>LUGAR:</b> se basara en el diseño que se realice, las torres deben contener los siguientes elementos:</p>

	<p><b>Tramo de 3m base (0.3m de lado).</b> Estructura de sección triangular con 3 columnas de tubo O=1 1/2 pulg x 2mm, arriostamiento con varilla lisa O=10mm</p> <p><b>Base para cimentación.</b> Sección triangular con ángulo 50.50.4mm L=0.33m, 3 columnas con ángulo 50.50.4mm L=1.2m. Arriostamiento con varilla de construcción O=10mm. Soldadura con proceso SMAW</p> <p><b>Base para tensor.</b> Angulo 50.50.4mm L=1,2m, una oreja de varilla lisa de O=12mm, para la cimentación se soldaran transversalmente al ángulo 6 varillas de construcción O=10mm L=0.25m. Soldadura con proceso SMAW</p> <p><b>Se debe incluir protecciones contra rayos por lo menos en el Municipio de Mejía y el punto donde converjan la mayoría de los radio enlaces.</b></p>
--	--

TABLA 21. ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED.

## Costos de la Infraestructura de Red

Dispositivo	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>FIBRA ÓPTICA</b>			
Bandeja de Fibra óptica SC 12 puertos marca Hubbel	1	\$ 173,00	\$ 173,00
Patch Cord de FO Toptec SC-LC Duplex	10	\$ 25,00	\$ 250,00
Bandeja de Fibra Óptica SC 6 puertos marca Hubbell	6	\$ 213,00	\$ 1.278,00
Caja Mural de protección de FO marca Hubbell	6	\$ 213,00	\$ 1.278,00
Convertidor de FO a Ethernet marca Tp-link	10	\$ 120,00	\$ 1.200,00
Fibra óptica ADSS 12H Spam Loose monomodo Newlink	3500	\$ 2,50	\$ 8.750,00
Patch cord cat 6 3 ft New link	6	\$ 4,00	\$ 24,00
Patch Cord cat 6 10 ft New Link	6	\$ 13,00	\$ 78,00
Cajas para exteriores Beacoupe	33	\$ 45,00	\$ 1.485,00
Elementos de sujeción e instalación	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
<b>POSTES</b>			
Poste de cemento de 12 mts	33	\$ 800,00	\$ 26.400,00
Aterrizaje a tierra	33	\$ 100,00	\$ 3.300,00
Polo en C	33	\$ 400,00	\$ 13.200,00
Brazos para postes	33	\$ 200,00	\$ 6.600,00
<b>UPS</b>			
Ups SmartLCD1000, en torre interactivo de 1000VA/1kVA, entrada Nema 5-15P (120 V – 15 A) / Salida: 8 Nema 5-15R (120V)	33	\$ 560,00	\$ 18.480,00
<b>TORRES</b>			
Torre de 12 mts para el Municipio del	1	\$ 1.066,00	\$ 1.066,00

Cantón Mejía			
Torre de 18 mts para el repetidor El Murco	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Puesta a Tierra	3	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00
<b>SISTEMA DE PARRAYOS</b>			
Pararrayos Tipo Franklin 5 puntas, acero inoxidable	2	\$ 345,00	\$ 690,00
Varillas Copperweld 1.80 mts alta camada 254 micras	8	\$ 45,00	\$ 360,00
Funda de GEM, mejorador de conductividad	2	\$ 41,00	\$ 82,00
Sueldas Cadweld de 90 grados	8	\$ 25,00	\$ 200,00
Barra de cobre ¼"x1"½, tramo de 90 cm	2	\$ 66,00	\$ 132,00
Aislador tipo barril 35 mm	4	\$ 1,00	\$ 4,00
Cable TTU 1/0	100	\$ 17,00	\$ 1.700,00
		<b>TOTAL</b>	\$ 93.030,00

TABLA 22. COSTOS DE LA INFRAESTRUCTURA.

## Especificaciones y Costos del equipamiento de hardware y software del Centro de Monitoreo

Para poder tener el monitoreo en la Central de Atención Ciudadana se requiere equipamiento de almacenamiento y de red para que la solución sea implementada el equipamiento necesario se describe a continuación.

### Especificaciones Técnicas

<b>SERVIDOR DEDICADO DE VIDEO Y GRABACIÓN</b>	
Procesador	Dos procesadores IntelR XeonR E5606 (2.13GHz/DDR3-1333, HT, Turbo 1/1/2/2/3/3)
Controladora de video	1GB, DDR3 con soporte Active X
Entradas de video	HDMI, DVI-I/D , VGA
Cantidad de procesadores soportados	2
Cantidad de procesadores instalados	2
Frecuencia base del procesador	2.13 GHz
Tecnología	De 45 nm
Chipset	IntelR 5520 o superior
Power Processor	80 w
L3 cache	8MB (1 x 8MB) L3 cache
Memoria Ram soportada	288 GB (18 x 16 GB) RDIMM
Memoria Ram instalada	8 GB DDR 1333 ECC Registered DIMM
Red	Al menos Dos puertos RJ45 Gigabit Ethernet
Administración y Gestión:	Interface Dedicada RJ45 con soporte SNMP y administración WEB
Enfriamiento	Al menos 3 fans
Fuentes de poder	2 Hot Plug Power Supply (redundantes) de al menos 400W cada una
Discos Duros Soportados	Hot Plug LFF SAS, Hot Plug LFF SATA
Storage Controller	256MB Controller (RAID 0/1/1+0/5/5+0)
Almacenamiento Interno Requerido	12 TB (6 Drives Hot Plug SAS x 2 TB.)
Almacenamiento Interno Soportado	Mínimo 16 TB (8 Drives Hot Plug SAS x 2 TB.)
Almacenamiento Extendido Soportado	Capacidad de aumentar la capacidad de almacenamiento del sistema al interconectarse con al

	menos 4 equipos hasta tener un almacenamiento de 64TB o superior
Almacenamiento Externo soportado	Capacidad de conectarse a un sistema de Respaldo externo Storage backup y, Tape Backup
Opciones de Storage Externo Soportados	Capacidad de integrarse mediante Storage Fibre Channel, Brocade Fibre Channel, Emulex Fibre Channel, QLogic Fibre Channel
Unidad Óptica	Requerido
Teclado	En Español
Mouse	Requerido
LCD	17" De la misma Marca del Dispositivo Servidor de Video
Sistema Operativo	Debe ser el que utiliza el fabricante del Equipo y el Software de Monitoreo.
<b>ESTACIONES DE MONITOREO</b>	
PC de escritorio de marca No Clon	Requerido
Procesador	Intel Core i3-550 (3.20 GHz, 4 MB Intel Smart Cache
Tarjetas de Video	PCI Express DDR3 1GB, Conectores HDMI, VGA, DVI-I
Disco Duro	320GB SATA 7200rpm
Memoria RAM	2GB PC3-10600 Memory (1x2GB)
Lector Óptico	16X SATA SuperMulti LightScribe Drive
Acelerador de video	Intel Graphics Media Accelerator HD
Audio	Stereo 2x1 Canales
Red	10/100/1000
Sistema Operativo Licenciado	Windows 7 Professional 32-bit
Medios de Instalación / Rescate	Windows 7 Pro 32 bit Recovery DVD,

	Windows XP Mode, HP Protect Tools SMB,
Teclado y Mouse	Requerido
<b>MONITORES VIDEO TIPO WALL</b>	
Monitor tipo Wall	Requerido
Capacidad de Conectar en serie varios monitores	Requerido
Tamaño	42" diagonal
Tamaño de imagen	36.6"x20.6"
Número mínimo de monitores soportados en serie horizontal	5
Número mínimo de monitores soportados en serie vertical	5
Brillo / Lumens	700 cd/m2
Pixel Pitch	0.485 mm
Ratio Constante	1100:1
Video / audio entradas y salidas	mini-D Sub 15 pin In/Out, HDMI, DVI-D, CAT5 In/Out, DisplayPort, BNC (R,G,B, H, V), S-Video, Composite (RCA, BNC), Audio LR (RCA), Audio Stereo Mini Jack
Wall Mounth	CTM-VESA
Montaje e Pared	Requerido
<b>EQUIPOS SWITCH CAPA 3</b>	
Puertos 10/100/1000	>= 24
Puertos Gigabit SFP	>= 4
Tamaño en unidades de Rack	1 UR
Backplane	32 Gbps
DRAM	128 MB

FLASH	32 MB
Capacidad mínima	38.7 mpps
Alimentación de la fuente de poder	100 – 240 VAC
Administración basada en CLI, SNMP, Web	Requerido
Soporte para protocolo de descubrimiento de equipos de red directamente conectados CDP o LLDP	Requerido
Jumbo Frames 9018 bytes	Requerido
Administración del equipo por Consola, SSH, HTTPS	Requerido
Monitoreable (SNMP V1, V2, V3, RMON (4 grupos: Historial, Alarmas, Eventos y Estadísticas), MIB II)	Requerido
Permite 802.1X Con asignación auxiliar de VLANs y VLAN de Voz	Requerido
Permita MAC Authentication Baypass (MAB).	Requerido
Soporte IPv6, IP Multicast	Requerido
Spanning-Tree Protocol, IEEE 802.1D, Rapid Spanning Tree (PVRST).	Requerido
<b>SWITCH DE ACCESO</b>	
Puertos 10/100/1000 >=48	>=48
Puertos Gigabit SFP	>=4
Tamaño en unidades de Rack	1 UR
Backplane	176 Gbps
DRAM	128 Mbps
FLASH	64 MB
Capacidad mínima	77.4 mpps

Alimentación de la Fuente de Poder	100 – 240 VAC
Consumo de potencia máximo	52W
Switch de capa 2	Requerido
Protocolos soportados: IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1p CoS Prioritization, IEEE 802.1Q VLAN, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1X, IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only), IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX and 1000BASE-T ports IEEE 802.3 10BASE-T specification, IEEE 802.3u 100BASE-TX specification, IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification,	Requerido
Soporte de autonegociación en todos los puertos, EtherChannel, DTP, LACP, MDIX	Requerido
Soporte para: DHCP, ARP, IGMP, MVR, VTP, RSPAN, TFTP, NTP	Requerido
Soporta: SSH, Kerberos, TACACS+, RADIUS,	Requerido
Soporta: VLANs, RSTP, PVRST+,	Requerido
Soporte CoS, QoS, SRR,	Requerido
Soporte para protocolo de descubrimiento de equipos de red directamente conectados	Requerido

TABLA 23. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPAMIENTO PARA EL CENTRO DE MONITOREO.

CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE OCULARIS	PS	IS	CS	ES
Cantidad máxima de cámaras	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Cantidad máxima de servidores de grabación	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Instalaciones ilimitadas de Ocularis Client	Gratuito	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Cantidad clientes de vídeo conectados de forma simultánea	4	Ilimitado	Unlimited	Ilimitado
Admite Ocularis X	✓	✓	✓	✓
Licencia flexible y automatizada	✓	✓	✓	✓
Instalador centralizado con detección automática de cámara	✓	✓	✓	✓
Soporte de Active Directory (AD)	✓	✓	✓	✓
Instalador centralizado con detección automática de cámara	✓	✓	✓	✓
Cliente de pantalla táctil optimizada, con controles revestidos interactivos	✓	✓	✓	✓
Investigación instantánea durante el monitoreo en vivo	✓	✓	✓	✓
Multipantalla local e interactiva	✓	✓	✓	✓
Herramientas de investigación múltiple, entre las que se incluye la caja de herramientas TimeSlicer™	✓	✓	✓	✓
Grabación basada en movimientos y eventos	✓	✓	✓	✓
Navegación de mapa con avances de cámaras activas	✓	✓	✓	✓
Admite más de mil modelos de cámaras	✓	✓	✓	✓
Admite formatos de vídeo MJPEG, MPEG4 y H.264	✓	✓	✓	✓
Admite las normas ONVIF y PSIA	✓	✓	✓	✓
Admite la comunicación segura por cámara (HTTPS)	✓	✓	✓	✓
Admite la virtualización de servidores	✓	✓	✓	✓
Máscara de privacidad	✓	✓	✓	✓
Asignación de cámara alias	✓	✓	✓	✓
Integración con sistemas Access Control (control de acceso)	Ilimitado	✓	✓	✓
Integración con Video Analytics (análisis de vídeo) y LPR		✓	✓	✓
Manejo de eventos compartidos con Video Distribution (distribución de vídeo)		✓	✓	✓
Alertas automáticas y manuales enviadas mediante vídeo		✓	✓	✓
Marcadores mejorados con Ocularis CaseMaker		✓	✓	✓
Funcionalidad PSIM con motor Event Fusion (fusión de evento)		✓	✓	✓
Alerta y anuncio visuales sobre un evento		✓	✓	✓
Exportación segura de evidencias con protección por contraseña y cifrado		✓	✓	✓
OpenSight de Ocularis (adicional)		○	○	○
Multipantalla de Ocularis (adicional)			○	○
Administración central de servidores de grabación				✓
Conmutación por error del servidor de grabación				✓
Multiarchivos y limpieza				✓
Admite Edge Recording (grabación no centralizada)				✓
Servidor de grabador de 64 bits				✓

FIGURA 76. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOFTWARE DE GESTIÓN OCULARIS. [FUENTE:

[HTTP://ES.SLIDESHARE.NET/ACCELERA/ONSSI-OCULARIS](http://es.slideshare.net/accelera/onssi-ocularis)]

## Costos

El costo del equipamiento y software descrito en la tabla 23 para ser implementado en el Centro de Atención Ciudadana se muestra en la tabla 24.

Dispositivo	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>SERVIDOR DEDICADO DE VIDEO Y GRABACIÓN</b>			
HP ML350T06 G6 CTO	1	\$ 5.866,00	\$ 5.866,00
HP 2TB 6G SAS 7.2 K rpm LFF (3.5 inch) Dual Port Midline 1 yr Warranty Hard Drive	6	\$ 1.033,00	\$ 6.198,00
Tarjeta de video NVIDEA GT220	1	\$ 132,00	\$ 132,00
HP ML350 / 370 HH SATA DVD-RW	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Mouse HP	1	\$ 29,00	\$ 29,00
Teclado HP	1	\$ 29,00	\$ 29,00
HP LE1711 17" LCD 3 años de garantía	1	\$ 231,00	\$ 231,00
<b>ESTACIONES DE MONITOREO</b>			
HP Pro 3130, Microtower, Intel Core i3-550, 2GB PC3-10600 Memory (1x2GB) SATA NCQ HDD SMART IV	2	\$ 1.015,00	\$ 2.030,00
Tarjeta de video NVIDEA GT 220	2	\$ 150,00	\$ 300,00
<b>MONITORES VDEO TIPO WALL</b>			
Monitores LCD LDT422V	4	\$ 1.906,00	\$ 7.624,00
Montajes de pared	4	\$ 108,00	\$ 432,00
<b>SOFTWARE DE MONITOREO</b>			
ONSSI Ocularis versión 5.0 software de gestión y administración de video	1	\$ 4.750,00	\$ 4.750,00
Licencias para 40 dispositivos	40	\$ 120,00	\$ 4.800,00
Joystic	6	\$ 1.650,00	\$ 9.900,00

		<b>TOTAL</b>	\$ 42.421,00
--	--	--------------	--------------

TABLA 24. COSTOS EQUIPAMIENTO DE HARDWARE Y SOFTWARE PARA EL CENTRO DE MONITOREO.

## Costos de Mano de Obra de la solución

Los costos de instalación del equipamiento y de los elementos descritos en este capítulo se describen en la tabla 25.

Dispositivo	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>MANO DE OBRA</b>			
Instalación de 40 puntos de datos	40	\$ 15,00	\$ 600,00
Instalación fibra óptica y fusiones, 33 cámaras y estaciones de monitoreo	33	\$ 350,00	\$ 11.550,00
Instalación y configuración enlaces principales	3	\$ 450,00	\$ 1.350,00
Instalación y configuración enlaces	1	\$ 5700,00	\$ 5.700,00
Instalación de pararrayos	3	\$ 300,00	\$ 900,00
Instalación de torres para repetidoras	3	\$ 500,00	\$ 1.500,00
Instalación de cámaras, caja de intemperie, conexión	33	\$ 300,00	\$ 9.900,00
Conexiones de video	2	\$ 100,00	\$ 200,00
Instalación de tierras para postes	33	\$ 100,00	\$ 3.300,00
Viáticos y alquiler de canastilla	1	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00
		<b>TOTAL</b>	\$ 41.000,00

TABLA 25. COSTO DE MANO DE OBRA.

## Costo total de la solución

El costo de implementación de la infraestructura para el sistema de video vigilancia de este proyecto se describe en la tabla 26.

Dispositivo	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>EQUIPAMIENTO Y ELEMENTOS DE INSTALACIÓN</b>			
Equipos activos y elementos de instalación	1	\$ 37.614,72	\$ 337.614,72
<b>MANO DE OBRA</b>			
Instalación	1	\$ 41.000,00	\$ 41.000,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 378.614,72</b>

**TABLA 26. COSTO TOTAL DE LA SOLUCIÓN.**

# **CAPITULO 7**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## Conclusiones

- El diseño de la infraestructura física presentado en este documento, tanto para los enlaces de radio frecuencia con el equipamiento propuesto y los enlaces de fibra óptica son robustos permitiendo que la Central de Atención Ciudadana del GAD del Municipio de Mejía posea un sistema de Video Vigilancia basado en cámaras IP.
- Al implementar una infraestructura física robusta en el Cantón Mejía es posible implementar nuevas aplicaciones como lo son los sistemas de perifoneo o sistemas de alerta temprana, sistemas de Video sobre la misma sin que se deba realizar una inversión en una nueva infraestructura de red.
- Las características de las cámaras IP propuestas permiten que el video que es proporcionado por estas al ser de alta calidad se pueda identificar a personas al momento de cometer algún ilícito, de esta forma estos dispositivos a más de proporcionar video se los utiliza como elementos de disuasión.
- El sistema de administración del video permite almacenar los videos durante un periodo de tiempo de alrededor 60 días durante el cual en el caso de requerir las diferentes autoridades algunas grabación de un incidente este pueden ser proporcionados de forma inmediata siguiendo los procedimientos indicados por el G.A.D. del Municipio del Cantón Mejía.
- Los enlaces de Radio Frecuencia utilizados debido a las características de las ubicaciones determinadas para la cámara permiten reducir el tiempo de instalación y reducir costos debido a la no existencia de la infraestructura para realizar el tendido de fibra óptica.

## Recomendaciones

- Se debe realizar el mantenimiento de la solución implementada cada 6 meses para mantener la solución activa y que no se deteriore de forma acelerada.

- Debido a que la infraestructura permite el crecimiento del sistema de video vigilancia, se debe tomar en cuenta el almacenamiento ya que al aumentar el número de cámaras reduce el tiempo de grabación.
- La infraestructura de red implementada permite realizar la implementación de sistemas adicionales basados en tecnología IP como los son sistemas de alerta temprana, perifoneo en los puntos donde se ubicaron las cámaras.

La plataforma de video vigilancia basada en el software Ocularis permitirá instalar servicios adicionales al permitir realizar el análisis del video como lo son la identificación de placas de los automóviles, reconocimiento facial, determinar la cantidad de personas que cruzan o ingresan a un determinado sitio entre otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CABALLERO, Rafael, *Infraestructura en Red y liberalización de servicios públicos*, 1ra Edición Instituto Nacional de Administración Pública, Madrid 2003.
2. HERRERA, Enrique, *TECNOLOGÍAS Y REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS*, 1ra Edición Editorial Limusa S.A., Balderas México D.F., 2003.
3. HERRERA, Enrique, *INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES MODERNAS*, 1ra Edición Editorial Limusa S.A., Balderas México D.F., 1998.
4. ANDREU, Joaquín, *REDES INALÁMBRICAS (Servicios en Red)*, 1ra Edición, Editex, España 2011.
5. BLACK, Uyles D., *REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y PROCESO DISTRIBUIDO*, 1ra Edición Ediciones Díaz de Santos S.A., 1987.
6. VAZQUEZ, Pablo G. y otros, *REDES Y TRANSMISIÓN DE DATOS*, 1ra Edición Universidad de Allicante, España 2010.

7. BARBANCHO, Julio, y otros, *REDES LOCALES*, 2da Edición Paraninfo, S.A., España 2014.
8. GHE, Jorge, *REDES DE COMUNICACIONES. Administración y Gestión*, 1ra Edición Lulu.com, España 2012.
9. RAMÍREZ, Ramón, *SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES*, 1ra Edición, Ediciones Paraninfo S.A., España 2015.
10. HUIDOBRO, José M., *RADIOCOMUNICACIONES: Viajando a través de las ondas*, 1ra Edición, Creaciones Copyright SL, 2011.
11. GARCÍA, Javier, y otros, *INSTALACIONES DE RADIOCOMUNICACIONES*, 1ra Edición, Ediciones Paraninfo S.A., España 2012.
12. PÉREZ, Constantino, y otros, *SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN*, 1ra Edición, Edición Universidad de Cantabria, España 2007.
13. RODRÍGUEZ, Julian, *CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN Y SEGURIDAD ELECTRÓNICA*, 1ra Edición, Ediciones Paraninfo S.A., España 2013.
14. MARTÍN, Juan, *INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIONES EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS*, 1ra Edición Editex, España 2010.
15. <https://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-securitycameras>
16. <http://www.glcomp.com/hp-proliant-ml350>
17. <http://www.municipiodemejia.gob.ec>
18. <http://www.panduit.com>
19. [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/oth/0A/0E/R0A0E0000140001HTMS.htm](http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0A/0E/R0A0E0000140001HTMS.htm)
20. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Victimizacion/Presentacion\\_principales\\_resultados.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Victimizacion/Presentacion_principales_resultados.pdf)

# **ANEXOS**

