

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN EXTRAORDINARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**



**SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA MEDIANTE
RADIOENLACES PARA EL DISTRITO DE
SANTIAGO DE CUSCO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

**Bach. ASENCIOS RODRIGUEZ ALDO WILLIAMS
Bach. VERGARAY MAYO MANUEL ACCEL**

ASESOR: Ing. LUIS CUDRADO LERMA

LIMA - PERÚ

AÑO : 2015

DEDICATORIA

Dedico este logro a nuestros familiares que en la realización de esta Tesina me han apoyado y motivado a culminarlo.

Asencios Rodriguez Aldo Williams

DEDICATORIA

Dedico este logro a nuestros familiares que en la realización de esta Tesina me han apoyado y motivado a culminarlo.

Vergaray Mayo Manuel Accel

AGRADECIMIENTOS

Nuestro profundo agradecimiento a nuestros padres. Gracias por todos sus sabios consejos y apoyo incondicional brindado durante todos estos años.

A Dios, por la sabiduría brindada para llegar a ser posible el desarrollo de esta Tesina.

A nuestro asesor, Ing. Luis Cuadrado Lerma, por su dedicación y tiempo para que podamos culminar esta Tesina.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad presentar una solución a la problemática que se tiene en la Región Cusco, Provincia Cusco, Distrito de Santiago.

Como se detalla el presente proyecto, existen diversos factores que determinan el tipo de problemática en el ámbito de seguridad que presenta el distrito de Santiago, por ejemplo, lugares de riñas frecuentes, puntos de mayor incidencia delictiva, lugares con nula o escasa iluminación, lugares de concentración de alcohólicos o drogadictos, todo esto a raíz de la falta de coordinación entre las instituciones a quienes les compete el ámbito de seguridad.

Santiago es uno de los distritos principales de la ciudad del Cusco, por lo tanto, planteamos la propuesta de tener un sistema de seguridad integrado, el cual consiste en emplear cámaras de videovigilancia que estarán interconectadas mediante el uso de radio enlaces hacia un punto central o centro de control, desde dicho lugar se podrán monitorear las principales calles y avenidas con altos índices mayor incidencia.

Se espera como resultado, disminuir los índices de inseguridad que actualmente presenta el distrito, con ayuda de la propuesta planteada.

Palabras Claves: Alimentación POE, Banda Libre, CODISEC, Frecuencia en GHz, Grado de Protección IP e IK, Capacidad en Mbps, PTZ, Modulación QAM, Línea de Vista, Tasa de Transferencia.

INDICE

RESUMEN.....	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Distrito de Santiago de Cusco	1
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivos Generales	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Limitaciones	11
1.5 Antecedentes del Sistema de Videovigilancia en Santiago de Cusco	11
2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Introducción.....	12
2.2 Sistema de Cámaras IP	12
2.2.1 ¿Qué es el video IP?	12
2.2.2 ¿Qué es una Cámara de Red?.....	14
2.2.3 Ventajas de emplear Cámaras IP Vs Cámaras Análogas	15
2.3 Tecnologías para el Transporte de Datos	23
2.3.1 Tendido de Fibra Óptica.....	23
2.3.2 LTE (Long-Term Evolution).....	23
2.3.3 PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona).....	24
2.3.4 SDH (Jerarquía Digital Síncrona)	24
2.3.5 WiFi.....	24
2.3.6 Wimax	25
2.3.7 Soluciones Propietarias Basadas en Wimax.....	26
3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	27
3.1 Selección de Cámaras	27
3.2 Tabla Comparativa de Fabricantes de Cámaras IP Fijas Tipo Bullet.....	28
3.3 Tabla Comparativa para Cámaras IP-PTZ.....	29
3.4 Cálculo de Distancia de Reconocimiento según Tipo de Cámara.....	31
3.4.1 Cálculo de Distancia de Reconocimiento para Cámara IP Tipo Bullet	32
3.4.2 Cálculo de Distancia de Reconocimiento para Cámara IP PTZ.....	33
3.5 Accesorios de Montajes para las Cámaras IP.....	34
3.5.1 Accesorios de Montaje para Cámara IP B47	34
3.5.2 Accesorios de Montaje para Cámara IP I96.....	35

4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE RADIOENLACES	37
4.1	Selección de Radioenlaces.....	37
4.1.1	Frecuencia de Trabajo	37
4.1.2	Tecnología.....	38
4.1.3	Equipamiento	38
4.2	Ubicación de los Puntos de Vigilancia	40
4.3	Ubicación de los Nodos del Sistema de Videovigilancia	45
4.4	Cálculo de Velocidad de Transmisión por Cámara	46
4.5	Asignación de los Puntos de Videovigilancia de las Estaciones Base (HBS).....	47
4.5.1	Simulación de Enlace Punto Multipunto.....	53
4.6	Asignación de los Nodos Secundarios hacia el Nodo Central.....	56
4.6.1	Simulación de Enlace Punto a Punto.....	57
4.7	Software de Gestión del Sistema De Radioenlace.....	65
5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CENTRO DE CONTROL.....	66
5.1	Cálculo de Almacenamiento.....	66
5.2	Implementación del Centro de Control	67
5.2.1	Servidor de Almacenamiento	67
5.2.2	Estaciones de Trabajo.....	69
5.2.3	Monitores para TV Wall	70
5.2.4	Software de Gestión de Sistema de Videovigilancia	72
5.3	Accesorios del Sistema.....	72
5.4	Diseño Final del Sistema	73
6.	PROPUESTA ECONÓMICA DEL SISTEMA	74
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	REFERENCIAS	78
	ANEXO N°1: Especificación Técnica - Cámara Acti I96	80
	ANEXO N°2: Especificación Técnica de la Cámara Acti B47	82
	ANEXO N°3: Especificación Técnica Estación Base, Radwin 5200	84
	ANEXO N°4: Especificación Técnica Suscriptor, Radwin 5510.....	87
	ANEXO N°5: Especificación Técnica Equipo Punto A Punto, Modelo Radwin 2000D.....	90
	ANEXO N°6: Especificación Técnica Dispositivo Poe	93
	ANEXO N°7: Glosario de Términos.....	94

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa delictivo de la Ciudad de Santiago.....	9
Imagen 2. Captura de Imagen en Cámara IP.....	15
Imagen 3. Barrido Entrelazado vs Progresivo.....	16
Imagen 4. Cámara IP & Análoga	22
Imagen 5. Cámara Acti, Modelo B47	29
Imagen 6. Cámara Acti, Modelo I96.....	31
Imagen 7. Porcentaje de Reconocimiento	32
Imagen 8. Soporte para Poste.....	35
Imagen 9. Brazo Soporte para Cámara IP PTZ.....	35
Imagen 10. Soporte para Poste.....	36
Imagen 11. Reporte de Instalación del Nodo 3	54
Imagen 12. Perfil de enlace entre Nodo 3_Perú y Melgar.	55
Imagen 13. Línea de vista entre Nodo3_Perú y Melgar.....	56
Imagen 14. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 2.....	58
Imagen 15. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 8.....	59
Imagen 16. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 4.....	60
Imagen 17. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 6.....	61
Imagen 18. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 5.....	62
Imagen 19. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 3.....	63
Imagen 20. Cobertura de los Nodos Secundarios.	65
Imagen 21. Calculadora de Almacenamiento.....	67
Imagen 22. Selección de Estaciones de Trabajo.	69
Imagen 23. Diseño Final del Sistema.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población en Santiago de Cusco	2
Tabla 2. Actividad Económica	2
Tabla 3. Delitos y Faltas de Santiago de Cusco	4
Tabla 4. Delitos y Faltas de Santiago de Cusco	4
Tabla 5. Delito y Faltas Comisaría de Independencia.....	5
Tabla 6. Delitos y Faltas, Comisaría de Viva el Perú	5
Tabla 7. Delitos y Faltas, Comisaría Zarzuela	6
Tabla 8. Asignación de Comisarías.....	6
Tabla 9. Características Técnicas de la Cámara IP	27
Tabla 10. Comparación de cámaras IP Fijas en el mercado.....	28
Tabla 11. Comparación de cámaras IP-PTZ en el mercado.....	30
Tabla 12. Cálculo de Lente Bullet B47	33
Tabla 13. Cálculo de Lente PTZ I96.....	34
Tabla 14. Requisitos mínimos para el sistema de transporte de video.....	39
Tabla 15. Comparativa de Fabricantes en Punto a Punto.....	39
Tabla 16. Comparativa de Fabricantes en Punto a Multipunto	40
Tabla 17. Ubicación de los Puntos de Videovigilancia.....	41
Tabla 18. Ubicación de nodos de concentración.....	46
Tabla 19. Calculadora de ancho de banda.....	46
Tabla 20. Puntos Asignados al Nodo 1.	48
Tabla 21. Puntos Asignados al Nodo 2.	48
Tabla 22. Puntos Asignados al Nodo 3.	49
Tabla 23. Puntos Asignados al Nodo 4.	50

Tabla 24. Puntos Asignados al Nodo 5	51
Tabla 25: Puntos Asignados al Nodo 6	51
Tabla 26: Puntos Asignados al Nodo 7	52
Tabla 27: Puntos Asignados al Nodo 8	52
Tabla 28. Asignación de Nodos Secundarios hacia el Nodo Central.....	57
Tabla 29. Características Mínimas	68
Tabla 30. Cálculo de Estaciones de Trabajo	69
Tabla 31. Cálculo de Monitores	70
Tabla 32. Características Mínimas del Monitor de TV Wall	71
Tabla 33. Propuesta Económica del Sistema	74

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Distrito de Santiago de Cusco ¹

El distrito de Santiago, se encuentra ubicado en la zona noreste de la ciudad del Cusco, entre las coordenadas 13°31'26" latitud sur y 71°58'47" longitud Oeste, es uno de los ocho distritos con que cuenta la provincia del Cusco. Altitud promedio a 3,400 m.s.n.m, máxima: 4,030 m.s.n.m (Puna de Occopata), media: 3,320 m.s.n.m (Plaza de Santiago) y mínima: 3,050 m.s.n.m (Cuichiro).

Se encuentra estructurado por tres áreas geográficamente definidas:

- Área Rural, conformado por 10 comunidades campesinas.
- Área Urbano-Marginal, que comprende 04 macro zonas: 24 AA. HH., en la Noroeste; 32 AA. HH., en Huancaro, parte alta; 04 AA. HH. urbano-rural de comunidades; 11 AA. HH., en Huancaro, parte baja y 22 AA. HH., en la Margen Derecha; lo que totalizan 93 AA. HH. en Total
- El Área Urbano, o Casco Urbano, está conformado por 10 AA. HH.

Administrativa y políticamente fue creada el 10 de junio de 1955, mediante Ley Nro.

12336, siendo Presidente Don Manuel A. Odría.

La población tanto urbano y rural es de 83 721 habitantes tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Población en Santiago de Cusco, Fuente: INEI, Censos Nacionales 2007

Población Según Sexo	Población Por Tipo De Área		
	Urbano	Rural	Total
Hombre	39,424	1,120	40,544
Mujer	42,018	1,159	43,177
Total	81,442	2,279	83,721

Tabla 2. Actividad Económica, Fuente: INEI Censo Nacional 2007

Población, Actividad Económica A La Que Se Dedicaba Se Centro De Trabajo Por Agrupación	PEA SEGÚN SEXO		
	Hombre	Mujer	Total
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	909	329	1,238
Explotación de minas y canteras	51	3	54
Industrias manufactureras	2,275	1,063	3,338
Suministro electricidad, gas y agua	76	9	85
Construcción	3,051	65	3,116
Venta, mantenimiento y reparación automotriz.	622	68	690
Comercio por mayor y por menor	3,482	6,520	10,002
Hoteles y restaurantes	1,065	2,038	3,103
Trans. Almac. y comunicaciones	3,226	703	3,929
Intermediación financiera	87	72	159
Activit. inmovil., empres. y alquileres	1,309	680	1,989
Admin. pub. y defensa; p. segur. Soc. afil.	1,109	371	1,480
Enseñanza	822	1,274	2,096
Servicios sociales y de salud	242	597	839
Otras activi. Serv. Común., soc. y personales	765	577	1,342
Hogares privados y servicios domésticos	91	899	990
Actividades económicas no especificadas	760	571	1,331
Total	19,42	15,839	35,781

Los cuadros anteriores son de fuente oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Censo Nacional 2007, en cuanto a la Población Económicamente Activa (PEA, Tabla 2), más del 50 % se dedica a actividades comerciales y de servicios, seguida de las actividades artesanales, pequeña industria y agropecuarias. Asimismo más de un 40 % de la población se desempeñan como trabajadores independientes, como emprendedores a nivel de mypes, asimismo la población que realiza actividades económicas vinculadas al sector turismo es significativa, por tanto se requiere promover un clima de seguridad y convivencia pacífica, tanto en el distrito como a nivel provincial, pues la percepción de inseguridad es muy a nivel distrital.

1.2 Planteamiento del Problema

Para comprender mejor y darnos una idea general de los problemas de seguridad ciudadana que se tienen en el distrito de Santiago, se mostrarán a continuación cuadros estadísticos proporcionados por las mismas comisarías de las urbanizaciones pertenecientes al distrito de Santiago, con el cual definiremos la problemática.

En las tablas 3 y 4 se mostrará la información de delitos y faltas de las comisarías de Santiago, Independencia, Zarzuela y Viva el Perú del año 2014, según indica el plan estratégico, CODISEC de Santiago.²

Tabla 3. Delitos y Faltas de Santiago de Cusco,**Fuente: Comisaría de Santiago 2014**

Actividades Realizadas	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Total
Operativos de personas	15	30	45	45	30	30	195
Delito contra el patrimonio	23	21	15	13	24	7	103
Contra la fe pública	4	5	1	1	2	0	13
Contra el cuerpo, la vida y la salud	9	5	14	5	11	7	51
Contra la libertad	2	1	0	3	1	0	7
Peligro común	3	2	1	2	8	3	19
Salud pública	1	2	0	0	0	0	3
Aborto	0	0	1	0	0	0	1
Violencia y resistencia a la autoridad	3	0	0	2	0	1	6
Usurpación	0	0	1	1	1	3	6
Captura de DD.CC.	8	10	1	4	6	3	31

Tabla 4. Delitos y Faltas de Santiago de Cusco,**Fuente: Comisaría de Santiago 2014**

Actividades Realizadas	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Operativos de personas	15	20	35	45	35	0	150
Delito contra el patrimonio	23	20	15	12	27	0	97
Contra la fe pública	3	4	1	1	2	0	11
Contra el cuerpo, la vida y la salud	9	5	14	7	10	0	45
Contra la libertad	2	1	1	3	1	0	8
Peligro común	3	2	1	2	8	0	16
Salud pública	1	2	0	0	0	0	3
Aborto	0	0	1	0	0	0	1
Violencia y resistencia a la autoridad	3	1	0	2	0	0	6
Usurpación	0	0	1	1	1	0	3
Captura de DD.CC.	8	8	6	4	5	0	31

Las estadísticas policiales confirman que los principales problemas en el último año se debieron a captura de DD.CC., operativos de personas, delitos contra el patrimonio y delitos comunes, lo que nos indica con mayor razón el uso de un sistema de seguridad fiable e integrada con la finalidad de reducir estos índices.

En las tablas 5,6 y 7 se detallan los delitos y faltas que ocurren en las comisarías del distrito de Santiago.

**Tabla 5. Delito y Faltas Comisaría de Independencia,
Fuente: Comisaría Independencia 2014**

AÑO	Delito contra la C.V.C.S		Delito Contra la Libertad		Delito Contra el Patrimonio		Delito Contra la Seguridad Pública		Delito Contra TID		Total	
	Recib	Des	Recib	Res	Recib	Res	Recib	Res	Recib	Res	Recib	Res
2011	20	16	1	1	23	20	2	2	0	0	46	39
2012	25	20	0	0	30	26	7	7	0	0	62	53
2013	23	28	2	1	26	4	30	20	1	1	72	54
2014	15	15	3	2	24	21	31	31	2	2	75	71

**Tabla 6. Delitos y Faltas, Comisaría de Viva el Perú,
Fuente: Comisaría Viva el Perú 2014**

Denuncias Recepcionadas y Resueltas	2012	2013	2014
Delitos resueltos y Faltas resueltas	335	211	431
Violencia familiar resueltas	203	141	340
Accidentes de transito	122	30	140
Operativos y Vehículos recuperados	69	17	5
Personas RQ y Vehículos RQ	242	18	0
Bandas de delincuentes desarticulados	2	5	3
Micro comercializadores de drogas	1	0	0
Pandillaje permisioso	15	8	24
Peligro común, conducción de vehículos en estado de ebriedad y Papeletas impuestas	396	129	337

**Tabla 7. Delitos y Faltas, Comisaría Zarzuela,
Fuente: Comisaría de Zarzuela 2014**

Actividades Realizadas	Total
Faltas	1012
Contra la persona	59
Lesión dolosa y lesión culposa	59
Contra el patrimonio	40
Hurto simple	40
Violencia familiar	450
Mordedura canina	5
Abandono o retiro del hogar	413

A continuación en la siguiente tabla 8 se muestra las comisarías que están a cargo del distrito de Santiago.³

**Tabla 8. Asignación de Comisarías,
Fuente: Oficina de Estadística de la X-DIRTEPOL Cusco**

N°	UNIDAD POLICIAL (Comisaria)	Jurisdicción Policial
1	Comisaria PNP SANTIAGO “B”	Dist. Santiago
2	Comisaria PNP ZARZUELA “C”	Dist. Santiago
3	Comisaria PNP INDEPENDENCIA “C”	Dist. Santiago
		Dist. Ccorca
4	Comisaria PNP DE MUJERES – CAVIFAM “B”	Dist. Santiago
5	Comisaria PNP VIVA EL PERU “C”	Dist. Santiago

La PNP de Santiago debe de atender a las poblaciones de Santiago y de Ccorca. Por lo cual sería importante ampliar el equipamiento, para garantizar una mejor labor de los efectivos.

Puntos críticos según la comisaría de Santiago, son los siguientes:

- Plazoleta Belén
- Puente Belén
- Puente Santiago

- Puente Grau
- Complejo Deportivo Bosque Ccoripata
- Urb. Amadeo Repeto
- Av. Grau y la Av. Antonio Lorena
- Mercado Virgen Asunta
- Centro Comercial el Molino
- Alameda Pachacutec
- Mercado Huancaro
- Puente Almudena
- Av. Ejército

Puntos críticos según la comisaría de Independencia, son los siguientes:

- APV San Pedro
- APV Dignidad Nacional
- APV La Pradera
- APV Virgen Concepción
- APV San Franciscana
- APV Construcción civil
- AAHH Hermanos Ayar

Puntos críticos según la comisaría de Zarzuela, son los siguientes:

- Mercadillo de Huancaro
- Av. Antonio Lorena Plazalote Almudena
- Av. Pedro Ruiz Gallo – Modulo de Justicia
- APV Los Jardines

- Av. Perú Urb. Ramiro Priale
- AAHH Tinoc – Cementerio Huancaro
- APV. Juan Espinoza Medrano
- AAHH Luis Vallejos Santoni
- Comunidad Campesina CCachona
- APV Villa Guadalupe y Erapata

Puntos críticos comisaria Viva El Perú:

- Centro Comercial el Molino I y II
- Av. Luis Vallejos Santoni
- Línea Férrea desde PP.JJ Wimpillay hasta Ttiobamba
- Puente Kusichaka
- Puente Primer de Enero
- Terminal Terrestre Cusco
- Sector de Muyu Orcco
- Sector Bio Huerto Villa Navidad
- Sector Quinsa Muyu
- Terrenos en litigio entre los PP.JJ Choco y Virgen del Rosario

Toda esta información muestra a continuación en la imagen 1.

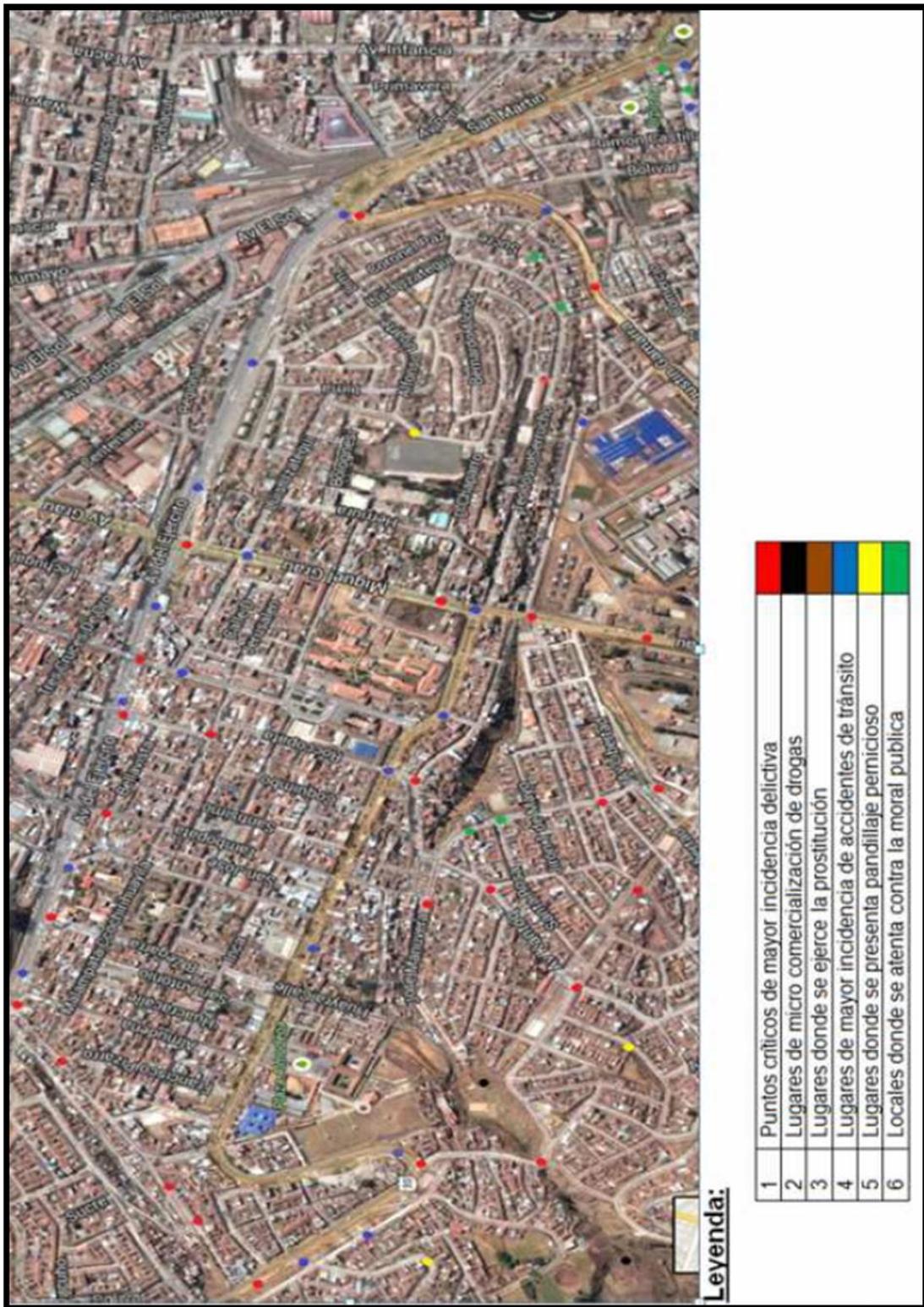


Imagen 1. Mapa delictivo de la ciudad de Santiago,
Fuente: Plan_Estratégico_CODISEC_Santiago_de_Cusco_2015.pdf, Pag. 50

De todo lo expuesto por medio de tablas estadísticas suministradas por las mismas comisarías del distrito de Santiago, podemos apreciar que Santiago se encuentra una situación en la cual se necesita un sistema integrado de vigilancia para fortalecer el sistema actual, el cual no cuenta con un sistema de videovigilancia integrado y bien distribuido en todo el distrito. Por estos motivos expuestos, se crea la necesidad de plantear un mejoramiento del sistema integrado de seguridad para el distrito de Santiago de Cusco.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

Proponer el estudio e implementación del sistema de videovigilancia para el distrito de Santiago de Cusco, con la finalidad de disminuir los índices de inseguridad entre la población y mejoramiento de la imagen de la provincia del Cusco, ya que con ello se promueve el turismo en una de las ciudades más importantes del país, lo que conlleva a contribuir con la sensación de seguridad entre los ciudadanos del distrito de Santiago.

1.3.2 Objetivos Específicos

Realizar un diseño de los conceptos relacionados con las tecnologías a utilizar para el presente trabajo de investigación, con un sistema de radioenlaces y cámaras IP, los cuales se integrarán en un centro de control.

Determinar la factibilidad de los radioenlaces, entre los puntos a interconectar mediante software de diseño, empleando las herramientas de perfiles geográficos entre los puntos.

Plantear equipos que cumplan con los requisitos mínimos a exponer, con la finalidad de obtener un sistema robusto de videovigilancia, dimensionado a un crecimiento futuro.

1.4 Limitaciones

La investigación se puede ver limitada por el presupuesto que el distrito de Santiago maneja para las inversiones en infraestructura y/o modernización de la comunidad, así como también su poca dedicación o falta de interés por parte de los dirigentes y/o superiores que también pueden jugar un papel importante en la toma de decisión para la mejora de la seguridad, usando el sistema de videovigilancia.

Por el momento el presente proyecto se limita sólo al marco teórico de lo que más adelante se va a plantear.

1.5 Antecedentes del Sistema de Videovigilancia en Santiago de Cusco

El distrito de Santiago no cuenta un sistema propio de videovigilancia integrado, motivo por el cual se desarrolla la presente tesina.

La ciudad de Cusco cuenta con 72 cámaras de videovigilancia, instalados en el centro histórico y límites con los distritos de Santiago y Wanchaq⁵, se pretende mejorar la cobertura de este sistema e integrarlo con la red del sistema de videovigilancia de Santiago, el cual contará con 94 cámaras más de seguridad centralizadas en el distrito de Santiago y todas comunicadas por medio de radioenlaces.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Existen muchos sistemas de videovigilancia desplegados, pero son pocos los que emplean su conocimiento y experiencia para realizar un correcto proyecto, en el presente estudio se presentará la tecnología y características técnicas mínimas, para un correcto funcionamiento sin problemas a largo plazo de los equipos seleccionados.

2.2 Sistema de Cámaras IP

2.2.1 ¿Qué es el video IP? ⁶

El video IP, a menudo conocido como vigilancia IP para determinadas aplicaciones en el ámbito de la vigilancia en seguridad y la monitorización remota, es un sistema que ofrece a los usuarios la posibilidad de controlar y grabar en vídeo a través de una red IP (LAN/WAN/Internet).

A diferencia de los sistemas de video analógicos, el video IP no precisa cableado punto a punto dedicado y utiliza la red como eje central para transportar la información. El término video IP hace referencia tanto a las fuentes de video como de audio disponibles a través del sistema. En una aplicación de video en red, las secuencias de video digitalizado se transmiten

a cualquier punto del mundo a través de una red IP con cables o inalámbrica, permitiendo la monitorización y grabación por video desde cualquier lugar de la red.

El video IP puede utilizarse en un número ilimitado de situaciones; no obstante, la mayoría de aplicaciones se incluyen en una de las dos categorías siguientes:

2.2.1.1 Vigilancia y Seguridad ⁷

La avanzada funcionalidad del video IP lo convierte en un medio muy adecuado para las aplicaciones relacionadas con la videovigilancia y seguridad. La flexibilidad de la tecnología digital permite al personal de seguridad proteger mejor a las personas, las propiedades y los bienes. Por tanto, dichos sistemas constituyen una opción especialmente interesante para las compañías que en la actualidad están utilizando los sistemas CCTV existentes.

2.2.1.2 Monitorización Remota ⁸

El video IP permite a los usuarios la posibilidad de reunir información en todos los puntos clave de una operación y visualizarla en tiempo real, lo que la convierte en la tecnología perfecta para la monitorización remota y local de equipos, personas y lugares.

Los principales mercados verticales donde los sistemas de video IP se han instalado satisfactoriamente son los siguientes:

- **Educación**

La monitorización remota y la seguridad de zonas de recreo, pasillos, aulas y entradas en escuelas, así como la seguridad de los propios edificios.

- **Transporte**

La monitorización remota de estaciones de tren, vías, autopistas y aeropuertos

- **Banca**

Aplicaciones tradicionales de seguridad en bancos principales, sucursales y oficinas ATM.

- **Gobierno**

Con fines de vigilancia, para proporcionar entornos públicos seguros.

- **Comercios minoristas**

Para fines de monitorización remota y seguridad, para facilitar y hacer más eficaz la gestión de los comercios.

- **Industrial**

Para controlar los procesos de fabricación, los sistemas de logística y los sistemas de control de existencias y el almacén.

2.2.2 ¿Qué es una Cámara de Red? ⁹

Una cámara IP puede describirse como una cámara y un ordenador combinados para formar una única unidad. Capta y transmite imágenes directamente a través de una red IP, permitiendo a los usuarios autorizados visualizar, almacenar y gestionar video de forma local o remota mediante una infraestructura de red que se basa en una tecnología IP estándar.

Una cámara de red tiene su propia dirección IP. Se conecta a la red y lleva incorporado un servidor web, servidor o cliente FTP, cliente de correo electrónico, gestión de alarmas, capacidad de programación y mucho más. Una cámara IP no necesita estar conectada a un PC, funciona independientemente y puede colocarse en cualquier lugar donde haya una conexión de red IP. Por otra parte, una cámara web es algo totalmente diferente, ya que necesita estar conectada a un PC a través de un puerto de conexión USB o IEEE1394 y un PC para funcionar tal como se muestra en la imagen 2.

Además del video, una cámara IP también incluye otras funcionalidades e información que se transmiten a través de la misma conexión de red como, por ejemplo, entradas y salidas

digitales, audio, puerto(s) serie para datos en serie o control de mecanismos con movimiento vertical, horizontal y zoom.

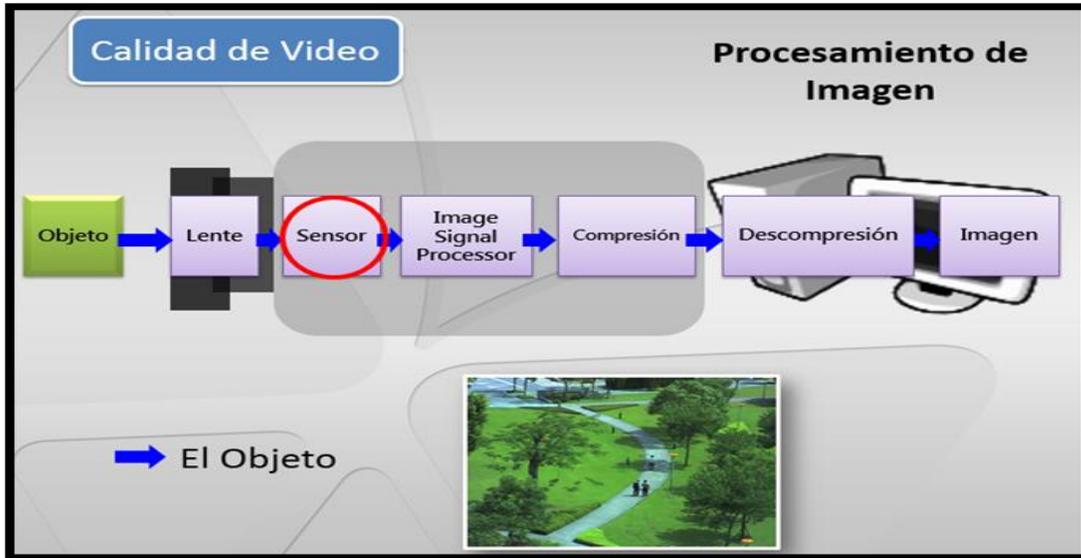


Imagen 2. Captura de Imagen en Cámara IP. Fuente: Propia

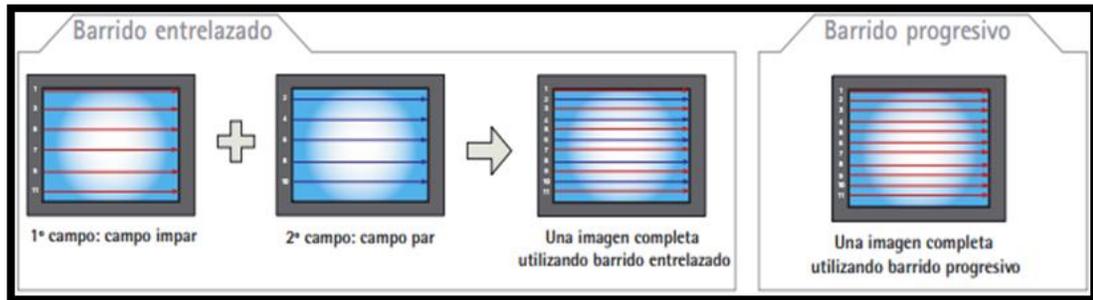
2.2.3 Ventajas de emplear Cámaras IP Vs Cámaras Análogas

Sabemos que existen dos tipos de cámaras, a continuación se presentan 10 diferencias de emplear Cámaras IP vs Cámaras Análogas, que deben tenerse en cuenta. Cuestiones como el rendimiento, la interoperabilidad de sistemas abiertos, la flexibilidad, la preparación para el futuro y la conectividad de red.

- **Fin a los problemas de entrelazado** ¹⁰

Una cámara analógica a alta resolución (4CIF) tiene un importante problema con el entrelazado. Este fenómeno se produce porque en una señal de video analógica, aunque esté conectada a un DVR, todas las imágenes están integradas por líneas y cada imagen está formada por dos campos entrelazados. Cuando una imagen tiene mucho movimiento, se verá borrosa, debido a los objetos en movimiento entre la captura de imágenes de los dos campos

entrelazados. Una cámara de red utiliza la tecnología de “barrido progresivo”, que se adapta mejor a la representación de forma nítida de los objetos en movimiento tal como se muestra en la imagen 3. Esta tecnología de captura de imágenes más avanzada implica que la imagen completa se captura de una vez, con lo que se obtienen imágenes nítidas aún con un alto grado de movimiento.



**Imagen 3. Barrido Entrelazado vs Progresivo,
Fuente: Guía Técnica de Video IP.pdf**

- **La alimentación eléctrica PoE aumenta el ahorro y la fiabilidad ¹¹**

Obtener alimentación eléctrica para una cámara analógica ha supuesto siempre obstáculo y un coste importante. El estándar IEEE 802.3af para alimentación eléctrica a través de Ethernet (PoE, Power over Ethernet) ha demostrado ser un éxito total debido al drástico ahorro de costes que ofrece. No disponible para las cámaras analógicas, PoE implica que los dispositivos de red obtienen la alimentación desde un conmutador habilitado para PoE o midspan a través del mismo cable estándar de Categoría 5 que transmite los datos y el video. Debido a que se trata de un estándar establecido, es compatible con todos los equipos, lo que maximiza las ventajas para todos los usuarios finales. En una aplicación de vigilancia, PoE proporciona una ventaja adicional: las cámaras pueden obtener alimentación de reserva centralizada desde la sala del servidor, por lo que continuarán funcionando en caso de fallo eléctrico.

Gracias a la tecnología PoE, es posible utilizar el mismo cable de red tanto para datos de video como para la alimentación eléctrica, lo cual permite un ahorro de costes de instalación y cableado. La tecnología PoE también permite disponer de sistemas de refrigeración o calefacción integrados sin la necesidad de cables adicionales. Además, la alimentación eléctrica a través del cable de red estará disponible con la norma IEEE 802.3at, también llamada “Hi PoE”, lo que permitirá la aplicación de soluciones PoE también para cámaras de red como PTZ más avanzadas, así como para otras aplicaciones que funcionan con alimentación eléctrica.

- **Resolución megapíxel y funciones HDTV** ¹²

Las cámaras analógicas están sujetas a las especificaciones NTSC/PAL, con una resolución que corresponde a 0,4 megapíxel a 4CIF. Sin embargo, los usuarios ya están familiarizados con las resoluciones megapíxel y las altas resoluciones que ofrecen los equipos digitales, tales como las cámaras digitales, los monitores de alta resolución y los televisores de pantalla plana. Como consecuencia, las funciones de alta resolución se han convertido en requisitos habituales en las aplicaciones de vigilancia. Las cámaras de red cumplen estos requisitos y están en condiciones de proporcionar mayor detalle y de cubrir superficies mayores que las cámaras analógicas tradicionales. Esto garantiza que la inversión en el sistema de seguridad no se desaproveche porque no pueda percibirse la cara del responsable o qué es lo que lleva consigo. Por el contrario, los tiempos de investigación se reducen y los vídeos grabados muestran imágenes detalladas de los hechos acontecidos en el lugar del suceso. Además, el aumento de resolución de la cámara de red permite funciones tales como el movimiento horizontal/vertical y el zoom (PTZ) digital.

Las principales cámaras de red actuales ofrecen completas funciones HDTV de conformidad con las normas SMPTE y HDTV, entre las que se incluyen:

- Resoluciones de 1280 x 720 ó 1920 x 1080 píxeles en formato 16:9
- Frecuencia de imagen máxima de 25/30 ó 50/60 imágenes por segundo
- Espectro de colores más amplio que en televisores estándar

En consecuencia, el sector de la seguridad se beneficia de imágenes completamente nítidas con un nivel de detalle excepcional.

- **Inteligencia al nivel de la cámara** ¹³

En un mundo en el que se graba demasiado video como para que alguien pueda supervisarlos o realizar búsquedas, el video inteligente está adquiriendo cada vez mayor popularidad. Las cámaras de red pueden disponer de detección de movimiento integrada estándar y gestión de alarmas para que la cámara decida cuándo enviar el video, a qué velocidad de imagen y resolución, y cuándo alertar a un operador determinado para que supervise y/o reaccione ante la alarma. Otra aplicación útil del video inteligente es la alarma anti manipulación, que permite a la cámara enviar automáticamente una alerta cuando no se encuentra totalmente funcional, por ejemplo, debido a un direccionamiento, pintura pulverizada u otro daño externo.

Se están integrando incluso algoritmos más inteligentes a las cámaras de red, tales como el reconocimiento de placas, el conteo de personas, el seguimiento de objetos etc. La inteligencia al nivel de la cámara habilita un medio de vigilancia mucho más productivo y efectivo que el que es posible con un DVR u otro sistema centralizado. La cámara de red también resuelve otro dilema emergente: la falta de potencia informática para analizar más que unos pocos canales en tiempo real. Las cámaras de red disponen de hardware altamente

integrado, diseñado y construido para servir a un propósito particular, que se distingue en tareas de análisis de imágenes, lo que permite la instalación de sistemas de video inteligentes a gran escala.

- **Control PTZ con entrada/salida integrada** ¹⁴

Con una cámara PTZ analógica, la comunicación en serie que controla el movimiento PTZ requiere un cableado independiente de la señal de video, lo que resulta caro y engorroso. La tecnología de las cámaras de red permite el control PTZ a través de la misma red que transporta el video. Con una cámara de red domo PTZ, los comandos PTZ se envían a través de la red IP, lo cual supone un gran ahorro de costes y una mayor flexibilidad. Y lo que es más importante, las cámaras de red pueden integrar señales de entrada y salida como las alarmas y los bloqueos de control. Todo esto equivale a menos cable y menos dinero y al aumento de la funcionalidad y la integración potencial.

- **Audio integrado** ¹⁵

Para algunas aplicaciones, el audio se está haciendo cada vez más importante. Con un sistema analógico, el audio no es posible salvo que desee establecer líneas de audio independientes al DVR. Una cámara de red soluciona este problema al capturar el audio en la cámara, sincronizándolo con el video o incluso integrándolo en el mismo flujo de vídeo, y devolviéndolo después para la supervisión y/o grabación a través de la red. El audio también puede ser totalmente bidireccional para permitir la comunicación a través de altavoces. Dichas capacidades de audio son rentables y fáciles de instalar, pero sólo con una cámara de red. Además, las cámaras de red con audio integrado pueden utilizarse para la activación automática de grabaciones o alertas cuando el nivel del sonido sobrepase los valores predefinidos.

- **Comunicación segura** ¹⁶

Con una cámara analógica, la señal de video se transporta por un cable coaxial sin ningún cifrado ni autenticación. De esta forma, cualquiera puede interceptar el video o, lo que aún es peor, cambiar la señal de una cámara por otra señal de video. En el caso del video en red, la cámara puede cifrar el vídeo que se envía a través de la red para asegurarse de que no pueda visualizarse ni interferirse. El sistema también se puede configurar para autenticar la conexión mediante certificados cifrados que sólo acepte una cámara de red específica, con lo que se elimina la posibilidad de que cualquier persona pueda espiar la línea. La cámara de red también puede agregar “marcas de agua” cifradas al flujo de datos de vídeo con información sobre imágenes, hora, ubicación, usuarios, alarmas, etc., para poder asegurar una pista testimonial. Existe asimismo una norma relativa a la autenticación, IEEE 802.1X, que se ha adoptado de forma generalizada en el mercado. ¿Ofrece la cámara analógica alguna de estas funciones tan avanzadas? No, en ningún caso.

- **Opciones de infraestructuras flexibles y rentables** ¹⁷

El video analógico se transmite normalmente mediante cableado coaxial de elevado coste, a través de fibra patentada o por un medio inalámbrico, todos ellos métodos en los que la distancia influirá en la calidad de las imágenes. Añadir la alimentación, entradas/salidas y audio complica aún más esta situación. Los sistemas digitales estándar basados en IP superan estos obstáculos a un coste muy reducido y con muchas más opciones. Igual que la visualización de imágenes de sitios Web desde cualquier parte del mundo, la cámara de red genera imágenes digitales, por lo que no existe reducción de la calidad debido a la distancia. La conexión de red basada en IP es una tecnología establecida y normalizada, lo que implica que los costes resultantes son comparativamente bajos.

A diferencia de los sistemas analógicos, las secuencias de video basadas en IP se pueden encaminar por todo el mundo mediante una gran variedad de infraestructuras estandarizadas que incluyen tanto redes fijas como inalámbricas. Se pueden transmitir muchas secuencias de diferentes tipos a través de la misma línea, ya que funciona a través de comunicaciones basadas en paquetes. La nueva construcción tiene ahora un cableado de datos de Categoría 5 de bajo coste y un único cable puede transportar cientos de secuencias de vídeo simultáneas a la velocidad de imagen máxima mientras funciona a velocidades Ethernet de 1 Gigabit. La iniciativa IP facilita la integración de aplicaciones de vídeo de red con otros sistemas y aplicaciones basados en IP, como en el desarrollo de sistemas de gestión, sistemas de control de acceso y soluciones industriales a través de IP.

- **Una solución digital real** ¹⁸

El sensor CCD de una cámara analógica genera una señal analógica que se digitaliza a través de un convertidor A/D para hacer posible la función de mejora de las imágenes en un DSP. A continuación, la señal vuelve a convertirse en analógica para que pueda transportarse a través de un cable coaxial. Por último, la señal se vuelve a digitalizar en el DVR para la grabación. Esto hace un total de tres conversiones y, con cada una de ellas, se pierde calidad de imagen. En el sistema de cámaras de red, las imágenes se digitalizan una vez y permanecen digitales durante todo el proceso; no hay conversiones innecesarias ni degradación de la imagen tal como se muestra en la imagen 4.



**Imagen 4. Cámara IP & Análoga,
Fuente: Guía Técnica de video IP.pdf**

- **Menor coste total de propiedad** ¹⁹

Es lógico que todas las prestaciones avanzadas descritas anteriormente supongan un coste. El precio inicial de una cámara de red puede ser, en efecto, mayor si sólo se compara la cámara. Pero comparar el coste por canal, y la cámara de red, con toda su flexibilidad y rendimiento superior, se hace rápidamente comparable con un sistema analógico equipado con un DVR. Los estudios demuestran que en las configuraciones de sistemas con más de 32 cámaras, el coste inicial de un sistema de vigilancia basado en cámaras de red es incluso inferior si se compara con las opciones analógicas. Esto únicamente si no existe una infraestructura IP previamente instalada; si la hay, un sistema basado en IP representa siempre un coste inferior. Este coste total inferior del sistema de cámaras red es, principalmente, el resultado de las aplicaciones de servidor y del almacenamiento que puede realizarse en servidores estándar basados en sistemas abiertos y no en hardware patentado como un DVR. De este modo, se reducen radicalmente los costes de gestión y equipos, en

particular en sistemas de gran tamaño, donde el almacenamiento y los servidores son una parte importante del coste total de la solución. Un ahorro de costes adicional proviene de la infraestructura que se utiliza. Las redes basadas en IP como Internet, las redes LAN y los distintos métodos de conexión como la conectividad inalámbrica se pueden aprovechar para otras alternativas distintas del cableado coaxial y la fibra tradicionales.

2.3 Tecnologías para el Transporte de Datos

2.3.1 Tendido de Fibra Óptica

La fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz. Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: TX y RX, posee gran capacidad de información llegando hasta 10 GBE así como un gran alcance dependiendo del tipo de fibra a emplear ya sea en monomodo o multimodo e inmunidad al ruido. Sin embargo la instalación, interconexión, resistencia y potencia eléctrica remota que requieren implica costes elevados para realizar dicho despliegue.

2.3.2 LTE (Long-Term Evolution) ²⁰

LTE es una tecnología del grupo de normas 3GPP que compró el mundo GSM y 3G/UMTS. Este es un estándar para comunicaciones inalámbricas de altas velocidades. El objetivo de LTE es incrementar la capacidad y la velocidad de las redes de datos inalámbricos utilizando técnicas nuevas de procesamiento digital de señales y modulaciones, las cuales han sido desarrolladas en el año 2000. A este objetivo se le suma el rediseño y simplificación de la arquitectura de red a un sistema basado totalmente en IP, lo cual ha ido reduciendo la latencia de transferencia en comparación con la arquitectura 3G.

Si bien LTE presenta múltiples ventajas no es adecuada para utilizarla en soluciones de backhaul debido a que LTE define tecnologías de acceso móvil de banda ancha; las cuales están optimizadas para teléfonos móviles y terminales de datos. Además, la tecnología es de costo alto.

2.3.3 PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) ²¹

Esta es una tecnología de telecomunicaciones utilizada para transportar grandes cantidades de información mediante el uso de equipos digitales de transmisión que funcionan sobre fibra óptica, cable coaxial, cable de microondas. Lamentablemente, la tecnología muestra grandes desventajas para su implementación como la existencia de tres estándares incompatibles entre sí: europeo, estadounidense y japonés; es decir, no existe un estándar mundial en formato digital. Además, tiene una capacidad limitada de administración.

2.3.4 SDH (Jerarquía Digital Síncrona) ²²

Este es un estándar internacional de comunicaciones para redes de transmisión de alta capacidad desarrollado por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Fue diseñado para eliminar las desventajas de PDH. Asimismo, permite transportar diferentes tipos de tráfico: voz, video, multimedia y paquetes de datos como los que genera IP. Además, gestiona el ancho de banda eficientemente. A pesar de sus múltiples ventajas, el SDH es una solución compleja que involucra altos costos de equipos digitales.

2.3.5 WiFi

El estándar WiFi está asociado desde su origen en las primeras redes inalámbricas 802.11b/g a la banda de frecuencia de 2,4 GHz. Dicha banda ha sido hasta hace unos años la única empleada para llevar a cabo despliegues de redes WiFi. Con la aparición en menor medida del estándar 802.11a pero sobre todo tras la irrupción del 802.11n comenzó a hacerse uso de

una banda adicional (5 GHz) que permitía complementar a la banda original en muchos escenarios. Hay que recordar que el estándar 802.11a sólo permite acceso en 5 GHz mientras que 802.11n ofrece conectividad en ambas bandas.

Los equipos WiFi permiten diferentes configuraciones de su interfaz radioeléctrica que permitirán ofrecer una mayor o menor capacidad. Pero hay otro factor que tenemos que tener en cuenta y es que la configuración de MIMO afectará a cada una de las radios de forma independiente, es decir, los equipos que ofrezcan radio dual podrán ofrecer una capacidad global de 600 Mbps con una configuración MIMO habitual, 300 Mbps en 2.4 GHz y 300 Mbps en 5 GHz.

2.3.6 Wimax

Las bandas de frecuencia empleadas por esta tecnología han ido evolucionando con el paso del tiempo. Por sus características y escenarios más habituales las redes “Wimax” han estado asociadas durante años al uso de la banda de frecuencia de 5,4 GHz como base para sus despliegues. Dicha banda se encuentra regulada y se trata de una banda que permite mayores niveles de potencia que la de 2,4 GHz algo importante en este tipo de enlaces de larga distancia que promociona este tipo de tecnología. Además permitía evitar las interferencias que podrían provocar las redes WiFi de antaño basadas únicamente en esta última frecuencia. Por ejemplo existen actualmente en el mercado numerosas soluciones basadas en 802.11n que permiten ofrecer a través de un canal de 40 MHz una capacidad teórica de 300 Mbps. Son soluciones desarrolladas con el objetivo primordial de ofrecer los mayores niveles de capacidad posible.

2.3.7 Soluciones Propietarias Basadas en Wimax

Las soluciones WiMAX propietarias de backhaul trabajan en la banda de 5.8 GHz. Dichas soluciones ofrecen rendimiento y robustez en cualquier entorno. Por otro lado, las soluciones son escalables y brindan soporte al crecimiento en el tráfico de datos. Llevan a cabo el desarrollo de sus protocolos propietarios intentando poner más énfasis en la eficiencia espectral (Mbps/Hz) o la gestión de interferencias. Además, están disponibles en arquitectura punto a punto y punto a multipunto.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

3.1 Selección de Cámaras

Dentro del mundo de cámaras IP existen diversos tipos de cámaras y fabricantes, las cuales puedes ser de tipo Cubo, Caja, Bullet, PTZ y Speed Dome. Dentro de esta gran variedad de cámaras se tienen las siguientes consideraciones para la selección de las cámaras a utilizar para el presente trabajo de investigación.

Los puntos más importantes de una cámara son la resolución, lente, cuadros por segundo entre otros, la tabla 9 tiene finalidad mostrar las características mínimas que se recomiendan para un sistema de videovigilancia.

Tabla 9. Características Técnicas de la Cámara IP. Fuente: Propia

Cámara para exteriores	Si
Grado de Protección	IP 67
Grado de protección anti vandálica	IK8, IK9, IK10
Sensor Scan	CMOS
Lente	Zoom
Zoom Óptico mínimo	10X
Resolución mínima	2 MPX
Tipo de Cámara	Full HD
Cuadros por segundo	15 fps o superior
Cámara Día/Noche	Si
Compresión	H.264
Almacenamiento Local	Si

3.2 Tabla Comparativa de Fabricantes de Cámaras IP Fijas Tipo Bullet

A continuación se muestran las cámaras más representativas existentes en el mercado mediante una tabla comparativa con la finalidad de seleccionar la cámara IP con la solución más idónea acorde a las características técnicas mínimas que se han planteado en el punto 3.1.

Tabla 10. Comparación de cámaras IP Fijas en el mercado. Fuente: Propia

Características Técnicas	Acti	Vivotek	Samsung	Sony
Modelo	B47	IB8367	SNO-6084R	SNC-EB632R
Resolución	3MP Full HD	2MP	2MP	2.14MP
Cuadros por segundo	30fps	30fps	30fps	30fps
Zoom	12x Optical	48x Digital zoom (4x on IE plugin, 12x built-in)	2.8x	3x Óptico 4x Digital Total 12x
Infrarrojo	Adaptativo IR LED, 40m	Hasta 20m	Hasta 20m	Hasta 30m
Lente	Zoom, f5.2-62.4mm/F1.8-3.0, DC iris, Auto focus	F2.8-12mm, F2.0-2.85	f3.0-8.5mm / F1.2	f3-9mm / F1.2 (gran angular) F2.1 (teleobjetivo)
Día/Noche	Si	Filtro D/N	Auto	Si
Precio	\$ 1380	\$ 1500	\$ 1600	\$ 1800

De la tabla 10 elaborada, seleccionaremos el equipo de la marca Acti modelo B47, debido que maneja mejor zoom óptico, cabe indicar que el zoom digital que maneja la marca Vivotek no es realizado por el propio hardware (como si lo hace la marca Acti) sino que es mediante un procesamiento digital de imágenes, el zoom digital genera más degradación en la calidad de imagen que un Zoom Óptico, este detalle se puede observar al momento de realizar un

acercamiento, por otro lado la cámara B47 (imagen 5) presenta un mejor alcance de infrarrojo hasta 40 metros a 0 lux, adicional a estas características tenemos resolución de video en Full HD.



Imagen 5. Cámara Acti, modelo B47,
Fuente: <http://www.acti.com/products/spec/B47>

3.3 Tabla Comparativa para Cámaras IP-PTZ

Las cámaras PTZ o domos PTZ pueden moverse horizontalmente, verticalmente y acercarse o alejarse de un área o un objeto de forma manual o automática.

Las cámaras de IP PTZ pueden cubrir una amplia área al permitir una mayor flexibilidad en las funciones de movimiento horizontal, vertical y zoom. Asimismo, permiten un movimiento horizontal continuo de 360 grados y un movimiento vertical de normalmente 180 grados. Debido a su diseño, 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), las cámaras de IP PTZ resultan idóneas para su uso en instalaciones discretas. Las cámaras de

IP PTZ también proporcionan solidez mecánica para operación 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.

A continuación se muestra la tabla 11, que es un comparativo entre las marcas más comerciales para las cámaras IP PTZ, de acuerdo a las características mínimas planteadas en el punto 3.1.

Tabla 11. Comparación de cámaras IP-PTZ en el mercado. Fuente: Propia

Características Técnicas	Acti	Vivotek	Samsung	Sony
Modelo	I96	SD8111	SNO-6084R	SNC-WR602C
Resolución	2MP Full HD	2MP	2MP	1.37MP
Cuadros por segundo	30fps	30fps	30fps	30fps
Zoom	30x Óptico 16x Digital	12x Óptico	20x Óptico	30x Óptico 12x Digital
Sensor de Imagen	Scan CMOS, progresivo	CCD Resolución D1	CMOS progresivo	CMOS progresivo
Lente	Zoom, f4.3-129mm / F1.6-5.0, DC iris, Auto focus	f3.8-45.6mm / F1.6-2.8	f4.45-89mm / F1.2	f4.3-129mm / F1.6 (gran angular) F4.7 (teleobjetivo)
Día/Noche	Si	Filtro D/N	Auto	Si
Precio	\$ 1800	\$ 1300	\$ 1900	\$ 2100

Como podemos apreciar el modelo I96 de la marca Acti, destaca del resto debido a que maneja un mejor Zoom óptico, una mejor distancia focal comparada con una Vivotek o Samsung y una mejor resolución comparada con la cámara de Sony.

Por lo expuesto anteriormente la segunda cámara utilizada para nuestra propuesta, el modelo I96 de la marca Acti (imagen 6), con resolución máxima de 2MP Full HD, 30fps, distancia

focal superior y con grado de protección anti vandálico IK10 y grado de protección a la intemperie de IP67.



**Imagen 6. Cámara Acti, modelo I96,
Fuente: <http://www.acti.com/products/spec/I96>**

3.4 Cálculo de Distancia de Reconocimiento según Tipo de Cámara

Para el cálculo de reconocimiento de imagen utilizaremos el 50% como estándar para las cámaras, con este porcentaje podremos determinar las facciones necesarias para reconocer a una persona u objeto en especial, para ello emplearemos la imagen 7 que muestra el porcentaje de reconocimiento rostro y placa.

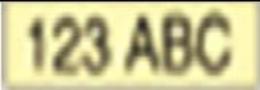
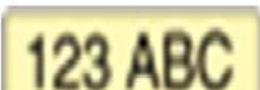
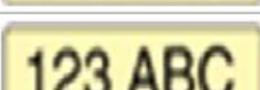
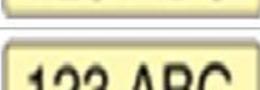
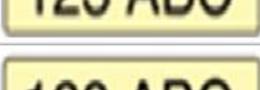
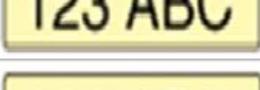
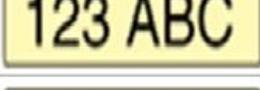
30%	125	38		80	24	
40%	150	46		100	30	
50%	175	53		120	37	
60%	200	61		140	43	
70%	225	69		160	49	
80%	250	76		180	55	
90%	275	84		200	61	
100%	300	91		220	67	

Imagen 7. Porcentaje de Reconocimiento,

Fuente: <http://www.acti.com/corpweb/Tools/LensCalculator/Quality.aspx>

3.4.1 Cálculo de Distancia de Reconocimiento para Cámara IP Tipo Bullet

Para determinar la distancia máxima de visualización de la cámara seleccionada, procedemos a mostrar el calculador de lente proporcionado por el fabricante en el cual según el modelo y resolución seleccionada podemos saber la distancia de reconocimiento esta información se muestra a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Cálculo de Lente Bullet B47, Fuente: <http://www.acti.com/lenscalculator>

Modelo	Tipo	Resolución	Resolución	Longitud focal	Distancia de reconocimiento	Ancho de la escena
B47	Zoom Bullet	3 MP	2048 x 1536	62.4 mm	162.1 Metros	11.7 Metros
			1920 x 1080	62.4 mm	151.9 Metros	11 Metros
			1280 x 720	62.4 mm	101.3 Metros	7.3 Metros
			800 x 600	62.4 mm	63.3 Metros	4.6 Metros
			640 x 480	62.4 mm	50.6 Metros	3.7 Metros
			320 x 240	62.4 mm	25.3 Metros	1.8 Metros

Como se puede observar, para este tipo de cámara (Zoom Bullet, modelo B47) con un reconocimiento de rostro al 50%, a una resolución de 2048x1536, con longitud focal de 62.4 mm, se tiene una distancia de reconocimiento de 162.1 metros y ancho de la escena de 11.7 metros.

Con los valores obtenidos de la tabla 12, se garantiza buen alcance de reconocimiento útil para la identificación de personas en actos vandálicos, a su vez nos reduce la cantidad de cámaras logrando optimizar el sistema de videovigilancia.

3.4.2 Cálculo de Distancia de Reconocimiento para Cámara IP PTZ

Para determinar la distancia máxima de visualización de la cámara seleccionada, procedemos a mostrar el calculador de lente proporcionado por el fabricante en el cual según el modelo y resolución seleccionada podemos saber la distancia de reconocimiento, esta información se muestra a continuación en la tabla 13.

Tabla 13. Cálculo de Lente PTZ I96, Fuente: <http://www.acti.com/lenscalculator>

Modelo	Tipo	Resolución	Disponibile con resolución	Longitud focal	Distancia de reconocimiento	Ancho de la escena
I96	Speed Dome	2 MP	1920 x 1080	129 mm	263.3 Metros	11 Metros
			1280 x 720	129 mm	175.5 Metros	7.3 Metros
			640 x 480	129 mm	87.8 Metros	3.7 Metros

Como podemos observar, para este tipo de cámara (PTZ, modelo I96) y colocando un reconocimiento de rostro al 50%, a una resolución de 1920x1080, con longitud focal de 129 mm, se tiene una distancia de reconocimiento de 263.3 metros y ancho de la escena de 11 metros.

Como se puede apreciar, el alcance con este tipo de cámara es mayor compara con la de tipo estacionaria, esto debido a factores como el zoom óptico y la longitud focal que manejan.

3.5 Accesorios de Montajes para las Cámaras IP

Las cámaras a utilizar en el presente proyecto serán instaladas en postes de alumbrados público, que cuentan con una altura aproximada de 9 metros, se colocarán en el punto más alto dependiendo de la disponibilidad de espacio.

3.5.1 Accesorios de Montaje para Cámara IP B47

Para nuestra cámara IP B47, se recomienda el siguiente accesorio de montaje:

- Soporte para poste

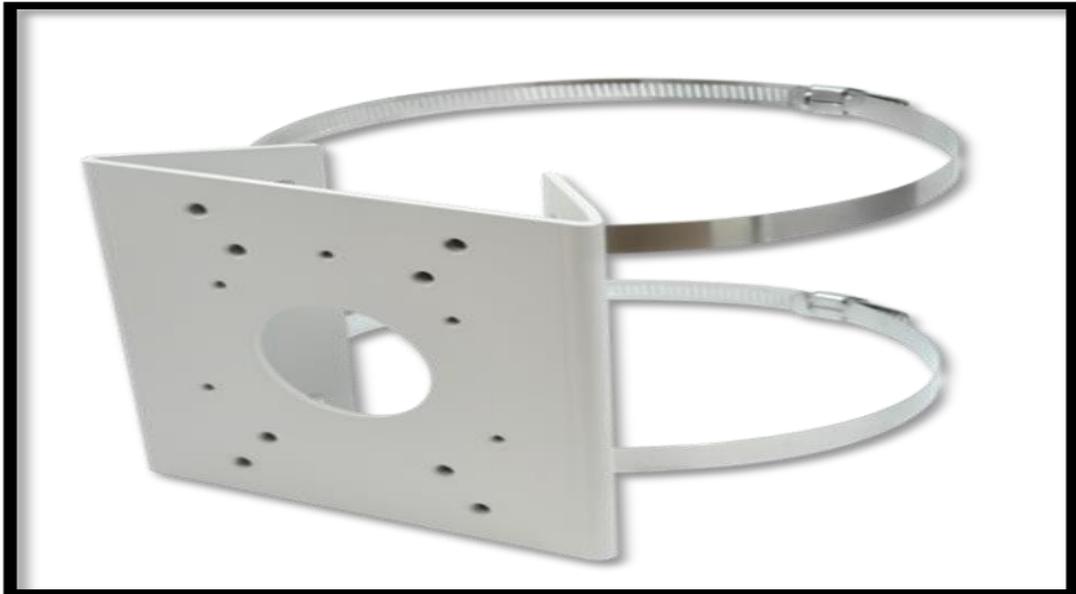


Imagen 8. Soporte para poste,
Fuente: <http://www2.acti.com/mountingselector>

3.5.2 Accesorios de Montaje para Cámara IP I96

Para nuestra cámara I96, se recomienda los siguientes componentes de montajes:

- Brazo de soporte



Imagen 9. Brazo soporte para cámara IP PTZ,
Fuente: <http://www2.acti.com/mountingselector>

- Soporte para instalación en poste

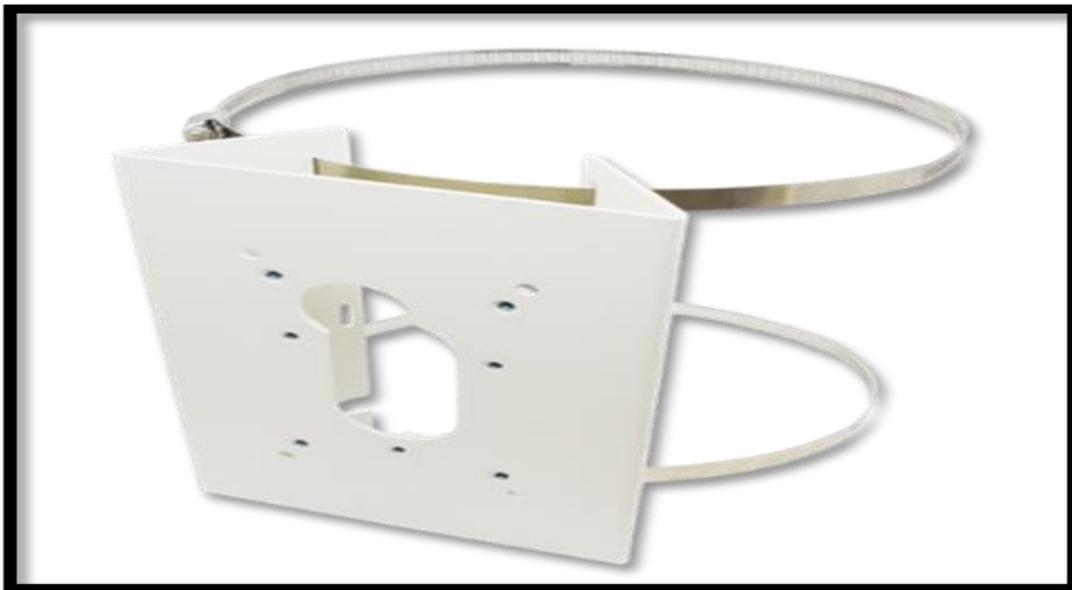


Imagen 10. Soporte para poste,

Fuente: <http://www2.acti.com/mountingselector>

Tal como se mostró en las imágenes 8, 9 y 10 estos serán los accesorios de kit de montaje necesarios para ser instalados en los postes asignados.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE RADIOENLACES

4.1 Selección de Radioenlaces

4.1.1 Frecuencia de Trabajo

Se elegirá la banda 5725-5875 MHz cuya frecuencia central es 5800 MHz. Esta ha sido destinada para aplicaciones científicas, industriales y médicas. Al ser una banda libre, está sujeta a aceptar la interferencia perjudicial de las aplicaciones anteriormente mencionadas. De esta banda, la banda de 5725-5850 MHz está atribuida para servicios fijo y/o móvil, público y/o privado.

Los servicios que se brinden y los equipos que operen en la banda 5.725-5.850 GHz deben cumplir con los siguientes requisitos:

- La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima no debe exceder de 36 dBm (1 W) para la frecuencia de 5.8 GHz.
- La potencia pico máxima de salida de un transmisor no debe exceder de 30 dBm.
- Está prohibido utilizar amplificadores, transmisores o cualquier dispositivo similar que modifique las condiciones de PIRE máxima mencionadas anteriormente.
- Emplear un mecanismo de detección de radar de selección dinámica de frecuencia. El umbral de detección para equipos con una PIRE entre 200 mW es -64 dBm.

- En zonas rurales y en los lugares considerados de preferente interés social no hay restricciones de la ganancia de las antenas.
- Se pueden emplear diferentes técnicas de transmisión o modulación digital, las cuales permitan la mutua coexistencia.

4.1.2 Tecnología

De acuerdo a lo comentando en la sección 2.3, la tecnología a emplear será tecnologías propietarias basadas en WIMAX debido a su robustez, capacidad de transferencia en Mbps, trabajar en escenarios con nLOS/NLOS y confiabilidad para la realización en este tipo de aplicaciones para el transporte de video de alta resolución.

4.1.3 Equipamiento

En el ámbito de las tecnologías propietarias existen diversos fabricantes, es por ello que se ha realizado una selección en base a características mínimas que deben cumplir para un correcto funcionamiento del sistema de transporte de video.

A continuación se muestra la tabla 14 con los requisitos mínimos para el sistema de transporte de video.

Tabla 14. Requisitos mínimos para el sistema de transporte de video.**Fuente: Propia**

Características	Descripción
Capacidad por estación base	200 Mbps
Frecuencia de trabajo	5.x Ghz
Alcance	Mayor a 30 Km
Ancho de canales	5/10/20/40Mhz
Modulación	2x2 MIMO OFDM / Diversidad / BPSK / QSKP / 16QAM / 64QAM
Tecnología	Propietaria
Ancho de banda	Adaptativo
Interfaz Ethernet	10/100/1000 BaseT
Soporta	VLAN, QoS (Calidad de Servicio)
Encriptación	Si
Analizador de espectro	Si
Alimentación	Vía PoE
Consumo de Emergía	Menor a 35W
Protección	IP 67

Luego de evaluar las características técnicas mínimas que se requieren para un correcto funcionamiento se encontraron los siguientes fabricantes (tabla 15), para los enlaces de tipo Punto a Punto que servirán de backhaul para interconectar los nodos secundarios al nodo central o centro de control, así como para los enlaces de tipo Punto a Multipunto para interconectar las cámaras con los nodos secundarios.

Tabla 15. Comparativa de Fabricantes en Punto a Punto. Fuente: Propia

Especificaciones	Radwin	Cambium Networks	Alvarion
Modelo	2000 D	PTP 650	P 6000
Frecuencia (FCC/IC)	5.8 GHz	5.8 GHz	5.8 GHz
Capacidad	750 Mbps	450 Mbps	600 Mbps
Canales (Mhz)	5,10,20,40, 80	5, 10, 15, 20, 30, 40 & 45	5,10,20 & 40
Antena Integrada	23 dbi	19 dbi	23 dbi
Alcance	40 km	40 km	50 km
Peso	2.9 kg	4.1 kg	7 kg
Consumo de Energía	20W	30 W	40 W
Grado de Protección	IP 67	IP 67	IP 67
Precio de Lista	\$ 2300	\$ 3095	\$ 3146

Luego de la evaluación de los principales fabricantes mostrados en la tabla 15 seleccionamos a Radwin por su capacidad, ganancia de antena, bajo consumo de energía y bajo costo frente a sus competidores.

Tabla 16. Comparativa de Fabricantes en Punto a Multipunto.

Fuente: Propia

Especificaciones	Radwin	Cambium Networks	Alvarion
Modelo	5000	PMP 450i	BreezeACCESS VL
Frecuencia	5.8 GHz FCC/IC	5.8 GHz FCC/IC	5.8 GHz FCC/IC
Capacidad	250 Mbps	125 Mbps	54 Mbps
Canales	5,10,20 & 40 Mhz	5, 10 ,20 & 40 Mhz	10 & 20 Mhz
Antena Integrada	13 dbi	16 dbi	No
Alcance	40 km	60 km	30 km(C/Antena)
Peso	2.9 kg	4.1 kg	1.5 kg
Consumo de Energía	20W	25 W	30 W
Grado de Protección	IP 67	IP 67	IP 65
Precio de Lista	\$ 2800	\$ 3195	\$ 3366

Luego de la evaluación de los principales fabricantes mostrados en la tabla 16 seleccionamos a Radwin por su capacidad, bajo consumo de energía, grado de protección y esto a un bajo costo frente a sus competidores.

4.2 Ubicación de los Puntos de Vigilancia

A continuación en la tabla 17 se muestran las ubicaciones de los puntos de vigilancia del presente proyecto. Dichos puntos de vigilancia fueron suministrados por la municipalidad de Santiago del Cusco, por medio de la CODISEC.

Tabla 17. Ubicación de los Puntos de Videovigilancia.

Fuente: Municipalidad de Santiago

Nombre	Lat.	Long.	Ubicación / dirección	Tipo
1. P. Santiago 1	13°31'32.39"S	71°58'59.27"O	Esquina de Plaza Santiago (Jr. Santísimo)	PTZ
			Cámara fija en dirección a Carmen Alto	Fija
			Cámara fija en dirección a la Plaza Santiago	Fija
2. P. Santiago 2	13°31'30.00"S	71°59'0.52"O	Intersección AV. Tambopata y Jr. Quiscapata (Plaza Santiago)	PTZ
3. Pera y Manzanapata	13°31'30.80"S	71°58'54.10"O	Esquina de la calle Manzanapata y Prolongación Pera	PTZ
4. Almudena y Malampata	13°31'27.03"S	71°59'13.00"O	Intersección de la calle Almudena y Malampata	PTZ
5. P. Belén	13°31'34.79"S	71°58'50.56"O	Plazoleta Belén	PTZ
			Cámara fija	Fija
6. C.E.Dolores Pata	13°31'47.87"S	71°58'29.85"O	Jr. Teodosio Serrucho cerca del Colegio Dolorespata	PTZ
7. Torre Tagle	13°31'38.27"S	71°58'24.25"O	Prolongación de Torre Tagle	PTZ
			Cámara fija en dirección a la Av. Jorge L. Navarrete K. Dolorespata, I.E. 50006 Jorge Luis Navarrete	Fija
8. Ejército y A.Gamarra	13°31'37.66"S	71°58'18.69"O	Intersección de la Av. Ejército y la Av. Agustín Gamarra	PTZ
9. A.Gamarra y S.Bolivar	13°31'45.16"S	71°58'16.55"O	Intersección de la Av. Agustín Gamarra y calle Simón Bolívar	PTZ
			Cámara fija en dirección a la Av. Agustín Gamarra	Fija
10. A.Gamarra y Profesional	13°31'50.59"S	71°58'24.47"O	Intersección de la Av. Agustín Gamarra y calle Profesional	PTZ
			Cámara fija en dirección a la Av. Agustín Gamarra	Fija
11. A.Sucre y Bolivar	13°31'58.91"S	71°58'14.00"O	Esquina de Jr. Bolívar y Av. Antonio Sucre	PTZ

12. Ovalo Pachacutec	13°31'55.68"S	71°58'5.95"O	Intersección de Luis Vallejo Santoni con Ovalo Pachacutec	PTZ
			Cámara fija en dirección a Av. San Martín	Fija
13. Puente Almodena_2	13°31'21.49"S	71°59'11.27"O	Puente Almodena (AV. Ejército y Almodena)	PTZ
			Cámara fija en dirección a Av. Ejército parte baja	Fija
14. Puente Santiago	13°31'24.60"S	71°58'58.72"O	Punete Santiago (Esquina Av. Ejército y Cascaparo chico)	PTZ
			Cámara fija en dirección a Tambopata	Fija
			Cámara fija en dirección a Av. Ejército parte alta	Fija
			Cámara fija en dirección a Av. Ejército parte baja	Fija
15. Puente Belén	13°31'27.03"S	71°58'48.68"O	Puente Belén (Esquina Av. Ejército y calle Belén)	PTZ
			Cámara fija en dirección a calle Belén	Fija
			Cámara fija en dirección a Av. Ejército parte alta	Fija
			Cámara fija en dirección a Av. Ejército parte baja	Fija
16. L.V.Santoni y M.Grau	13°32'22.81"S	71°57'16.88"O	Intersección de la Av. Luis Vallejo Santoni y la Calle Miguel Grau	PTZ
17. L.V.Santoni 1	13°32'17.16"S	71°57'25.40"O	Av. Luis Vallejo Santoni (Urb. Muyo Orqo)	PTZ
18. L.V.Santoni 2	13°32'12.48"S	71°57'39.56"O	Av. Luis Vallejo Santoni (Urb. Muyo Orqo)	PTZ
19. Muyo Orqo 1	13°32'27.90"S	71°57'41.07"O	Urb. Muyo Orqo	PTZ
20. Muyo Orqo 2	13°32'17.45"S	71°57'41.44"O	Posta de Viva el Perú	PTZ
21. Muyo Orqo 3	13°32'17.23"S	71°57'49.37"O	Urb. Muyo Orqo, Colegio Manco Capac	PTZ
22. Molino	13°32'8.94"S	71°57'42.47"O	Intersección del Jr. Constitución y el Psje. Manco Capac	PTZ
			Cámara fija en dirección a la entrada del molino	Fija
			Cámara fija en dirección al Psje. Manco Capac	Fija
23. Malecón H.	13°32'5.51"S	71°58'33.29"O	Jr. Malecón Huancaro al Costado del puente S.N.	PTZ

24. Par.R.Huancaro	13°32'0.39"S	71°58'32.50"O	Parque Residencial Huancaro	PTZ
25. Malecón H.	13°32'7.42"S	71°58'40.86"O	Malecón Huancaro (En dirección al Puente Huancaro)	Fija
26. P.Grau y A.Ugarte	13°31'46.64"S	71°58'45.60"O	Intersección de Prolongación Grau con Alfonso Ugarte	PTZ
			Cámara fija en dirección a Francisco Bolognesi	Fija
			Cámara fija en dirección a Alfonso Ugarte	Fija
27. M.Grau y A.Lorena	13°31'44.11"S	71°58'45.78"O	Intersección de la Av. Miguel Grau y Av. Antonio Lorena	PTZ
			Cámara fija en dirección a Antonio Lorena	Fija
			Cámara fija en dirección a Miguel Grau	Fija
28. A.Lorena y Roccopata	13°31'38.94"S	71°58'55.92"O	Esquina de la Av. Antonio Lorena y Roccopata (Colegio Fe y Alegría)	PTZ
			Cámara fija en dirección a la Av. Antonio Lorena	Fija
			Cámara fija en dirección a la Av. Antonio Lorena	Fija
29. A.Lorena y Tambopata	13°31'36.84"S	71°59'3.06"O	Esquina de la Av. Antonio Lorena y Calle Tambopata	PTZ
			Cámara fija en dirección a la Av. Antonio Lorena	Fija
			Cámara fija en dirección a Patacalles	Fija
30. P. Almudena	13°31'33.29"S	71°59'14.49"O	Al costado de la Plaza Almudena	PTZ
			Cámara fija en dirección de Antonio Lorena parte alta	Fija
			Cámara fija en dirección de Antonio Lorena parte baja	Fija
31. A.Lorena y F.Pizarro	13°31'32.95"S	71°59'22.88"O	Av. Antonio Lorena a una cuadra de la calle Francisco Pizarro	PTZ
			Cámara fija	Fija
32. Malampata	13°31'27.93"S	71°59'21.94"O	Cámara fija, Calle Malampata (En dirección a la parte baja)	Fija

33. A.Lorena y Civil	13°31'41.19"S	71°59'21.98"O	Av. Antonio Lorena (Curva de la Av. cercado de la Urb. Construcción Civil)	PTZ
			Cámara fija	Fija
			Cámara fija	Fija
34. Dignidad N.	13°31'46.41"S	71°59'21.48"O	Frente de la Curva de la Av. Antonio Lorena (Cercado de la Urb. Dignidad Nacional)	PTZ
35. M. Zarzuela	13°31'41.93"S	71°59'2.21"O	Esquina de AV. Kantoq y Túpac Amaru (Mercado Zarzuela)	PTZ
			En dirección a José Manuvera	Fija
			En dirección a Av. Kantoq	Fija
36. Kantoq y 28 de Julio	13°31'44.28"S	71°59'3.75"O	Intersección de Av. Kantoq y 28 de Julio	PTZ
37. Libertad y T.Amaru	13°31'51.17"S	71°58'57.11"O	Av. Libertad intersección calle Túpac Amaru.	PTZ
38. F.Bolognesi y 28 de Julio	13°31'51.61"S	71°59'3.33"O	Intersección Av. Francisco Bolognesi con 28 de julio	PTZ
39. Kantoq	13°31'48.35"S	71°59'10.36"O	Urb. Dignidad Nacional (Av. Kantoq)	PTZ
40. Libertad	13°31'54.02"S	71°59'7.81"O	Final de la Av. Libertad (Colegio)	PTZ
41. P.Ruiz Caro	13°31'58.88"S	71°59'8.35"O	Av. Pedro Ruiz caro	PTZ
42. R.Priale	13°32'1.68"S	71°59'11.52"O	Ramiro Prialé parte alta	PTZ
43. Perú y Grau	13°31'57.04"S	71°58'48.62"O	Intersección de la Av. Perú y Prolongación Grau	PTZ
44. Perú	13°32'0.31"S	71°58'52.41"O	Intersección de la calle Perú y la Av. Perú (Urb. Manahuanunca2)	PTZ
45. Perú y Melgar	13°32'3.15"S	71°58'58.53"O	Intersección de la calle Perú y Melgar (Urb.Manahuanunca2)	PTZ
46. Perú y Santiago	13°32'9.65"S	71°59'13.51"O	Intersección de la calle Perú y la Calle Santiago (Urb. Manahuanunca2)	PTZ
			Cámara fija en dirección a la calle Perú	Fija
47. A.Gamarra y P.Grau	13°32'8.87"S	71°58'49.51"O	Esquina de Av. Agustín Gamarra y Prolongación Grau	PTZ

			Cámara fija en dirección de la Av. Agustín Gamarra	Fija
48. M. Huancaro	13°32'13.34"S	71°58'47.40"O	Mercado Huancaro (Malecón Huancaro)	PTZ
			Cámara fija en dirección a la Av. Hermanos Ayar	Fija
49. Manahuañunca	13°32'9.26"S	71°58'57.72"O	Av. Perú, Manahuañunca	PTZ
50. Estrella	13°32'24.62"S	71°59'11.29"O	Cercado de La Urb. Estrella	PTZ
51. Apurimac	13°32'30.29"S	71°59'0.36"O	Perpendicular de la Av. Apurímac y Puente Capulichayoc (Cercado de la Urb. Tinoc)	PTZ
			Cámara fija en dirección a José Luis Obregoso parte alta	Fija
			Cámara fija en dirección a José Luis Obregoso parte baja	Fija
52. Puente Capulichayoc	13°32'32.01"S	71°58'55.92"O	Puente Capulichayoc	PTZ
			Cámara fija	Fija
53. Tincoc 1	13°32'35.79"S	71°58'55.58"O	Cercado de Urb. Tincoc	PTZ
54. Cementerio Huancaro	13°32'43.82"S	71°59'11.15"O	Cementerio Huancaro	PTZ
55. Chicago y 18 de Mayo	13°31'36.69"S	71°59'32.32"O	Intersección de la calle Chicago y calle 18 de Mayo	PTZ
56. A.Lorena y 18 de Mayo	13°31'32.18"S	71°59'29.59"O	Intersección de la Av. Antonio Lorena y calle 18 de Mayo	PTZ
			Cámara fija	Fija
			Total Cámaras PTZ	54
			Total Cámaras Fijas	40
			TOTAL CÁMARAS	94

4.3 Ubicación de los Nodos del Sistema de Videovigilancia

Los puntos han sido proporcionados por la municipalidad de Santiago, en base a la infraestructura que mantienen actualmente, considerando línea vista con los puntos de videovigilancia, estos datos se muestran a continuación en la tabla 18.

Tabla 18. Ubicación de nodos de concentración.

Fuente: Municipalidad de Santiago

Nodo	Longitud	Latitud	Altura
Nodo 1 (Centro de Control)	-13.528217	-71.977742	35 m
Nodo 2	-13.53045	-71.994108	15 m
Nodo 3	-13.546133	-71.982986	35 m
Nodo 4	-13.537567	-71.965933	25 m
Nodo 5	-13.532992	-71.988939	15 m
Nodo 6	-13.525933	-71.982919	20 m
Nodo 7	-13.536661	-71.976122	15 m
Nodo 8	-13.534511	-71.968553	15 m

El nodo 1 cumplirá con dos funciones, la primera será de nodo concentrador como son los demás nodos que agrupan las cámaras de videovigilancia y la segunda, por ubicación estratégica (al costado de la comisaria) será el centro de control o nodo central recibiendo la información proporcionada por los demás nodos secundarios.

4.4 Cálculo de Velocidad de Transmisión por Cámara

A continuación en la tabla 19 se muestra el cálculo de ancho de banda por cada cámara empleando la calculadora proporcionada por el fabricante.

Tabla 19. Calculadora de ancho de banda.

Fuente: <http://www.acti.com/storagecalculator>

Cámaras	Resol.	FPS	Compr.	Calidad Video	Bit rate de cada Camera (Mbps)
1	3 MP	15	H.264	Buena	Bitrate : 2 Mbps

De acuerdo los resultados se observa que, el consumo de ancho de banda por cada cámara a una resolución máxima de 3 megapíxeles, a 15 cuadros por segundo (fps), con buena calidad de video, cuenta con un tasa de transferencia de 2 Mbps (uplink), se está considerando 1 Mbps (downlink) para temas de configuraciones u otros, dando como throughput agregado de 3 Mbps.

4.5 Asignación de los Puntos de Videovigilancia de las Estaciones Base (HBS)

Como se describe en la tabla 16, se empleará una capacidad máxima de 250 Mbps por estación base con canales de 40 MHz (RW5000HBS), en el caso de los suscriptores (RW5000HSU) se tendrá una capacidad de 10 Mbps teniendo como máximo hasta 32 suscriptores por cada estación base de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Para la realización del diseño de la topología punto a multipunto con las siguientes consideraciones:

- Frecuencia de trabajo 5.8 Ghz FCC/IC
- Canalización de 20 Mhz
- Capacidad por Sector de 125 Mbps con canales de 20 Mhz y 10 Mbps para los suscriptores
- Antena de tipo sectorial integrada con apertura de 90 ° con 13 dBi de ganancia para las estaciones bases, mientras que para los suscriptores será de tipo integrada directiva con ganancia de 17 dBi.
- En algunos casos se empleará más de una cámara por RW5000HSU es por ello que se ha dimensionado una capacidad máxima de 10 Mbps lo suficiente para soportar el tráfico generado por las cámaras.

A continuación se muestra las siguientes tablas 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 con la asignación de los puntos de videovigilancia hacia su respectiva estación base o nodo concentrador, se está empleando el software propietario del fabricante que nos muestra la capacidad y distancia hacia el nodo asignado.

Tabla 20. Puntos Asignados al Nodo 1.**Fuente: Software R-Planner**

Puntos	Familia	Capacidad	Distancia
M Grau y A Lorena	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.2 Km
P Grau y A Ugarte	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.24 Km
P Belen	RW5000HSU	2.9 Mbps/5.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.38 Km
A Lorena y Roccopata	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.49 Km
Libertad y T Amaru	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.6 Km

Tabla 21. Puntos Asignados al Nodo 2.**Fuente: Programa de diseño R-Planner**

Puntos	Familia	Capacidad	Distancia
A Lorena y Tambopata	RW5000HSU	3.5 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.16 Km
Chicago y 18 de Mayo	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/6.9 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.46 Km
DIGNIDAD	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/6.9 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.55 Km
A LORENA Y CIVIL	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.59 Km
P Almudena	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.91 Km
Malampata	RW5000HSU	1.9 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/6.8 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.86 Km
Almudena y Malampata	RW5000HSU	1.7 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/6.1 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.06 Km
Pte Almudena 2	RW5000HSU	2.6 Mbps/5.2 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/7.8 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.22 Km
A Lorena y 18 de Mayo	RW5000HSU	2.9 Mbps/6.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/9.7 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.62 Km
A Lorena y Francisco Pizarro	RW5000HSU	2.9 Mbps/5.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/8.7 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.72 Km

Tabla 22. Puntos Asignados al Nodo 3.
Fuente: Programa de diseño R-Planner

Puntos	Familia	Capacidad	Distancia
Apurimac	RW5000HSU	2.9 Mbps/10 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.5 Km
Estrella	RW5000HSU	1.6 Mbps/3.1 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/9.4 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.76 Km
Tinoc 1	RW5000HSU	1.8 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.34 Km
Peru y Santiago	RW5000HSU	2.3 Mbps/7 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.21 Km
Manahuanunca	RW5000HSU	1.2 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/8.2 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.14 Km
Peru y Melgar	RW5000HSU	1.2 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/8.2 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.33 Km
Puente Capulichayoc	RW5000HSU	2.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.45 Km
Cementerio Huancaro	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.38 Km

Tabla 23. Puntos Asignados al Nodo 4.
Fuente: Programa de diseño R-Planner

Puntos	Familia	Capacidad	Distancia
L V Santoni y M Grau	RW5000HSU	1.7 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	1.24 Km
L.V.Santoni 1	RW5000HSU	1.7 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.97 Km
Muyo Orqo 3	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.26 Km
Muyo Orqo 1	RW5000HSU	1.9 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.63 Km
Muyo Orqo 2	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.49 Km
Molino	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.5 Km
L V Santoni 2	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.56 Km

Tabla 24. Puntos Asignados al Nodo 5.
Fuente: Programa de diseño R-Planner

Puntos	Familia	Capacidad	Distancia
Bolognesi y 28 Julio	RW5000HSU	1.8 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.57 Km
M.Zarzuela	RW5000HSU	3.5 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.77 Km
P Ruiz Caro	RW5000HSU	1.8 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.38 Km
Kantog y 28 de Julio	RW5000HSU	1.9 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.68 Km
Ramiro Priale	RW5000HSU	1.6 Mbps/3.2 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.3 Km
Libertad	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.42 Km
Kantog	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.46 Km

Tabla 25: Puntos Asignados al Nodo 6. Fuente: Programa de diseño R-Planner

Puntos	Familia	Capacidad	Distancia
Puente Santiago	RW5000HSU	4.9 Mbps/9.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.27 Km
Puente Santiago 2	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.12 Km
Puente Santiago 1	RW5000HSU	3.9 Mbps/7.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.04 Km
Pera y Manzanapata	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.16 Km
Puente Belen	RW5000HSU	4.9 Mbps/9.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.36 Km

Tabla 26: Puntos Asignados al Nodo 7. Fuente: Programa de diseño R-Planner

Puntos	Familia	Servicio	Distancia
Peru y Grau	RW5000HSU	1.7 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.64 Km
Malecon H	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.26 Km
Peru	RW5000HSU	1.7 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.66 Km
A Gamarra y P Grau	RW5000HSU	2.9 Mbps/5.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.48 Km
M Huancaro	RW5000HSU	2.9 Mbps/5.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.41 Km

Tabla 27: Puntos Asignados al Nodo 8. Fuente: Programa de diseño R-Planner

Puntos	Familia	Servicio	Distancia
A Gamarra y Profesional	RW5000HSU	2.9 Mbps/6.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.68 Km
Ovalo Pachacutec	RW5000HSU	2.9 Mbps/5.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.27 Km
Ejercito y A Gamarra	RW5000HSU	2.9 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.9 Km
A Gamarra y S Bolivar	RW5000HSU	2.9 Mbps/5.8 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.66 Km
A Sucre y Bolivar	RW5000HSU	2 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.27 Km
C E Dolores Pata	RW5000HSU	2.9 Mbps/3.9 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.86 Km
Par R Huancaro	RW5000HSU	1.7 Mbps/3.5 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.78 Km
Torre Tagle	RW5000HSU	2.6 Mbps/5.2 Mbps DL/UL Assured, (10 Mbps/10 Mbps DL/UL DBA Peak)	0.96 Km

4.5.1 Simulación de Enlace Punto Multipunto

Se emplea el Software R-Planner como herramienta para la simulación de los radio enlaces. Asimismo, se han tomado algunas consideraciones para calificar un enlace como óptimo. La primera de ellas, el nivel de señal en recepción debe estar entre 6 y 15 dB por encima de la sensibilidad del receptor para contrarrestar desvanecimientos de la señal debido al ambiente real donde se instalarán los enlaces. De la misma manera, para garantizar una línea de vista (LOS) se está trabajando con altura entre 15 a 35 metros. Además, se debe asegurar que el peor Fresnel sea mayor que $0,6 F1$.

Se trabajará con la modulación 16QAM 3/4 (sensibilidad - 66.5 dBm), dado que esta nos permite alcanzar una velocidad de 86.7 Mbps, para los enlaces mayores a 2 Km mientras que para los enlaces menores a 1 Km se trabajara con la modulación 64 QAM 5/6 (sensibilidad - 59.2 dBm), dado que esta nos permite alcanzar una velocidad de 144.4 Mbps. La potencia de transmisión para los equipos en dichas modulaciones está regulado por el MTC. Se está considerando el tipo de clima tipo 2 para la simulación. Los resultados de las configuraciones de los radio enlaces se muestran en las imágenes 11 y 12. Estos resultados cumplen los requisitos establecidos anteriormente. La imagen 13 es el resultado de la configuración del enlace punto multipunto entre el nodo 3 y Perú y Melgar.

General

* HBS Name: (8 HSUs)

Available Bands:

Product:

CBW: (MHz)

RFP:

Tx Power Limitation: (dBm)

IDU:

Height: (m)

Frequency:

HSS:

Antenna

Antenna 1

Antenna: (13dBi)

Cable Loss: (dB)

Azimuth (°):

Elevation (°): Average

Ratio

Transmission Ratio: 50 / 50

DL (%) UL (%)

▼ Downlink Time Slots

▼ Uplink Time Slots

Imagen 11. Reporte de Instalación del Nodo 3.

Fuente: Software R-Planner

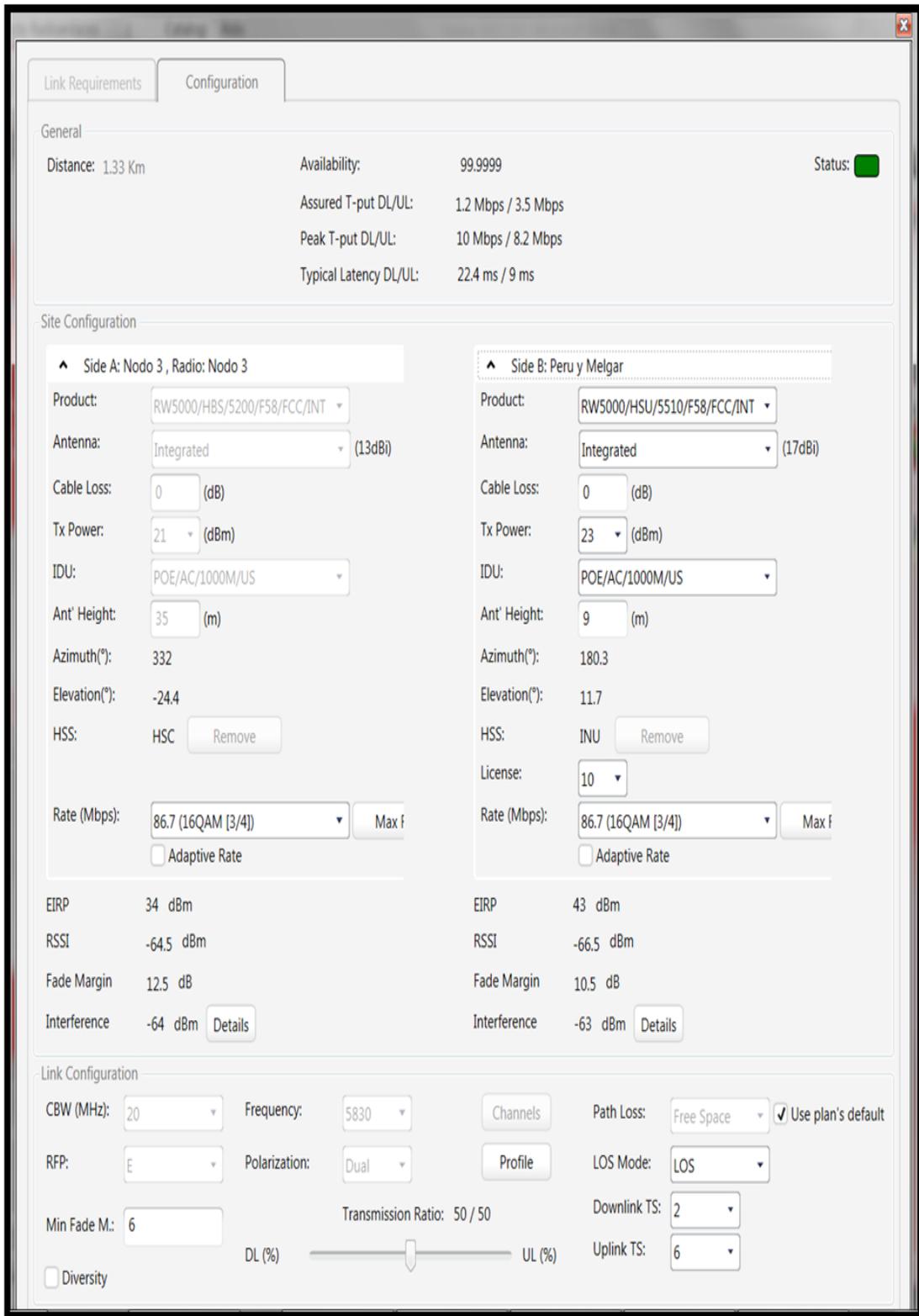
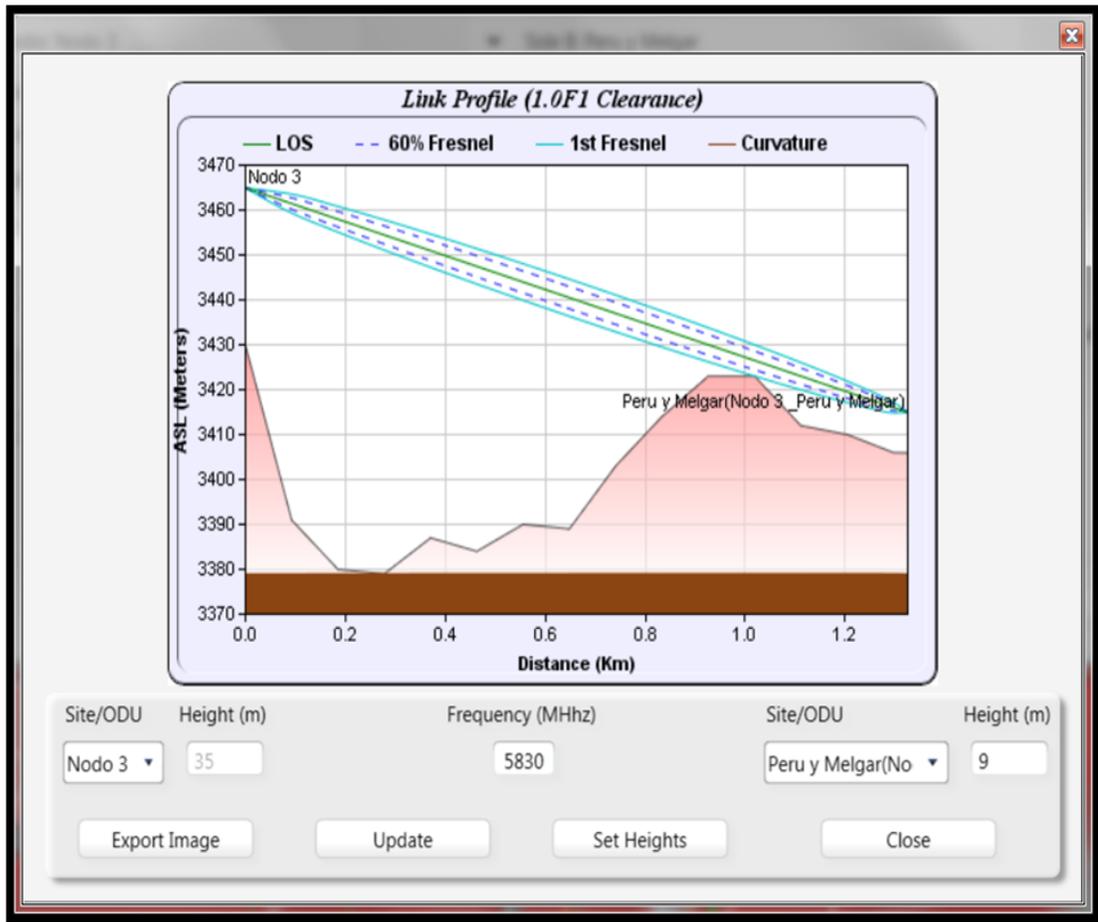


Imagen 12. Perfil de Enlace en Topología Punto a Multipunto entre Nodo 3_Perú y Melgar. Fuente: Software R-Planner



**Imagen 13. Línea de vista entre Nodo3_Perú y Melgar.
Fuente: Software R-Planner**

4.6 Asignación de los Nodos Secundarios hacia el Nodo Central

Como se describe en la tabla 15, se empleará una capacidad máxima de 750 Mbps por cada enlace punto a punto con canales de 80 MHz (RW2000).

Para la realización del diseño de la topología punto a multipunto con las siguientes consideraciones:

- Frecuencia de trabajo 5.8 Ghz FCC/IC
- Canalización de 20 Mhz

- Capacidad por enlace punto a punto de 350 Mbps con canales de 40 Mhz
- Antena de tipo flat con ganancia de 23 dBi

La tabla 28 muestra con la asignación de los nodos secundarios hacia el nodo concentrador, se está empleando el software propietario del fabricante que nos muestra la capacidad y distancia hacia el nodo asignado.

Tabla 28. Asignación de Nodos Secundarios hacia el Nodo Central, Fuente: Software R-Planner

Site A	Site B	Distancia	Servicio	Familia
Nodo 7	Nodo 1	0.96 Km	Link Service A/B: 154.4/154.4 Mbps	RW2000
Nodo 2	Nodo 1	1.8 Km	Link Service A/B: 154.4/154.4 Mbps	RW2000
Nodo 8	Nodo 1	1.22 Km	Link Service A/B: 154.4/154.4 Mbps	RW2000
Nodo 4	Nodo 1	1.65 Km	Link Service A/B: 154.4/154.4 Mbps	RW2000
Nodo 6	Nodo 1	0.62 Km	Link Service A/B: 154.4/154.4 Mbps	RW2000
Nodo 5	Nodo 1	1.33 Km	Link Service A/B: 154.4/154.4 Mbps	RW2000
Nodo 3	Nodo 1	2.07 Km	Link Service A/B: 153.3/153.3 Mbps	RW2000

4.6.1 Simulación de Enlace Punto a Punto

Se emplea el Software R-Planner como herramienta para la simulación de los radioenlaces. Se consideran la misma configuración realizada para los enlaces punto multipunto, relacionados a la zona de desvanecimiento (Fade Margin) y a la zona de Fresnel.

Se trabajará con la modulación 256QAM 3/4 (sensibilidad -39.7 dBm), dado que esta nos permite alcanzar una velocidad de 360 Mbps para los enlaces. La potencia de transmisión para los equipos en dichas modulaciones está regulado por el MTC. Se está considerando el tipo de clima tipo 2 para la simulación. A continuación se muestran los reportes proporcionado por el software de diseño R_Planner.

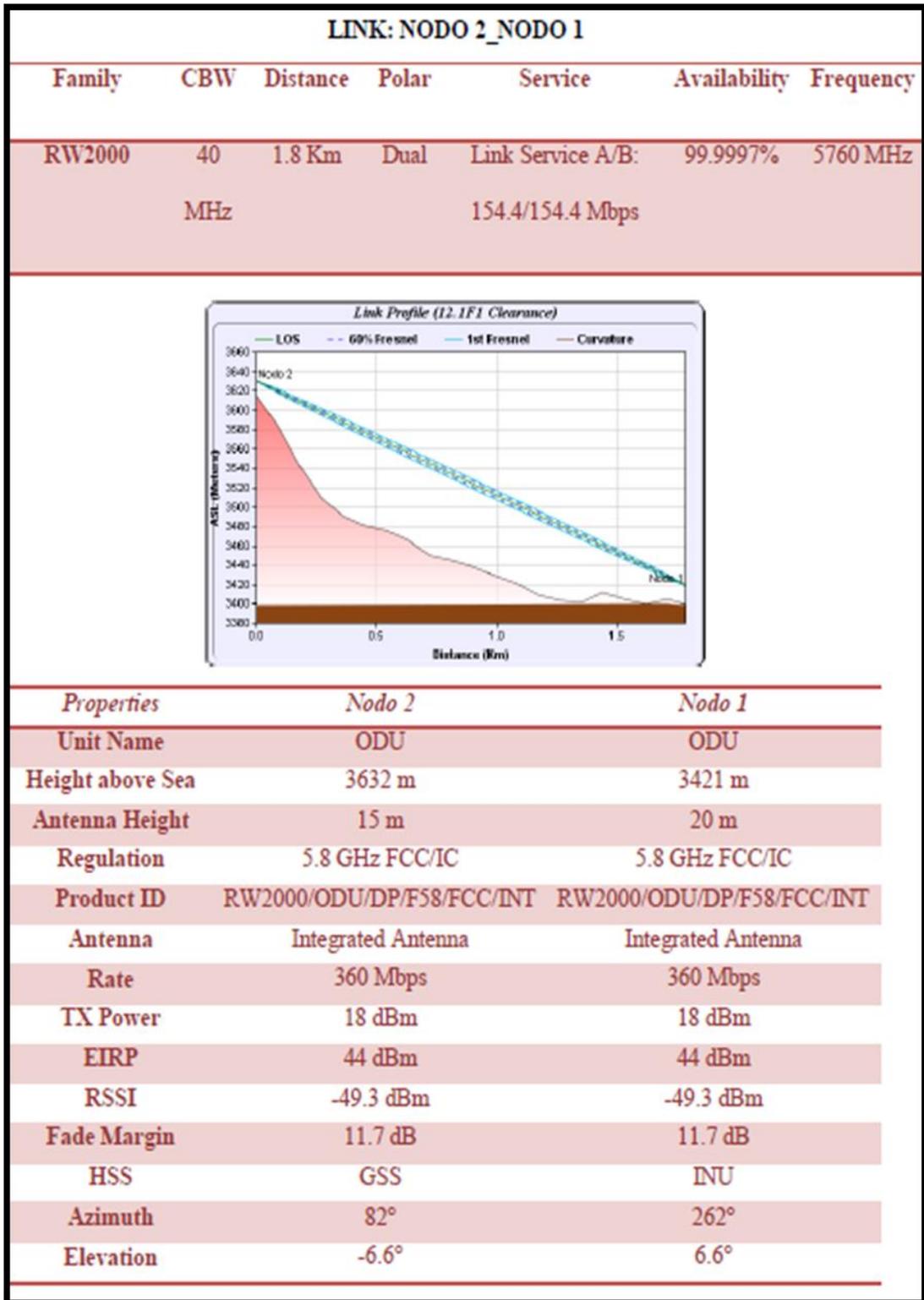


Imagen 14. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 2. Fuente: Software R-Planner

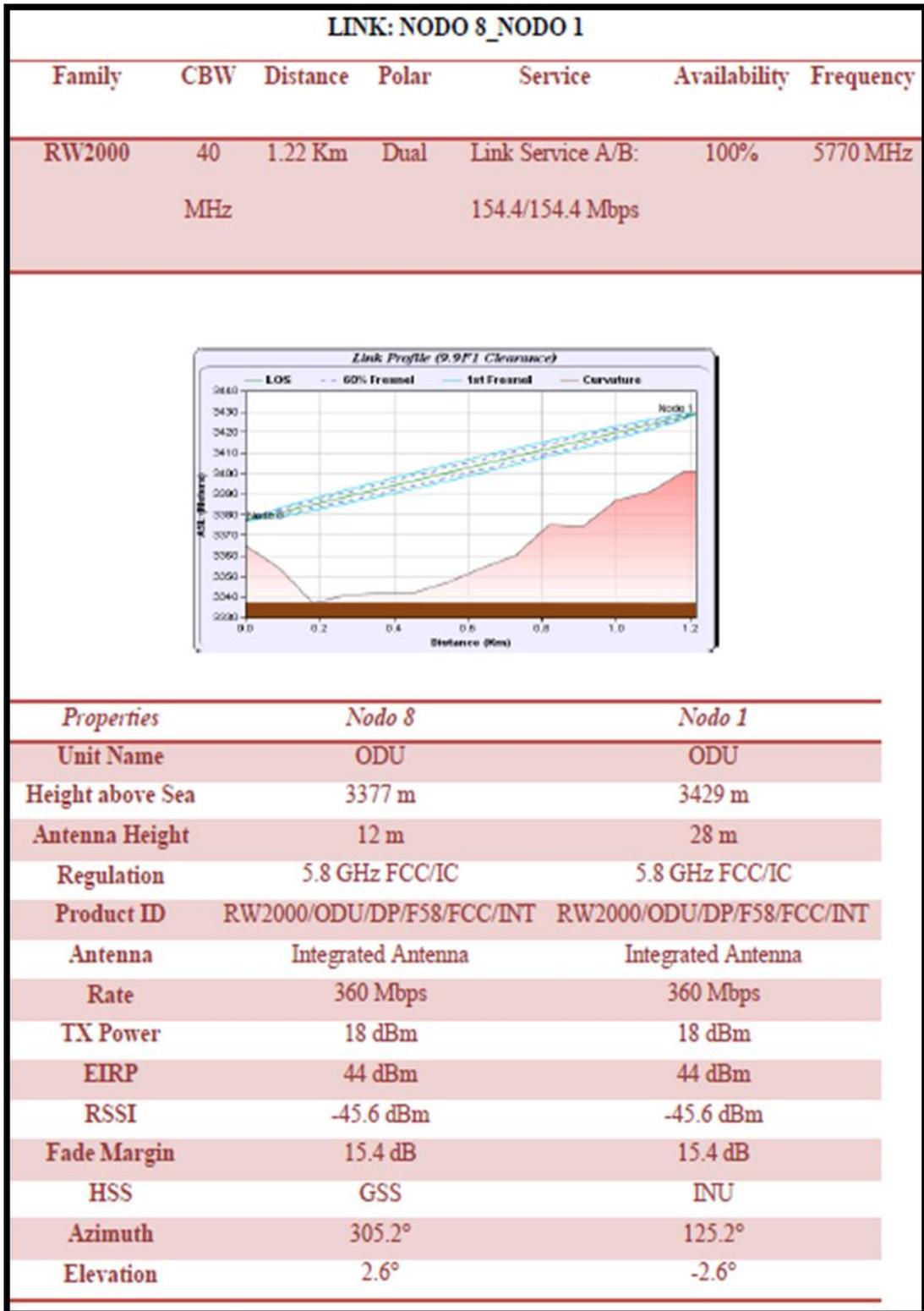


Imagen 15. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 8. Fuente: Software R-Planner

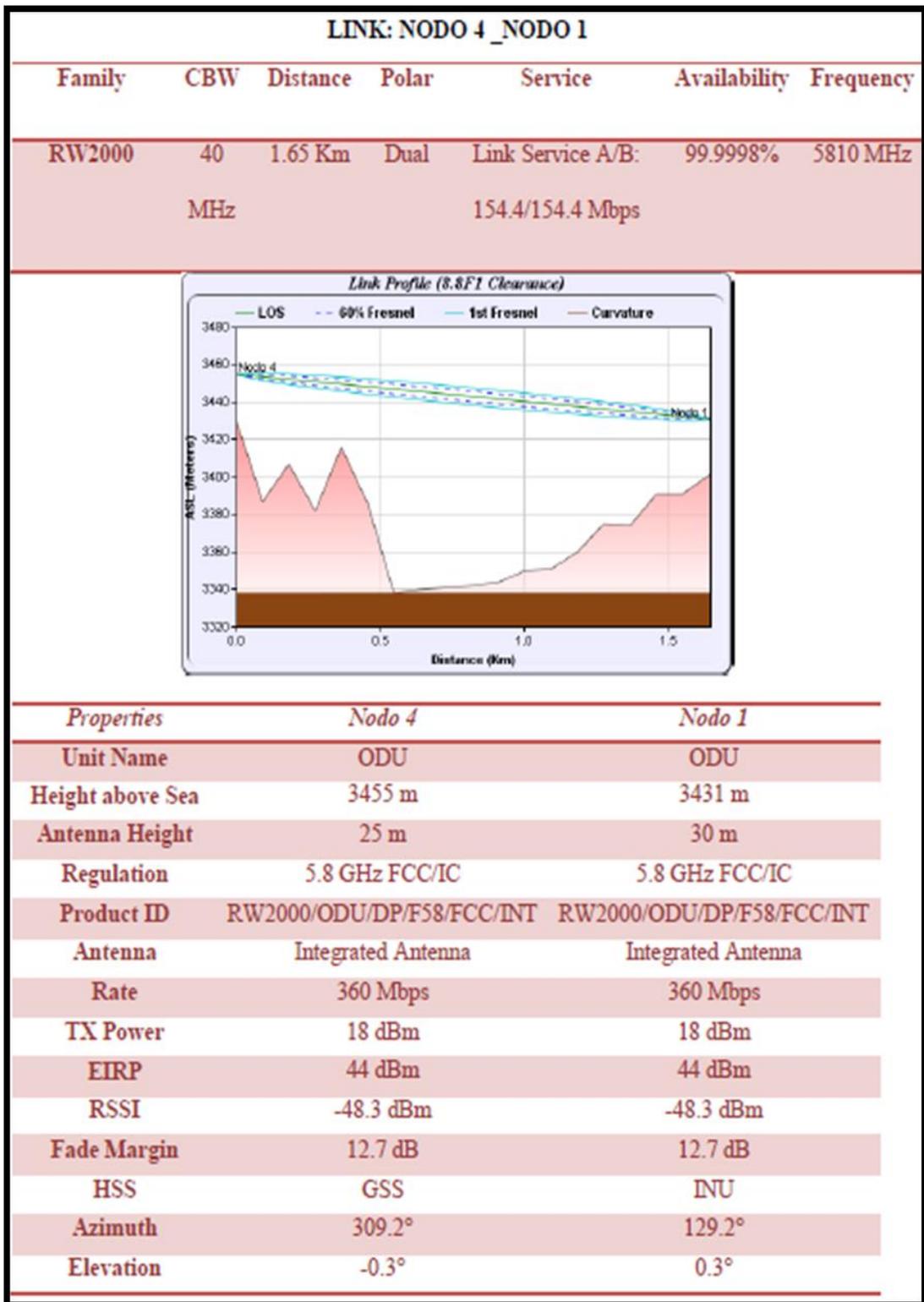


Imagen 16. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 4. Fuente: Software R-Planner

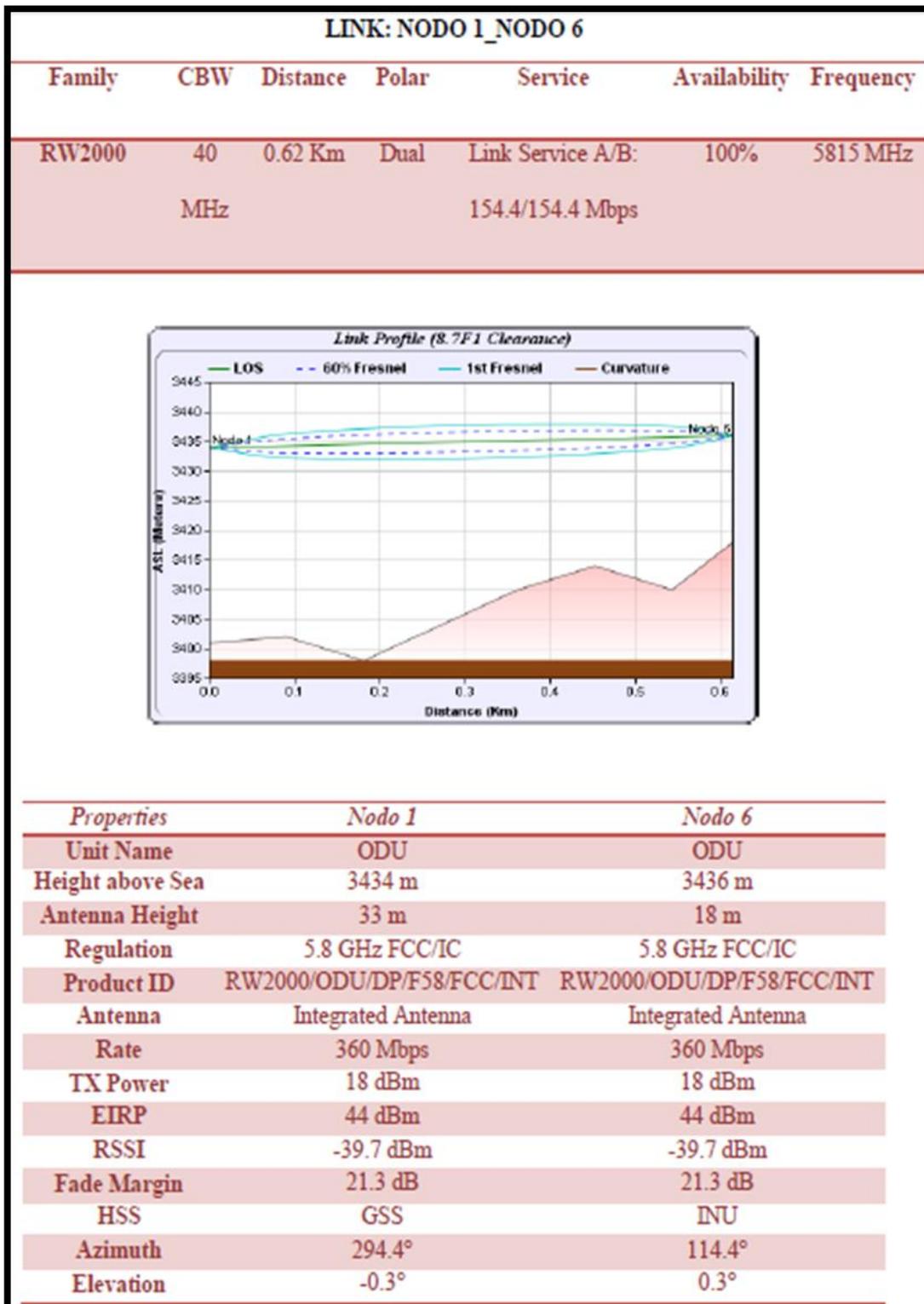


Imagen 17. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 6. Fuente: Software R-Planner

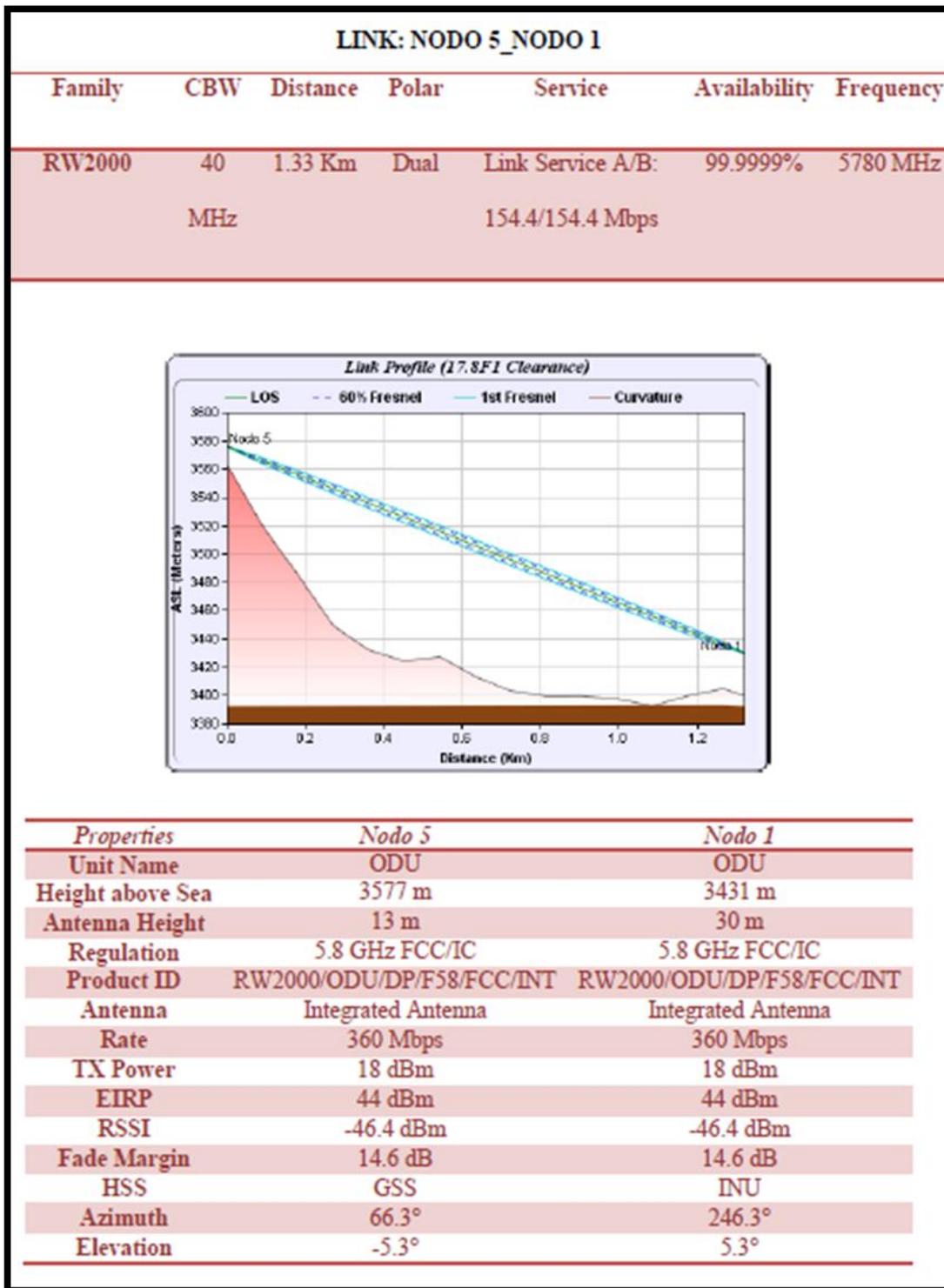


Imagen 18. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 5. Fuente: Software R-Planner

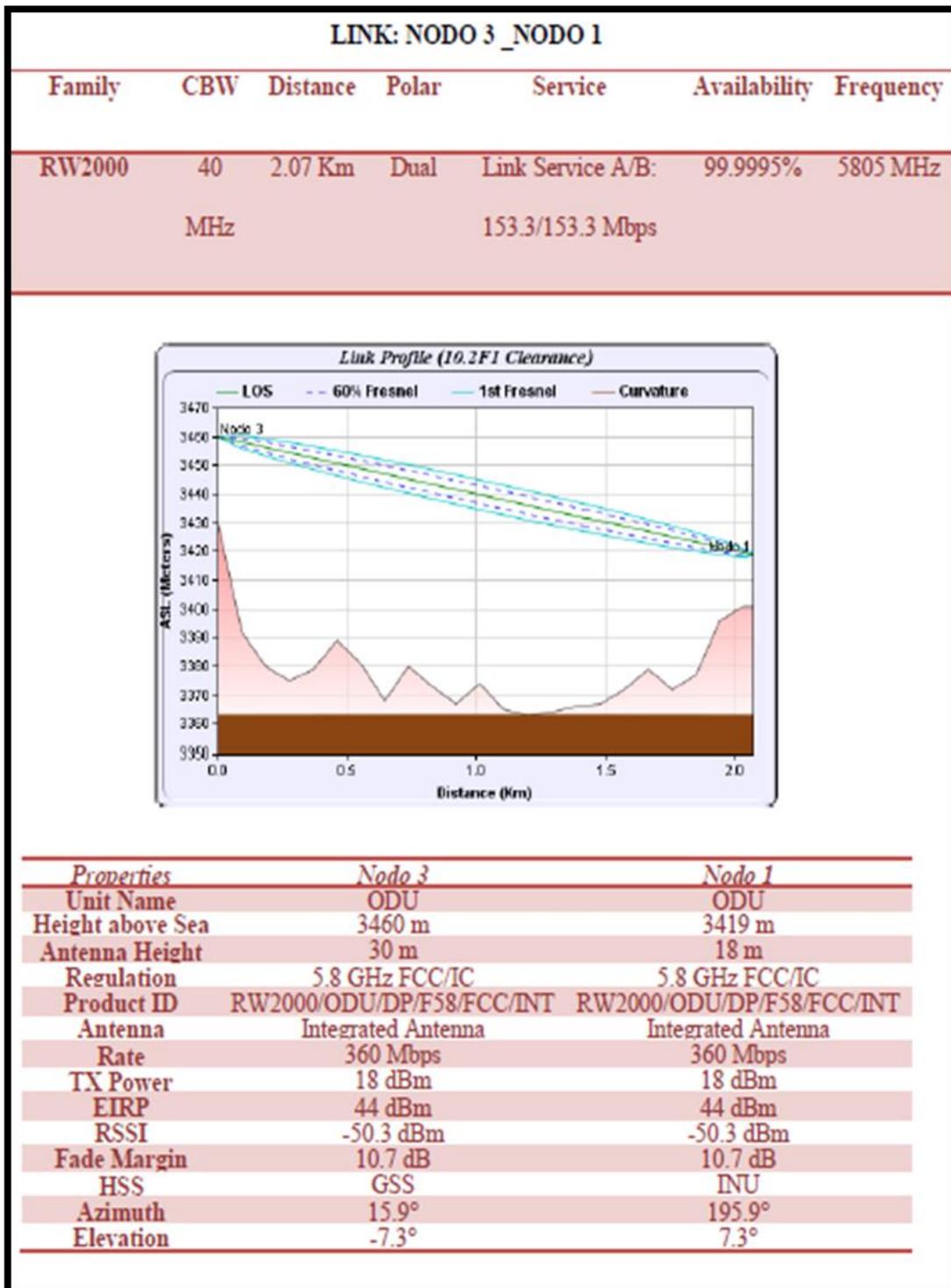


Imagen 19. Línea de vista entre Nodo 1_Nodo 3. Fuente: Software R-Planner

Las imágenes 14, 15, 16, 17, 18, 19 fueron los resultados obtenidos por el software de diseño R-Planner, donde se detallan los parámetros de enlace punto a punto.

A continuación se muestra en la imagen 20 la topología completa del diseño elaborado, en el cual se muestra los nodos secundarios enlazados con los sus respectivos puntos de videovigilancia y se muestran los enlaces de los nodos secundarios hacia el nodo central, se visualiza el área de cobertura de cada nodo con un color diferente.

Los nodos secundarios se encuentran distribuidos geográficamente de manera que cumplan con la mayor cobertura posible de los puntos con mayor índice de incidencias delictivas, según la municipalidad de Santiago.

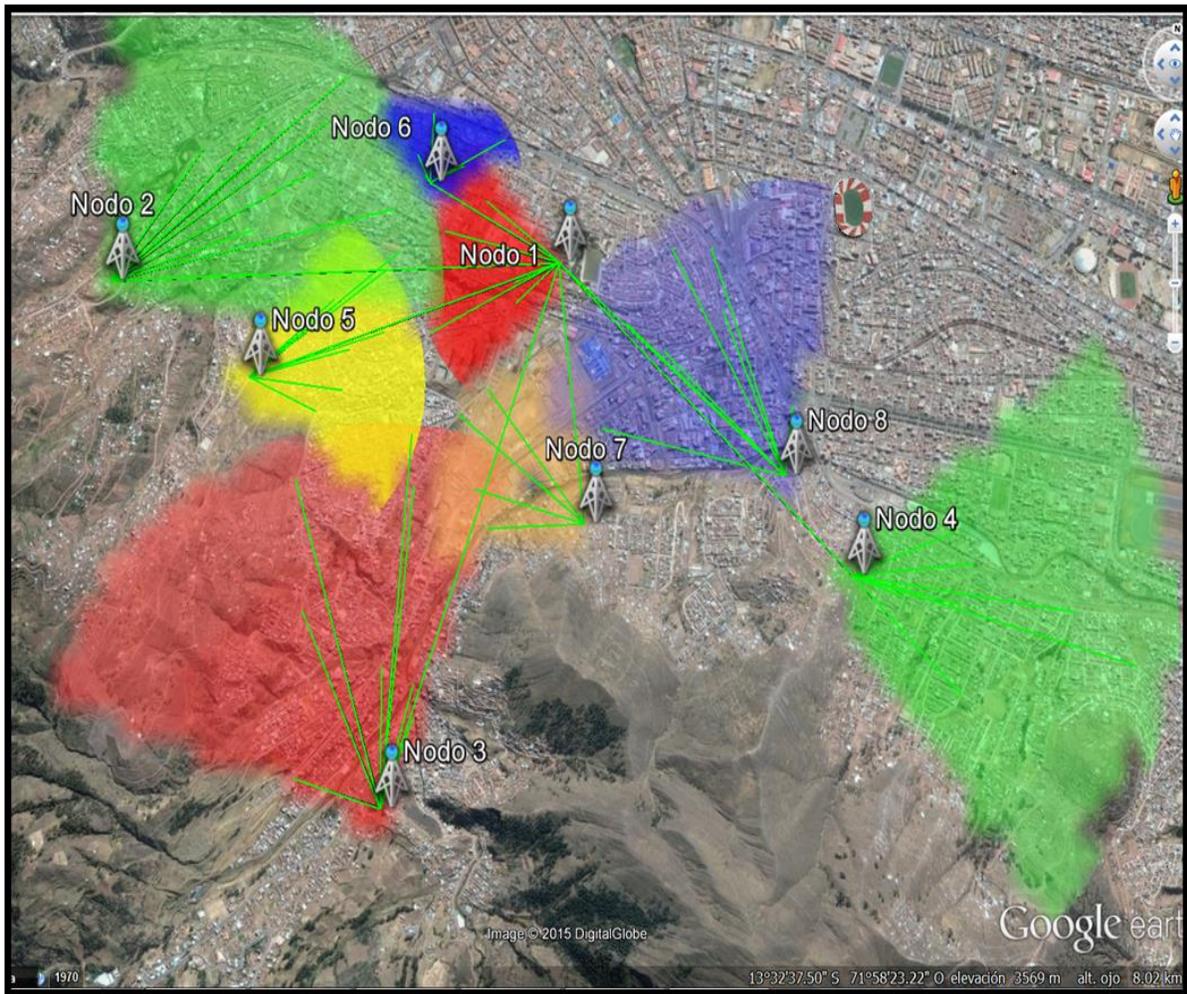


Imagen 20. Cobertura de los nodos secundarios. Fuente: Software R-Planner

4.7 Software de Gestión del Sistema De Radioenlace

Los equipos de comunicación serán administrados mediante el software propietario del fabricante, el cual permite realizar todas la configuraciones necesarias, tales como asignación de IPs, asignación de frecuencias, asignación de banda, canalización, monitoreo de los enlaces, reporte de alarmas, entre otros puntos.

Se tomarán como referencia los valores obtenidos por la simulación del presente proyecto y estos serán ingresados al software de gestión.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CENTRO DE CONTROL

En el presente punto, se muestra el sistema de almacenamiento necesario para las 94 cámaras, según las configuraciones realizadas para una obtener una buena calidad de video.

Referente al centro de control, se mencionará los tipos de monitores recomendables a emplear, se calculará la cantidad de estaciones de trabajo y algunos accesorios para el control de las cámaras.

5.1 Cálculo de Almacenamiento

Para conocer la capacidad de almacenamiento requerido por el sistema, haremos uso de la calculadora proporcionada por el fabricante de las cámaras, en la cual se coloca la cantidad de cámaras a utilizar en todo el sistema (94 cámaras), la resolución máxima para el presente proyecto es de 3MP y 15 cuadros por segundo.

Bandwidth & Storage Calculator ⓘ

Step 1

Different ways to manage storage plan : How big storage space is needed? ▾

Keep Stored Videos (days) 45

Step 2 (■ : successfully calculated data)

Include	Amount of Cameras	Resolution	Frame Rate	Compression	Video Quality ⓘ	Bitrate of each Camera (Mbps)	Recording hours per day	Storage Space (TB)	Add
<input checked="" type="checkbox"/>	94	3 MP ▾	15 fps ▾	H.264	Good ▾	Bitrate : 2 Mbps	24 ▾	87.14	Delete

Calculation Result

Total Amount of Cameras	94
Total Bandwidth	188 Mbps
Total Storage	87.14 TB

Imagen 21. Calculadora de almacenamiento. Fuente:
<http://www.acti.com/storagecalculator>

Tal como se muestra en la imagen 21 el resultado obtenido es de 87.14 TB de almacenamiento mínimo requerido, para almacenar el video durante las 24 horas, por 45 días.

5.2 Implementación del Centro de Control

5.2.1 Servidor de Almacenamiento

De acuerdo a los cálculos mostrados en el punto 5.1, se requiere contar con un servidor capaz de gestionar, procesar y almacenar los 87.14 TB generados, producto de las 94 cámaras. Adicionalmente se considera algunas características mínimas necesarias que se muestran en la tabla 29.

Tabla 29. Características Mínimas. Fuente: Propia

Características Técnicas Mínimas Requeridas	
Tipo producto	Standalone NVR
Conexión a la red	RJ-45, 1GBE
Puerto Serial	RS-232
Alimentación	110-240VAC
Redundancia	Si
Tipo de montaje	Rack
Espacio de Rack	2U
Transferencia	300Mbps
Interfaz HDD	12 SATA DISKs
Capacidad	96 TB (8 TB x 12)
Interface externa	SAS, iSCSI, USB
Nivel RAID	Hardware RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50 y 60
Acceso Local	VGA, USB, teclado y ratón
Sistema Operativo del Servidor	Windows 7 embebido
Ventilador	Si
Temperatura de Trabajo	10°C – 40°C
Certificaciones	CE, FCC, UL
Garantía	3 años

De acuerdo a la información investigada estos serían los requisitos mínimos para un correcto funcionamiento.

5.2.2 Estaciones de Trabajo

El arreglo que se utilizará para el sistema de monitoreo será de 10 cámaras de videovigilancia por estación de trabajo, lo que se resume a 10 estaciones de trabajo en total para la estación de control, esto se muestra a continuación en la tabla 30.

Tabla 30. Cálculo de Estaciones de Trabajo. Fuente: Propia

Total de cámaras	94
Cámaras por estación de trabajo	10
Total de estaciones de trabajos	Total de cámaras / cámaras por estación de trabajo
Total de estaciones de trabajo	10

Con la ayuda del fabricante de las cámaras, podemos seleccionar la PC más adecuada según requisitos necesarios(imagen 22):

Step 1

Streaming Architecture between camera and VMS	Dual Stream <input type="button" value="v"/> What is Dual Stream? High resolution stream for recording & low resolution stream for smooth live view.
---	---

Step 2

Camera Type	Standard Camera <input type="button" value="v"/>
Number of Channels	10 <input type="button" value="v"/>

Step 3

	Stream 1 (Recording)	Stream 2 (Live View)
Camera Video Resolution	3MP <input type="button" value="v"/>	640x480 (VGA)
Camera Frame Rate	15	30
Video Compression	H.264	MJPEG

Result
Choose any acceptable PC configuration from the table below.

PC Level	PC Specifications	Performance		
		Recording	Live View	Export
Average PC	Intel i3 3240, 4GB RAM, Windows 7 Professional	3MP, 15fps	VGA, 30fps	3MP, 15fps
Good PC	Intel i5 3570, 4GB RAM, Windows 7 Professional	3MP, 15fps	VGA, 30fps	3MP, 15fps
Excellent PC	Intel i7 3770, 4GB RAM, Windows 7 Professional	3MP, 15fps	VGA, 30fps	3MP, 15fps

Notice: The above performance was tested on following conditions:

NVR version	NVR3 v3.0.06.13
Codec	H.264
Bitrate	3Mbps
Remark	Disable 'Decode-I' function in Display Performance Settings

Imagen 22. Selección de estaciones de trabajo. Fuente:

<http://www.acti.com/corpweb/Tools/PCSelector/>

Las computadoras recomendadas son aquellas que cumplan con un procesador i3 de tercera generación, memoria RAM de 4GB y con Windows 7 profesional, se puede pueden tener PCs con procesadores más avanzados según necesidades del cliente.

5.2.3 Monitores para TV Wall

Se empleará un arreglo de monitores de 1x4 (Filas x Columnas), la cantidad de monitores a emplear se calculan por cantidad de cámaras a visualizar por cada monitor como explica la tabla 31.

Tabla 31. Cálculo de Monitores. Fuente: Propia

Total de cámaras	94
Cámaras por Monitor	24
Total de Monitores	Total de cámaras / cámaras por Monitor
Total de Monitores	4

Las características mínimas que deben de cumplir los monitores según las especificaciones técnicas revisadas son las que se muestran en la tabla 32:

Tabla 32. Características Mínimas del Monitor de TV Wall. Fuente: Propia

Tamaño de Monitor	46''
Resolución	1920x1080 @60Hz
Brillo	700cd/m ²
Relación de Contraste	4000 : 1
Relación de Aspecto	16 : 9
Angulo de Visión (H/V)	178° / 178°
Tiempo de Respuesta	< 8ms
Sistema de Video	NTSC / PAL
Video In / Out (BNC Type)	2 / 2
HDMI In / Out	1 / 1
VGA In / out (15Pin D-Sub)	1 / 1
DVI-D In / Out	1 / 1
Audio In (RCA Type)	2(L + R)
PC Stereo In	1
RS232 In / Out	1 / 1
Parlantes	10W x 2
Sensor de Temperatura	Si
Consumo: < Encendido	< 260W
Alimentación	AC 100 ~ 240V (50/60Hz)
Temperatura de Operación	0 ~ 40°C / 32 ~ 104°F

Se recomienda que los monitores cumplan con las características técnicas mínimas mencionadas para tener un óptimo desempeño sin problemas a futuro por el uso continuo que se dará.

Para gestionar el arreglo de monitores mencionados, es necesario el uso de una PC que cuente con el software de gestión, que se encargará de mostrar las cámaras en los monitores, dicha PC estará conectado en red con el servidor, así mismo esta PC contará con 4 tarjetas de video HDMI para ser conectados a los monitores de TV Wall, la PC solicitada debe de tener requisitos similares a la estaciones de trabajos mencionadas en el punto 5.2.2.

5.2.4 Software de Gestión de Sistema de Videovigilancia

Las cámaras de videovigilancia serán administrados mediante el software propietario del fabricante, el cual permite realizar todas la configuraciones necesarias, tales como asignación de IPs, configuración de calidad de video, ajuste de resolución, manejo de las cámaras PTZ, visualizar las cámaras en el arreglo de pantallas que se determinó (1x4).

El software de gestión para el sistema de videovigilancia, estará instalado en todas las estaciones de trabajo y en el servidor.

5.3 Accesorios del Sistema

Los accesorios que se utilizarán en el sistema de videovigilancia, tanto en la parte de radioenlaces como en el área del centro de control serán los siguientes:

- Switch no administrables de 6 puertos como mínimo con alimentación POE, estos switch se colocarán en puntos de más de 1 cámara.
- Caja de tipo Nema, se instalarán en los puntos de videovigilancia con la finalidad de proteger las fuentes de alimentación y switches.
- Se contará con sistema de protección, contra sobre cargar eléctricas para los enlaces microondas.

- Cable Ethernet CAT 6A o superior para la interconexión física en los equipos de Networking, Cámaras y Radioenlaces.
- Switch administrable de 24 puertos como mínimo, que se ubicara en el centro de control.
- Se emplearán Joystick para el control de las cámaras de tipo Bullet y PTZ.

5.4 Diseño Final del Sistema

A continuación se muestra el diseño final del sistema.

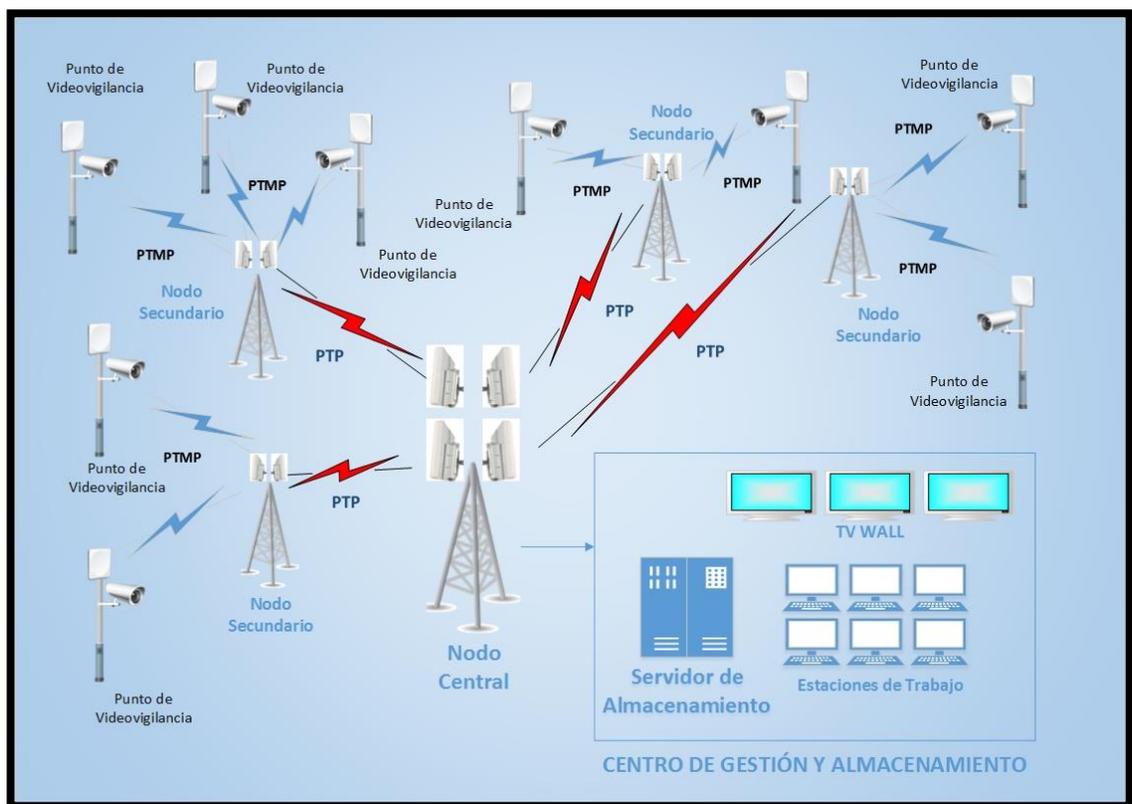


Imagen 23. Diseño Final del Sistema

Tal como se muestra en la imagen 23 estos serán todos el equipamiento que se empleará para realizar el sistema de videovigilancia.

6. PROPUESTA ECONÓMICA DEL SISTEMA

A continuación se detalla la propuesta económica del sistema a desplegarse el cual solo incluye cotización de equipamiento los cuales son los Enlaces Punto a Punto, Enlaces Punto a Multipunto, Cámaras IP con su kit de instalación en poste, Switch, Servidores de Almacenamiento, Discos Duros, Monitores para el TV Wall y Estaciones de Trabajo.

Tabla 33. Propuesta Económica del Sistema. Fuente Propia

Detalles	Precio	Cantidad	Subtotal
RADWIN HBS 5200 ODU	\$ 4,212.000	8	\$ 33,696.00
RADWIN HSU 510 ODU	\$ 327.600	55	\$ 18,018.00
RADWIN 2000 D-Plus ODU	\$ 2,152.800	14	\$ 30,139.20
Indoor AC POE device for RADWIN's radios	\$ 74.880	77	\$ 5,765.76
GPS	\$ 1,544.400	7	\$ 10,810.80
Cámara PTZ I96	\$ 1,971.84	54	\$ 106,479.36
Cámara Bullet B47	\$ 722.28	40	\$ 28,891.20
Kit de Montaje en Poste B47	\$ 148.98	40	\$ 5,959.20
Kit de Montaje en Poste I96	\$ 148.98	54	\$ 8,044.92
Switch Administrable de 6 Puertos	\$ 230.00	24	\$ 5,520.00
Servidor de Almacenamiento NAS 90 TB	\$ 7,813.00	1	\$ 7,813.00
Discos Duros de 8 TB	\$ 623.50	12	\$ 7,482.00
Pc's para Workstation	\$ 700.00	10	\$ 7,000.00
PC para TV Wall	\$ 900.00	1	\$ 900.00
Monitores para TV Wall	\$ 2,808.00	4	\$ 11,232.00
Switch Administrables de 24 Puertos	\$ 598.00	1	\$ 598.00
Joystick	\$ 50.00	10	\$ 500.00
Software de Gestión	\$ 3120.00	1	\$ 3120.00
Sub Total			\$ 291,969.44
Total incluido IGV			\$ 344,523.94

CONCLUSIONES

1. Por un tema de capacidad en el diseño se ha considerado utilizar hasta 10 equipos suscriptores por nodo para asegurar los 3 Mbps que consume cada cámara.
2. En el diseño se ha considerado trabajar con equipos que tengan antena integrado debido a la cercanía entre los nodos y sus puntos de videovigilancia, los cuales no son mayores a 3 Km, al tener estas características facilitaría la instalación y ahorraría espacio en torre y/o poste.
3. La energía necesaria para la alimentación de los radioenlaces y las cámaras se obtendrá desde los postes de alumbrado público (220Vac – 60Hz).
4. Se ha considerado trabajar con equipos que cuenten con grado de protección IP 67, dicho nivel de protección se requiere debido al tipo de ambiente cambiante (hostil con lluvias, granizo, polvo) que puede presentar la ciudad de Cusco.
5. Referente al tema de los equipos indoor que se instalarán en la intemperie, tales como las fuentes de alimentación POE y Switches, se está considerando colocar tableros tipo Nema.
6. Para proteger los equipos contra sobrecargas de tensión, se instalarán arrestores en cada punto.
7. En los enlaces punto-multipunto se trabajará con la canalización de 20MHz y para los enlaces de punto-punto se trabajará con canalización de 40MHz con la finalidad de optimizar el espectro en la banda de 5.8 Ghz, evitando interferencias entre los enlaces.
8. Los perfiles de enlace fueron validados con el software de diseño R-Planner, dentro del cual se colocaron las alturas de los postes y de las torres a emplear.

9. Las cámaras seleccionadas cuentan con la propiedad de zoom óptico, y trabajan en condiciones de baja luminosidad sin necesidad de emplear infrarrojo, con lo cual se garantiza buen alcance y ahorro en el consumo de energía respectivamente.
10. Los switches que se emplearán serán de tipo administrables de capa 3, de alta disponibilidad, garantizando una buena gestión del tráfico de datos generados por las cámaras y los radioenlaces.
11. La gestión de las cámaras de videovigilancia se realizará en la sala de control, para lo cual se estará utilizando el software de gestión propietario de las cámaras, ya que si utilizamos un software de terceros se perderían características propias de las cámaras como por ejemplo, manejo de contraste a contra luz, controles, tasa de transferencia de las cámaras, entre otras.

RECOMENDACIONES

1. Los cables (Ethernet) a emplear para realizar las conexiones entre los equipos deberán ser de categoría 6 o superior para exteriores.
2. Por lo menos se debe programar un mantenimiento preventivo por año o mejor aún cada 6 meses, el cual se debe de realizar la limpieza del cover de la cámara, así como de los radioenlaces y realizar cambios ante eventuales daños materiales en equipos y cables.
3. En el caso del centro de control se recomienda contar con fuente de alimentación redundante para los equipos de networking y un sistema de UPS para el caso de corte de energía.
4. Se recomienda realizar un backup de los archivos de video cada 45 días, debido que estamos dimensionando el sistema de grabación para que cada 46 días sobrescriba el nuevo archivo de video.
5. Se recomienda capacitar al personal ante eventuales temas de configuración y soporte de radioenlaces y cámaras IP.

REFERENCIAS

- ¹ Plan_Estrategido_Codisec_Santiago_De_Cusco_2015.Pdf, Pág. 33 – Pág.- 34
- ² Plan_Estrategido_Codisec_Santiago_De_Cusco_2015.Pdf, Pág. 43, Cuadro Nro 006, Pag. 43, Cuadro 007, Pág. 45, Cuadro 008 y Cuadro 009.
- ³ Plan_Estrategido_Codisec_Santiago_De_Cusco_2015.Pdf, Pág. 46, Cuadro Nro 010.
- ⁴ Plan_Estrategido_Codisec_Santiago_De_Cusco_2015.Pdf, Pág. 48 y Pág. 49.
- ⁵ <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-ponen-funcionamiento-centro-videovigilancia-ciudad-del-cusco-546871.aspx>, fecha de publicación 11/03/15
- ⁶ Guía Completa De Video IP.Pdf, Pág. 7, 2006, Axis Communications
- ⁷ Guía Completa De Video IP.Pdf, Pág. 7, 2006, Axis Communications
- ⁸ Guía Completa De Video Ip.Pdf, Pág. 8, 2006, Axis Communications
- ⁹ Guía Completa De Video IP.Pdf, Pág. 8, 2006, Axis Communications
- ¹⁰ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 3, 2008-2009, Axis Communications
- ¹¹ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 3, 2008-2009, Axis Communications
- ¹² Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 4, 2008-2009, Axis Communications
- ¹³ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 4, 2008-2009, Axis Communications
- ¹⁴ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 4, 2008-2009, Axis Communications
- ¹⁵ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 5, 2008-2009, Axis Communications
- ¹⁶ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 5, 2008-2009, Axis Communications
- ¹⁷ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 5, 2008-2009, Axis Communications
- ¹⁸ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 5, 2008-2009, Axis Communications
- ¹⁹ Artículo_Razones_Camaras_IP.Pdf Pág. 6, 2008-2009, Axis Communications
- ²⁰ Tesis: Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para el Mejoramiento de la Red del Napo, Daysy Malvaceda Rojas, Febrero 2014, Pág. 20

²¹ Tesis: Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para el Mejoramiento de la Red del Napo, Daysy Malvaceda Rojas, Febrero 2014, Pág. 20

²² Tesis: Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para el Mejoramiento de la Red del Napo, Daysy Malvaceda Rojas, Febrero 2014, Pág. 20

ANEXO N°1: Especificación Técnica - Cámara Acti I96

Speed Dome Camera

I96



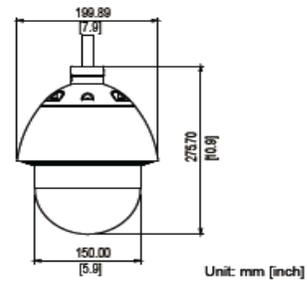
2MP Outdoor Speed Dome with D/N, Extreme WDR, ELLS, 30x Zoom Lens

- 2 Megapixel with 1080p
- Day & Night with Extreme Low Light Sensitivity
- 30x Zoom Lens with f4.3 - 129mm / F1.6 - 5.0, DC Iris, Auto Focus
- Extreme WDR (145 dB)
- 30 fps at 1920 x 1080
- Endless Pan & Tilt
- Weatherproof (IP67) and Vandal Proof Options (IK10 or IK09)

PHOTO INDICATION



DIMENSION DIAGRAM



ACCESSORY OPTIONS

Dome Cover		
PDCX-1005		Transparent, Vandal proof (IK10)
PDCX-1108		Smoked, Vandal proof (IK10)
High PoE Injector		
PPOE-0102		High PoE injector with universal connector

Popular Mounting Solutions		
Wall	PMAX-0312 PMAX-0702	
Pendant	PMAX-0102	
Corner	PMAX-0312 PMAX-0702 PMAX-0402	
Pole	PMAX-0312 PMAX-0702 PMAX-0503	
NPT Standard Mounts	PMAX-0606	

* For more mounting solutions, please refer to Project Planner on www.acti.com



www.acti.com

* Latest product information: www.acti.com/product/
* Accessory information: www.acti.com/accessory/

150907

PRODUCT SPECIFICATION

I96

• Device	
Product Type	Outdoor PTZ Camera
Image Sensor	Progressive Scan CMOS
Sensor Size	1/2.8"
Effective Pixels	1944 (H) x 1224 (V) (2.38 MP)
Day / Night	Yes
Low Light Sensitivity	Extreme
Minimum Illumination	Color: 0.1 lux at F1.6 (30 IRE, 3400°K); B/W: 0.05 lux at F1.6 (30 IRE, 3400°K)
Color to B/W Switch	ISP based switch, configurable
Mechanical IR Cut Filter	Yes
IR Sensitivity Range	700-1100nm
IR LED	No
Electronic Shutter	1/5 - 1/2,000 sec (manual mode); 1/5 - 1/10,000 sec (auto mode)
TV Lines	1800
S/N Ratio	56 dB
• Lens	
Focal Length	Zoom, 4.3 - 129mm / F1.6 - 5.0
Zoom Ratio / Speed	30x optical; 16x digital / 2.87 sec (1x to 30x)
Zoom Application	Camera Installation; Auto Zoom by Event; Manual Operation
Iris	DC Iris
Focus	Auto focus
Horizontal Viewing Angle	66.4° ~ 2.61°
• PTZ	
Manual Panning / Tilting Speed	3.2° ~ 8°/s
Preset Panning / Tilting Speed	1.6° ~ 480°/s
Panning Range	360° Endless
Tilting Range	-20° ~ 200°
Control	Remote manual control; 256 preset points; 10 preset tours; Auto scan
Preset Panning / Tilting Accuracy	0.265°
Absolute Position	Yes
Protocol	ACTI URL command, Sony VISCA, Pelco D, Pelco P
• Video	
Compression	H.264 (Baseline / Main / High profile), MJPEG
Max. Frame Rate vs. Resolution	30 fps at 1920 x 1080; 30 fps at 1280 x 720; 30 fps at 800 x 600; 30 fps at 640 x 480; 15 fps at 320 x 240
Multi-Streaming	Simultaneous dual streams based on two configurations
Bit Rate	28 Kbps - 6 Mbps (per stream)
Bit Rate Mode	Constant, Variable
Image Enhancement	Extreme WDR (145 dB); White balance: automatic, hold and manual; Brightness; Contrast; Sharpness; Automatic gain control; 2D+3D digital noise reduction; Flickerless; Defogging; Digital image stabilizer
Privacy Mask	32 configurable regions
Text Overlay	User defined text on video
Image Orientation	Image flip and mirror
• Audio	
Audio	2-way
Compression	8 KHz, Mono, PCM, 16 bit encoding; G.711
Audio-In	Cable without connector
Audio-Out	Cable without connector
• Network	
Protocol & Service	TCP, UDP, HTTP, HTTPS, DHCP, PPPoE, RTP, RTSP, IP4, IP6, DNS, DDNS, NTP, ICMP, ARP, IGMP, SMTP, FTP, UPnP, SNMP, Bonjour, Sony VISCA, Pelco D, Pelco P
Ethernet Port	1, Ethernet (10/100Base-T), RJ-45 connector
Security	IP address filtering; HTTPS encryption; Password protected user level; Anonymous login; IEEE 802.1X network access control
• Alarm	
Alarm Trigger	Video motion detection (3 regions); External device through digital input; Sound detection
Alarm Response	Notify control center; Go to PTZ preset point or preset tour; Change camera settings; Command other devices; E-mail notification with snapshots; Save video or snapshot to local storage; Upload video or snapshot to FTP server; Activate external device through digital output
• Interface	
Digital Input	4, cable without connector
Digital Output	2, cable without connector
Local Storage	MicroSDHC/MicroSDXC memory card slot (card not included)
• General	
Power Source / Consumption	High PoE (IEEE802.3at) / 25.44 W (built-in heater and fan on) AC 24V / 31.5 W (built-in heater and fan on)
Weight	2500 g (5.51 lb)
Dimensions (W x H)	200 mm x 276 mm (7.9" x 10.9")
Environmental Casing	Weatherproof (IP66, optional IP67); Vandal proof casing (IK10); Bundled dome cover (IK09); Optional dome cover (IK10)
Mount Type	Pendant, Wall, Corner, Pole, NPT standard mounts
Starting Temperature	-40°C ~ 50°C (-40°F ~ 122°F) within 30mins
Operating Temperature	-40°C ~ 50°C (-40°F ~ 122°F)
Operating Humidity	10% ~ 85% RH
Approvals	CE (EN 55022 Class B, EN 55024), FCC (Part 15 Subpart B Class B), IP67, IK09 (default dome cover), IK10 (POCX-1005 or PDCX-1108 required), NEMA 4X, ETL Listed
• Integration	
Unified Solution	Fully compatible with ACTI software
ISV Integration	Software Development Kit (SDK) available; ONVIF Compliant
GPS Position	Manual setting
Firmware Access Browser	Microsoft Internet Explorer 8.0 or newer (full functionality); Safari with QuickTime installed, and other browsers with VLC installed (partial functionality)

* All specifications are subject to change without notice.

* All brand names and registered trademarks are the property of their respective owners.

www.acti.com



ANEXO N°2: Especificación Técnica de la Cámara Acti B47

Bullet Camera

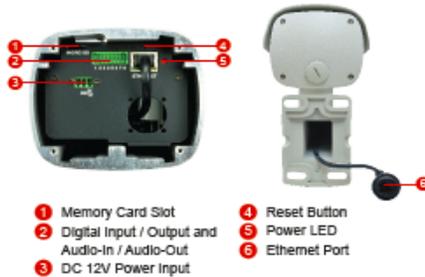
B47

3MP, Zoom Bullet with D/N, Adaptive IR, Superior WDR, 12x Zoom Lens



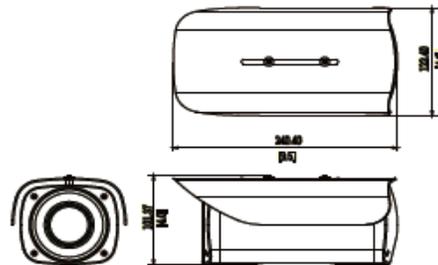
- 3 Megapixel with 1080p
- Day & Night with Adaptive IR LED
- 12x Zoom Lens with f5.2 - 62.4mm / F1.8 - 3.0, DC iris, Auto Focus
- Superior WDR (110 dB)
- 30 fps at 1920 x 1080
- Weatherproof (IP67) and Vandal Proof Metal Casing (IK10)

PHOTO INDICATION



- | | |
|---|-----------------|
| 1 Memory Card Slot | 4 Reset Button |
| 2 Digital Input / Output and Audio-In / Audio-Out | 5 Power LED |
| 3 DC 12V Power Input | 6 Ethernet Port |

DIMENSION DIAGRAM



ACCESSORY OPTIONS

Power Supply	
PPOE-0001	IEEE 802.3af PoE Injector for Class 1, 2 or 3 devices, with universal adapter
PPBX-0002	AC 100-240V to DC 12V power adapter with universal connector

Popular Mounting Solutions	
Wall	Integrated bracket
Ceiling	PMAX-1300
Pole	PMAX-0504
Gang Box	PMAX-0806

* For more mounting solutions, please refer to Project Planner on www.acti.com

PRODUCT SPECIFICATION**B47****• Device**

Device Type	Zoom Bullet Camera
Image Sensor	Progressive Scan CMOS
Sensor Size	1/3"
Effective Pixels	2048 (H) x 1536 (V) (3.15 MP)
Horizontal Resolution	1450 TVL
Day / Night	Yes
Low Light Sensitivity	Standard
Minimum Illumination	Color: 0.1 lux at F1.8 (30 IRE, 2400°K); BW: 0 lux (IR LED on)
Color to B/W Switch	ISP based switch, configurable
Mechanical IR Cut Filter	Yes
IR Sensitivity Range	700~1100nm
IR LED	Adaptive IR LED x 27 (850 nm)
IR Working Distance	40 m (0 lux, 30 IRE, Gain 255, Auto shutter mode)
Electronic Shutter	1/5 ~ 1/2,000 sec (manual mode); 1/5 ~ 1/10,000 sec (auto mode)
S/N Ratio	52 dB

• Lens

Focal Length / Aperture	Zoom, 15.2 - 62.4 mm / F1.8 - 3.0
Zoom Ratio / Speed	12x optical; 2.3 sec (wide to tele)
Zoom Application	Camera installation; Auto Zoom by Event; Manual Operation
Iris	DC Iris
Focus	Auto focus
Lens Mount	Board mount
Horizontal Viewing Angle	50.2° ~ 4.65°

• Video

Compression	H.264 (Baseline / Main / High profile), MJPEG
Max. Frame Rate vs. Resolution	20 fps at 2048 x 1536; 30 fps at 1980 x 1080; 30 fps at 1280 x 720; 30 fps at 800 x 600; 30 fps at 640 x 480; 15 fps at 320x240
Multi-Streaming	Simultaneous dual streams based on two configurations
Bit Rate	28 Kbps - 6 Mbps (per stream)
Bit Rate Mode	Constant, Variable
Privacy Mask	4 configurable regions for each of 17 preset points
Image Enhancement	Superior WDR (110 dB); White balance: automatic, hold, and manual; Brightness; Contrast; Sharpness(auto); Auto gain control; Digital noise reduction; Flickerless
Text Overlay	User defined text on video
Image Orientation	Image flip and mirror

• Audio

Compression	8kHz, Mono, PCM, 16 bit encoding, G.711
Audio-In	Terminal block
Audio-Out	Terminal block

• Network

Protocol & Service	TCP, UDP, HTTP, HTTPS, DHCP, PPPoE, RTP, RTSP, IPv4, IPv6, DNS, DDNS, NTP, ICMP, ARP, IGMP, SMTP, FTP, UPnP, SNMP, Bonjour, Sony VISCA, Pelco-D, Pelco-P
Ethernet Port	1, Ethernet (10/100 Base-T), RJ-45 connector
Security	IP address filtering; HTTPS encryption; Password protected user levels; Anonymous login; IEEE802.1X network access control

• Alarm

Alarm Trigger	Video motion detection (3 regions); External device through digital input; Sound detection
Alarm Response	Notify control center; Change camera settings; Command other devices; E-mail notification with snapshots; Save video or snapshot to local storage; Upload video, snapshot to FTP server; Activate external device through digital output

• Interface

Digital Input	1, Terminal block
Digital Output	1, Terminal block
Local Storage	MicroSDHC/MicroSDXC card slot (card not included)

• General

Power Source / Consumption	PoE Class 3 (IEEE802.3af) and DC 12V / 12W (built-in heater and IR on)
Weight	2.35 kg (5.19 lb)
Dimensions (Ø x L)	122.4 mm x 101.37 mm x 240.4 mm (4.8" x 4.0" x 9.5")
Bundled Accessories	Bracket, Weatherproof connector kit
Environmental Casing	Weatherproof (IP67 rated); Vandal proof metal casing (IK10)
Mount Type	Wall, Pole, Ceiling, Gang box
Starting Temperature	-40 °C ~ 50 °C (-40 °F ~ 122 °F) within 30 mins
Operating Temperature	-40 °C ~ 50 °C (-40 °F ~ 122 °F)
Operating Humidity	10% ~ 85% RH
Approvals	CE (EN 55022 Class B, EN 55024), FCC (Part15 Subpart B Class B), IP67, NEMA 4X, IK10 (metal casing), UL (for optional PoE injector and power adapter)

• Integration

Unified Solution	Fully compatible with ACTI software
ISV Integration	Software Development Kit (SDK) available; ONVIF compliant
GPS Position	Manual Setting
Firmware Access Browser	Microsoft Internet Explorer 8.0 or newer (full functionality); Safari with QuickTime installed, and other browsers with VLC installed (partial functionality)

* All specifications are subject to change without notice.

* All brand names and registered trademarks are the property of their respective owners.

www.aefi.com



ANEXO N°3: Especificación Técnica Estación Base, Radwin 5200

RADWIN HPMP HBS 5200 Series

Sector Base Station - Data Sheet



RW-5200-0150

Product Description

RW-5200-0150 is a sector Base Station radio unit (HBS) that provides up to 250 Mbps net aggregate throughput while delivering access connectivity for up to 32 Subscriber Units (HSU).

RW-5200-0150 supports 4.9 to 5.9 GHz and complies with FCC/IC, WPC, Universal & MII regulations.

The radio comes with an integrated antenna.

Product Highlights

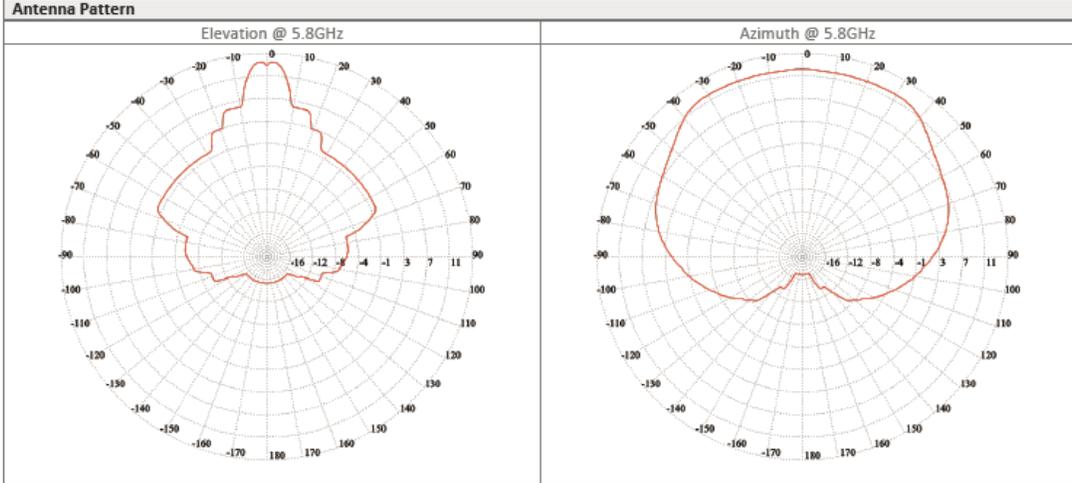
- Up to 250 Mbps net aggregated throughput
- Long range - Up to 40 km / 25 miles
- Supports up to 32 HSUs
- Guaranteed Service level Agreement (SLA) per HSU
- Exceptional short and constant latency
- Single radio supporting multiple bands
- Advanced MIMO, OFDM and Diversity technologies
- Robust and reliable operation in harsh conditions, extreme temperatures and non-line-of-sight scenarios
- Ease of operation and maintenance

RADWIN

Product Specifications:

Configuration					
Architecture	Outdoor Unit with an integrated antenna				
PoE to ODU Interface	Outdoor CAT-5e; Maximum cable length: 100m for 10/100BaseT and 75m for 1000BaseT				
Radio					
Max Capacity	250 Mbps net aggregate throughput				
Subscriber Units (HSUs) support	Up to 32 HSUs				
Range	Up to 40 km / 25 miles				
Channel Bandwidth	Configurable: 5, 10, 20, 40 MHz (for the default band)				
Modulation	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)				
Adaptive Modulation & Coding	Supported				
Smart Bandwidth Management (DBA)	Supported				
DFS	Supported (FCC/IC)				
Diversity	Supported				
Max Tx Power	25 dBm				
Duplex Technology	TDD				
Error Correction	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6				
Encryption	AES 128; FIPS 197; AES 256 optional (via Software License Key)				
Support Indoor units	RADWIN PoE devices (RW-9921-101X)				
Uplink / Downlink Allocation	Configurable: Symmetric or Asymmetric				
End to End Latency	Typical: 3.5msec @ 2 HSUs; 20msec @ 32 HSUs				
Layer 2	Bridging learning of 5K MAC addresses				
QoS	Packet classification to 4 priority queues according to 802.1P or Diffserv				
VLAN Support	802.1Q, QinQ, 4094 VLANs				
TDD Intra Site Synchronization	Supported				
TDD Inter Site Synchronization	Supported through common GPS receiver per site				
ODU Management	IPv4/IPv6 dual-stack; SNMP v1 and v3; HTTP using web browser				
Supported Bands					
Band	Channel BW 5MHz [GHz]	Channel BW 10MHz [GHz]	Channel BW 20MHz [GHz]	Channel BW 40MHz [GHz]	Radio Compliance
5.8 GHz FCC/IC (default)	5.7275-5.8475	5.725-5.850	5.725-5.850	5.725-5.850	FCC 47CFR Part 15.247; IC RSS-210
5.8 GHz WPC	5.8275-5.8725	5.825-5.875	5.825-5.875	5.825-5.875	WPC (India) G.S.R 38(E) dated 19 January, 2007 Notification
5.4 GHz Universal	5.4725-5.7225	5.470-5.725	5.465-5.730	5.455-5.740	Universal
5.1 GHz Universal	5.1475-5.3375	5.145-5.340	5.140-5.345	5.130-5.355	Universal
5.9 GHz Universal	5.7275-5.9525	5.725-5.955	5.720-5.960	5.710-5.970	Universal
4.9 GHz Universal	4.8975-4.9925	4.895-4.995	4.890-5.000	4.880-5.000	Universal
5.8 GHz MII	5.7375-5.8375	5.735-5.840	5.730-5.845	5.720-5.855	CMIIT RTA
5.4 GHz FCC/IC	5.4775-5.7175	5.480-5.715	5.480-5.715	5.480-5.715	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
5.2 GHz FCC/IC	5.2525-5.3475	5.255-5.345	5.255-5.345	5.255-5.345	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
5.1 GHz FCC/IC	5.1575-5.2475	5.160-5.245	5.160-5.245	5.155-5.250	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
Mechanical					
ODU Dimensions	50(w) x 20(h) x 11(d) cm				
ODU Weight	3.9 kg / 8.60 lbs				
Power					
Power Feeding	Power provided over ODU-IDU cable				
Power Consumption	<20W				
Environmental					
Operating Temperatures	-35°C to 60°C / -31°F to 140°F				
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and against immersion up to 1m)				
Safety					
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22				
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22				
EMC					
FCC	47 CFR Class B, Part15, Subpart B				
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4				
CAN/CSA-CEI/IEC	CISPR 22-04 Class B				

Integrated Antenna	
Gain	13 dBi
VSWR	1.7 : 1 (typ)
3 dB Azimuth Beamwidth	90 Deg. (typ)
Polarization	Dual Linear (Vertical and Horizontal)
Sidelobes Level	-10dB (typ)
Cross Polarization	-25dB (typ)
F/B Ratio	-20 dB
Port To Port Isolation	30dB (typ)
Lightning Protection	DC Grounded



Ordering Info

Part Number: RW-5200-0150

Description: RADWIN HBS 5200 ODU, with an integrated antenna, supporting multi frequency bands at 5.x GHz, factory default 5.8 GHz FCC/IC.

ANEXO N°4: Especificación Técnica Suscriptor, Radwin 5510

RADWIN HPMP HSU 510 Series

Subscriber Unit - Data Sheet



RW-5510-0A50

Product Description

RW-5510-0A50 Subscriber Unit (HSU) provides high capacity access connectivity of up to 10 Mbps net aggregate throughput. RW-5510-0A50 supports 4.9 to 5.9 GHz and complies with FCC/IC, MII & Universal regulations. The radio comes with an integrated antenna.

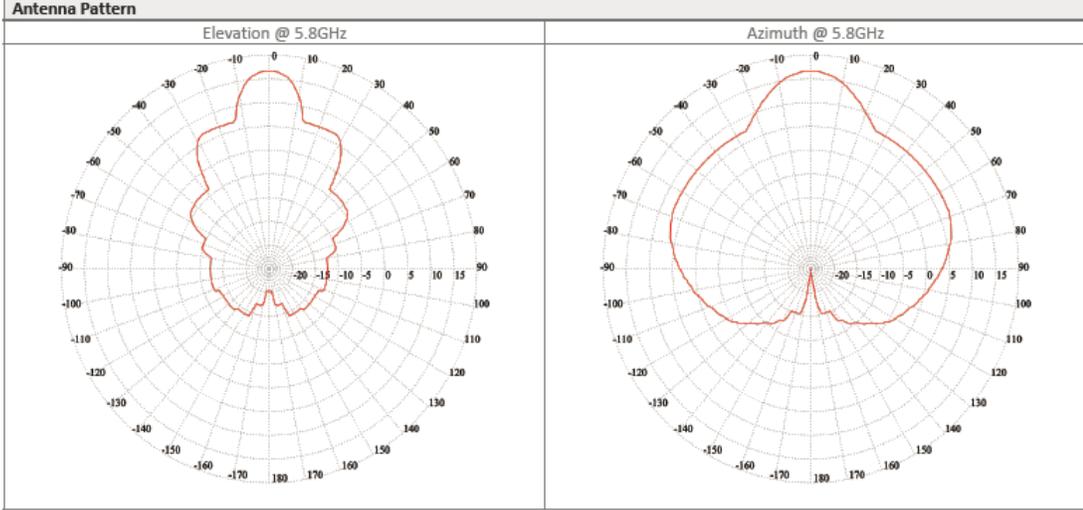
Product Highlights

- Up to 10 Mbps net aggregated throughput
- Long range - Up to 40 km / 25 miles
- Guaranteed Service level Agreement (SLA) per HSU
- Exceptional short and constant latency
- Advanced MIMO, OFDM and Diversity technologies
- Robust and reliable operation in harsh conditions, extreme temperatures and non-line-of-sight scenarios
- Ease of operation and maintenance

Product Specifications:

Configuration					
Architecture	Outdoor Unit with an integrated antenna				
PoE to ODU Interface	Outdoor CAT-5e; Maximum cable length: 100m for 10/100BaseT				
Radio					
Max Capacity	10 Mbps net aggregate throughput; Upgradable to 100 Mbps with license key				
Range	Up to 40 km / 25 miles				
Channel Bandwidth	Configurable: 5, 10, 20, 40 MHz (for the default band)				
Modulation	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)				
Adaptive Modulation & Coding	Supported				
DFS	Supported (FCC/IC)				
Diversity	Supported				
Max Tx Power	25 dBm				
Duplex Technology	TDD				
Error Correction	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6				
Encryption	AES 128; FIPS 197				
Support Indoor units	RADWIN PoE devices (RW-9921-101X)				
Uplink / Downlink Allocation	Configurable: Symmetric or Asymmetric				
Layer 2	HUB Mode				
QoS	Packet classification to 4 priority queues according to 802.1P or Diffserv				
VLAN Support	802.1Q, QinQ, 4094 VLANs				
ODU Management	IPv4/IPv6 dual-stack; SNMP v1 and v3; HTTP using web browser				
Supported Bands					
Band	Channel BW 5MHz [GHz]	Channel BW 10MHz [GHz]	Channel BW 20MHz [GHz]	Channel BW 40MHz [GHz]	Radio Compliance
4.9 GHz FCC/IC	4.9425-4.9875	4.940-4.990	4.940-4.990	-	FCC 47CFR Part 90 Subpart Y; IC RSS-111
5.2 GHz FCC/IC	5.2525-5.8475	5.255-5.850	5.255-5.850	5.255-5.850	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
5.2 GHz FCC/IC	5.2525-5.3475	5.255-5.345	5.255-5.345	5.255-5.345	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
5.4 GHz FCC/IC	5.4775-5.7175	5.480-5.715	5.480-5.715	5.480-5.715	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
5.8 GHz FCC/IC (default)	5.7275-5.8475	5.725-5.850	5.725-5.850	5.725-5.850	FCC 47CFR Part 15.247; IC RSS-210
5.8 GHz MII	5.7375-5.8375	5.735-5.840	5.730-5.845	5.720-5.855	CMIIT RTA
4.9 GHz Universal	4.8975-4.9925	4.895-4.995	4.890-5.000	4.880-5.000	Universal
5.0 GHz Universal	4.9975-5.1525	4.995-5.155	4.990-5.160	4.980-5.170	Universal
5.1 GHz Universal	5.1475-5.3375	5.145-5.340	5.140-5.345	5.130-5.355	Universal
5.4 GHz Universal	5.4725-5.7225	5.470-5.725	5.465-5.730	5.455-5.740	Universal
5.9 GHz Universal	5.7275-5.9525	5.725-5.955	5.720-5.960	5.710-5.970	Universal
5.1 GHz FCC/IC	5.1575-5.2475	5.160-5.245	5.160-5.245	5.155-5.250	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
Mechanical					
ODU Dimensions	21(w) x 17(h) x 7(d) cm				
ODU Weight	1.2 kg / 2.65 lbs				
Power					
Power Feeding	Power provided over ODU-IDU cable				
Power Consumption	<12W				
Environmental					
Operating Temperatures	-35°C to 60°C / -31°F to 140°F				
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and against immersion up to 1m)				
Safety					
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22				
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22				
EMC					
FCC	47 CFR Class B, Part15, Subpart B				
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4				
CAN/CSA-CEI/IEC	CISPR 22-04 Class B				

Integrated Antenna	
Gain	17 dBi
VSWR	2.0 : 1 (max)
3 dB Azimuth Beamwidth	32 Deg. (typ)
Polarization	Dual Linear (Vertical and Horizontal)
Sidelobes Level	-10 dB(typ)
Cross Polarization	-25dB (typ)
F/B Ratio	-30 dB
Port To Port Isolation	40 dB (typ)
Lightning Protection	DC Grounded



Ordering Info
 Part Number: RW-5510-0A50
 Description: RADWIN HSU 510 ODU, with an integrated antenna, supporting multi frequency bands at 5.x GHz, factory default 5.8 GHz FCC/IC.

ANEXO N°5: Especificación Técnica Equipo Punto A Punto, Modelo Radwin

2000D

RADWIN 2000 D-Plus Series

Point-to-Point Radio - Data Sheet



RW-2050-D100

Product Description

RW-2050-D100 is a carrier-class radio that belongs to the RADWIN 2000 D-Plus Series and supports 5.1 to 6 GHz frequency range.

The Radio complies with Universal, FCC/IC, WPC & MII regulations with a factory default of 5.8 GHz FCC/IC.

RW-2050-D100 delivers up to 750 Mbps throughput.

The radio comes with an integrated antenna.

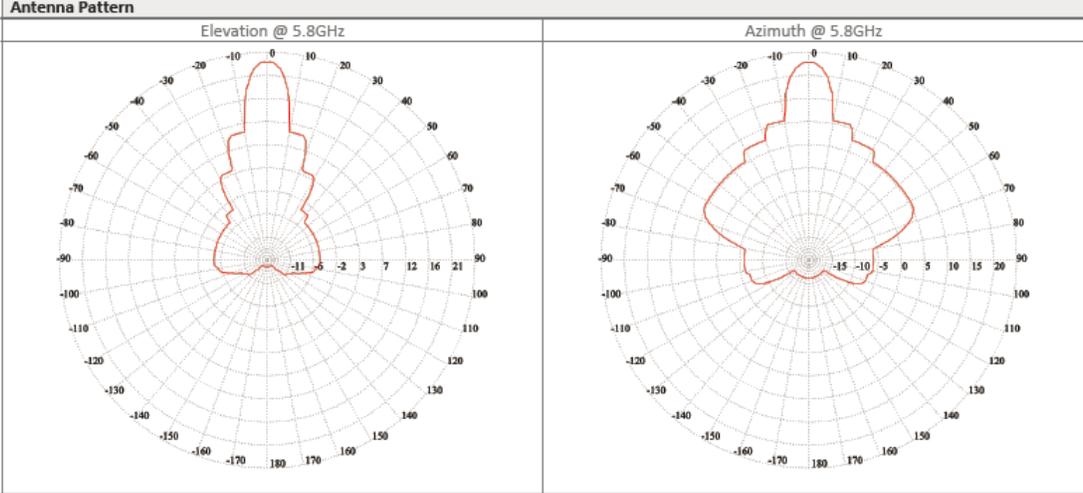
Product Highlights

- 750 Mbps Ethernet net throughput
- Long range - Up to 40 km / 25 miles
- Telco-grade, extremely robust in harsh conditions
- Supports intra-site and inter-site synchronization to maximize capacity
- Configurable asymmetric throughput
- Advanced OFDM & MIMO technologies for operation in nLOS/NLOS and dense radio environments

Product Specifications:

Configuration						
Architecture	Outdoor Unit with an integrated antenna					
PoE to ODU Interface	Outdoor CAT-5e; Maximum cable length: 100m for 10/100BaseT and 75m for 1000BaseT					
Radio						
Max Capacity	750 Mbps net aggregate throughput					
Range	Up to 40 km / 25 miles					
Channel Bandwidth	Configurable: 10, 20, 40, 80 MHz (for the default band)					
Modulation	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM)					
Adaptive Modulation, Coding & Channel BW	Supported					
Automatic Channel Selection	Supported upon power up					
DFS	Not Supported					
Diversity	Supported					
Spectrum Viewer	Supported					
Max Tx Power	25 dBm					
Duplex Technology	TDD					
Error Correction	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6					
Encryption	AES 128; FIPS 197					
Support Indoor units	RADWIN PoE devices (RW-9921-101X)					
Uplink / Downlink Allocation	Configurable: Symmetric or Asymmetric					
QoS	Packet classification to 4 priority queues according to 802.1P or Diffserv					
VLAN Support	802.1Q, QinQ, 4094 VLANs					
TDD Intra Site Synchronization	Supported					
TDD Inter Site Synchronization	Supported through common GPS receiver per site					
Supported Bands						
Band	Channel BW 5MHz [GHz]	Channel BW 10MHz [GHz]	Channel BW 20MHz [GHz]	Channel BW 40MHz [GHz]	Channel BW 80MHz [GHz]	Radio Compliance
5.1 GHz Universal	-	5.145-5.340	5.140-5.345	5.130-5.355	5.130-5.375	Universal
5.4 GHz Universal	-	5.470-5.725	5.465-5.730	5.455-5.740	5.455-5.760	Universal
5.8 GHz FCC/IC (default)	-	5.725-5.850	5.725-5.850	5.725-5.850	5.725-5.850	FCC 47CFR Part 15.247; IC RSS-210
5.8 GHz WPC	-	5.825-5.875	5.825-5.875	5.825-5.875	-	WPC (India) G.S.R 38(E) dated 19 January, 2007 Notification
5.9 GHz Universal	-	5.725-5.955	5.720-5.960	5.710-5.970	5.710-5.990	Universal
6.0 GHz Universal	-	5.695-6.055	5.690-6.060	5.680-6.070	5.680-6.090	Universal
5.8 GHz MII	-	5.735-5.840	5.730-5.845	5.720-5.855	5.700-5.875	CMIIT RTA
5.1 GHz FCC/IC	-	5.160-5.245	5.160-5.245	5.155-5.250	5.155-5.250	FCC 47CFR Part 15.407; IC RSS-210
Mechanical						
ODU Dimensions	30(w) x 30(h) x 10(d) cm					
ODU Weight	2.9 kg / 6.39 lbs					
Power						
Power Feeding	Power provided over ODU-IDU cable					
Power Consumption	<20W					
Environmental						
Operating Temperatures	-35°C to 60°C / -31°F to 140°F					
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and against immersion up to 1m)					
Safety						
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22					
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22					
EMC						
FCC	47 CFR Class B, Part15, Subpart B					
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4					
CAN/CSA-CEI/IEC	CISPR 22-04 Class B					

Integrated Antenna	
Gain	23 dBi
VSWR	1.5 :1 (typ)
3 dB Azimuth Beamwidth	10 Deg. (typ)
Polarization	Dual Linear (Vertical and Horizontal)
Sidelobes Level	ESTI EN 302 326-3 V1.1.2 DN3
Cross Polarization	ESTI EN 302 326-3 V1.1.2 DN3
F/B Ratio	-30 dB
Port To Port Isolation	30 dB (max)
Lightning Protection	DC Grounded



Ordering Info
Part Number: RW-2050-D100
Description: RADWIN 2000 D-Plus ODU, with an integrated antenna, supporting multi frequency bands at 5.x GHz, factory default 5.8 GHz
FCC/IC.

ANEXO N°6: Especificación Técnica Dispositivo Poe

RADWIN Indoor Unit Indoor AC PoE device - Data Sheet



RW-9921-1012

Product Description

Indoor AC POE device for RADWIN radios, with GBE interface, supports input power range 100-240VAC nominal range. 90-264VAC max range.

Product Highlights

- High power single port injector
- GBE compatible
- Power LED indication
- Full over current/voltage protections
- Non-vented case

Product Specifications:

ELECTRICAL	
AC Input Voltage	100-240VAC nominal range. 90-264VAC max range
Input Frequency	47Hz to 63Hz
Input Current	2.0A (rms) 115VAC at Max. load; 1.2A (rms) 230VAC at Max. load
Max. In-rush current	30A for 115VAC at Max. load; 60A for 230VAC at Max. load
Standby Power	0.5W Max. @ 240Vac
DC Output Voltage	56VDC
Environmental	
Operating Temperatures	0°C to +40°C (32°F to 104°F)
IP Rating	Indoor
Humidity	5% to 90%
Safety	
ETSI	EN/IEC 60950-1
USA	UL 60950
UL	File E127643
EMC	
ETSI	"EN 55022 Class B, EN 55024"
FCC	FCC part 15 Subpart B Class B
Canada	IEC CISPR 22
NZ	CISPR 22 Class B
Mechanical	
Case	Plastic
Dimensions	17(w) x 7(h) x 4.5(d) cm
Weight	0.292 kg / 0.64 lbs (without mounting kit)
Mounting kit	N/A
Interfaces	
PoE/ODU output	RJ45 GBE
Ethernet input	RJ45 GBE
AC cable	IEC320 inlet C14 3 pin

Ordering Info

Part Number: RW-9921-1012

Description: Indoor AC POE device for RADWIN's radios, with GBE interface, supports power range of 100-240VAC nominal range. 90-264VAC max range.

ANEXO N°7: Glosario de Términos

AA.HH	Asentamiento Humano
AES 128	Encriptación de 128 llaves
A/D	Analógico/Digital
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BITRATE	Tasa de Transferencia
BPSK	Binary Phase Shift Keying
CCD	Charge-Couple Device
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
CIF	Common Intermediate Format
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
CODISEC	Comité Distrital de Seguridad Ciudadana
DD.CC	Delincuentes o Delitos Comunes
DVR	Digital Video Recorder
DSP	Digital Signal Processor
FCC/IC	Federal Communications Commission (FCC) or Industry Canada (IC) regulations
FPS	Frame Per Second

GBE	Gigabit Ethernet
GHz	Giga Hertz
GSM	Global System Mobile
HI POE	High Power over Ethernet
HDTV	High Definition Television
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IK	Grado de Protección contra Vandalismo
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IP	Internet Protocolo
ITU	Union Internacional De Telecomunicaciones
LAN	Local Área Network
LTE	Long Term Evolution
MIMO	Multiple Input Multiple Output
Mbps	Mega Bits Por Segundo
MP	Mega Pixel
M.S.N.M.	Metros Sobre el Nivel del Mar
nLOS/NLOS	near Line-of-Sight (nLOS) and Non-Line-of-Sight (NLOS)

NTSC	National Television System Committee
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAL	Phase Alternating Line
PDH	Jerarquía Digital Plesiocrona
PIRE	Potencia Isotrópica Radiada Equivalente
POE	Power Over Ethernet
PTZ	Pan, Tilt, Zoom
QAM	Quadrature amplitude modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SMPTE	Society of Motion Picture & Television Engineers
SDH	Jerarquía Digital Síncrona
USB	Universal Serial Bus
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VLAN	Virtual Lan
WAN	Wide Area Network
WIMAX	Worldwide interoperability for Microwave Access