

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
BOLÍVAR**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA Y MONITOREO DE VIDEO
EN TIEMPO REAL, SOBRE UNA RED IP, PARA EL SECTOR URBANO DEL MUNICIPIO DE
CERETÉ – CÓRDOBA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
TELECOMUNICACIONES**

ING. GERMAN GARCIA FILOTH

germangarcia@ingenieros.com

ING. JORGE LUIS GUERRA HERNANDEZ

guerra227@hotmail.com

DIRECTOR: EDUARDO GÓMEZ VÁSQUEZ
Magister en Ciencias Computacionales

Cereté, Abril de 2012

DEDICATORIA

La presente monografía está dedicada a Dios nuestro padre celestial por la vida y la oportunidad de continuar mis estudios profesionales, a mi padre (Q.E.P.D.), a mi madre, a mi abuela, mis hermanas, mi tía Lolys por su apoyo moral, a la señora Bertalia, Miguel Ángel, Winny, Leda, Merce por abrirme las puertas de su hogar, a mis compañeros de estudio y docentes por compartir sus conocimientos y a todas las personas que hicieron posible alcanzar este logro.

A la persona más especial e incondicional de todas, mi novia Lidis Alexandra, por sus oraciones, apoyo, cariño y su paciencia.

Ing. JORGE LUIS GUERRA

DEDICATORIA

En especial al ser que le debo todo lo que soy y ha de ser, mi Dios todo poderoso, por comprenderme y abrirme las puertas para conseguir recursos y realizar estos estudios, sin él, nada hubiera sido posible.

Este logro también es de mi madre Rosa Filoth por su apoyo moral, consejos, comentarios y sugerencias que fueron de mucha ayuda en momentos de dificultad.

A mí querida tía Bertalia Palomino por su apoyo incondicional y a mis hijos Saray y Miguel Ángel que son el motor de mi vida.

A una persona especial que siempre me apoyado incondicionalmente en todo momento mi esposa Cristina Hoyos.

Ing. Germán García Filoth

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	9
1.1	RESEÑA HISTORICA Y ANTECEDENTES DEL MUNICIPIO	9
	Localización Geográfica	9
1.2	OBJETIVOS	11
1.2.1	OBJETIVO GENERAL	11
1.2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
1.3	JUSTIFICACIÓN	13
1.4	ALCANCE Y META.	14
2	MARCO CONCEPTUAL	15
2.1	Protocolo 802.11	15
2.1.1	MODOS DE OPERACIÓN DE LAS REDES INALAMBRICAS	18
2.2	Protocolo 802.16	20
2.3	ANTENAS	22
2.4	VIDEO VIGILANCIA A TRAVÉS DE INTERNET	23
2.4.1	LA EVOLUCIÓN HACIA LA TECNOLOGIA IP	23
2.5	DIGITALIZACIÓN DE IMAGEN	27
2.5.1	DIGITALIZACION DE IMAGEN	28
2.6	FORMATOS DE VIDEOS USADOS EN LA VIGILANCIA IP	29
2.6.1	EL VIDEO COMO UNA SECUENCIA DE IMÁGENES JPEG (MOTION JPEG O M-JPEG)	30
2.6.2	COMPRESIÓN DE VIDEO MPEG	30
2.6.3	CONSTANT BIT – RATE (CBR) Y VARIABLE BIT – RATE (VBR)	35
2.6.4	VENTAJAS Y DESVENTAJAS PARA M-JPEG, MPEG-2 Y MPEG-4	36
2.7	SISTEMAS VIDEO IP	38
2.7.1	DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE VIDEO IP	39
2.7.2	SISTEMA DE COMPRESION DE VIEDO QUE UTILIZAN LAS CAMARAS IP	40
2.8	REDES IP (TIPOS DE CAMARAS)	40
2.8.1	CAMARAS IP	42
2.8.2	CAMARAS ANALOGICAS	43
2.8.3	DIFERENCIAS ENTRE CAMARAS IP Y ANALOGICAS	44
2.8.4	CONFIGURACION REMOTA DE CAMARAS IP	45
2.9	VIDEO SOBRE IP	47
2.9.1	VENTAJA DE VIDEO SOBRE IP	48
2.9.2	PRINCIPALES APLICACIONES.	49
3	DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA SOBRE UNA RED IP, UTILIZANDO	

CAMARAS IP	51
3.1 INTRODUCCION	51
3.2 REQUERIMIENTOS	51
3.3 LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL DISEÑO	52
3.3.1 CAMARAS DE VIGILANCIA	52
3.3.2 LAS LENTES	54
3.3.3 DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.	57
DEFINICION DE EQUIPOS	57
3.3.4 ESTUDIO DE CAMARAS EN EL MERCADO	58
3.3.5 ESTUDIO DE RADIO BASES O ESTACIONES CENTRAL Y ANTENAS	65
3.3.6 SWITCH. DLINK DGS-1008D	71
3.3.7 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA	71
3.3.8 CABLEADO	73
3.3.9 ESTUDIO DE GRABADORES PARA CAMARAS IP	75
3.3.9 1 PC TRABAJANDO COMO SERVIDOR CON SOFTWARE ESPECIAL PARA GRABACION Y GESTION DE VIDEO.	76
3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA	85
3.4.1 DESCRIPCION Y ANALISIS DE ENLACE	85
3.4.2 DISTRIBUCION DE LOS DISPOSITIVOS	90
3.4.3 SIMULADOR RADIO MOVILE	90
3.4.4 UBICACIÓN DE SITIOS	91
FIGURA 3.8 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ENLACES	92
3.4.5 FRECUENCIAS Y CANALES	93
3.4.6 CALCULO DE LOS ENLACES	94
3.4.7 UBICACIÓN DE ESTACIONES BASE	100
3.4.8 DISEÑO FISICO	119
3.4.9 DISEÑO LOGICO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES	121
3.5 PRESUPUESTO.	122
4 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	124
4.1 ANÁLISIS MEDIO AMBIENTAL	124
4.1.1 ANÁLISIS ESTÉTICO	124
4.1.2 ANÁLISIS DE RECICLADO	125
4.2 REDES WI-FI Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	125
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
5.1 CONCLUSIONES	126
5.2 RECOMENDACIÓN.	127
6 REFERENCIA BIBLIOGRAFIA	129
COMERCIALIZADORA Y CONSULTORIA EN TELECOMUNICACIONES Y VIDEO VIGILANCIA	
SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA – CCTV S.A.S	129

RESUMEN

La creciente delincuencia común y actos vandálicos que suceden día a día en el municipio de Cereté, Departamento de Córdoba hace imprescindible plantear alternativas que incluyan las nuevas tecnologías, para contar con nuevas herramientas que permitan contrarrestar esta grave situación de inseguridad y temor a que están siendo sometidos la gran mayoría de los habitantes de este municipio.

El presente proyecto, que se constituye en el diseño de un sistema de vigilancia y monitoreo en video en tiempo real, sobre una red IP, que permite a las autoridades afrontar de mejor manera el accionar de la delincuencia urbana.

El estudio de igual forma, permite identificar zonas vulnerables y propensas al suceso de actos delictivos y vandálicos.

Además, define los lineamientos básicos que seguirá el diseño del sistema de seguridad, de tal manera que se pueda realizar la selección de equipos.

Con los criterios definidos en los lineamientos básicos, se puede proceder a buscar, en el mercado tecnológico, equipos que se adapten y cumplan los requisitos del sistema de seguridad, tomándose en cuenta que, por ser un sistema urbano, van a estar a la intemperie y requieren de características especiales que permitan el correcto funcionamiento aún en condiciones ambientales adversas.

PRESENTACIÓN

Históricamente el Municipio de Cereté, ha sido pacífico y tranquilo, lo cual le permitió convertirse en un importante polo de desarrollo agroindustrial, en los últimos años esta tranquilidad ha ido desapareciendo por el alto índice de atracos, fleteo y homicidios que se presentan en la ciudad.

El presente Proyecto de Titulación ofrece una alternativa tecnológica que puede ayudar a las autoridades, para disminuir los actos delictivos en la ciudad y apoyo al control del tránsito municipal.

El uso del protocolo TCP/IP en la mayoría de redes de telecomunicaciones, y la tecnología IP, presente en el mercado tecnológico actual, con muchos equipos y dispositivos que funcionan con dicha tecnología, permite que se puedan integrar varios sistemas, para crear un sistema de seguridad completo, seguro, confiable, escalable, asequible y accesible.

Para diseñar este sistema de seguridad de video vigilancia urbana se utilizarán cámaras tipo domo profesionales IP, con una completa área de cobertura y correcto funcionamiento, que incluyen entre sus características, movimiento PTZ, permitiendo tener una zona de vigilancia completa mediante la captura de imágenes de video de excelente resolución, imagen a color para el día, y blanco/negro para la noche, con el nivel de acercamiento suficiente, sin perder calidad en la imagen, para distinguir rostros y otros detalles que se necesiten, agrandes distancias.

Además se ha dimensionado la infraestructura de telecomunicaciones para que la transmisión de video se dé sin pérdidas en la calidad de la imagen mediante el cálculo adecuado del ancho de banda requerido. El uso de la tecnología RAID permite tener redundancia en el almacenamiento de la información.

La garantía de la conexión se puede dar por el uso de un sistema de antenas Alvarion con su respectiva unidades de acceso (UA) que conforman el nodo central o estación base ubicada en el centro de policía (CPE), estableciendo enlaces con las unidades suscriptoras de videos (SU)alcanzando una cobertura de 30 km, potencia de trasmisión de 21dBm que ofrece unas tasas de transferencia de hasta 33Mbps por sectores, que pueden ser suficientes para el tráfico que manejará el sistema.

El sistema estará diseñado para el tráfico de video, el ancho de banda de cada cámara es de 2 Mbps, será un diseño escalable que con el tiempo puede ser usado para montar sobre el servicio de VOZ/IP, internet gratuito para la población urbana de Cereté.

1 INTRODUCCION

1.1 RESEÑA HISTORICA Y ANTECEDENTES DEL MUNICIPIO

“La historia del Municipio se remonta al año 1721, cuando los padres jesuitas fundan la comunidad en el sitio de Macan, impulsando sus acciones apostólicas. En 1923, se erige municipio y en 1940 el ingeniero Juan de Torrensál Díaz pimienta, organiza el poblado. Su localización a lo largo del Río Sinú, le permitió constituirse en centro de mercadeo y acopio, así como, en principal puerto de embarque entre Montería y Lórica, para el comercio con ciudad de Cartagena, que en ese tiempo, representaba el polo de desarrollo más cercano a esta región”.

A finales de la década del 1960, se desarrolla de forma masiva y mecanizada el cultivo del algodón y su rotación en el primer semestre con sorgo y actualmente con maíz, lo cual permitió a Cereté convertirse en epicentro agroindustrial, comercial y financiero y obtener el título de “capital del oro blanco”.

Localización Geográfica

El Municipio de Cereté se ubica en cuenca hidrográfica del Río Sinú, en la zona denominada Medio Sinú, por su ubicación se constituye como epicentro de intercomunicaciones y centro de interconexión vial de la Troncal de Occidente a escasos 18 kilómetros de la capital del Departamento de Córdoba, la ciudad de Montería, y en la misma vía a 9 kilómetros se encuentra el aeropuerto “Los Garzones”.

Límites del municipio:

Limita por el Norte con el Municipios de San Pelayo, por el Sur con los Municipios de San Carlos y Montería, por el Este con el Municipio de Ciénaga de Oro y por el Oeste con el Municipio de Montería

Políticamente el municipio se encuentra conformado por nueve (9) corregimientos integrados por cincuenta y seis (56) veredas en el sector rural y cincuenta y dos (52) barrios en la zona urbana.

El centro geográfico del Municipio corresponde a la coordenada 75°42' longitud oeste y 8°50' latitud norte, con respecto al meridiano de Greenwich

Extensión total: 6.293 Km².

Extensión área urbana: 278.8 Km²

Altitud de la cabecera municipal:(12 metros sobre el nivel del mar):

Temperatura media: 27° GRADOS.

Estructura Económica

La estructura económica del Municipio de Cereté, está representada básicamente por el sector primario en el cual predomina la agricultura siguiéndole en importancia la ganadería.

Uso de los suelos

De un total de 27.880 hectáreas, 26.736 están dedicadas a actividades del sector primario (agricultura 16.010 Has y Ganadería 10.753 Has) que corresponden al 96% del total del área de Municipio, 226 Has el 0.81% están representadas en humedales, el resto del área del Municipio el 3.19% están representadas por el sector urbano.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y Diseñar un sistema de video vigilancia urbana que se convierta en una herramienta de disuasión criminal que permita fortalecer y extender las funciones y capacidades de la fuerza pública, para reducir los altos índices de criminalidad.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Definir un primer cuadrante al interior del perímetro urbano, para montar la plataforma de telecomunicaciones.
- ✓ Supervisar las diversas áreas del primer cuadro de la ciudad durante las 24 horas del día, los 365 días del año, para detectar y prevenir en forma oportuna los incidentes que se presenten y que pudieran afectar a los ciudadanos.
- ✓ Conservar evidencias de los incidentes ocurridos en el primer cuadro de la ciudad mediante medios digitales de almacenamiento, para deslindar responsabilidades o como evidencia de los hechos; analizar los procedimientos de actuación.
- ✓ Apoyar la solución de los problemas o incidentes ocurridos en la ciudad mediante la evidencia grabada, en los casos de asalto, invasión, agresiones, vandalismo y/o evitar el daño a las instalaciones del municipio o de particulares.
- ✓ Conocer el estado que guardan las áreas de acceso restringido de los edificios de Gobierno para establecer los mecanismos necesarios en caso de intrusión.
- ✓ Supervisar y coordinar las maniobras de: dosificación de tránsito y permanencia de personas o vehículos en accesos, vialidades y zonas turísticas del centro de la ciudad.

- ✓ Coordinar la interacción entre diferentes estamentos de servicio público bomberos, cruz roja, defensa civil, servicios de salud y fuerza pública en caso de alguna eventualidad.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los altos índices de hechos delincuenciales, el aumento del micro tráfico y consumo de drogas alucinógenas, han prendido las alarmas en las autoridades municipales, porque los recursos fiscales son muy exiguos, para afrontar la compra de automóviles y motos, incremento en el gasto de combustibles, dotación e instalaciones, para atender un mayor pie de fuerza es una limitante que obliga a explorar otras alternativas menos costosas, para contrarrestar esta problemática ciudadana.

Razón por la cual, las autoridades del Municipio de Cereté y la coordinación de tránsito y seguridad pública municipal adscrita a la Secretaría de Gobierno, se está explorando la posibilidad de montar un proyecto de video vigilancia urbana, con la finalidad de disminuir el índice delictivo y ofrecer una mejor protección a la ciudadanía.

Devolver la confianza a la ciudadanía es de vital importancia, por lo cual se considera indispensable supervisar en forma constante las vialidades y zonas conflictivas, conservar evidencia de los acontecimientos, así como disponer de forma eficiente y expedita información útil que permita reaccionar de manera inmediata, para reducir al mínimo las posibilidades de eventos delincuenciales.

La red del sistema de video vigilancia urbana, estará integrada por ubicaciones en áreas externas en la zona centro del municipio, para tener una mayor cobertura de prevención y protección, así como, una mejor optimización del escaso recurso humano de la fuerza pública.

Estos sistemas brindan la información digital proveniente de elementos tecnológicos de vanguardia en equipos apegados a los lineamientos mínimos emitidos por la Secretaría de Gobierno, equipos de circuito cerrado de televisión (CCTV) integrados

a equipos de informática y telecomunicaciones, para trabajar sobre una plataforma de red, que permita monitorear, controlar y gestionar información del sistema de video vigilancia, desde sitios remotos, para una mejor eficiencia y extender las capacidades del personal de Seguridad Pública Municipal.

La distribución e instalación de equipos de seguridad en dichas áreas, corresponde a los indicadores estadísticos y de la misma experiencia del personal de seguridad pública (incidencias, afluencia de peatones, zonas de alto tránsito, zonas comerciales, entre otras) que impactan tanto en el patrimonio del Gobierno de Cereté, como en el servicio a la población que se prestan, con la consecuente afectación positiva a la ciudadanía.

1.4 ALCANCE Y META

El diseño de este proyecto permite detectar los puntos importantes donde se instalarían las cámaras de vigilancia, llevando este proyecto a la etapa de implementación, se lograría una vigilancia remota las 24 horas del día, los habitantes se sentirían protegidos, reducción del índice de delincuencia, en la modalidad de hurto, atracos, vandalismo, por otra parte la vigilancia del tránsito municipal y apoyo al pie de fuerza policivo.

2 MARCO CONCEPTUAL

Desde los orígenes y auge del mundo digital y los avances tecnológicos, la sociedad y las organizaciones con la finalidad de optimizar las tareas cotidianas y los procesos, se ve en la necesidad de estudiar, diseñar, implementar soluciones eficientes para cada una de las necesidades del mercado. En un ambiente competitivo donde la tecnología avanza a pasos agigantados las organizaciones que no adapta estas tecnologías tienden a desaparecer. Es así que el uso del internet es un factor principal en las organizaciones y en toda la sociedad mundial, con la aparición de las redes de computadores aparece el concepto de internet que no es más que la autopista de la información, miles de computadores conectados entre sí que hablan mediante protocolos de comunicación.

Junto con la aparición del internet y este crecimiento tecnológicos han parecido soluciones para mejorar la seguridad en las empresas y comunidades, la video vigilancia se ha situado como uno de los sistemas de seguridad más demandados en los últimos años, gracias a su bajo costo y efectividad. En el pasado estos sistemas significaban un gasto excesivo solo las empresas con grandes recursos podían invertir en la instalación de estos sistemas. Con la entrada de la digitalización de imágenes y el protocolo de transmisión de datos, la tecnología IP, ha conseguido una flexibilidad, una importante reducción de costes.

2.1 Protocolo 802.11

El protocolo 802.11 es un estándar creado en 1997 por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Este protocolo define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capa física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en un ambiente local inalámbrico (WLAN).

La tecnología sin cables, además de preservar todas las características de una red cableada, presenta cuatro ventajas muy importantes.

- ✓ **Movilidad.** Los usuarios de la red inalámbrica pueden moverse dentro del alcance de cobertura de los elementos que proporcionan el acceso a la red.
- ✓ **Simplicidad y rapidez de instalación.** Todos los problemas que suponía cablear una red quedan anulados.
- ✓ **Flexibilidad de instalación.** Debido a la supresión de cables, la tecnología inalámbrica permite que la red llegue donde los cables no pueden.
- ✓ **Reducción de costo.** El tema económico es una de las ventajas más relevantes de Wi-Fi. Los costes de instalación y costos de ciclo de vida son más bajos. Además, en entornos donde se requieran movimientos frecuentes, adiciones y cambios, los beneficios a largo plazo son aun más altos

El mecanismo de acceso al medio que especifica el estándar 802.11 original es el CSMA/CA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Limitación de Colisiones), y la modulación se puede escoger entre DSSS (DirectSequence Spread Spetrum, espectro ensanchado por secuencia directa) y FHSS (FrequencyHopping Spread Spectrum, espectro ensanchado por saltos de frecuencia). Las velocidades permitidas son de 1 Mbps hasta 2 Mbps, y trabaja en la banda de frecuencias de 2,4 GHz (2,412 GHz – 2,484 GHz). Esta banda presenta muchas interferencias debido a que es de acceso público, y es la utilizada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos.

A partir de este estándar se han ido implementando mejoras, creando así nuevos subestándares. Entre ellos destaca el 802.11g, conocido erróneamente como Wi-Fi, utilizado por la mayoría de usuarios. En este trabajo, éste es el subestándares sobre el que se implementa la red.

Subestándar 802.11g

802.11g aparece como una mejora del 802.11b en el año 2003. La banda de operación es de 2,4 GHz, pero gracias a la modulación OFDM ofrece velocidades de hasta 54 Mbps.

Wi-Fi (Wireless Fidelity) es la empresa encargada de certificar que los dispositivos presentados como 802.11g, realmente cumplen las características especificadas y pueden funcionar como tal.

Tal y como se ha comentado anteriormente, la banda de los 2,4 GHz comprende las frecuencias que se sitúan entre 2412 MHz y 2484 MHz. La Tabla 2.1 muestra la relación entre los identificadores de canales y las frecuencias centrales establecidos en el subestándar 802.11g.

Tabla 2.1. Asignación de frecuencias a los canales

Identificador de canal	Frecuencia central (MHz)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467

13	2472
14	2484

El ancho de banda de la señal, que es de 22 MHz, es superior a la separación entre canales consecutivos (5 MHz), por eso es necesaria una separación mínima de 5 canales con el fin de evitar interferencias entre celdas adyacentes.

2.1.1 MODOS DE OPERACIÓN DE LAS REDES INALAMBRICAS

El modo de operación de una red se refiere al método de comunicación que utilizan dos estaciones de una red.

El conjunto de estándares de 802.11 define dos tipos de modo de operación en las redes inalámbricas, modo ad hoc e infraestructura.

✓ MODO AD HOC

El modo ad hoc, o también llamado punto a punto, permite que los clientes de una red inalámbrica puedan comunicarse entre ellos directamente, sin la necesidad de un punto de acceso central. En caso de fallo de un nodo, no importa cuál sea, ya que todos los dispositivos de la red tienen el mismo nivel o grado de importancia.

En una red ad hoc el rendimiento es menor a medida que el número de nodos crece. Además, cada cliente ha de configurar su adaptador inalámbrico en modo ad hoc, y usar los mismo SSID (Service Set Identifier) y número de canal de la red.

En redes IEEE 802.11 el modo ad hoc se denota como Conjunto de Servicios Básicos Independientes (IBSS).

FIGURA 2.1 RED EN MODO AD HOC



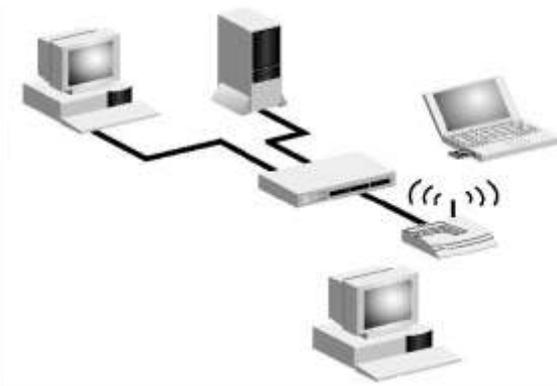
✓ **MODO INFRAESTRUCTURA**

A diferencia del modo ad hoc, una red en infraestructura sí que dispone de un elemento central. Todos los clientes de la red han de estar conectados a este dispositivo de coordinación, ya que para comunicarse con otro cliente la información ha de pasar por ahí.

Para interconectar muchos puntos de acceso y clientes inalámbricos, todos deben configurarse con el mismo SSID. El número de canal puede ser el mismo en todos los puntos de acceso, aunque es recomendable diferenciarlos para asegurar la máxima capacidad de la red.

En redes IEEE 802.11 el modo de infraestructura es conocido como Conjunto de Servicios Básicos (BSS) o como Maestro y Esclavo.

FIGURA 2.2 RED EN MODO INFRAESTRUCTURA



Además de los dos modos de operación explicados, en la comunicación entre dos estaciones también hay que decidir el modo de transmisión. El modo *halfduplex* se define como una comunicación bidireccional pero el envío de información no es simultáneo. En cambio, en *full-duplex* la información puede viajar en ambos sentidos a la vez, por lo que la comunicación es mucho más eficaz.

También es necesario tener en cuenta si la comunicación es punto a punto o punto a multipunto. En la primera el intercambio de información se realiza entre dos estaciones; mientras que en la segunda una estación se comunica con más de una.

2.2 Protocolo 802.16

El protocolo 802.16 es un estándar creado en 2002 por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Este protocolo trata la especificación para las redes de acceso metropolitanas sin hilos de banda ancha (WMAN).

802.16 trabaja en las frecuencias comprendidas entre 10 GHz y 66 GHz, y las velocidades que puede alcanzar varían entre 32 y 134 Mbps, según la distancia a la que se encuentre el receptor, con canales de 28 MHz. La modulación es adaptativa, lo que significa que en función de las condiciones del enlace, el sistema cambia el tipo de modulación (64-QAM, 16-QAM o QPSK) para obtener mejor resultado. El sistema trabaja únicamente bajo visibilidad directa y con estaciones fijas.

WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es la marca que certifica que un producto está conforme con los estándares de acceso inalámbrico IEEE 802.16.

El protocolo 802.16 es un estándar creado en 2002 por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Este protocolo trata la especificación para las redes de acceso metropolitanas sin hilos de banda ancha (WMAN).

802.16 trabaja en las frecuencias comprendidas entre 10 GHz y 66 GHz, y las velocidades que puede alcanzar varían entre 32 y 134 Mbps, según la distancia a la que se encuentre el receptor, con canales de 28 MHz. La modulación es adaptativa, lo que significa que en función de las condiciones del enlace, el sistema cambia el tipo de modulación (64-QAM, 16-QAM o QPSK) para obtener mejor resultado. El sistema trabaja únicamente bajo visibilidad directa y con estaciones fijas.

WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es la marca que certifica que un producto está conforme con los estándares de acceso inalámbrico IEEE 802.16.

Debido a mejoras y ampliaciones de este estándar se han creado otros subestándares. Entre ellos está el 802.16d, también llamado 802.16-2004 haciendo honor al año de estandarización. Éste es el elegido para el enlace troncal de la red a estudiar.

Subestandar 802.16d

Este protocolo ofrece una solución inalámbrica para acceso a Internet de banda ancha de última milla, lo que significa que permite comunicaciones NLOS (Non Line Of Sight). La velocidad máxima que puede alcanzar es de 108 Mbps, con canales de 20 MHz. Funciona en la banda entre 1 GHz y 11 GHz. En este proyecto se trabajará en la banda libre de 5,470 MHz a 5,725 MHz.

Con la misma idea que Wimax y Wi-Fi aparece Pre-Wimax, certificando los productos que soportan el subestándar 802.16d.

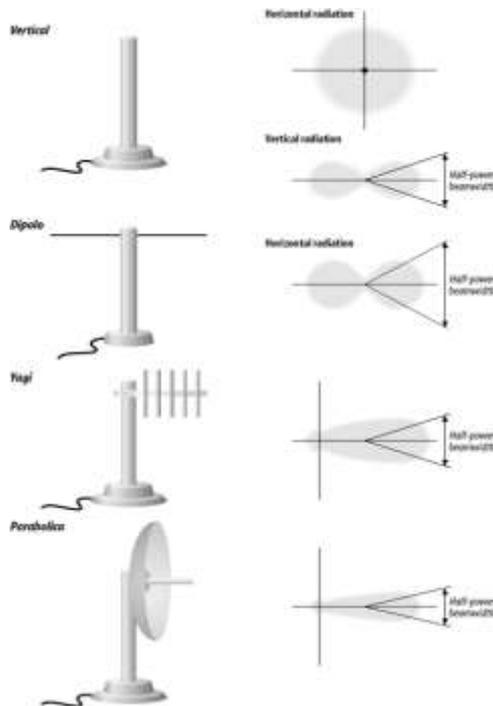
2.3 ANTENAS

La definición formal de una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio.

Para todas las ondas, esa figura es normalmente una elipse, pero hay dos casos particulares de interés y son cuando la figura trazada es un segmento, denominándose linealmente polarizada, y cuando la figura trazada es un círculo, denominándose circularmente polarizada.

Una onda está polarizada circularmente o elípticamente a derechas si un observador viese a esa onda alejarse, y además viese girar al campo en el sentido de las agujas de un reloj. Lógicamente, si lo viese girar en sentido contrario, sería una onda polarizada circularmente o elípticamente a izquierdas.

FIGURA 2.3 IMÁGENES DE ANTENAS



FUENTE: <http://www.laperlaonline.com.ar/site/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=2>

2.4 VIDEO VIGILANCIA A TRAVÉS DE INTERNET

En los últimos años, la vigilancia controlada remotamente es una de las más solicitadas en el mundo de la seguridad, ya que es un recurso fácil, efectivo y directo de poder saber lo que está ocurriendo en nuestra casa o negocio. La video vigilancia se trata de poder tener acceso a las imágenes de un determinado espacio a través de nuestro propio ordenador o monitor de televisión.

Para poder disfrutar de estas aplicaciones no es necesario instalar un hardware o software determinado en el ordenador. Las cámaras y grabaciones se gestionan en un panel de control único que puede integrar diferentes mandos y sensores para una mayor comodidad de movimiento.

La mayoría de negocios o establecimientos como gasolineras, colegios, restaurantes, farmacias, oficinas, tiendas, etc., suelen contratar un kit de vigilancia a través de circuito de televisión o Internet, que incluyen cámaras domo, y los alimentadores, cables, conectores y accesorios para su implementación. Las imágenes se pueden ver en directo, e incluso recuperarse si se han grabado de forma remota.

Incluso, si tenemos manejo de los sistemas audiovisuales, podemos nosotros mismos montar un sistema de video vigilancia para poder cubrir cada rincón de la casa, oficina o comercio. Por un precio razonable, podremos tener vigilancia garantizada las veinticuatro horas del día, incluso si buscamos el precio más barato podemos incluso utilizar nuestro propio ordenador y varias cámaras Web.¹

2.4.1 LA EVOLUCIÓN HACIA LA TECNOLOGIA IP

✓ ANTECEDENTES

Con el incremento del volumen de datos, nuevas líneas de investigación, desarrollo tecnológico y competencia corporativa, muchas compañías se están percatando de

¹http://www.informacion.videovigilanciaccvt.com/videotele_vigilancia/videovigilancia_general/televigilancia_internet.html

que se necesita, no sólo proteger su información, sino también sus recursos humanos e infraestructuras que están al servicio de la compañía.

Los sistemas de televisión de circuito cerrado (CCTV) y los de vigilancia por video se están volviendo más comunes en los edificios de oficinas, estructuras externas, escuelas e incluso en las calles.

La vigilancia se ha convertido en un componente integral de los métodos de control de acceso enriquecidos con: Sistemas Biométricos, Sistemas de Rastreo de Seguridad y Sistemas de Rastreo de Acceso.²

✓ **SISTEMAS TRADICIONALES**

Los sistemas tradicionales CCTV requieren una infraestructura separada que utiliza cable coaxial. Este cable fue diseñado para transmisiones punto a punto de video desde una cámara hasta una grabadora en el mismo sitio. El desarrollo de video digital permitió el progreso hacia cables de par trenzado y fibra óptica. Las secuencias de imágenes se almacenan en formato digital en servidores u otras computadoras en lugar de cintas de video, minimizando los problemas inherentes a medios magnéticos. La influencia creciente de la industria TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) conduce los esfuerzos de fabricantes de cámaras, proveedores de almacenamiento y diseñadores de chips a ofrecer full motion video en una gran variedad de plataformas.

✓ **LA RED**

Este nuevo sistema de video permite transmisiones IP de las señales de video a los dispositivos direccionables IP y pueden transmitirse en combinación con

²http://www.electromisiones.com.ar/seguridadycontrol/seguridad_y_control_hogar_pyme_grandes_empresas.p hp?ver=camaras_seguridad_cctv

secuencias de voz y/o video. Estas transmisiones pueden almacenarse o simplemente visualizarse en tiempo real. Cubriendo los principios y evoluciones de estas tecnologías orientadas hacia las soluciones más novedosas en tecnologías de video digital IP, juntamente con información importante acerca de necesidades de infraestructura y requisitos para su implementación. El sistema de cableado estructurado pueden soportar, no sólo el tráfico de red, sino también las necesidades de transmisión de video ya que es la infraestructura más robusta disponible actualmente en el mercado.

2.4.1.1 LA EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA CCTV

✓ SISTEMA CCTV ANALÓGICOS COAXIAL Y FIBRA OPTICA

El origen de CCTV se remonta a los 50's, con grandes avances en los 70's, concretamente a través de los sistemas de grabación analógica y cámaras de estado sólido, impulsaron a las tecnologías dedicadas a la seguridad, vigilancia y control.

El sistema tradicional usaba cable coaxial de 75 Ohm. varias cámaras se conectaban por medio de este cableado y se conectaban en home-run a multiplexores (MUX) que alimentaban varias grabadoras de video en un cuarto de control central. Se podían visualizar las imágenes en tiempo real por medio de varios monitores, de un solo monitor con un switch para cambiar a la cámara deseada, o de monitores capaces de aceptar múltiples fuentes de video en ventanas separadas.

La desventaja inherente de este método era predominantemente el coste de la estación de monitorización de seguridad. Además, el centro de seguridad "centralizado" constituye un punto crítico dentro de la infraestructura de seguridad.

✓ UTP y TRANSMISIÓN ANALÓGICA CCTV SOBRE SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Con la llegada de cámaras para UTP, nació un sistema de segunda generación. Las cámaras direccionables IP pueden ser incorporadas actualmente en la infraestructura de red existente en los edificios. Estos sistemas explotan los beneficios de esta infraestructura a diferencia del cable coaxial.

El punto único de control dentro de los cuartos de video aún prevalece. Los movimientos, adiciones y cambios son más fáciles, ya que las cámaras pueden instalarse dondequiera que exista una toma de red. El cableado viaja hacia un multiplexor que soporta los populares conectores RJ45. Las cámaras tradicionales con conectores coaxiales pueden reacondicionarse con baluns (balanced/unbalanced) que convierten la señal de un cable coaxial (no balanceada) a la del cable de par trenzado (balanceada).

✓ VIDEO DIGITAL SOBRE IP (EVOLUCIÓN)

La característica plug and play permite instalar las cámaras direccionables IP en cualquier lugar dentro de la infraestructura. Los equipos electrónicos que manejan actualmente tráfico IP se han vuelto parte integrada de los sistemas de vigilancia. Ya que los videos se almacenan en formato digital (JPEG o MPEG), pueden ser vistos desde cualquier lugar de la red bajo nuevos parámetros de seguridad para los archivos administrados como parte de las políticas de seguridad de la red.

Además, éstos pueden ser visualizados simultáneamente desde varios puntos de la red a través de un PC de control. No sólo es fácil de implementar, sino también es extremadamente versátil. Las redes no se sobrecargan con otro protocolo. Las

transmisiones son “nativas” en la infraestructura actual, eliminando la necesidad de sistemas de cableado separados.

TCP/IP se ha convertido en el estándar de facto para las redes. Su arquitectura abierta permite que varios sistemas puedan compartir el espacio de red y aprovechar estas nuevas tecnologías para aumentar su capacidad, confiabilidad, escalabilidad y accesibilidad de los recursos de red.

Con la posibilidad de utilizar la infraestructura existente, un edificio puede automatizarse por completo utilizando un sólo sistema de cableado. Esta automatización puede incluir no sólo CCTV, sino también controles de accesos, sistemas de antiincendios y sistemas de seguridad, sistemas de automatización de edificios, voz y, por supuesto, tráfico de red.

Los administradores y los usuarios de la red ya no estarán encadenados a un solo puesto ya que el control y/o administración de estos sistemas puede realizarse desde cualquier estación de trabajo con acceso a la propia red. Esto mismo se puede aplicar para el personal de seguridad. Ellos pueden ubicarse en cualquier lugar para poder ejercer el mismo control con total privacidad. La cámara digital se vuelve ahora una autentica ayuda para establecer controles y vigilancia en distintos puntos críticos ya sea en un sólo sitio o distribuidos en múltiples ubicaciones.³

2.5 DIGITALIZACIÓN DE IMAGEN

Digitalizar un video es transformar las imágenes y audio a lenguaje de máquina o formato binario como una secuencia de fotos con sonido en pistas separadas que se mueven en función del tiempo y que al pasar rápido por nuestros ojos se crea la ilusión de imágenes en movimiento.

³http://www.nexo-tech.com/srv_ip.php?menu=2&submenu=2

El proceso de digitalización de imágenes va directamente ligado al uso que se le dará al resultado de la digitalización. La decisión inicial acerca de la digitalización de una imagen es si hacerla a color o sólo en blanco y negro, así como la resolución, que determina el número de puntos por pulgada lineal (dpi) que recorrerá el escáner y la cantidad de información que cada punto deberá contener. A mayor resolución y números de bits por pixel se obtendrá un mayor tamaño del archivo pero una imagen más definida.

Cuando digitalizamos videos necesitamos tener presente algunos términos como Codecs, AVI, MOV, Real Player y otros más. Ya que para solicitar un servicio de conversión de video a formato digital requerimos escoger que *compresor* necesitamos, en que formato y tamaño queremos visualizar nuestras películas y posteriormente si éstas serán distribuidas en medios de almacenamiento como discos compactos. En la siguiente tabla definiremos en forma muy concreta cada término y requerimientos para escoger nuestro producto final y obtener así un video en formato digital de acuerdo a nuestras necesidades.⁴

2.5.1 DIGITALIZACION DE IMAGEN

✓ DIGITALIZACION EN FORMATO AVI

Se digitalizará en formato AVI cuando nuestra intención sea que el producto final (película) pueda ser reproducida por cualquier computadora PC sin importar la versión de MICROSOFT WINDOWS® que posea, a tal punto que puede visualizarse el film en máquinas con Win95, NT3.1, WinMe y 2000Server. Windows en todas sus versiones ya tiene preinstalado el AVI como parte del sistema.

✓ DIGITALIZACION EN FORMATO MPG

⁴<http://www.multicomp.net/digital/video.html>

Se digitalizará en formato MPG cuando la duración de la película sea mayor a 45 minutos, ésta será posteriormente ejecutada desde discos compactos y que el film será 100% compatible con versiones de WINDOWS 95 OSR2 o superior; recordando que el tamaño de ventana a visualizar es fijo (320x240 o 480x360) sin opción a reajustar dichas dimensiones ya que la degradación o distorsión es notoria. El formato MPG por su alto grado de compresión entre cuadros nos da buenos resultados en películas extensas y ricas en movimiento y color, además podemos predefinir al momento de renderizar cual será el medio (CD-ROM, pen drive, etc.) desde donde se visualizará, así ajustaremos parámetros de audio y video para no sufrir cortes ni trabas.

✓ ***DIGITALIZACION EN FORMATO VIDEO REAL NETWORKS***

Evidentemente el poder enviar video a través del internet ha sido una necesidad cada día más creciente, luego de la aparición del formato RealVideo de la compañía REAL NETWORKS ha sido prácticamente una realidad, a tal punto que videos extensos de más de 10 minutos ahora son totalmente posibles enviarlos o simplemente visualizarlos usando el correo electrónico o una página Web sin mayores requerimientos. REAL NETWORKS desarrolló un sistema de codificación de video que nos permite ir descargando las secuencias de película de acuerdo a la velocidad de nuestra conexión en Internet; de tal forma que no necesitamos esperar descargar toda la secuencia de video completa para empezar a visualizarla.⁵

2.6 FORMATOS DE VIDEOS USADOS EN LA VIGILANCIA IP

Las imágenes y el vídeo digital a menudo se comprimen para ahorrar espacio en los discos duros y para hacer más rápidas las transmisiones. Independientemente de los muchos tipos de cámaras digitales y productos de vídeo actualmente disponibles en el

⁵<http://www.multicomp.net/digital/video.html>

mercado, todos ellos emplean uno o más de las siguientes técnicas de compresión: Motion JPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, Hcompresión (H.621, H.623, H.321 & H.324).⁶

2.6.1 EL VIDEO COMO UNA SECUENCIA DE IMÁGENES JPEG (MOTION JPEG O M-JPEG)

Es el estándar de imágenes empleado por los productos de vídeo, este estándar generalmente refiere a imágenes JPEG mostradas a un ratio alto de imágenes por segundo. Proporciona vídeo de alta calidad, aunque, el comparativamente tamaño grande de los ficheros de las imágenes individuales precisa bastante ancho de banda para una transmisión adecuada.

La cámara de red puede capturar y comprimir las imágenes, por ejemplo 30 imágenes o cuadros individuales por segundo (30 cps), y después hacerlas disponibles como un flujo continuo de imágenes sobre una red a una estación de visualización. Nosotros denominamos a este método como Motion JPEG o MJPEG.

Dado que cada imagen individual es una imagen JPEG comprimida todas tendrán garantizada la misma calidad, determinada por el nivel de compresión definido en la cámara de red o el servidor de vídeo en red.

2.6.2 COMPRESIÓN DE VIDEO MPEG

Una de las técnicas de vídeo y audio más conocidas es el estándar denominado MPEG.⁷

Este documento se centra en la parte de video de los estándares de vídeo MPEG. Descrito de forma sencilla, el principio básico de MPEG es comparar entre dos imágenes para que puedan ser transmitidas a través de la red, y usar la primera

⁶http://www.casadomo.com/images/archivos/axis_vigilancia_ip_inalambrica.pdf

⁷Iniciado por la Motion Picture ExpertsGroups a finales de los años 80

imagen como imagen de referencia (denominada I-frame), enviando tan solo las partes de las siguientes imágenes (denominadas B y P –frames) que difieren de la imagen original. La estación de visualización de red reconstruirá todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y en los "datos diferentes"; contenidos en los B- y P-frames.

MPEG es de hecho bastante más complejo que lo indicado anteriormente, e incluye parámetros como la predicción de movimiento en una escena y la identificación de objetos que son técnicas o herramientas que utiliza MPEG.

Además, diferentes aplicaciones pueden hacer uso de herramientas diferentes, por ejemplo comparar una aplicación de vigilancia en tiempo real con una película de animación. Existe un número de estándares MPEG diferentes: MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4.

✓ **Estándar MPEG-1**

El estándar MPEG-1⁸ está dirigido a aplicaciones de almacenamiento de vídeo digital en CD. Por esta circunstancia, la mayoría de los codificadores y decodificadores (Codecs) MPEG-1 precisan un ancho de banda de aproximadamente 1.5 Mbit/segundo a resolución CIF (352x288 píxeles). Para MPEG-1 el objetivo es mantener el consumo de ancho de banda relativamente constante aunque varíe la calidad de la imagen, que es típicamente comparable a la calidad del video VHS. El número de imágenes o cuadros por segundo (cps) en MPEG-1 está bloqueado a 25 (PAL)/30 (NTSC) cps.

✓ **Estándar MPEG-2**

⁸Presentado en 1993

MPEG-2⁹ es un estándar diseñado para video digital de alta calidad (DVD), TV digital de alta definición (HDTV), medios de almacenamiento interactivo (ISM), retransmisión de vídeo digital (Digital Video Broadcasting, DVB) y Televisión por cable (CATV). El proyecto MPEG-2 se centró en ampliar la técnica de compresión MPEG-1 para cubrir imágenes más grandes y de mayor calidad en detrimento de un nivel de compresión menor y un consumo de ancho de banda mayor. MPEG-2 también proporciona herramientas adicionales para mejorar la calidad del video, consumiendo el mismo ancho de banda, con lo que se producen imágenes de muy alta calidad cuando lo comparamos con otras tecnologías de compresión. La relación de cuadros por segundo está bloqueado a 25 (PAL)/30 (NTSC) cps. Al igual que en MPEG-1.

✓ **Estándar MPEG-4**

El estándar MPEG-4¹⁰ es uno de los desarrollos principales de MPEG- 2. En esta sección realizaremos una profundización en MPEG-4 para comprender mejor términos y aspectos como:

- Perfiles MPEG-4
- MPEG-4 short header y MPEG-4 long header
- MPEG-4 y MPEG-4 AVC
- MPEG-4 constant bit-rate (CBR) y MPEG-4 variable bit rate (VBR)

✓ **Estándar MPEG-4 PARTE 2 (MPEG – 4 VISUAL)**

Cuando la gente habla de MPEG-4 generalmente se está refiriendo a MPEG-4 parte 2. Este es el estándar de transmisión de vídeo clásico MPEG-4, también denominado MPEG-4 Visual.

⁹Aprobado en 1994 como estándar

¹⁰Aprobado en el 2000

Como uno de los desarrollos principales de MPEG-2, MPEG-4 incorpora muchas más herramientas para reducir el ancho de banda preciso en la transmisión para ajustar una cierta calidad de imagen a una determinada aplicación o escena de la imagen. Además la relación de imágenes por segundo no está bloqueado a 25 (PAL)/30 (NTSC) cps.

Es importante destacar, no obstante, que la mayoría de las herramientas para reducir el número de bits que se transmiten son sólo relevantes para las aplicaciones en tiempo no real, esto es debido a que alguna de las nuevas herramientas necesitan tanta potencia de proceso que el tiempo total de codificación/decodificación (por ejemplo la latencia) lo hace impracticable para otras aplicaciones que no sean la codificación de películas, codificación de películas de animación y similares. de hecho, la mayoría de las herramientas en mpeg-4 que pueden ser usadas en aplicaciones en tiempo real son las mismas herramientas que están disponibles en mpeg-1 y mpeg-2.

Otra mejora de MPEG-4 es el amplio número de perfiles y niveles de perfiles que cubren una variedad más amplia de aplicaciones desde todo lo relacionado con transmisiones con poco ancho de banda para dispositivos móviles a aplicaciones con una calidad extremadamente amplia y demandas casi ilimitadas de ancho de banda. La realización de películas de animación es sólo un ejemplo de esto.

✓ **PERFILES MPEG-4**

En uno de los extremos del sistema, tiene lugar la codificación al formato MPEG en la cámara de vídeo. Obviamente en el otro extremo, esta secuencia MPEG necesita ser decodificada y posteriormente mostrada como video en la estación de visualización.

Dado que hay un gran número de técnicas (herramientas) disponibles en MPEG (especialmente en MPEG-4) para reducir el consumo de ancho de banda en la transmisión, la variable complejidad de estas herramientas y el hecho de que no todas las herramientas sean aplicables a todas las aplicaciones, sería irreal e innecesario especificar que todos los codificadores y decodificadores MPEG deberían soportar todas las herramientas disponibles. Por consiguiente se han definido subconjuntos de estas herramientas para diferentes formatos de imágenes dirigidos a diferentes consumos de ancho de banda en la transmisión.

Hay diferentes subconjuntos definidos para cada una de las versiones de MPEG. Por ejemplo hay un subconjunto de herramientas denominados MPEG Profile. Un MPEG Profile específico establece exactamente qué herramientas debería soportar un decodificador MPEG. De hecho los requerimientos en el codificador y el decodificador no tienen por qué hacer uso de todas las herramientas disponibles.

Otra diferencia entre el Simple y el AdvancedProfile es el soporte a rangos de resoluciones y a diferentes consumos de ancho de banda, especificados en un nivel diferente. Mientras que el Simple Profile alcanza resoluciones hasta CIF (352x288 píxeles en PAL) y precisa un ancho de banda de 384 kbit/segundo (en el nivel L3), Advanced Simple Profile consigue la resolución 4CIF (704x480 píxeles en PAL) a 8000 kbit/segundo (en el nivel L5).

✓ **MPEG-4 SHORT HEADER Y LONG HEADER**

Algunos sistemas de transmisión de video especifican soporte para MPEG-4 short header; de forma que resulta importante comprender este término. De hecho, no es más que un transmisor de vídeo H.263 encapsulado con cabeceras de transmisión de vídeo MPEG-4.

MPEG-4 short header no aprovecha ninguna de las herramientas adicionales especificadas en el estándar MPEG-4. MPEG-4 short header está solo especificado para asegurar compatibilidad con equipos antiguos que emplean la recomendación H.263, diseñada para videoconferencia sobre RDSI y LAN. De forma práctica, el MPEG-4 short header es idéntico a la codificación/decodificación H.263, que da un nivel de calidad menor que MPEG-2 y MPEG-4 a un ratio de bits determinado.

La calidad de la imagen y del vídeo en “short header” no está cercana a la del MPEG-4 real, dado que no hace uso de las técnicas que permiten filtrar información de la imagen que no es visible por el ojo humano. Tampoco usa métodos como la predicción DC y AC que pueden reducir de forma significativa las necesidades de ancho de banda.

Para clarificar una especificación de un sistema de distribución de vídeo, el soporte a MPEG-4 a veces se denomina como MPEG-4 longheader; que en otras palabras es el método en el que se emplean las herramientas de compresión propias de MPEG-4

✓ **MPEG-4 PARTE 10 (AVC, CONTROL DE VIDEO AVANZADO)**

MPEG-4 AVC, al que también se refiere como H.264 es un desarrollo posterior en el que MPEG tiene un conjunto completamente nuevo de herramientas que incorporan técnicas más avanzadas de compresión para reducir aún más el consumo de ancho de banda en la transmisión con una calidad de imagen determinada. Pese a ser más complejo añade también requerimientos de rendimiento y costes, especialmente para el codificador, al sistema de transmisión de vídeo en red. MPEG-4 AVC no se tratará en este documento.

2.6.3 CONSTANT BIT – RATE (CBR) Y VARIABLE BIT – RATE (VBR)

Otro aspecto importante de MPEG es el modo en el que se usa el ancho de banda disponible. En la mayoría de los sistemas MPEG es posible seleccionar si el ratio de bits debe ejecutarse en modo CBR (constante) o VBR (variable). La selección óptima depende de la aplicación y de la infraestructura de red disponible. Con la única limitación del ancho de banda disponible el modo preferido es normalmente CBR, dado que este modo consume un ancho de banda constante en la transmisión. La desventaja es que la calidad de la imagen variará y, aunque se mantendrá relativamente alta cuando no hay movimiento en la escena, la calidad bajará significativamente cuando aumente el movimiento.

El modo VBR, por otra parte, mantendrá una alta calidad de imagen, si así se define, sin tener en cuenta si hay movimiento o no en la escena. Esto es a menudo deseable en aplicaciones de seguridad y vigilancia en las que hay la necesidad de una alta calidad, especialmente si no hay movimiento en la escena.

Dado que el consumo de ancho de banda puede variar, incluso si se define una media de ratio de bits objetivo, la infraestructura de red (el ancho de banda disponible) necesitará tener esta capacidad para un sistema de este tipo.

2.6.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS PARA M-JPEG, MPEG-2 Y MPEG-4

Dada su simplicidad, M-JPEG es una buena elección para su uso en múltiples aplicaciones. JPEG es un estándar muy popular y en muchos sistemas se usa por defecto.

Es una técnica simple de compresión/descompresión, lo que significa que los costes, tanto en tiempo del sistema como en inversión total son reducidos. El aspecto del tiempo significa que hay un retraso limitado entre el momento en el que la cámara captura la imagen, la codificación, la transmisión a través de la red, la decodificación y finalmente el mostrar la imagen en la pantalla de la estación de visualización. En otras

palabras, M-JPEG proporciona una baja latencia debido a su simplicidad (compresión de imágenes e imágenes individuales completas), y por esta razón es también idóneo para cuando se necesita realizar procesamiento de imágenes, por ejemplo para la detección de movimiento o el seguimiento de objetos.

M-JPEG es válido para cualquier resolución de imagen, desde la pantalla de un teléfono móvil hasta imágenes de video (4CIF, 704x480 píxeles en PAL). También garantiza la calidad de la imagen sin importar el movimiento o la complejidad de las escenas de las imágenes. Además ofrece la flexibilidad de poder seleccionar por un lado imágenes de alta calidad (baja compresión) o menor calidad de imagen (alta compresión) con el beneficio de que imágenes menores producen ficheros más pequeños, lo que permite usar un menor volumen de bits en la transmisión y un menor uso del ancho de banda. Al mismo tiempo, el número de imágenes por segundo se puede controlar fácilmente, proporcionando una referencia para limitar el uso del ancho de banda al reducir el número de imágenes por segundo, aunque manteniendo una calidad de imagen garantizada.

Dado que M-JPEG no hace uso de una técnica de compresión de vídeo genera una cantidad de datos de imágenes relativamente alto, que se envía a través de la red. Por esta razón con un nivel de compresión de imagen determinado (definiendo la calidad de la imagen del I-frame y de la imagen JPEG respectivamente), un número de imágenes por segundo y la escena de la imagen, la cantidad de datos por unidad de tiempo que envía por la red (bit rate, ratio de bits) es menor para MPEG que para M-JPEG, excepto con pocas imágenes por segundo.

Lo siguiente resume claramente el beneficio de MPEG: la capacidad para dar una calidad de imagen relativamente alta con un consumo de ancho de banda reducido (un ratio de bits de transmisión bajo). Esto puede ser especialmente importante cuando está limitado el ancho de banda disponible en la red, o si el video debe ser almacenado (grabado) con un alto número de imágenes por segundo. Estas menores demandas de

ancho de banda son a costa de una mayor complejidad en la codificación/decodificación, lo que por otra parte contribuye a una latencia mayor si se compara con M-JPEG.

Otro elemento a tener en cuenta: tanto MPEG-2 como MPEG-4 están sujetos al pago de licencias.

2.7 SISTEMAS VIDEO IP

El sistema de video IP se utiliza cada vez más como una efectiva solución de seguridad que ofrece monitorización y control avanzados. Históricamente, las aplicaciones de monitorización y de vigilancia han sido ofrecidas por la tecnología analógica de circuito cerrado de televisión (CCTV). Sin embargo, con el auge de la era digital, que ha mostrado los defectos de su analógico predecesor, junto con el camino hacia una sociedad en línea cada vez mayor, se han obtenido numerosos beneficios respecto los anteriores sistemas CCTV.

La vigilancia IP consta de cámaras CCTV que utilizan el protocolo de internet para transmitir datos de imagen y señales de control por una red inalámbrica o Ethernet. Típicamente, esto se realiza instalando cámaras IP al lado de un grabador de vídeo de red (NVR), lo que crea una sistema completo de grabación y reproducción¹¹.

FIGURA 2.9 CONEXIÓN DE CAMARAS IP

¹¹<http://teleinfo-ap.com.mx/site/?p=933>



FUENTE: <http://www.lsb.es/imagenes/camarasip.pdf>

2.7.1 DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE VIDEO IP

Antes de abordar la cuestión que nos interesa debemos realizar un pequeño análisis para comprender mejor los procesos de grabación y almacenamiento digital. En un sistema de vídeo IP hay múltiples procesos ejecutándose simultáneamente. Nos centraremos sólo en alguno de los más importantes relacionados con la compresión: codificación, transmisión IP, grabación, y decodificación.

✓ **CODIFICACION**

El proceso que se realiza en la cámara de red o el servidor de vídeo que codifica (digitaliza y comprime) la señal de vídeo analógico de manera que pueda transmitirse a través de la red.

✓ **TRANSMISION IP**

Transmisión sobre una red de datos basada en el protocolo IP, inalámbrica o con cableado, desde una fuente a hardware variado de grabación o visualización.

✓ **GRABACION**

Datos transferidos a discos duros estándar conectados a un dispositivo de almacenamiento como puede ser un servidor, NAS (Network Attached Server) o SAN (Storage Área Network).

✓ **DECODIFICACION**

El vídeo codificado debe ser traducido, o decodificado, con el fin de ser visualizado/monitorizado. Este proceso se realiza en un PC o en otro sistema decodificador que se emplee para visualizar el vídeo¹².

2.7.2 SISTEMA DE COMPRESION DE VIEDO QUE UTILIZAN LAS CAMARAS IP

El sistema de Compresión de Imagen que utilizan las cámaras IP tiene como objetivo hacer que la información obtenida del sensor de imagen, que es muy voluminosa, y que si no se tratara adecuadamente haría imposible su envío por los cables de la red Local o de las líneas telefónicas, ocupe lo menos posible, sin que por ello las imágenes enviadas sufran deterioro en la calidad o en la visualización.

En definitiva los sistemas de compresión de imagen tienen como objetivo ajustarla información que se produce a los anchos de banda de los sistemas de transmisión de la información como por ejemplo el ADSL. Los estándares de compresión actuales son el MJPEG y MPG4, este último es el más reciente y potente.¹³

2.8 REDES IP (TIPOS DE CAMARAS)

Las redes basadas en IP tienen una gran importancia en la sociedad de la información actual.

¹²<http://www.voxdata.com.ar/voxcompresionvideo.html>

¹³<http://www.lsb.es/imagenes/camarasip.pdf>

A primera vista esta tecnología puede parecer un poco confusa y abrumadora pero empezaremos por presentar los componentes de red subyacentes sobre los que está construida esta tecnología.

Además, si un circuito falla en el medio de una transmisión, la conexión entera se pierde y debe establecerse una nueva.

Es así que en la transmisión de Video sobre IP se pueden encontrar distintos tipos de Soluciones para aplicaciones de Monitoreo Local y Remoto y Grabación y Transmisión de Video, con uso en Aplicaciones de Seguridad:

- ✓ *Servidores de Video*, dispositivos que permiten utilizar cualquier cámara de video convencional para la Captura y la Transmisión de video por redes LAN.
- ✓ *Cámaras IP por red LAN*, cámaras digitales que incluyen un Servidor Web y son capaces de transmitir las imágenes hacia cualquier parte del Internet o de la red local LAN.
- ✓ *Cámaras IP por red Eléctrica*, cámaras de seguridad que hacen uso del cableado eléctrico del hogar u oficina para enviar las imágenes por su red LAN y el INTERNET.
- ✓ *Video Vigilancia basada en PCs*, Convierten una PC con Windows 2000 o XP - los dos sistemas más robustos de Microsoft - en un Servidor de Video y graban las imágenes de cualquier cámara de video instalada en la empresa hacia disco duro para consulta posterior.
- ✓ *Sistemas DVR Proprietarios*, Dispositivos que capturan imágenes de las cámaras y las almacenan en su propio Disco Duro INTERNO (100- 200GB)¹⁴

Una aplicación de Vigilancia IP crea secuencias de vídeo digitalizado que se transfieren a través de una red informática permitiendo la monitorización remota allá donde

¹⁴<http://www.ipsolutions.com.pe/Video%20vigilancia.htm>

llegue la red así como la visualización de imágenes y la monitorización desde cualquier localización remota a través de Internet.

Dada su escalabilidad, entre otras ventajas, la tecnología de Vigilancia IP está bien establecida no sólo para mejorar o revitalizar aplicaciones de vigilancia y monitorización remota existente, sino también para un mayor número de aplicaciones. Y cuando añadimos la potencia de la transmisión inalámbrica a la Vigilancia IP creamos incluso una solución más robusta: Un cable Ethernet (conexión de red) que puede conectar fácilmente cámaras de red a una solución de conectividad punto-a-multipunto, creando instantáneamente una WAN (red de área extensa) inalámbrica capaz de transmitir vídeo de alta resolución a una estación base en tiempo real. La combinación de la Vigilancia IP con la tecnología Inalámbrica crea una aplicación de seguridad que va más allá que cualquiera de las tecnologías disponibles y proporciona además las siguientes características:¹⁵

- ✓ Fácil de desplegar
- ✓ Alto grado de funcionalidad
- ✓ Proporciona ahorros en instalación y operación
- ✓ Totalmente escalable

2.8.1 CAMARAS IP

Lo que se conoce comúnmente como una cámara IP, es una cámara que digitaliza y procesa imágenes analógicas, las comprime internamente y después transmite el vídeo en forma digital sobre una conexión Ethernet a una computadora o a un dispositivo similar. Una cámara IP puede tener sensores del tipo CCD o CMOS, y están disponibles en las mismas formas y tipos que las cámaras analógicas tradicionales, como son: domos, con movimiento o PTZ (Pan, Tilt, Zoom), infrarrojas e inalámbricas.

¹⁵http://www.casadomo.com/images/archivos/axis_vigilancia_ip_inalambrica.pdf

Las cámaras IP, están equipadas con un servidor Web dentro de la misma cámara y permite acceder y controlar como cualquier cliente por una aplicación de software y permite ver el video de manera local o remota. Las cámaras IP combinan las capacidades de una cámara con las funcionalidades de la PC, permitiendo conectarla en cualquier lugar donde exista una red. Esto es parecido a conectar otra PC a la red, ya que la cámara IP es otra aplicación de red y cuenta con su propia dirección IP, conectándola directamente ya sea alámbrica o inalámbrica a red y como todo elemento de una red, requiere mantenimiento.

2.8.2 CAMARAS ANALOGICAS

Una cámara analógica de video vigilancia contiene un sensor CCD el cual digitaliza la imagen para procesarla. Después de esto puede transmitir el vídeo, para lo cual necesita convertir de nuevo el vídeo a su forma análoga y ser recibida por un dispositivo analógico, como un monitor o un videograbador. A diferencia de las cámaras IP no tienen servidores Web dentro de la misma cámara o compresores de vídeo y no requieren mantenimiento. Esas funciones son implementadas en el dispositivo que graba o controla el vídeo.



FUENTE: <http://www.vmgseguridad.com/vidovigilancia>

Se puede también hacer una conexión híbrida entre componentes analógicos e IP, para convivir en el mismo sistema de video vigilancia.

2.8.3 DIFERENCIAS ENTRE CAMARAS IP Y ANALOGICAS

La principal diferencia entre ambas tecnologías de cámaras, es la forma en la cual el vídeo es transmitido, y últimamente en donde el vídeo se almacena y comprime.

Hasta aquí ésta primera parte, en la siguiente se efectuarán comparaciones entre los dos tipos de cámaras para definir, de acuerdo a la aplicación de video vigilancia cuál de las dos es mejor.¹⁶

La única diferencia entre una cámara analógica y una digital se basa en la manera en que almacenan la información da audio y video en los dispositivos o cintas. No obstante, esta simple diferencia trajo al mundo del video varias ventajas, entre otras:

- ✓ Incremento en la calidad. Al poder grabar la información de manera digital (ceros y unos), fue posible incrementar la resolución de la cámara, y la nitidez de los colores.
- ✓ Disminución casi a cero de la degradación: En los formatos análogos, la degradación de la calidad de la imagen conforme va pasando el tiempo se va deteriorando. En un formato digital esto no sucede tan fácilmente, ya que la información está guardada como ceros y unos y existen algoritmos de corrección que permiten mantener la calidad a lo largo del tiempo.
- ✓ Se creó el puerto 1394 (FireWire ó Ilink). Este tipo de conexión nos permite transferir audio y video a altas velocidades (hasta 400 Mbytes por segundo), comparado con un puerto paralelo de una computadora (donde conectas la impresora) que transmite a 9,600 bytes por segundo. Este tipo de puerto permite que la información pueda ser alimentada

¹⁶<http://www.vmgseguridad.com/videovigilancia>

- ✓ directamente en una computadora sin que tenga que ser traducida por nadie. No se pierde nada de calidad.
- ✓ Sonido digital calidad CD. Con el hecho de poder grabar el audio de manera digital se incorporó la calidad de CD de audio sin compresión, a 32,000, 44,100 ó 48,000 kbps.
- ✓ Mejores funciones de edición. El formato digital permite grabar un código de tiempo a la cinta con gran exactitud (lo que se conoce como “timecode”). De esta manera, los fabricantes han integrado funciones de indexación en las cintas, de manera que oprimiendo el botón de índice, la cámara registra en la memoria una marca con el tiempo exacto. Así es posible buscar escenas con gran facilidad.¹⁷

2.8.4 CONFIGURACION REMOTA DE CAMARAS IP

Las cámaras IP y los Servidores de Vídeo solamente necesitan conectarse directamente a un PC mediante un cable de red “cruzado” cuando se instalan por primera vez.

Una vez instalada, cualquier modificación de la configuración, de los ajustes de calidad de imagen, de las contraseñas de acceso, se realizará de forma remota desde cualquier punto del mundo, bastará con conectarse a la cámara en modo “Administrador”.¹⁸

✓ **CONTROLAR DISPOSITIVOS DE FORMA REMOTA DESDE LAS CAMARA IP¹⁹**

Sí, es posible la conexión de un relé que maneje por ejemplo el encendido de luces, o por ejemplo la apertura de una puerta. Las cámaras IP y Servidores de Vídeo disponen de una salida Abierto- Cerrado, que se controla desde el software de visualización.

¹⁷<http://www.crafproducciones.com.ar/tipos-de-camaras/581-camara-de-video-digital-vs-analogica.html>

¹⁸<http://pcsolution-cali.com/camaras.html>

¹⁹<http://pcsolution-cali.com/camaras.html>

✓ **SEGURIDAD Y ACCESO A LAS CAMARAS IP**

Las cámaras IP y los Servidores de Video disponen en su software interno de apartados de seguridad que permiten en general establecer diferentes niveles de seguridad en el acceso a las mismas.

Los Niveles son:

- *Administrador*: Acceso mediante Nombre de Usuario y Contraseña a la configuración total de la cámara.
- *Usuario*: Acceso mediante Nombre de Usuario y Contraseña a la visualización de las imágenes y manejo del relé de salida.
- *Demo*: Acceso libre a la visualización sin necesidad de identificación.²⁰

✓ **CONEXIÓN PERMITIDA DE USUARIOS SIMULTANEAMENTE A LAS CAMARA IP**

El número de observadores simultáneos que admiten las cámaras IP y los servidores de Vídeo en general es de alrededor de 10 a 20. También es posible enviar “snapshots” de forma automática y con período de refresco de pocos segundos, a una página Web determinada para que el público en general pueda acceder a esas imágenes.²¹

Si deseo que la señal de vídeo de, por ejemplo, la cámara de acceso al recinto (con un consumo de ancho de banda de 1Mbit/s) pueda llegar a ser controlada en un momento determinado por 10 personas, el consumo total de ancho de banda será de 1Mbit/s y no de 10Mbit/s. Cuanto mayor es la instalación más necesario es el Multicast.²²

²⁰<http://pcsolution-cali.com/camaras.html>

²¹<http://infomdq.com.ar/web/index.php/que-son-las-camaras-ip.html>

²²<http://seguridad.bfioptilas.es/Beneficios+Arquitectura+distribuida+de+video+IP-138.htm?sid=373b162535b366efe5690e75292acaa6>

2.9 VIDEO SOBRE IP

El avance hacia los sistemas de video abiertos, unido a los beneficios de las imágenes digitales a través de cámaras inteligentes montadas sobre una red IP, constituye un medio de seguridad, vigilancia y monitoreo remoto efectivos. El video en red IP ofrece todas las características del video analógico, adicionando una gama de funciones innovadoras propias de la tecnología digital.²³

Antes de adquirir un sistema de video IP, se debe tener en cuenta varios factores tales como:

- Características específicas de vigilancia para la empresa (tipo de cámaras, ubicaciones, etc.)
- Interoperabilidad con sistemas instalados.
- Escalabilidad o capacidad de crecimiento futuro.
- Flexibilidad para añadir nuevas funciones y dispositivos El video en red, o video vigilancia basada en IP o Video sobre IP utiliza una red IP (la misma red o infraestructura para transmitir información entre PCs) ya sea cableada o inalámbrica para transportar video y audio digital, además de otros datos. Incluso se puede alimentar de energía eléctrica a las cámaras con el denominado Power Over Ethernet (PoE)).

Un sistema de video en red consta de una o más cámaras de diferentes tipos que se conectan a la red de datos, la misma que nos permite supervisar el video y grabarlo desde cualquier lugar de la red, ya sea en estaciones de trabajo, NVR(Grabadores de Video en Red) o simplemente designando servidores de datos específicos para esta función. Las mismas imágenes se pueden visualizar a través de una WAN (red de área extensa) usando conexiones privadas o simplemente internet. Se dispone de un

²³<http://globateln.com/Soluciones/video-vigilancia.html>

software de gestión centralizada de video que nos permite el monitoreo de uno o más locales, los mismos que pueden estar geográficamente dispersos.

FIGURA 2.11 VIDEO EN RED IP



FUENTE: <http://globateln.com/Soluciones/video-sobre-ip.html>

2.9.1 VENTAJA DE VIDEO SOBRE IP

- Accesibilidad remota, se pueden configurar las cámaras de red y acceder a ellos en forma remota, lo que permite a diferentes usuarios autorizados visualizar video en vivo y grabado en cualquier momento y desde prácticamente cualquier ubicación en el mundo.
- Alta calidad de imagen, lo que sirve para poder capturar con claridad un incidente en curso e identificar a las persona y objetos implicados. Con las tecnologías de barrido progresivo y megapíxel, la calidad de la imagen se mejora considerablemente.
- Cero conversión entre las señales analógicas a digitales, lo que elimina la degradación inherente a esta operación.
- Gestión de eventos y video inteligente, ya que a menudo existe demasiado material de video grabado y una falta de tiempo suficiente para analizarlo

adecuadamente. Las funciones de análisis integrado permiten reducir la cantidad de grabaciones sin interés. Se puede añadir funciones de detección de movimiento, gestión de alarmas, conexiones de entrada-salida y similares.

- Escalabilidad y flexibilidad, ya que el sistema puede crecer de acuerdo a las necesidades del usuario y al tamaño de la red de datos de la empresa.²⁴

2.9.2 PRINCIPALES APLICACIONES.

Comercio minorista: reducen de manera significativa los robos, mejora la seguridad del personal y optimiza la gestión de la tienda, ayudando a detectar zonas más populares de la misma, grabando la actividad de los consumidores así como los comportamientos de compras que ayudarán a optimizar la distribución en un local, detectando necesidad de reposición de artículos y cajeros adicionales.

- Transporte: mejora la seguridad en aeropuertos, autopistas, estaciones de buses y otros sistemas de transporte. Permite identificar atascos y embotellamientos en vías públicas.
- Educación: muy útil en guarderías infantiles, universidades y diversos centros de estudio, a fin de mejorar la seguridad del personal y estudiantes. El video sobre IP también puede usarse para aprendizaje a distancia, cuando los estudiantes no pueden asistir personalmente.
- Industria: para aumentar la eficacia de las líneas de producción, procesos y sistemas logísticos, protegiendo almacenes y sistemas de control de existencias. Adicionalmente se puede usar para asistencia técnica a distancia.
- Vigilancia urbana: útil para la lucha contra el crimen y proteger a los ciudadanos, detectando y disuadiendo a delincuentes. El uso de redes inalámbricas ha ayudado al despliegue del video en diferentes zonas de las

²⁴<http://www.globateln.com/Soluciones/video-sobre-ip.html>

ciudades, de esta forma la policía y los agentes particulares pueden responder ante un hecho delictuoso en forma rápida y con video en vivo.

- Vigilancia de infraestructura: para protección de edificios públicos y privados, desde museos y oficinas hasta bibliotecas y centros penitenciarios, se puede detectar e impedir actos de vandalismo y aumentar la seguridad personal.
- Salud, proporcionando soluciones rentables para la vigilancia de pacientes en recintos, clínicas y hospitales.
- Banca y finanzas: para resguardar sucursales bancarias, sedes principales y cajeros automáticos.²⁵

²⁵<http://www.globateln.com/Soluciones/video-sobre-ip.html>

3 DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA SOBRE UNA RED IP, UTILIZANDO CAMARAS IP

3.1 INTRODUCCION

EL diseño de este sistema es punto de partida para la implementación, ya que en la etapa de diseño se hace un estudio de la zona y la ubicación de los posibles puntos estratégicos e importante de la zona urbana del municipio de Cereté, al llevar este proyecto a su etapa de implementación el municipio estaría brindándole a la comunidad seguridad a cada uno de los habitantes que transiten por estos sectores, reducción de delitos, como son hurtos, atracos, vigilancia del tránsito municipal, seguridad a los establecimiento financieros y comerciales, también con la instalación de estas cámara se hace necesario el uso de una radio base y antenas receptoras, así quedaría una infraestructura IP montada, sobre cual el municipio podría configurar otros servicios, un ejemplo podría ser internet gratuito a la comunidad urbana, también una expansión hacia el sector rural.

3.2 REQUERIMIENTOS

Los requerimientos para la implementación del sistema de Video Vigilancia son:

- ✓ Energía eléctrica cerca de cada ubicación donde se desean colocar los equipos que lo ameriten.
- ✓ Sistema de baterías para el centro de video y la radio base.
- ✓ Infraestructura de Red: En este caso sería una infraestructura IP, tendríamos el uso de Switch, Router, Antenas, Equipo Trasmisor/Receptor, VNR (Grabadores de Videos IP), Cámaras IP externas.
- ✓ Mástil para fijar las Antenas.
- ✓ Torre para la Radio Base (BTS).

3.3 LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL DISEÑO

Para la llevar a cabo el diseño del diseño se deben definir los equipos a utilizar de acuerdo a las características técnicas que requieren para el correcto funcionamiento del sistema de seguridad.

Los lineamientos se darán para los principales elementos del sistema de seguridad como son:

- ✓ Cámaras de Vigilancia
- ✓ Lentes

Los demás elementos del sistema de seguridad, tales como, dispositivos de almacenamiento, medio de transmisión, protección, se va a adaptar de acuerdo a los equipos anteriormente identificados.

3.3.1 CAMARAS DE VIGILANCIA

Para obtener una cobertura completa, los equipos de monitoreo (cámaras de vigilancia) deben trabajar de acuerdo a ciertos aspectos que se necesitan para un sistema de vigilancia comunitaria, como son:

- ✓ Funcionar día y noche.
- ✓ Funcionar bajo ambientes extremos con altas y bajas temperaturas
- ✓ Funcionar con ambientes con mucha, poca o nula luminosidad.
- ✓ Estar protegidos contra actos vandálicos y sabotajes.
- ✓ Tener un buen alcance con buena resolución de imagen.
- ✓ Tener movilidad para tener mayor área de cobertura.
- ✓ Cumplir el rango de cobertura requerido.

De acuerdo a los puntos citados anteriormente, para el sistema de seguridad se utilizarán cámaras con la funcionalidad PTZ (Pan, Tilt, Zoom) mediante la cual es posible controlar remotamente tres características: movimiento horizontal, movimiento vertical y zoom. Estos valores pueden ser determinados previamente con software que maneja este tipo de dispositivos, pudiendo establecer posiciones visuales que pueden ser activadas con una alarma o manualmente por el operador.

Si la cámara no posee esta funcionalidad se debe adaptar un motor PTZ el cual podrá realizar el mismo trabajo de ubicación de posiciones predeterminadas.

Los ángulos giratorios de la cámara para abarcar el área de cobertura deben ser:

- ✓ Movimiento horizontal de hasta 360°
- ✓ Movimiento vertical de hasta 90°
- ✓ Zoom de acuerdo a la distancia que deba cubrir cada cámara de video.

La cámara debe tener la capacidad guardar en memoria un mínimo de 30 posiciones predefinidas, las cuales facilitarán la labor de monitoreo.

Las cámaras de video deben tener la característica de BLC o compensación contraluz automática para aquellas ocasiones en las que el sol se ubique de frente a la cámara.

En el proceso de vigilancia es necesario obtener datos como placas, rostros, tez de piel, color de vehículos, etc., lo cual indica que las cámaras deben ser a color. Aunque por cuestiones de nitidez de imagen para la noche se requiera que la cámara también pueda trabajar como blanco y negro.

En ambientes de completa oscuridad, debido a cortes de energía eléctrica accidentales o provocados, se debe seleccionar equipos que tengan visión nocturna, en la mayoría de casos mediante leds infrarrojos de gran alcance.

La transición de vista normal a vista nocturna debe ser automática. Con respecto a esto, la mayoría de cámaras realizan esta transición automáticamente con un valor de luminancia establecido característico de luminancia que llega al sensor. Este valor depende del fabricante.

En la actualidad los sensores más comunes que se usan son los de 1/3" y 1/4"²⁶.

Para las cámaras, se escogerán las que tengan sensor de 1/4" pues brindan una buena calidad en el video, por lo cual es ideal para la vigilancia.

Para obtener una imagen de calidad es necesario también definir los parámetros de los objetivos o lentes.

3.3.2 LAS LENTES

En caso de que la cámara no incorpore la lente, ésta debe ser con montaje tipo CS ya que para este tipo de montajes se pueden conectar objetivos tanto tipo C como objetivos tipo CS. Este tipo de montaje es utilizado en cámaras profesionales.

Las lentes necesarias para las cámaras deben ser tipo zoom con las cuales se podrá realizar tomas de acercamiento mediante la variación de la distancia focal.

Además, debido a que las cámaras van a estar ubicadas en el exterior receptando continuamente luz ambiental y teniendo en consideración las grandes variaciones de luz que presenta la ciudad, el diafragma debe ser automático de tal manera que se adapte a los distintos cambios de luz que llega al equipo. Entonces se requieren lentes con aperturas varifocales y autoiris. Las lentes deben ser también de 1/4" al igual que los CCD de las cámaras.

²⁶<http://www.tectronika.com/122901/104201.html>

El requerimiento de la distancia focal se da por la siguiente fórmula matemática²⁷:

Dónde:

$$\frac{W}{L} = \frac{h}{A} = \frac{f}{D}$$

L = Ancho del Objeto

f = Distancia Focal

A = Alto del Objeto

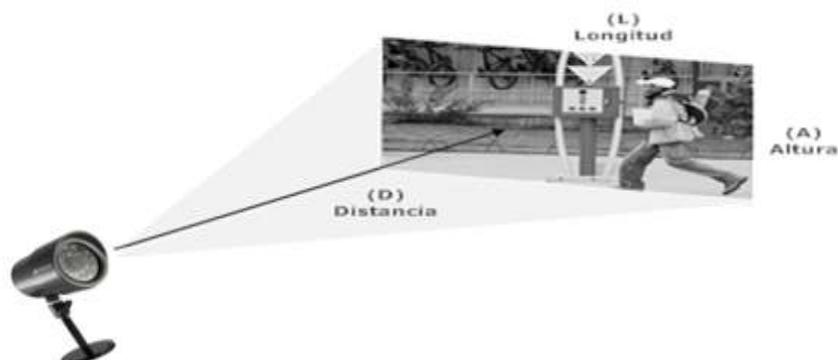
D = Distancia al Objeto

w = 4.8 mm

h = 3.6 mm.

En la figura 2.27 se indican las características a considerar para el cálculo de la distancia focal²⁸.

FIGURA 3.1: DISTANCIA FOCAL



FUENTE: GRUPO DE DISEÑO DEL PROYECTO

Para hallar el valor de la longitud focal f la debemos despejar de la fórmula, los valores para "w" y "h" son constantes y varían de acuerdo al tamaño del sensor, en este caso es de 1/4".

El cálculo quedaría:

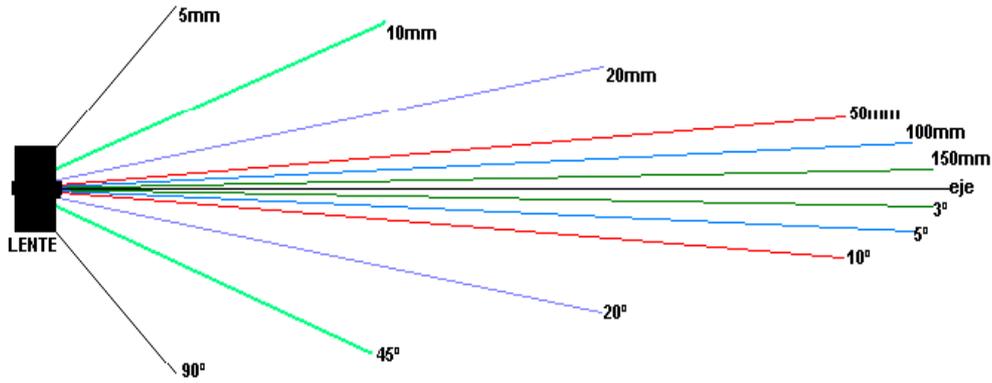
Distancia Focal = Distancia al Objeto (mm) x 3.6 mm / Alto de la Escena (mm)

²⁷http://www.b-eas.com/files/calculador_lentes_cctv.pdf

²⁸http://www.datalux.es/calc_optica.php

La figura 2.28 representa los valores de distancias focales con sus respectivas aberturas de ángulos de visión²⁹

FIGURA 3.2: ÁNGULO DE VISIÓN VS DISTANCIA FOCAL



Para tener una buena apreciación de la escena, se ha determinado que los valores de Longitud y Altura de la escena a monitorear van a ser de 16 metros, con lo cual se abarca el ancho típico de una calle del sector, y 10.25 metros, respectivamente.

Para el cálculo de la longitud focal requerida se procede a utilizar los valores de alcance de las cámaras determinado en la sección del área de cobertura. (250mts, 100mts, 50mts)

	50 metros	100 metros	250 metros
Distancia Focal	17.55 mm	35.12 mm	87.8 mm

Tabla 3.1: Valores calculados de distancia focal para las cámaras de video.

Las cámaras de vigilancia deben ser de alta resolución, esto es, mayor a 480 LVT, valor desde el cual las cámaras de vigilancia se consideran de alta resolución.

²⁹<http://www.cybercollege.com/span/typ010.htm>

Las cámaras deben incluir carcasas, que brinden protección anti vandálica al equipo, deben proveen calefacción o ventilación, para prevenir la formación de humedad en partes sensibles de la cámara.

Para el sistema de seguridad la opción de grabación de audio ambiental no es indispensable por lo que se optará por cámaras que pueden no poseer esta característica.

Los multiplexores, en caso de requerirse, deben ser transparentes con el medio de transmisión a usar y la manera de transmitir el video ya que puede ser digital o analógica. Se transmitirán imágenes a color para el día y blanco/negro para la noche. De preferencia debe ser un multiplexor QUAD el cual nos va a permitir ver en pantalla las señales de 4 cámaras a la vez con su proceso de grabación simultáneo, aunque es posible también visualizar una cámara a la vez. Para esto se necesitarían monitores profesionales específicos para CCTV pues va a estar encendido las 24 horas del día los 365 días del año. Por cuestiones de ocupación de espacio y estética se usarán monitores LCD pantalla plana, mínimo de 17", a color, para una correcta visualización en el monitoreo de las 4 señales de video con una resolución de 1024x768 píxeles con la cual se tiene una buena apreciación de la imagen. Las señales de video recibidas por las cámaras de vigilancia van a ser grabadas mediante un DVR, que según sea necesario, permita la interconexión con el multiplexor de video. Además, debe tener la capacidad de memoria suficiente para grabar las 24 horas del día, debe permitir la repetición de imágenes sin detener la grabación, entre otros aspectos más que podrían añadirse de acuerdo a los requerimientos a presentarse en la fase del diseño del sistema de seguridad.

3.3.3 DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.

✓ DEFINICION DE EQUIPOS

Los equipos que fueron seleccionados para este diseño, previo a la consulta y estudio en el mercado tecnológico, que cumplen con los requerimientos del proyecto son:

- 16 Cámaras IP
- 2Switch 8 Puertos
- 16 Unidades Subscriptoras de Video
- 1 Estación Base con 8 UA (Unidades de Accesos)
- 1Servidor NVR basado en PC
- Torres Auto soportadas 30 mts.
- Cables UTP Cat. 5
- UPS 300V y 1000V de 6 Horas de Respaldo

3.3.4 ESTUDIO DE CAMARAS EN EL MERCADO

- ✓ **CAMARA IP SENSOR SONY DIA/NOCHELAS3687**

FIGURA 3.2 CAMARA IP SENSOR SONY DIA/NOCHE



FUENTE:http://www.seguridadplus.com/camara_ip_sensor_sony_dianoche_1390_1.htm?utm_medium=web&utm_source=LAS3687&utm_campaign=relprod

La cámara IP es un modelo DIA/NOCHE basado en un CCD 1/3 SONY INTERLACED con IRIS Mecánico y una luminosidad mínima de 0 LUX gracias a sus potentes Iluminadores de Infrarrojo que nos permiten alcanzar una distancia de visión de entre 80 y 100 metros en condiciones nulas de luminosidad. Incorpora un lente de varifocal de 7,5 a 50 mm.

Esta construida en Aluminio resistente que le permite soportar la instalación en exteriores gracias a su protección Ip66. Los ajustes se realizan de manera sencilla gracias a su tapa de fácil apertura.

✓ **Características:**

- Sensor CCD SONY 1/3 INTERLACED
- Luminosidad 0 LUX IR ON
- Compresión MPEG-4 / MJPEG dual streaming
- Máxima resolución en red 720x576 pixels D1
- Resolución más de 500 TV
- Lente Varifocal 7,5 a 50mm
- Iris Mecánico
- Iluminadores LED de gran distancia
- Protección carcasa IP66
- Interface de Red Ethernet 10/ 100 Base-T
- Alimentación DC 12V
- Consumo 1A
- Dimensiones 135X85x40mm
- Peso 570 grms.

✓ **CAMARA IP AXIS 206.**

FIGURA 3.3 IMAGEN CAMARA IP AXIS 206



FUENTE:http://www.seguridadplus.com/camara_ip_sensor_sony_dianoche_1390_1.htm?utm_medium=web&utm_source=LAS3687&utm_campaign=relprod

La AXIS 206 utiliza un sensor de imagen CMOS superior de barrido progresivo y técnicas avanzadas de procesamiento de imagen, lo que hace que proporcione imágenes nítidas y claras. La cámara entrega hasta 30 imágenes por segundo en formato Motion JPEG en todas las Resoluciones, hasta VGA 640x480 píxeles. Su instalación y manejo son sencillos. La cámara incluye el servicio gratuito AXIS Internet Dynamic DNS, interfaz de usuario multilenguaje, servidor Web integrado para monitoreo y gestión remotos así como el software AXIS Camera Explorer para la gestión de varias cámaras a través de un PC o PDA.

La cámara de red AXIS 206 es una solución económica para vigilancia remota y monitoreo a través de redes de área local o de Internet. Es la cámara perfecta para pequeñas y medianas empresas así como para viviendas. Su reducido tamaño hace que sea fácil y discreta su instalación en cualquier lugar.

✓ **Características**

- Óptima calidad de imagen, gracias al avanzado procesamiento de video, sensor de imagen CMOS progressive scan que permite a la cámara trabajar en condiciones de luz de hasta 4 lux
- Hasta 30 imágenes por segundo en todas las resoluciones hasta

640x480

- Servidor Web integrado que permite el uso de un navegador Web estándar para visualizar y gestionar las imágenes
- Hasta 10 usuarios pueden acceder a la cámara de forma simultánea; a través de un servidor de aplicación el número de visualizadores es ilimitado
- Interfaz de usuario multilingüe: español, inglés, francés, alemán, italiano, chino, coreano y japonés
- Seguridad: protección multi-usuario mediante contraseña para restringir el acceso a la cámara
- Software AXIS Camera Explorer incluido, aplicación para una sencilla visualización, gestión y grabación
- Instalación sencilla con la utilización del servicio gratuito AXIS Internet Dynamic DNS Service o el software basado en Web AXIS IP Utility

✓ **CAMARA IP DLINK DCS-920**

FIGURA 3.4 IMAGEN CAMARA IP DE LINK DCS-920



FUENTE: <http://videovigilancia-digital.blogspot.com/2009/12/camara-de-seguridad-ip-dlink-dcs-920.html>

La cámara de vigilancia IP DCS-920 proporciona una solución de vigilancia versátil y única tanto para la pequeña oficina como el hogar. Es un sistema completo ya que incorpora un CPU interno y un servidor web que transmite imágenes de vídeo de alta calidad entregando en sus manos la posibilidad de mantener ambientes totalmente vigilados durante las 24 horas del día.

La cámara permite acceder remotamente a las imágenes en cualquier momento y controlar todas las funciones operativas desde cualquier PC o computador portátil, ya sea desde la red local como a través de Internet vía web.

La instalación de la cámara es simple y la interfaz de configuración es intuitiva y basada en WEB, la cámara DCS-920 incorpora funciones de detección de movimiento.

La cámara ofrece conectividad Ethernet o Inalámbrica 802.11g, se incluye el software de vigilancia IP D-ViewCam 2.0 añadiendo valor agregado a su sistema de vigilancia ya que está diseñado para administrar de manera centralizada y simultánea hasta 32 cámaras IP.

✓ **Características**

- Monitoreo y grabación de video remoto
- Software de monitoreo D-ViewCam 2.0 incluido
- Sensor CMOS con lentes de vidrio para una excelente calidad de la imagen
- Lux de sensibilidad a la luz, captura de video con iluminación mínima
- Conectividad alámbrica o inalámbrica
- Soporte de stream de video JPEG para monitoreo remoto
- Envío de Snap-shots a servidor FTP o vía E-mail
- VGA ¼ plg CMOS Sensor
- Memoria flash 8 MB, SDRAM 8 MB
- Zoom digital hasta 4X
- Soporta compresión MJPEG
- Soporta Windows 2000, XP, Vista, Linux, MAC OS X10.3 o superior

- Pocket PC, 3GPP Mobile Phone.

✓ **CAMARA IP LG DOMO LW9226 - AN**

FIGURA 3.4 IMAGEN CAMARA LG LW9226-AN



FUENTE: http://www.onyougo.es/lg-lw9226-ap_iphw9466520.jpg

✓ **Características**

- Ex-View HAD CCD de 4,5 mm (tipo 1/4)
- Distancia focal de zoom óptico x27 y zoom digital x12
- 30/25 fps a CIF (NTSC/PAL) + 30/25 fps a D1 (NTSC/PAL)
- Iluminación mín.: 0,0001 lux en modo B/N, aumento de la sensibilidad automático
- Códec dual MJPEG / H.264
- Flujo dual activado
- Velocidad y rango de panorámica: 0°~360°, Máx. 400°/seg
- Velocidad y rango de inclinación: 0°~180°, Máx. 400°/seg
- Amplio rango dinámico
- Seguimiento automático
- Día y Noche ICR
- A prueba de vandalismo/IP66
- Software de grabación de 64 canales gratuito incluido

En la tabla 3.2, se presenta un cuadro comparativo con las características relevantes para elegir la cámara a usar en el diseño.

Tabla 3.2: Tabla comparativa de video cámaras

	LAS3687	AXIS 206	DCS-920	LW9226 - AN
Sensor	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
L. Focal	3.4 - 119	3.4 - 119	12x Óptico	27x Óptico
Resolución	480 Líneas	380 Líneas	380	480 líneas
Iluminación	0 lux	4 lux	1 lux	0 lux
Preset	165	100	100	255
Compresión	MJPEG -4	MJPEG - JPG	JPEG	MJPEG -4 – H64
Protección	65	66	66	66
Precio	2.223.000	580.000	285.000	3.810.000

De acuerdo a la tabla y a la información recopilada de los equipos se escoge la cámara de vigilancia LW9226 - AN marca LG que la empresa Punto de Red comercializa en el país. La decisión se basó en que dicha cámara, ofrece mayor capacidad de grabación y trabaja al nivel más bajo de iluminación y tiene dos tipos de compresión, entre todas las opciones expuestas.

Se considera que el precio no debería ser un parámetro que influya en la elección de un equipo para seguridad, sino sus características.

Por las características de la cámara se necesitan NVR o Video grabadoras de red, Las cuales permiten la grabación de video en un entorno IP.

3.3.5 ESTUDIO DE RADIO BASES O ESTACIONES CENTRAL Y ANTENAS

- ✓ **SISTEMA DE ENLACES PUNTO-MULTIPUNTO BREEZEACCESS VL DE ALVARION LTD.**



El sistema de enlaces Punto-MultiPunto BreezeACCESS VL de Alvarion ofrece inmejorable rendimiento para aplicaciones de datos banda-ancha, voz (VoIP) y video (IP), eliminando la degradación habitual del tráfico de datos, comúnmente encontrada en sistemas similares al incrementar la proporción de paquetes pequeños en el total de los paquetes transferidos. BreezeACCESS VL provee un sobresaliente radio de cobertura, tanto al implementarse en condiciones de línea visual (LOS) como bajo condiciones de línea de vista restringida (NLOS).

BreezeACCESS VL ofrece alta granularidad de implementación, logrando que los niveles de inversión acompañen al crecimiento de la demanda por servicios. BreezeACCESS VL se presenta en configuraciones múltiples de Nodo Central Multipunto, entre las que se destacan la Micro-Estación Base, ideal para implementaciones con baja densidad de remotos por estación Multi-Punto y la configuración Macro-Shelf, adecuada para escenarios con alta concentración de demanda. La disponibilidad de sectorizaciones múltiples de 60°, 90°, 120° y 360° permite aun mayor flexibilidad en la configuración del Nodo Central MultiPunto.

- ✓ **Características**

Entre las características principales del sistema BreezeACCESS VL se destacan:

- Operación en bandas no-licenciadas 4.9GHz, 5.2GHz, 5.4GHz, 5.8GHz.
- Soluciones Inalámbricas en Frecuencias Licenciadas: 1.9GHz, 3.3GHz, 3.4GHz a 3.8GHz, 4.9GHz.
- Selección por software de ancho de banda de portadora (20MHz o 10MHz). Capacidad efectiva neta (FTP) por portadora de hasta 32Mbps agregado (canalización de 20MHz) y 16 Mbps agregado (canalización de 10MHz). El sistema permite configurar por software la asimetría (up-link vs. Down-link) de tráfico de cada portadora.
- Tecnología de radio OFDM con modulación adaptiva multi-nivel. Provee alta capacidad y alto rendimiento bajo condiciones de línea de vista restringida (NLOS). Permite reducir, en casos eliminar, costos de implementación en mástiles/torres, tanto en nodo central como en clientes remotos. El sistema BreezeACCESS VL no requiere de accesorios adicionales tales como reflectores externos o unidades GPS.
- Sobresaliente radio de alcance permite alcanzar y en casos sobrepasar los 35Km de cobertura (LOS). Potencia de Transmisión (puerto de antena) de hasta 21dBm. Mecanismo automático de control de potencia de transmisión (ATPC). Sensibilidad de -92dBm (modulación nivel 1) y -74dBm (modulación nivel 8). El BreezeACCESS VL se ofrece con antenas integradas (sectorizadas de 15 o 16 dBi de ganancia para el nodo central y 21dBi de ganancia para terminales remotos) o preparado para implementar antenas externas en ambos extremos.
- Pleno soporte de VLANs (IEEE 802.1Q & QinQ) y calidad de servicio de nivel 2 (IEEE802.1P), nivel 3 (IP TOS y DSCP) y nivel 4 (puertos UDP y TCP).
- Pleno soporte a aplicaciones en tiempo real (VoIP y video IP). Capacidad de procesamiento de paquetes por segundo de 40000PPS. Opciones con DRAP: protocolo de control de acceso para VoIP y Wireless Link Prioritization mejora el desempeño del enlace para aplicación en tiempo real.
- Amplia gama de Terminales Remotos (CPE), con características de prestaciones y costos acorde a las necesidades del mercado residencial

masivo y corporativo. Distintos modelos de Terminales Remotos permiten traficar hasta 3Mbps, 6Mbps o 25Mbps (FTP neto simétrico), ampliando las capacidades del Terminal Remoto por ampliaciones de software.

- Seguridad informática multi-nivel. Selección por software de encriptación WEP 128 y AES 128 (no requiere de licencia adicional). Opción de encriptación FIPS 197 (acorde estándar de Seguridad Nacional de USA).
- Robusta construcción mecánica para instalación en exteriores (metal: magnesio). Opción de unidades de alimentación para instalación en exteriores con rango de temperatura extendido y/o preparado para alimentación por paneles solares.
- Simpleza en despliegue y configuración. Cableado UTP CAT-5 (Ethernet RJ-45) en todo interfaz del sistema. Alimentación tipo Power-over-Ethernet. Mecanismos de Autodiscovery, DHCP cliente, Leds de alineación integrados en terminales y otros permiten una rápida y sencilla implementación por personal poco calificado.
- Software básico de configuración y gestión (BreezeCONFIG) incluido en el costo de los equipos.

✓ **NANOSTATION M5 UBIQUITI**

El Nanostation NSM5, es el CPE de UbiquitiMiMo 2x2 con modulación TDMA para 5GHz con una potencia de hasta 27dBm (500mW), que ofrece unas tasas de transferencia de hasta 150Mbps de tráfico TCP/IP. Viene con antena directiva integrada (43x43º) de polaridad dual de 16dBi de ganancia, con un aislamiento de polaridad cruzada optimizado y con un diseño y formas compactos. Además, tiene incorporado un segundo puerto Ethernet que se activa por software que tiene salida de POE para integrarlo con dispositivos (por ejemplo Cámaras IP) externos. Viene con la v5 del firmware AirOs.

✓ **Características**

- Funciona como Access point (radio base), cliente Multipunto) y repetidora (wds).
- Más de 150 Mbps de rendimiento y 15 km de alcance
- Con la tecnología MIMO 2x2, el nuevo NanoStation más rápido y más lejos que nunca.
- Procesador Atheros MIPS 4KC, 400MHz
- Memoria: 32MB SDRAM, 8MB Flash
- Interfaz de red: 2 X 10/100 BASE-TX
- TX Power: 27dBm (Max) RX Sensitivity: -96dBm
- Antena: Integrada de polarización dual de 16dBi.
- TCP/IP Throughput: 150Mbps
- Consumo máximo: 8W Fuente alimentación: 24V, 1A (24 Watts).
- Tipo alimentación: POE (pairs 4,5+; 7,8 return)

La elección de los dispositivos que se utilizarán es una de las tareas más importantes del proyecto. Además, todos los dispositivos han de ser aptos para la instalación en exteriores, cumpliendo el estándar IP67.

A continuación se muestran las características más relevantes de los dispositivos que se utilizarán en la instalación de la red.

✓ ***Emisor Pre-Wimax. AlvarionBreezeAccess VL***

El dispositivo escogido dispone de Control Automático de Potencia de Transmisión (ATPC), ajustando la potencia de salida a la mínima con la que puede recibir el dispositivo receptor. El objetivo de esta técnica es disminuir al máximo las interferencias producidas en otras transmisiones. El CNRT (Comisión Nacional de regulación en telecomunicaciones) es una institución

que determina la Potencia Isotrópica Radiada Efectiva (PIRE) máxima a la que deben transmitir los dispositivos, según la banda de frecuencias en la que trabajen. Para las frecuencias entre 5470 y 5725 MHz, el UN-128 especifica que la PIRE máxima ha de ser de 1W siempre y cuando existan técnicas de control de potencia que permitan como mínimo un factor de reducción de 3 dB.

El BreezeAccess VL se compone de dos dispositivos diferentes, la Unidad de Acceso (AU) y la Unidad del Suscriptor (SU). La primera es la que emite Pre-Wimax (transmisor) y la otra la que recibe la información (receptor).

Existen dos tipos de BreezeAccessVL-AU: Modular Base Station y Stand- Alone. El primer tipo permite conectar más de una unidad de acceso (1, 3, 4 o 6) a un chasis, esto permite aumentar la capacidad total de la red. El tipo Stand-Alone sólo permite una unidad de acceso.

Para este proyecto el AU escogido es el Modular Base Station. Cada VL-AU se conecta a un *switch*, y este al NVR.

El BreezeAccessVL-SU-Video es la unidad que necesita un receptor para captar la señal enviada por el AU. No es necesario disponer de una unidad de acceso por cada suscriptora. Un mismo AU puede dar conexión hasta a 50 SUs, la limitación que se ha de tener en cuenta es la capacidad que se quiere ofrecer a los usuarios porque cuantos más usuarios se conecten a la unidad, menos velocidad recibirá cada uno de ellos. La capacidad por usuario será la total que ofrece un dispositivo dividida entre el número de accesos.

Tabla 3.3 Características de *BreezeAccess VL*

	BreezeAccess VL-AU	BreezeAccess VL-SU
Frecuencia de trabajo	5030 MHz -5091 MHz 5150 MHz -5350 MHz 5470 MHz -5725 MHz 5725 MHz -5850 MHz	5030 MHz -5091 MHz 5150 MHz -5350 MHz 5470 MHz - 5725 MHz 5725 MHz -5850 MHz
Potencia de transmisión	-10 dBm – 21 dBm	-10 dBm – 21 dBm, ajustada automáticamente mediante la técnica ATPC
Antena	60: 16dBi, Sectorial 60ºhoriz 10ºvert 90: 16 dBi, Sectorial 90ºhoriz 6ºvert 120: 15 dBi, Sectorial 120ºhoriz 6ºvert 360: 8 dBi, Sectorial 360ºhoriz 9ºvert	21 dBi
PRECIO	VL-AU: 10.183.250.\$/unidad Chasis: 2.576.805 \$/unidad	867.790 \$/unidad

3.3.6 SWITCH. DLINK DGS-1008D

Son necesarios dos conmutadores de 1 Gbps para concentrar y gestionar el tráfico de cada unidad de acceso (VL-UA) hacia el NVR que guarda la información. Al primer *switch* se conectan los cuatro primeros UA, mientras que el resto cuelga del otro.

El dispositivo elegido es el *DLINK DGS-1008D* ya que permite conexiones de 1 Gigabit Ethernet y tiene ocho puertos. El número tan reducido de puertos viene dado por el número de unidades de acceso del que dispone la red.

Tabla 3.4 Características de *DGS-1008D*

Número de puertos	8 puertos
Capacidad de los puertos	10baseT/100baseTX/1000base-T
Modo de funcionamiento	Full-Duplex
PRECIO	55 €/unidad

3.3.7 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Para el correcto funcionamiento de la red es imprescindible un sistema de alimentación eléctrico seguro, por lo que se debería diseñar una alimentación secundaria centralizada de todos los equipos de la red.

Del sistema de alimentación de red se requieren las siguientes características básicas:

- ✓ Que sea inmune a los micro cortes que las compañías eléctricas tienen en sus redes
- ✓ Que tenga autonomía de media hora delante de un corte prolongado de la red eléctrica

El esquema correcto sería alimentar el sistema a partir de algunos SAIs (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), dependiendo de su capacidad, montados en configuración paralelo redundante. Esta configuración asegura el suministro de tensión y corriente a la salida incluso cuando uno de los SAIs falla. En funcionamiento normal los equipos se repartirían la carga, es decir, cada uno de ellos suministraría un tanto por ciento de la potencia necesaria. El gran inconveniente que genera esta solución es el choque directo con el objetivo de dañar al mínimo la estética de del sistema, ya que los SAIs deberían instalarse en el nodo central, y tener conexión directa con los equipos que debe alimentar.

En cambio, dado el planteamiento que se presenta para alimentar los dispositivos, la solución óptima sería instalar un pequeño SAI junto a cada alimentación, situadas en los sitios de comercios de del Municipio.

Tres contrapuntos han descartado la opción de incorporar un sistema de alimentación ininterrumpido a la instalación. En primer lugar, si se estudiara el caso de dos SAIs en paralelo, el incumplimiento del aspecto estético municipal.

En segundo lugar, en el caso de la instalación de un SAI por comercio, el alto coste que supondría tanto la instalación como el posterior mantenimiento de los equipos. El último contrapunto es que los SAIs provocan un elevado grado de contaminación dado que generan residuos con alta carga de plomo.

Sin embargo, dada la importancia de un sistema de alimentación ininterrumpida, se recomienda su implantación. Es por esto que aunque en este proyecto se prescindiera del sistema, el presupuesto siempre quedará abierto para la posible incorporación de este.

3.3.8 CABLEADO

Con este proyecto se pretende crear una red completamente inalámbrica, y en lo que respecta al acceso a la red se refiere, este objetivo se ha cumplido. Sin embargo dos cableados son indispensables: la corriente eléctrica que necesitan los equipos de la red para su funcionamiento, y los cables Ethernet que conectan algunos dispositivos con otros en especial las cámaras IP.

✓ CABLE ELÉCTRICO

Los puntos de acceso se encontrarán a la intemperie así que hay que decidir como llegarán hasta allí los cables. Dado que un cable de corriente es de instalación paralelo, es decir un mismo filar da corriente a todos los dispositivos, una primera opción es que desde el nodo central salga un cable que viaje por todo el pueblo, alimentando los dispositivos. Esta opción se elimina ya que el objetivo de conseguir el mínimo impacto visual posible no se cumple.

Otra opción es que el Municipio pacte con algunos establecimientos de comercios del pueblo para que permitan enchufar los puntos de acceso en los locales. De este modo los dispositivos se situarán en los techos de los edificios donde se encuentren los establecimientos comerciales voluntarios. Así, los cables de corriente pasarán por las fachadas de algunos edificios, intentando siempre minimizar al máximo la visualización de estos.

A continuación se calcula aproximadamente cuántos metros de cable eléctrico serán necesarios para la red completa.

10 VL-SU-Video se situarán en lo alto de las edificaciones de los establecimientos comerciales del municipio a 10 mts y las otras 6 en mástil de 30 mts.

Los VL-AU se situarán en una torre auto soportada cuadrangular de de 30 mts

La ecuación 3.1 ofrece el resultado total de los metros de cable eléctrico necesarios.

Ecuación 3.1

$$\begin{aligned} \text{Total Metros} &= \sum (\text{Dispositivos} * \text{Metros}) = (10 * 10m) + (14 * 30m) \\ &= 520m \end{aligned}$$

✓ **CABLE ETHERNET**

También se han de tener en cuenta los cables que unen las unidades de acceso de Pre-Wimax con los *switches* conectados al *router*. Se consideran unos 2 metros como máximo cada conexión entre *switch* y *router*, así que en total se cuentan 4 metros.

Puesto que se dispondrá de 8 VL-AU, serán necesarias 8 conexiones entre AU y *switch*. La longitud de cable UTP para dichas conexiones viene dada por la distancia a la que se encuentran ambos equipos, que será de unos 50 metros aproximadamente. En total, se obtienen 400 metros.

También hay que contar con el cable que une cada unidad suscriptor con la cámara correspondiente. Se considera que estos enlaces serán de aproximadamente 3 a 4 metros promedio, ya que los dos dispositivos se situarán muy cerca entre ellos. Como hay 16 VL-SU-Video, en total son necesarios 64 metros más.

La expresión 3.2 muestra la cantidad total de metros de cable UTP Cat. 5e que se necesitarán para la instalación de la red municipal urbana de vigilancia.

Ecuación 3.2

$$\text{Total} = (\text{Switc_NVR}) + (\text{AU_Switch}) + (\text{SU_Camara}) = 4 + 400 + 64 = 468$$

3.3.9 ESTUDIO DE GRABADORES PARA CAMARAS IP

Los sistemas de video vigilancia actuales están tomando el camino de la migración hacia video vigilancia IP lo cual permite tener un mayor control del manejo de la información, su procesamiento y almacenamiento.

Existen dos plataformas para la gestión de video en una red de vigilancia IP:

- ✓ La primera consta de uno o más PCs, que trabajan como servidores, con gran capacidad de almacenamiento y que incorporan un software de gestión de video.
- ✓ La segunda es un hardware patentado que incluye el software de gestión de video.

Una plataforma abierta, con una PC trabajando como servidor, facilita la opción de añadir funcionalidades al sistema de seguridad, como almacenamiento incrementado o externo, cortafuegos, protección contra virus, entre otros, todo esto en conjunto con un programa de gestión de vídeo. También se puede ampliar fácilmente, permitiendo añadir cuantos productos de vídeo en red sean necesarios. El sistema operativo puede ser Windows o UNIX/Linux, entre los más conocidos.

Para aumentar el rendimiento del servidor se puede actualizar tanto hardware como software, además también permite una integración más sencilla con otros sistemas como control de alarmas, control de acceso, gestión de edificios, entre otras aplicaciones mediante un simple programa o interfaz de usuario.

Un grabador de vídeo en red o NVR normalmente está patentado y diseñado específicamente para gestión de vídeo. Está dedicado a sus tareas específicas de grabación, análisis y reproducción de vídeo en red y normalmente no permite que ninguna otra aplicación se conecte a éste. El sistema operativo puede ser Windows, UNIX/Linux o patentado.

Un NVR está diseñado para ofrecer un rendimiento óptimo para un conjunto de cámaras y normalmente es menos escalable que un sistema basado en PC trabajando como servidor. Esto permite que la unidad resulte más adecuada para sistemas más pequeños donde el número de cámaras se encuentra dentro de los límites de la capacidad de diseño del NVR. Normalmente, un NVR es más fácil de instalar que un sistema basado en una plataforma de PC trabajando como servidor.

Con respecto al software de gestión de video cabe mencionar que se puede usar software libre o software propietario, de acuerdo a las exigencias que el sistema de vigilancia requiera.

A continuación se presentan varias alternativas entre las cuales se elegirá la mejor opción para el sistema de seguridad.

3.3.9 1 PC TRABAJANDO COMO SERVIDOR CON SOFTWARE ESPECIAL PARA GRABACION Y GESTION DE VIDEO.

Para la un sistema de vigilancia con uso de servidor de grabador en base a PC se necesitan ciertas características fundamentales del computador.

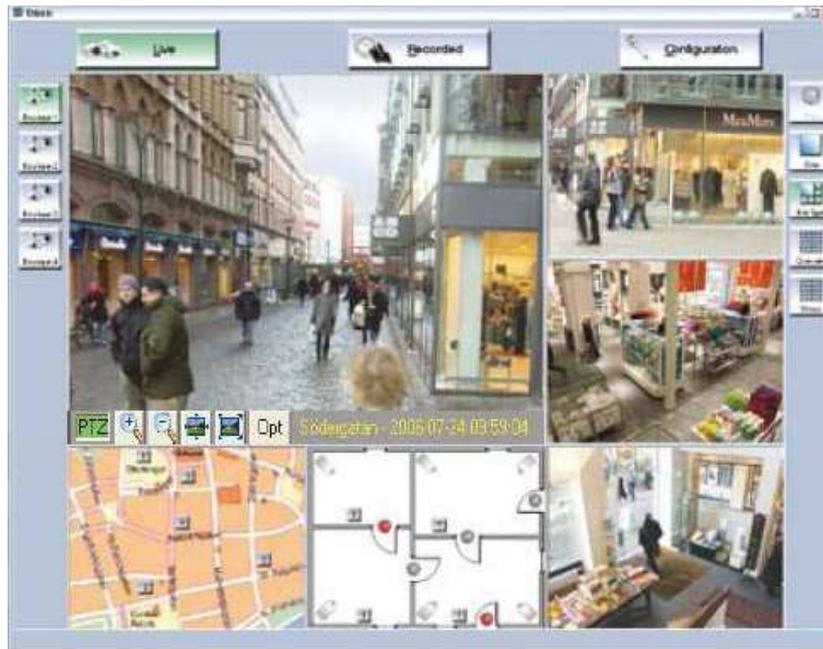
- ✓ Un procesador de optimo y alto rendimiento, preferencia Intel CoreDuo 2
- ✓ Memoria RAM mínimo de 3 gigabytes
- ✓ Disco duro o disco externo de gran capacidad en el orden de los TeraBytes de almacenamiento.
- ✓ Tarjeta de red PCI o adaptador de red Gigabit Ethernet.
- ✓ Software de gestión de video.

Entre todos ellos se analizarán los programas de gestión de video que tengan compatibilidad con la cámara de vigilancia LG DOMO LW9226 - AN.

✓ SOFTWARE PARA VIDEO VIGILANCIA ETHIRIS

En la figura 3.6 se presenta una captura de la GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) del software ETHIRIS³⁰.

FIGURA 3.1: SOFTWARE ETHIRIS



Ethiris es un software moderno para video vigilancia, basado en red. El programa está diseñado como un sistema de cliente/servidor escalable, lo que permite la ampliación progresiva de una instalación en función del aumento de las necesidades. El sistema es compatible con cámaras IP y cámaras analógicas tradicionales.

✓ Características:

- Sistema multi usuarios escalable
- Administración remota de todos los servidores Ethiris de la instalación
- La configuración se puede actualizar durante el funcionamiento

³⁰http://www.kentima.se/pdf/broschyren/ethiris/Ethiris_produktoversikt_span.pdf

- Diferentes niveles de licencia para distintas necesidades
- Compatibilidad con un número grande y creciente de cámaras de red y video servidores
- Función multilingüe para cambiar de idioma durante el funcionamiento
- Almacenamiento de imágenes controlado por eventos con frecuencia de imagen seleccionable y tiempo de almacenamiento antes y después del evento para cada cámara
- Almacenamiento continuo de imágenes con funciones de búsqueda inteligentes en el material filmado
- Borrado automático de material filmado con límite temporal optativo para cada cámara
- Detección de movimiento avanzada con un número de definiciones optativo para cada cámara
- Puede crearse un número optativo de planes para controlar cuándo deben estar activas las diferentes funciones del sistema
- Puede especificarse enmascaramiento de forma optativa para cada cámara para ocultar partes de la imagen
- El usuario puede crear vistas de cliente propias con hasta 8x8 vistas de cámara
- Vistas de cámara flexibles con funciones como "Hot spot", cambio automático de cámara, imágenes de mapas y objetos de maniobra
- Completo conjunto de comandos para PTZ óptico y digital mediante el software **cliente Ethisis**.
- Para cada cámara PTZ puede crearse un número ilimitado de posiciones predefinidas y listas de ronda
- El software **servidor Ethisis** contiene un completo motor de script para crear expresiones lógicas optativas para la función deseada
- Control de eventos potente con el motor de script incorporado - Función de seguimiento en la que se definen las actuaciones de operador que se han de registrar
- PRECIO: \$ 850.000 para 16 cámaras servidor / \$ 120.000 para cliente.

✓ **SOTWARE LUXRIOT**

En la figura 4.8 se presenta una captura de la GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) del software LUXRIOT³¹.

FIGURA 3.2: SOFTWARE LUXRIOT



LuxRiot es un software de Grabación de vídeo Digital, que recepta imágenes de video de la red IP, y es compatible con todas las marcas de cámaras de vigilancia.

Utiliza la arquitectura de cliente/servidor.

✓ **Características:**

- Soporta cámaras IP con MPEG4 y H 264.
- Soporta audio.

³¹<http://luxriot.com/es/index.html>

- Opción de detección automática de cámaras y servidores de vídeo.
- Configuración amigable y simple de Cámara.
- Software para detección de movimiento y grabación continua 24/7.
- Múltiples opciones de configuración de pantalla.
- Soporta SAN and NAS para la grabación de video.
- Archivo de respaldo de video.
- Permite visualizar hasta 20 cámaras simultáneamente.
- Función playback en tiempo real sin interrupción ni pérdida de calidad en la grabación.
- Se puede configurar niveles de seguridad para acceso de los usuarios como simple usuario o como administrador del servidor.
- Control PTZ de las cámaras.
- Múltiples clientes pueden conectarse a un solo servidor. Este número de clientes con acceso puede ser configurable.
- Cada cámara es individualmente configurable, lo cual incluye: grabación, detección de movimiento, ajustes de imagen entre otros.
- Aplicable para un ilimitado número de cámaras solo basado en las limitaciones de hardware.
- El servidor puede arrancar como un servicio de Windows.
- PRECIO: 430.000

✓ **NVR (NETWORK VIDEO RECORDER).**

En el mercado tecnológico se tienen varias opciones con respecto a NVR. La elección del equipo se determinará por prestaciones que se ajusten a los requerimientos del sistema de seguridad.

✓ DIBOS: VERSION 8

Bosch presenta el siguiente DVR/NVR cuyas especificaciones cumplen con los requerimientos del sistema de seguridad. En la figura 3.9 Se muestra el NVR Dibos de Bosch³².

FIGURA 3.3: NVR DIBOS DE BOSCH



✓ Características:

- Modelos para 6, 12, 18, 24 y 30 cámaras analógicas y hasta 32 cámaras/codificadores de vídeo de red adicionales.
- Grabación con compresión MPEG4.
- 2 salidas para monitor en sitio.
- Visualización y acceso remoto mediante explorador Web.
- DVD-RW para la exportación de secuencias de vídeo.
- Posibilidad de conexión con los paneles de alarma de Bosch.
- Función híbrida IP/analógica con 30 entradas BNC.
- Señal de vídeo compuesto 1 Vpp, 75 ohmios.
- Salidas de vídeo (bucle) Mediante cable adaptador.

³²http://www.boschsecurity.com.mx/servicios/entrenamiento/dibos_8.asp

- Resolución de grabación PAL: 352 x 288 (CIF), 704 x 288 (2CIF). NTSC: 352 x 240 (CIF), 704 x 240 (2CIF).
- 32 secuencias de datos de vídeo/audio.
- Tamaño de la imagen Configurable desde aproximadamente 1,5 KB hasta 20 KB.
- Frecuencia de muestreo de 16 kHz. Rango de tensión: 30 VCA - 40 VCC.
- Corriente de conmutación: máx. 500 mA CA o CC.
- Capacidad de almacenamiento (disco duro interno): 250 GB, 500 GB, 750 GB, 1000 GB, 1600 GB (El sistema operativo y el software del sistema de vídeo necesitan 8 GB.).
- Salida de vídeo: 1 salida VGA.
- Ethernet 10/100/1000 Base-T, ancho de banda limitado.
- Fuente de alimentación: 100/240 VCA, 50/60 Hz (cambio automático).
- Consumo de energía típico: Aprox. 150 W.
- Sistema operativo: Microsoft Windows1® XP integrado.
- Precio: \$5.452 Dólares.

✓ **VIVOTEK NR7401 NVR**

La empresa Vivotek presenta la siguiente solución para NVR. En la figura 4.10 Se muestra el NVR Vivotek NR7401³³.

FIGURA 3.4: NVR BR7401 DE VIVOTEK



³³<http://www.vivotek.com/products/model.php?nvr=nr7401>

✓ **Características:**

- Grabadora de Video de hasta 9 Cámaras IP.
- Incluye disco de 750 GB.
- Formato de compresión MJPEG y MPEG-4
- Grabación por alarma, programada o manual, funcionamiento superior en tiempo real
- Vigilancia Remota: Se puede observar por Internet con el software licenciado incluido.
- Soporta hasta 10 usuarios simultáneamente.
- Conectores: 5 puertos Ethernet 10/100 BaseT, RJ45 (1 WAN Y 4 LAN)
- 4 entradas digitales, 1 relé de salida y 1 salida de alimentación con 12 Volts max. 1A.
- Precio: 650.000

✓ **NVR GRABADOR DE CAMARAS IP 3TB**

FIGURA 3.5: GRAVADORA DE VIDEO NVR 3TB³⁴



³⁴http://www.ceosona.net/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop.flypage&product_id=940&cat egory_id=215&manufacturer_id=0&option=com_virtuemart&Itemid=27&vmcchk=1&Itemid=27

✓ **Características:**

- Grabador Digital de hasta 64 canales con sistema de licencias.
- Configuración a medida, ninguna licencia incluida.
- Compresión MPEG4
- Grabación y monitoreo con vídeo a tiempo real
- Watermark en cada cámara
- Basado en Linux.
- Disco duro de 3TB en RAID5
- Precio: \$ 2,400.000

A continuación se presenta la siguiente tabla 4.11 donde se muestra un cuadro comparativo de cada uno de los tipos de NVR estudiados.

TABLA 3. 5: COMPARATIVA GRABADORES DE VIDEO.

	ETHIRIS	LUXRIOT	DiBos	NR7401	3TB RAID5
Formato	M-PEG4	M-PEG4 h.261	M-PEG4	M- PEG4	MPEG4
Cámaras	16	20	Hasta 32	9	64
Capacidad	Limitado por hardware	Limitado por hardware	1600GB	750GB	3TB
Capacidad expandible	si	si	no	no	si
S.O.	Windows	Windows	Windows	Window s	Linux
Precio	850000	430000	9.300.000	650.000	2.400.000

Tomando en cuenta el cuadro comparativo se toma la opción de grabación mediante la utilización de un PC servidor, en asocio con el software LUXRIOT, Un punto a favor de este programa es el precio y el sistema operativo que usa. No debería presentar problemas de compatibilidad con otras aplicaciones como pasacon Linux, pues muchas aplicaciones no funcionan bajo ese entorno.

Un punto a favor de los NRV basados en PC es que un equipo de buenas características en la actualidad se puede conseguir a precios cada vez más asequibles y posibilidad de expandir la capacidad de almacenamiento.

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

Los sistemas de video vigilancia urbanos están siendo utilizados en casi la mayoría de las ciudades del mundo, esto con la finalidad de disminuir y combatir la delincuencia y el vandalismo que se presenta a diario.

Los beneficios de estos sistemas de seguridad son muchos pero los retos también lo son: distancias, medio de transmisión, alimentación eléctrica, protección de los equipos, entre otros. El adecuado funcionamiento de estos sistemas de seguridad depende de todos estos factores que, directa o indirectamente, pueden llegar a tener incidencia en el correcto accionar del mismo.

En esta parte se realizara el diseño teniendo en cuenta la información y análisis recopilada anteriormente. De tal manera que la red cumpla con los requerimientos establecidos.

3.4.1 DESCRIPCION Y ANALISIS DE ENLACE

En sistema de trasmisión cual sea siempre hay que tener cuenta estos factores:

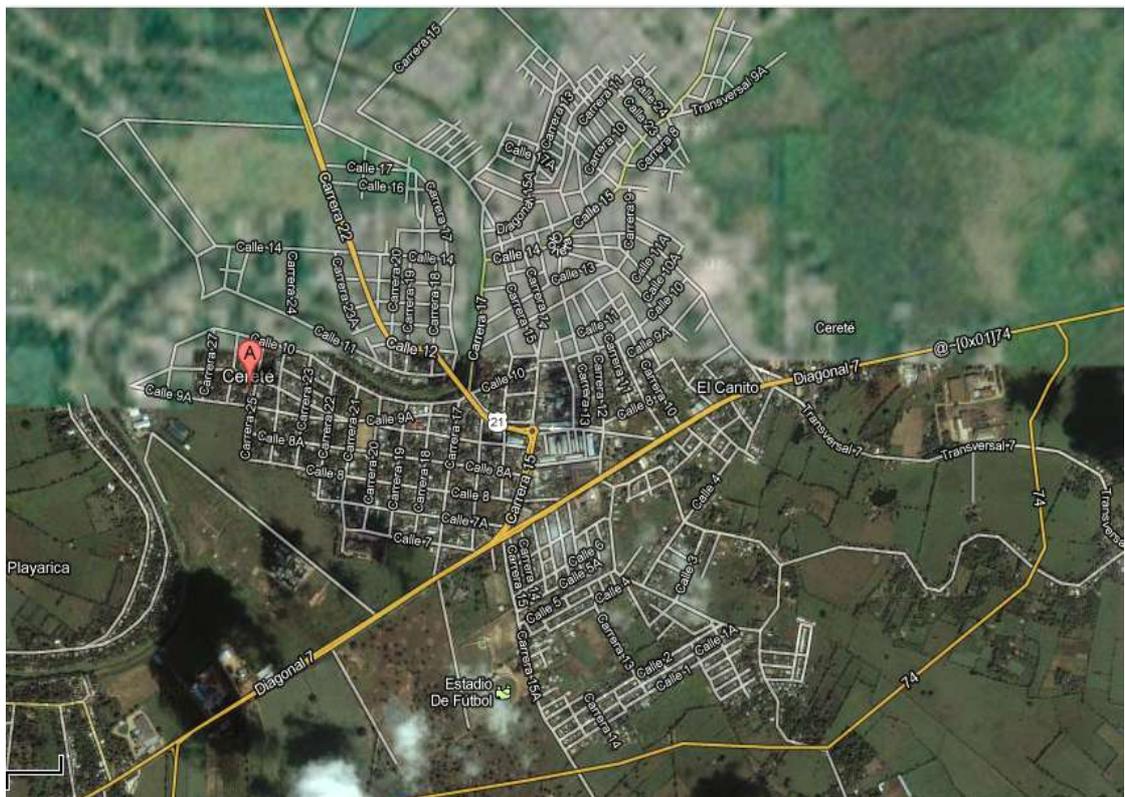
- Distancias
- Atenuación
- Ancho de banda
- Costo

✓ **DISTANCIA**

Antes de realizar la selección del medio de transmisión adecuado a los requerimientos del sistema de seguridad, se debe determinar las distancias entre los equipos que integran el sistema (cámaras de vigilancia) y el Centro de Control; pues, de acuerdo a esto, se verán las mejores prestaciones que brinda cada medio de transmisión con respecto a dichas distancias.

Para determinar estas distancias, se presenta en la figura 4.1 un mapa del sector con escala real, el mismo que permitirá encontrar las distancias requeridas hacia el sistema de control.

FIGURA 3.6: MAPA REAL DEL SECTOR



Teniendo en cuenta que el centro de control y monitoreo no se encuentra en un sitio central donde las distancias sean las mismas para todas las cámaras (no hay simetría), se hace un análisis de distancia para cada uno de los equipos de los equipos que conforman el sistema.

TABLA 3.1 DISTANCIA HASTA EL CENTRO DE CONTROL

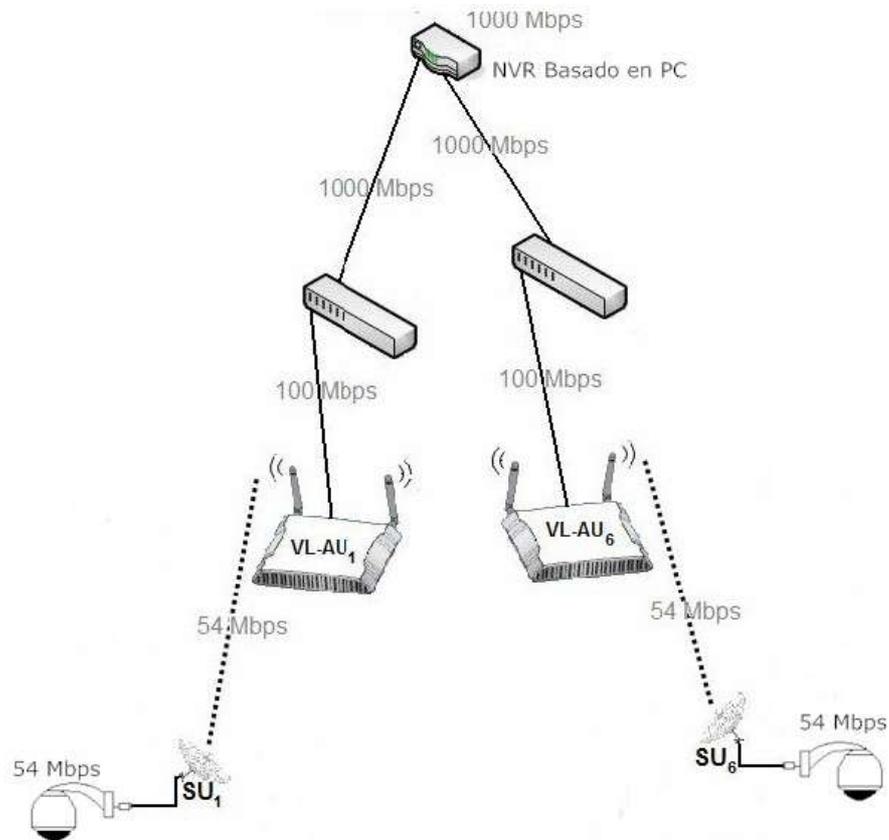
Cámara	Distancia	Cámara	Distancia	Altura de ubicación
1	700 mts	9	1300 mts	15
2	585 mts	10	1900 mts	15
3	290 mts	11	1400 mts	15
4	370 mts	12	800mts	15
5	120 mts	13	750mts	15
6	110 mts	14	140 mts	15
7	600 mts	15	150 mts	15
8	1600 mts	16	180mts	15

La cámara de vigilancia debe estar ubicada entre los 10 y 15 metros de altura para tener una visión sin obstáculos del área a vigilar. En la tabla anterior esta distancia de altura ya es considerada.

✓ **DIMENSIONANDO LA CAPACIDAD DE LOS ENLACES (ANCHO DE BANDA).**

La Figura 3.3 muestra un esquema genérico de las velocidades que soportarán los enlaces entre dispositivos, ya sean inalámbricos como mediante cable.

FIGURA 3.7 DISEÑO DE CAPACIDAD



VL-SU ofrecen una capacidad de subida hacia VL-AU a 54 Mbps. Al primer *switch* se conectarán las unidades de acceso VL-AU1, VL-AU2, VLAU3, VL-AU4, que trabajarán a una velocidad de 100 Mbps cada una ya que es la máxima capacidad que soportan. El resto de VL-AU se conectarán al segundo *switch*. Los *switches* tendrán que poder gestionar todo el tráfico que desde los SU-Video quiere subir hacia el nodo central, y por eso se ha dimensionado a 1Gbps el enlace entre *switch* y NVR. Esto pensando en futuro que esta infraestructura puede brindar internet gratuito a zona urbana y rural y los switches se conectaran a u router que nos dará salida a un ISP.

La estimación del ancho de banda de las cámaras se realiza mediante el análisis de varios factores, entre los cuales se incluyen los siguientes:

- Imágenes por segundo a transmitir.

- Resolución de imagen.
- Tipo de compresión de vídeo.
- Cantidad de información en la escena, que depende de condiciones de luz y cantidad de movimiento, etc.

Algunos problemas que se presentan, al dimensionar erróneamente el ancho de banda necesario para la transmisión de la señal de video, son:

- Algunos cuadros pueden ser dejados de transmitir al azar.
- La resolución del video puede disminuir haciendo que la imagen pierda claridad y nitidez.
- El video se puede congelar enteramente y se puede perder conexión temporalmente.

La cámara de vigilancia a usar en el diseño trabaja con compresión MPEG4, transmisión de 30 imágenes por segundo como máximo y la resolución usada es 4 CIF o 720x480 píxeles en NTSC.

Entre las especificaciones técnicas de la cámara de vigilancia se indica que usa 2Mbps aproximadamente para la transmisión de las imágenes, una vez hecha la compresión en modo VBR. Para el dimensionamiento de la red se toma este valor.

En el caso del sistema de vigilancia, se compone de 16 cámaras IP. Considerando un eventual crecimiento de la red de vigilancia hasta un número de 24 cámaras IP se puede decir que la carga de la red con respecto a la velocidad de transmisión se calcula de la siguiente manera:

$$24 \text{ cámaras} \times 2\text{Mbps} = 48\text{Mbps}$$

Con una estimación de un margen del 20% al valor resultante tendríamos 58Mbps aproximadamente, como máximo en la transmisión de la señal de video para las 24 cámaras de vigilancia teniendo en cuenta que cada SU-Video nos ofrece un ancho de banda 54 Mbps entonces tendríamos ancho de banda suficiente para traficar satisfactoriamente por la red.

3.4.2 DISTRIBUCION DE LOS DISPOSITIVOS

Los BreezeAccessVL-AU se situarán en una torre auto soportada en la estación central de policía, ya que será en este edificio donde se instalarán los *switches*, *NVR* y los SAIs necesarios para la comunicación, pero en este caso se habilitará una sala suficientemente acondicionada para ellos.

Los 16 dispositivos BreezeAccessVL-SU necesarios para cubrir los sectores establecidos en el diseño, serán repartidos por el pueblo. Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, para reducir al máximo el impacto visual la solución que se adopta es situar los dispositivos en edificaciones que dispongan de establecimientos de comerciales. El cable de alimentación de los dispositivos pasará por la fachada de los edificios, de la forma más disimulada posible.

3.4.3 SIMULADOR RADIO MOBILE

La aplicación que se utiliza en este trabajo para realizar el estudio de cobertura es Radio Mobile, creado por Roger Coudé en 1998. Este software es de libre distribución y permite la simulación de propagación de las señales radio. La versión utilizada es la 11.4.5

Este software sólo se utiliza para simular la cobertura creada por la tecnología Wi-Fi, que es la que ofrece problemas por radios de cobertura pequeños. En cambio Pre-Wimax, al permitir NLOS (comunicación sin vista directa) no es necesario simularlo:

aunque transmisor y receptor no se ven debido a los edificios del pueblo, el relieve geográfico no interrumpe la visión. Además, esta tecnología alcanza distancias de hasta 30km, así que no habrá problemas puesto que las antenas serán directivas.

El resultado final del cálculo de radio enlaces es el resultado de la fusión de las tres capas siguientes:

- ✓ **Mapa de trabajo.** Elaborado a partir de un modelo digital del terreno que cubre la zona a estudiar, presentando las altitudes de la región. En este caso se usará el modelo SRTM-DTED.
- ✓ **Mapa topográfico.** Elaborado a partir de una cartografía de la zona donde se van a realizar los cálculos. En este caso se utilizará un mapa suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazi.
- ✓ **Mapa de cobertura.** Elaborado a partir del modelo de propagación Longley-Rice, también llamado ITM (Irregular Terrain Model), implementado en Radio Mobile

Debido a que en este proyecto no habrá canales Wi-Fi no se hará simulación para ello, todos los canales son Pre-Wimax.

3.4.4 UBICACIÓN DE SITIOS

La correcta ubicación geográfica de la radio base exige cubrir la zona en su totalidad, línea de vista entre las estación base y las unidades suscriptoras, y evitar la superposición de celdas para no tener problemas de interferencias. Además los puntos seleccionados deben tener facilidades de acceso, energía eléctrica, y seguridad física.

Tomando en cuenta las características mencionadas y los requerimientos de cobertura planteados, se realiza la inspección del área y se determina los puntos para la instalación de los nodos de comunicación.

En la Tabla 3.1 se muestran los posibles puntos de ubicación de la radio base, y unidades suscriptoras que permite cubrir la totalidad de la zona geográfica establecida.

CAMARA	SITIOS	ALTURA S.N.M (Mts)	LONGITUD	LATITUD
BASE	ESTACION POLICIA	14	-75,788051	8,88734
1	CAI ENTRADA A CERETÉ VIA MONTERIA	14	-75,791395	8,879072
2	GLORIETA MERCADO PUBLICO	15	-75,790783	8,881945
3	PUENTE METALICO	14	-75,792832	8,883132
4	BANCO DE BOGOTA CENTRO	15	-75,792253	8,887192
5	ALCALDIA MUNICIPAL	14,5	-75,790129	8,88734
6	SUPERMERCADO IDEAL	13	-75,787565	8,88663
7	ESTACION DE SERVICIOS SAN NICOLAS	13,8	-75,783359	8,883757
8	HOSPITAL SAN DIEGO	15,8	-75,796051	8,878298
9	CANCHA SANTA TERESA	17	-75,795361	8,882051
10	COLEGIO 24 DE MAYO	13,5	-75,800192	8,883026
11	COLEGIO DOLORES GARRIDO	14	-75,797995	8,887382
12	CENTRO CULTURAL RAUL GOMEZ JATTIN	15	-75,792392	8,889396
13	COLEGIO MARCELIANO POLO	14	-75,785108	8,892152
14	COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	14	-75,790311	8,886344
15	DROGAS LA REBAJA	14	-75,789979	8,885559
16	ESTACION DE SERVICIOS SAN DIEGO	13	-75,790139	8,884054

Tabla 3. 1 Ubicación geográfica de los nodos de comunicación

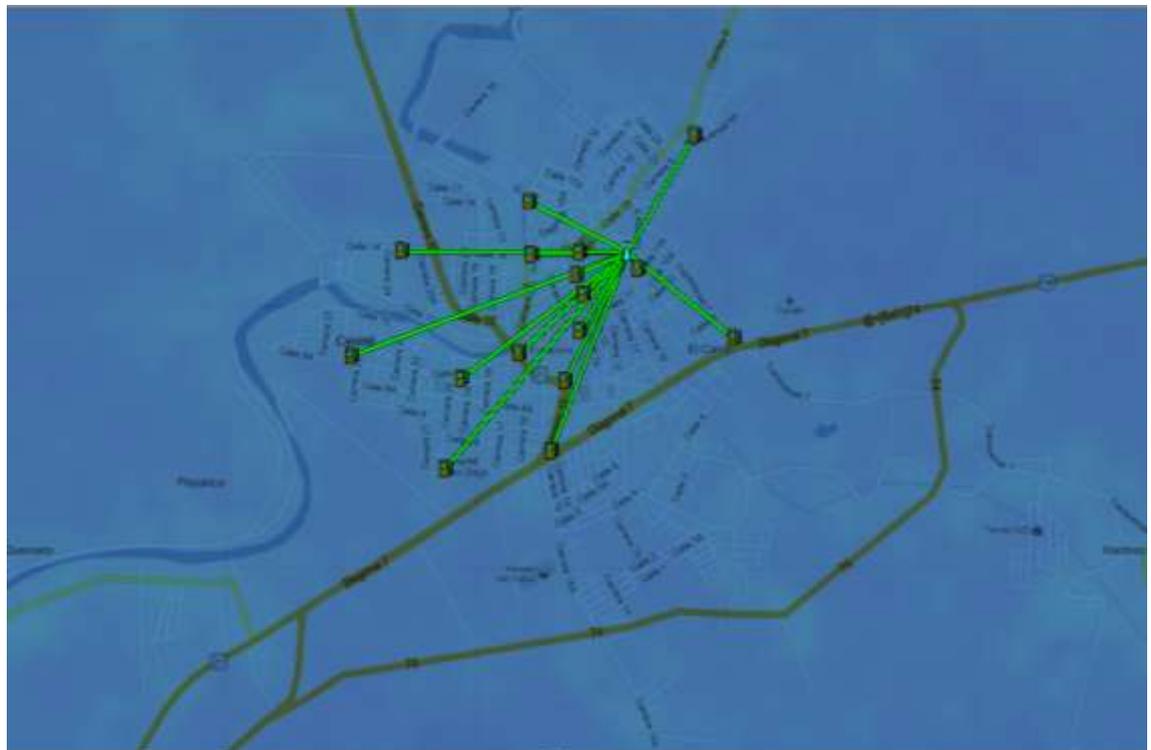


FIGURA 3.8 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ENLACES

3.4.5 FRECUENCIAS Y CANALES

Miremos un poco más de cerca como se utiliza la banda 2,4 GHz en el estándar 802.11b. El espectro está dividido en partes iguales distribuidas sobre la banda en canales individuales. Note que los canales son de un ancho de 22MHz, pero están separados sólo por 5MHz. Esto significa que los canales adyacentes se superponen, y pueden interferir unos con otros.

Esto se representa visualmente en la Figura 3.9

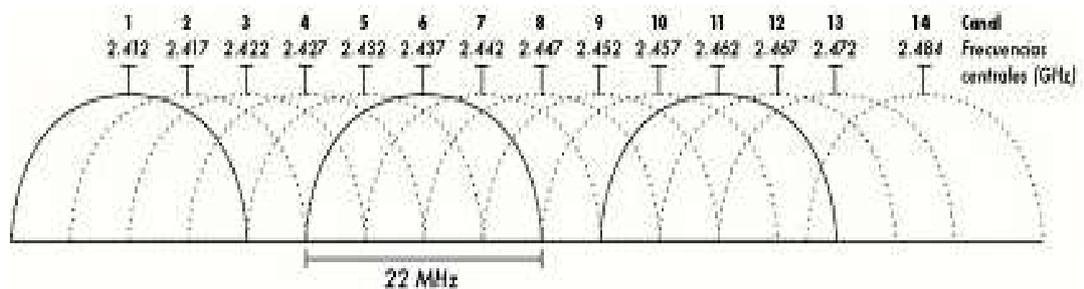


Figura 3.9. Canales y frecuencias centrales para 802.11b.

En la figura 3.2, se observa que de los 14 canales en total, los canales 1, 6, y 11, no se superponen, esto significa que en una aplicación práctica solamente existen 3 canales en total que se pueden utilizar para prevenir problemas de interferencia.

Pero en la actualidad, nos encontramos en un mundo sobre cargado de tecnología, en donde las aplicaciones en la banda de 2.4 GHz, ya están saturadas, esto implica que si se desea realizar un enlace de radio como es el caso de este proyecto de tesis para la implementación de un ISP, se tendrán muchos problemas relacionados con interferencia provocadas por equipos adyacentes que operen a la misma frecuencia. Por tal razón se opto por realizar el enlace en la banda de 5.8 GHz, ya que en estas frecuencias todavía no están copadas por aplicaciones de radio enlaces, en la tabla 3.2 se indica las asignaciones de canales para esta banda.

CANAL	FRECUENCIA CENTRAL
34	5170
36	5180
38	5190
40	5200
42	5210
44	5220
46	5230
48	5240
50	5250
52	5260
54	5270
56	5280
58	5290
60	5300
62	5310
64	5320
149	5745
153	5765
157	5785
161	5805

Tabla 3.2. Asignación de canales 802.11a

3.4.6 CALCULO DE LOS ENLACES

Independientemente del equipamiento de la red y de la línea de vista, es indispensable calcular el presupuesto de potencia de enlace. Sobrecargar un radioenlace no mejora su característica de transmisión, al contrario causa problemas a otros usuarios del espectro.

El presupuesto de potencia de un enlace punto a punto, es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor, a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace, es necesaria para realizar un correcto diseño y elegir el equipamiento adecuado.

Los elementos del presupuesto de enlace pueden ser divididos en 3 partes principales:

- ✓ En el lado de Transmisión con potencia efectiva de transmisión.
- ✓ Pérdidas en la propagación.
- ✓ En el lado de Recepción.

3.4.6.1 EN EL LADO DE TRANSMISIÓN

- ✓ *Potencia de transmisión P_{TX}*

Es la potencia de salida del transmisor. El límite superior depende de las regulaciones vigentes en cada país, dependiendo de la frecuencia de operación y puede cambiar al variar el marco regulatorio. En general, los transmisores con mayor potencia de salida son más costosos. La potencia del transmisor se expresa habitualmente en unidades lineales (mW, W) o logarítmicas (dBm, dBW). Para la conversión entre magnitudes lineales y logarítmicas se utiliza la siguiente fórmula:

$$P(\text{dBm}) = 10 \log \frac{P(\text{mw})}{1\text{mw}}$$

La potencia de transmisión típica en los equipos IEEE 802.16e varía entre 20 – 40 dBm (100 – 10000 mW).

- ✓ *Pérdida en el cable*

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en dB/m o dB/pies.

Independiente de la alta calidad del cable, siempre tendrá pérdidas, es recomendable que el cable de la antena sea lo más corto posible. La pérdida típica los cables está entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En general, mientras más grueso y rígido sea el cable menor atenuación presentará.

✓ *Ganancia de antena*

La ganancia de una antena típica varía entre 2 dBi (antena integrada simple) y 8 dBi (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30 dBi (parabólica). Se debe tener en cuenta muchos factores que disminuyen la ganancia real de una antena, principalmente factores relacionados con una incorrecta instalación (pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos adyacentes). Esto significa que sólo puede esperar una ganancia completa de antena, si está instalada correctamente.

3.4.6.2 PÉRDIDAS DE PROPAGACION

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal, cuando ésta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

La mayor parte de la potencia de la señal de radio se pierde en el aire. Aún en el vacío, una onda de radio pierde energía (de acuerdo con los principios de Huygens), que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. Ésta pérdida es independiente de factores como el aire, la niebla, la lluvia o cualquier otra cosa que puede adicionar pérdidas.

La pérdida en el Espacio Libre (FSL) se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$FSL(dB) = 20\log d + 20\log f + 187.5$$

Dónde:

d = distancia [m]

f = frecuencia [Hz]

3.4.6.3 ZONA DE FRESNEL

Las ondas electromagnéticas al propagarse entre dos puntos determinados, configuran un elipsoide, cuya sección transversal aumenta a medida que el frente de ondas se aleja de los extremos. Este fenómeno es variable con la frecuencia, y da lugar a la formación de las denominadas zonas de Fresnel.

La siguiente ecuación permite calcular la primera zona de Fresnel:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{d1 * d2}{d * f}}$$

d1 = distancia al obstáculo desde el transmisor [km]

d2 = distancia al obstáculo desde el receptor [km]

d = distancia entre transmisor y receptor [km]

f = frecuencia [GHz]

r = radio [m]

Si el obstáculo está situado en el medio (d1 = d2), la fórmula se simplifica:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

Tomando el 60% de la primera zona de Fresnel la ecuación queda:

$$0.6r = 5.2 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

3.4.6.4 LADO RECEPTOR

Los cálculos en lado de receptor son idénticos al lado de transmisión, en cuanto tiene que ver con la ganancia de la antena del receptor y los amplificadores del receptor.

✓ *Sensibilidad del receptor*

El equipo receptor necesita un mínimo nivel de señal para conseguir un funcionamiento aceptable (nivel de calidad), lo que se conoce habitualmente como sensibilidad.

Cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio. Un valor típico es -82 dBm en un enlace de 11 Mbps y -94 dBm para uno de 1 Mbps.

✓ *Margen y Relación S/N*

No es suficiente que la señal que llega al receptor sea mayor que la sensibilidad del mismo, sino que además se requiere que haya cierto margen para garantizar el funcionamiento adecuado.

La relación entre el ruido y la señal se mide por la tasa de señal a ruido (S/N). Un requerimiento típico de la SNR es 16 dB para una conexión de 11 Mbps y 4dB para la velocidad más baja de 1 Mbps.

En situaciones donde hay muy poco ruido el enlace está limitado por la sensibilidad del receptor. En áreas urbanas donde hay muchos radio enlaces operando, es común encontrar altos niveles de ruido (tan altos como -92 dBm).

En esos escenarios, se requiere un margen mayor:

$$\frac{S}{N} = 10 \log_{10} \frac{\text{Potencia de la señal}[w]}{\text{Potencia del Ruido}[w]}$$

✓ *Umbral del Receptor*

El umbral del receptor generalmente es un dato que trae el equipo y es considerada como la potencia mínima de la portadora a la entrada del receptor que proporcionara una relación S/N mínima y un BER máximo para recepción normal.

✓ *Pérdidas de Branch*

La señal digital que va desde el transmisor y llega a su correspondiente guía de onda, viaja por una serie de filtros de radiofrecuencia, produciendo así una atenuación conocida como Pérdidas de Derivación o Branch.

✓ *Margen de Desvanecimiento*

Considera características no ideales y de la propagación de ondas como la propagación de múltiples trayectorias (pérdidas de múltiples trayectorias) y sensibilidad a superficie rocosa.

Es muy importante la consideración del margen de desvanecimiento en la determinación de la ganancia de un sistema, puesto que influye en las condiciones atmosféricas causando situaciones temporales anormales en la misma y produciendo alteraciones en la pérdida de trayectoria en el espacio libre. Además el margen de desvanecimiento depende de los objetivos de confiabilidad del sistema. Matemáticamente se lo puede representar así:

$$FM = 30\log D + 10\log(6ABf) - 10\log(1 - R) - 70$$

Donde:

$30\log D$: efecto de múltiples trayectorias.

$10\log(6ABf)$: sensibilidad a superficie rocosa.

$10\log(1-R)$: objetivos de confiabilidad.

FM: margen de desvanecimiento.

D: Distancia (Km.).

f: Frecuencia (GHz).

R: Confiabilidad

(1 - R): Objetivo de confiabilidad para una trayectoria.

A: Factor de Rugosidad del terreno

B: Factor climático.

En la Tabla 3.1 se muestra los valores típicos para los factores de A y B.

FACTOR	VALOR TÍPICO	ÁREA DE APLICACIÓN
A	4	Terreno muy liso, incluyendo agua.
	1	Terreno promedio, con alguna rugosidad.
	¼	Terreno montañoso, muy rugoso.
B	½	Grandes lagos, áreas húmedas.
	¼	Áreas continentales promedio.
	1/8	Áreas montañosas o muy secas

Tabla 3.3 Valores típicos para los factores de A y B.

3.4.7 UBICACIÓN DE ESTACIONES BASE

Se realiza una inspección del área de cobertura, con la ayuda de un GPS (Global Positioning System), se obtienen las coordenadas (longitud y latitud en grados, minutos y segundos o coordenadas UTM), así como la altitud sobre el nivel del mar, se establece los posibles puntos para la ubicación de la radio base.

En la Tabla 4.3 se muestra las coordenadas y altitud, de las estaciones base.

Estación base	Longitud	Latitud	a.s.n.m [m]
CARRIER S.A.	75°47'17.0''O	8°53'14.4''N	14

Tabla 3. 4 Coordenadas geográficas de las estaciones base.

✓ GANANCIA DE ANTENAS

El sistema utilizará antenas sectoriales cuya intervalo de ganancias oscila entre 17dBi a 19dBi (valores consultados en manuales de equipos WiMAX, de empresas que forman parte del WiMAX Forum como son: Airspan, Alvarion, Telsima), tanto para transmisión como para recepción, para efectos de cálculo, se asume un valor referencial promedio de 18dBi.

✓ ALTURA DE ANTENAS

La cobertura de las estaciones base depende principalmente de la potencia y altura de la antena, en la Tabla 3.4 se muestra la altura de las antenas.

CAMARA	SITIOS	ALTURA S.N.M (Mts)	Altura de las antenas [m]
	ESTACION POLICIA	14	30
1	CAI	14	30
2	MERCADO PUBLICO	15	30
3	PUENTE METALICO	14	30
4	BANCO DE BOGOTA	15	30
5	ALCALDIA MUNICIPAL	14,5	30
6	SUPERMERCADO IDEAL	13	30
7	E.D.S. SAN NICOLAS	13,8	30
8	HOSPITAL SAN DIEGO	15,8	30
9	CANCHA SANTA TERESA	17	30
10	COLEGIO 24 DE MAYO	13,5	30
11	COLEGIO DOLORES GARRIDO	14	30
12	CENTRO CULTURAL RAUL GOMEZ JATTIN	15	30
13	COLEGIO MARCELIANO POLO	14	30
14	COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	14	30
15	DROGAS LA REBAJA	14	30
16	ESTACION DE SERVICIOS SAN DIEGO	13	30

Tabla 3. 5 Altura de las antenas

✓ **ATENUACION DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION**

Este tipo de pérdidas depende de la distancia entre el transmisor o receptor con la antena, en la actualidad algunos equipos de radio y sus antenas están integradas, por lo que las pérdidas en los medios de transmisión son despreciables, para efecto de este estudio se asume 1dB de pérdidas por guía de onda y 1dB de perdidas por Branch.

✓ **PERDIDA POR ESPACIO LIBRE**

El cálculo de pérdidas por espacio libre se realiza con la ayuda de la siguiente ecuación:

En la Tabla 3.2 se muestran las frecuencias asignadas en el plan de frecuencias de la sección 3.4 para los enlaces punto a punto, así como sus distancias:

CAMARA	SITIOS	DISTANCIA (Km)	FRECUENCIA (Ghz)
1	CAI ENTRADA A CERETÉ VIA MONTERIA	1,05	5165
2	GLORIETA MERCADO PUBLICO	0,8	5175
3	PUENTE METALICO	1,1	5185
4	BANCO DE BOGOTA CENTRO	0,4	5195
5	ALCALDIA MUNICIPAL	0,25	5205
6	SUPERMERCADO IDEAL	0,05	5215
7	ESTACION DE SERVICIOS SAN NICOLAS	0,7	5225
8	HOSPITAL SAN DIEGO	1,4	5235
9	CANCHA SANTA TERESA	1,3	5245
10	COLEGIO 24 DE MAYO	1,9	5255
11	COLEGIO DOLORES GARRIDO	1,4	5265
12	CENTRO CULTURAL RAUL GOMEZ JATTIN	0,8	5275
13	COLEGIO MARCELIANO POLO	0,75	5285
14	COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	0,35	5295
15	DROGAS LA REBAJA	0,45	5305
16	ESTACION DE SERVICIOS SAN DIEGO	0,6	5315

Tabla 3. 6 Frecuencias y distancias de los enlaces.

De ésta manera los cálculos son:

SITIOS	ALTURA (Mts)	DISTANCIA (Km)	FRECUENCIA (GHz)	ATENUACION POR ESPACIO LIBRE (dBm)
CAI ENTRADA A CERETÉ VIA MONTERIA	14	1,05	5,165	107,0852
GLORIETA MERCADO PUBLICO	15	0,8	5,175	104,7400
PUENTE METALICO	14	1,1	5,185	107,5228
BANCO DE BOGOTA CENTRO	15	0,4	5,195	98,7529
ALCALDIA MUNICIPAL	14,5	0,25	5,205	94,6872
SUPERMERCADO IDEAL	13	0,05	5,215	80,7245
ESTACION DE SERVICIOS SAN NICOLAS	13,8	0,7	5,225	103,6637
HOSPITAL SAN DIEGO	15,8	1,4	5,235	109,7009
CANCHA SANTA TERESA	17	1,3	5,245	109,0738
COLEGIO 24 DE MAYO	13,5	1,9	5,255	112,3865

COLEGIO DOLORES GARRIDO	14	1,4	5,265	109,7505
CENTRO CULTURAL RAUL GOMEZ JATTIN	15	0,8	5,275	104,9062
COLEGIO MARCELIANO POLO	14	0,75	5,285	104,3621
COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	14	0,35	5,295	97,7587
DROGAS LA REBAJA	14	0,45	5,305	99,9580
ESTACION DE SERVICIOS SAN DIEGO	13	0,6	5,315	102,4731

Tabla 3.7 Calculo de perdida en el espacio libre.

✓ **CALCULO DE LA ZONA DE FRESNEL**

Para este cálculo se utiliza el programa para el análisis de redes y sistemas inalámbricos Radio Mobile v7.514 y mapas digitales de 3 segundos de arco que ofrece una resolución aproximada de 100m.

• **ENLACE BASE ESTACIÓN – CAI ENTRADA A CERETÉ VIA MONTERIA**

En las Figuras 3.3, 3.4 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base -CAI, y las características técnicas del enlace.



Figura 3. 3 Perfil topográfico BASE-CAI

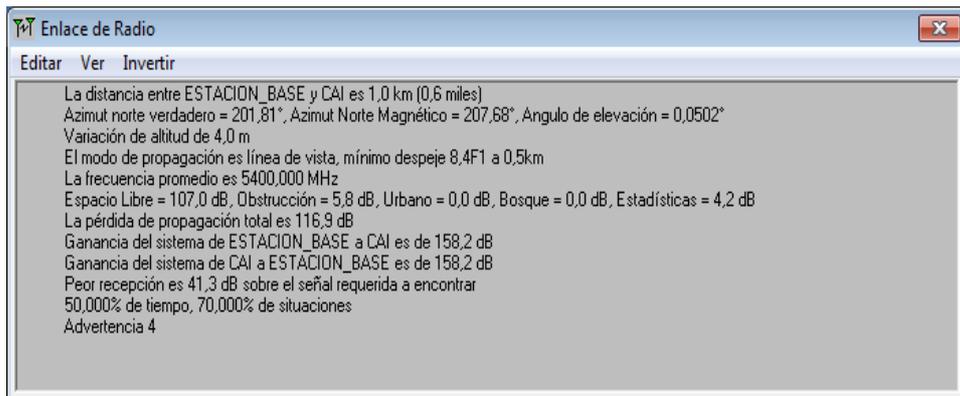


Figura 3. 4 Características del enlace punto a punto BASE - CAI

- **ENLACE BASE – MERCADO PUBLICO**

En las Figuras 3.5, 3.6 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base –MERCADO PUBLICO, y las características técnicas del enlace.

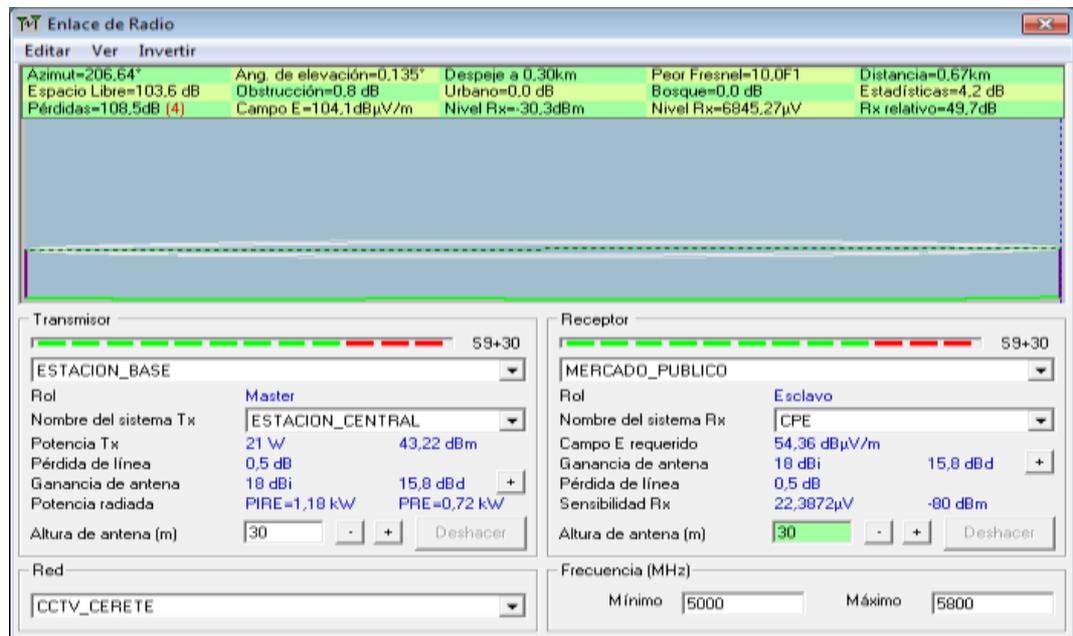


Figura 3. 5 Perfil topográfico BASE - MERCADO PUBLICO

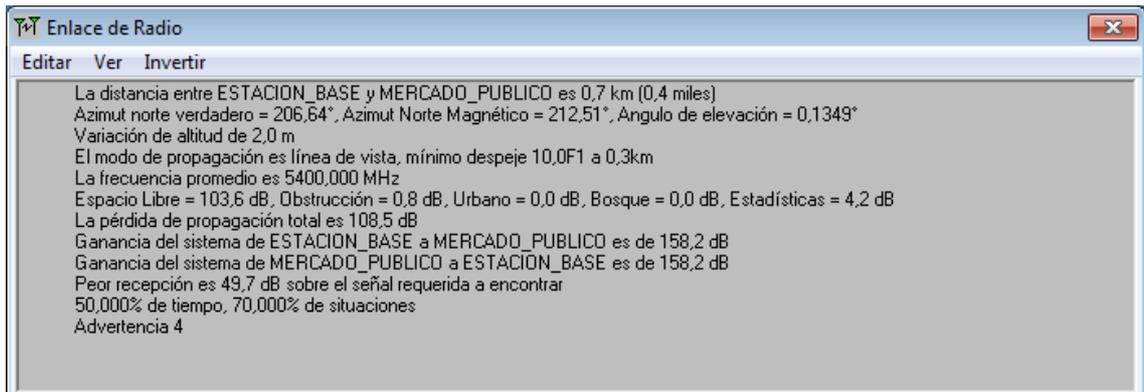


Figura 3. 6 Características del enlace punto a punto BASE – MERCADO PUBLICO

- **ENLACE BASE – PUENTE METALICO**

En las Figuras 3.7, 3.8 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – PUENTE METALICO, y las características técnicas del enlace.

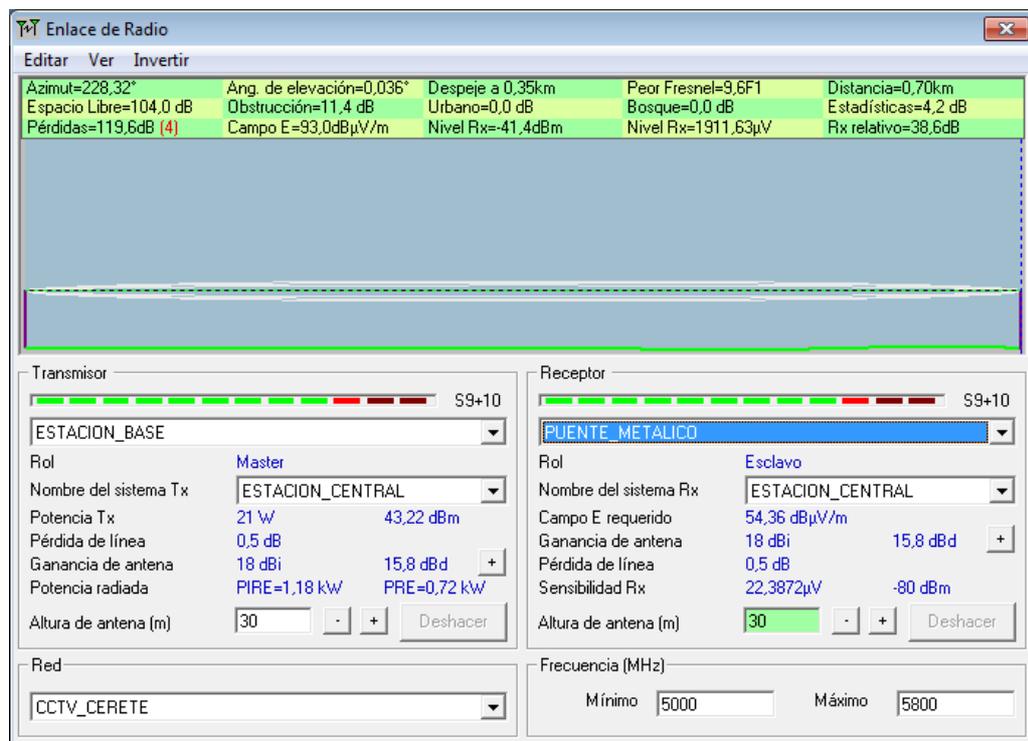


Figura 3. 7 Perfil topográfico BASE- PUENTE METALICO

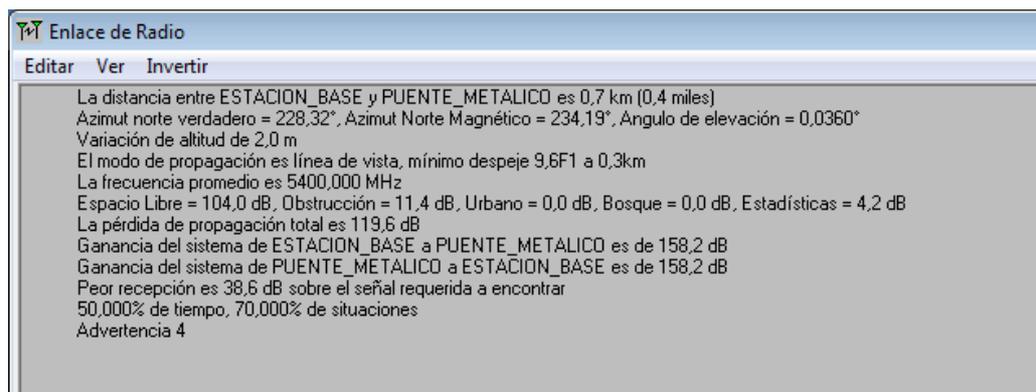


Figura 3. 8 Características del enlace punto a punto BASE – PUENTE METALICO

- **ENLACE BASE – BANCO_BOGOTA**

En las Figuras 3.9, 3.10 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – BASE – BANCO_BOGOTA, y las características técnicas del enlace.

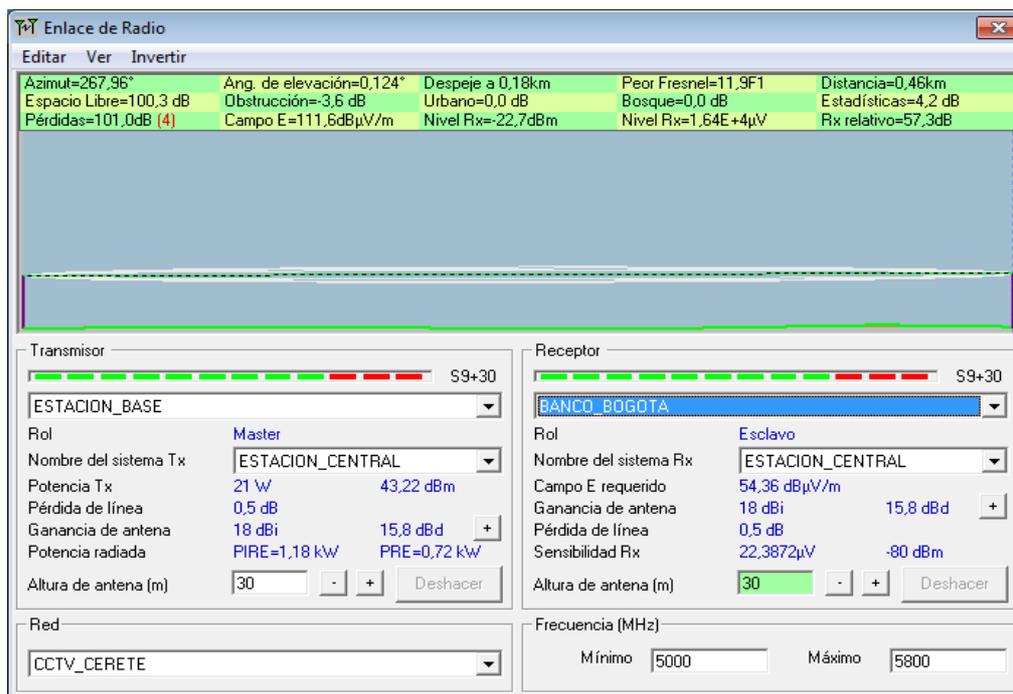


Figura 3. 9 Perfil topográfico BASE- BANCO_BOGOTA

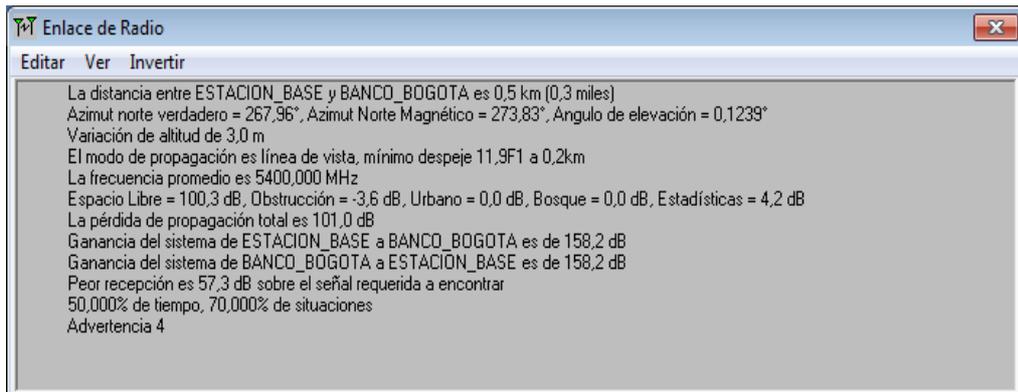


Figura 3.10 Características del enlace punto a punto BASE – BANCO_BOGOTA

- **ENLACE BASE – ALCALDIA CERETE**

En las Figuras 3.11, 3.12 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – BASE – ALCALDIA CERETE, y las características técnicas del enlace.

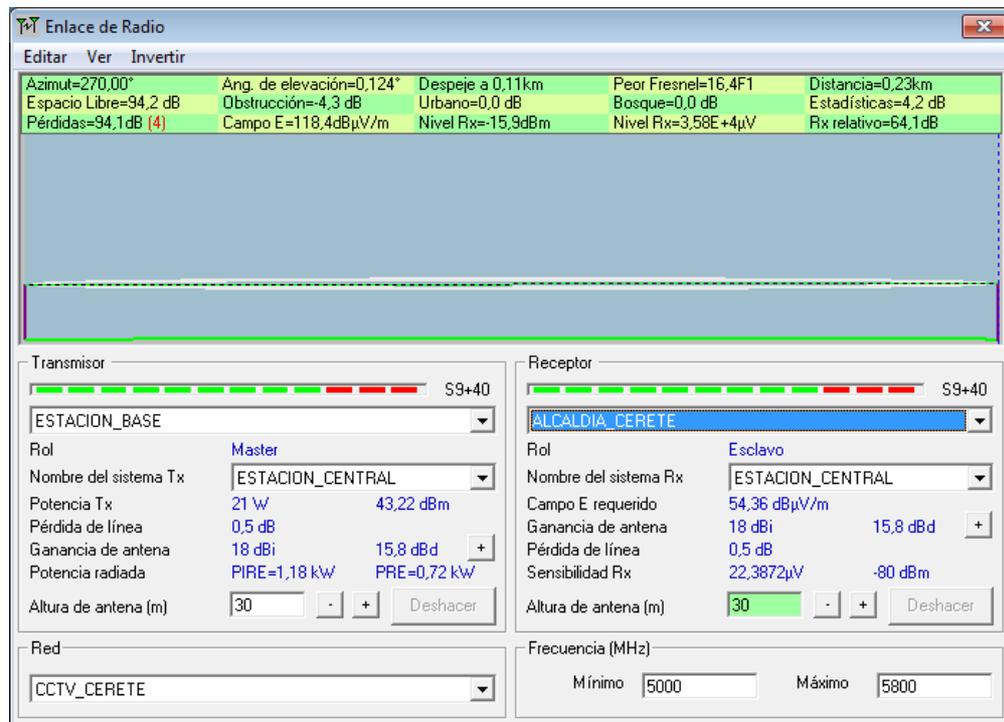


Figura 3. 11 Perfil topográfico BASE- ALCALDIA CERETE

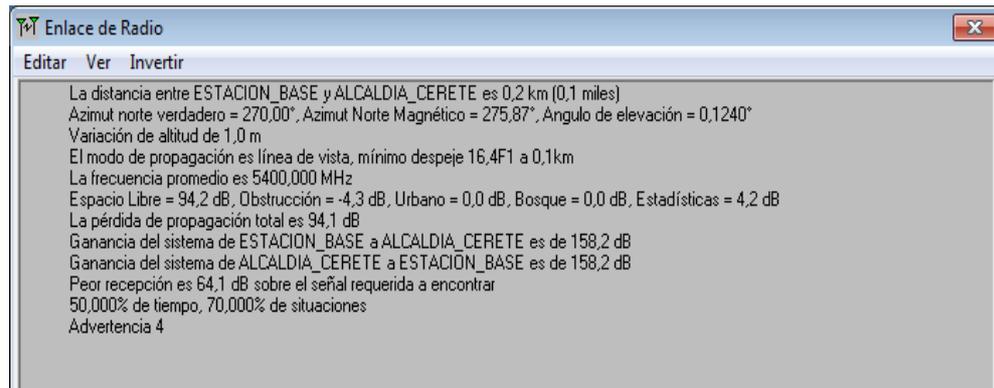


Figura 3.12 Características del enlace punto a punto BASE – ALCALDIA DE CERETÉ

- **ENLACE BASE – SUPER_MERCADO_IDEAL**

En las Figuras 3.13, 3.14 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – SUPER_MERCADO_IDEAL, y las características técnicas del enlace.

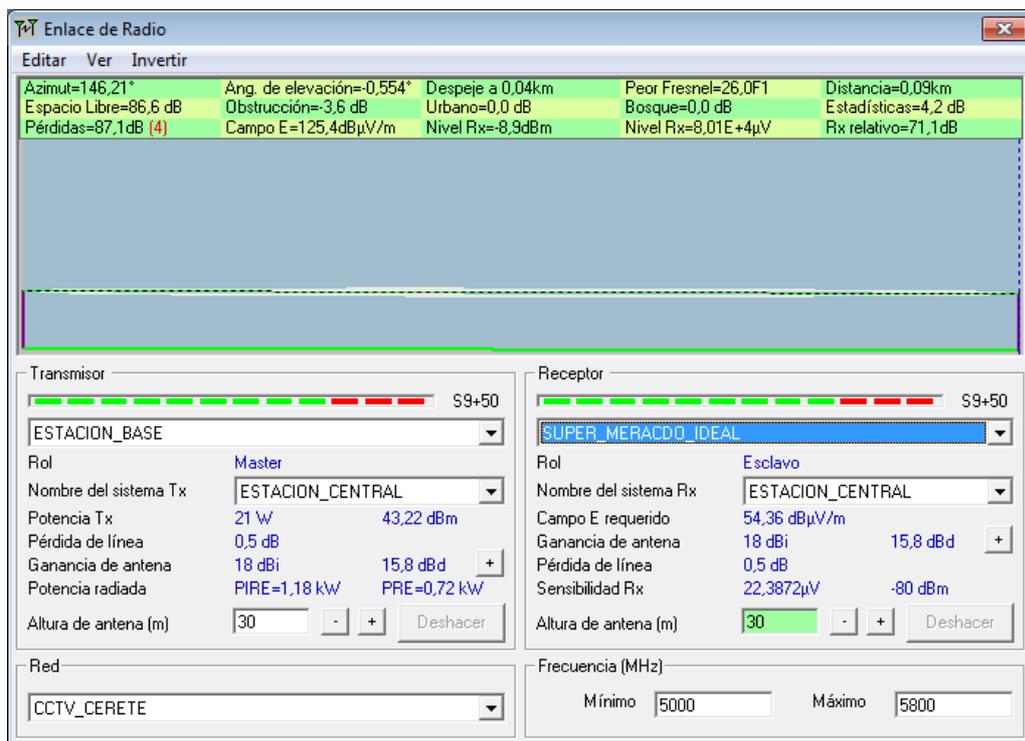


Figura 3. 13 Perfil topográfico BASE- SUPER_MERCADO_IDEAL

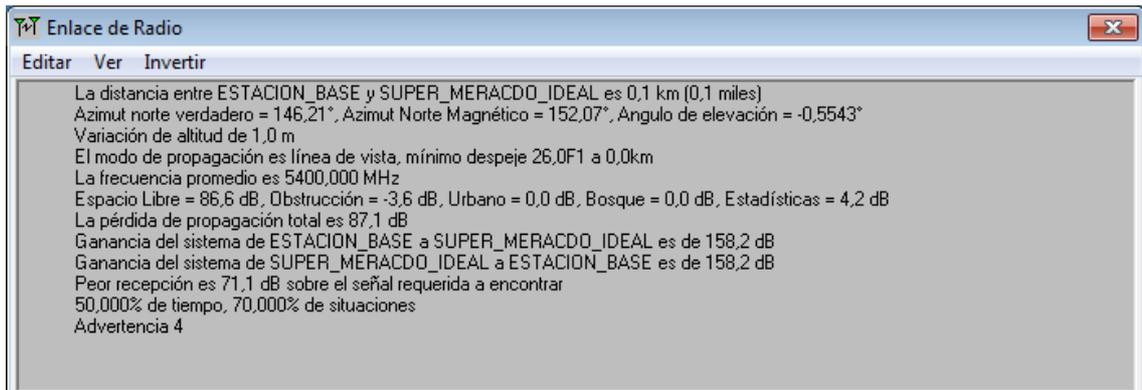


Figura 3.14 Características del enlace punto a punto BASE - SUPER_MERCADO_IDEAL

- **ENLACE BASE – EDS – SAN NICOLAS**

En las Figuras 3.15, 3.16 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – EDS_SAN-NICOLAS, y las características técnicas del enlace.

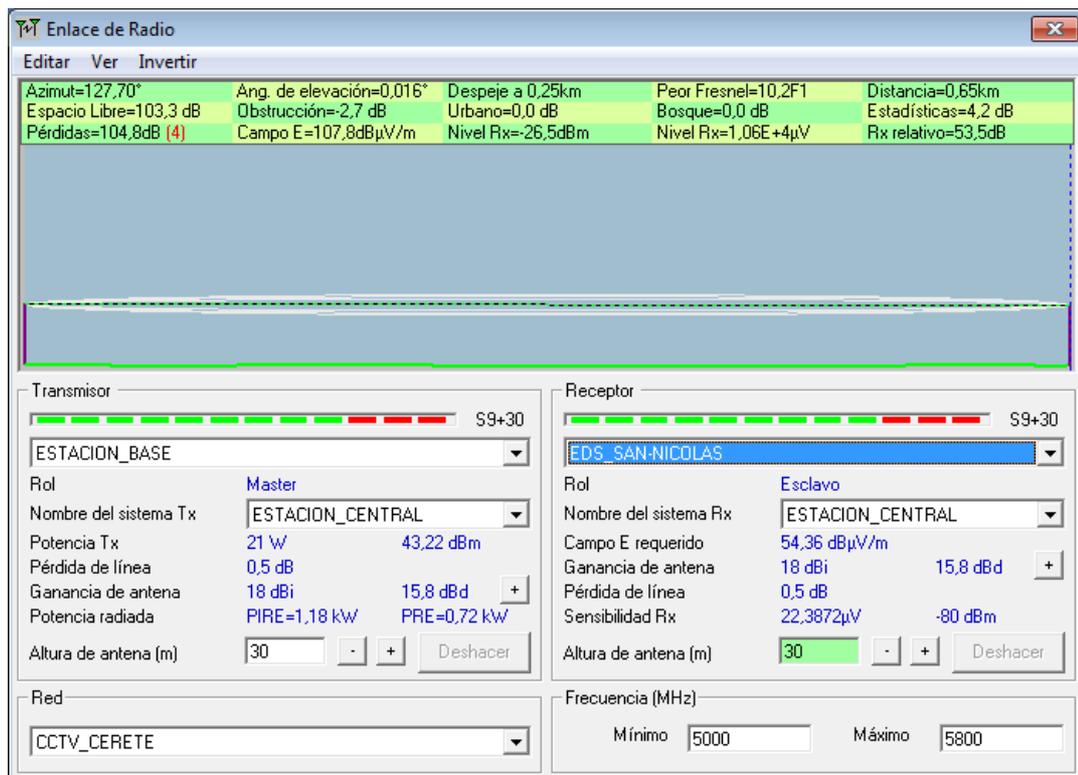


Figura 3. 15 Perfil topográfico BASE- EDS – SAN NICOLAS

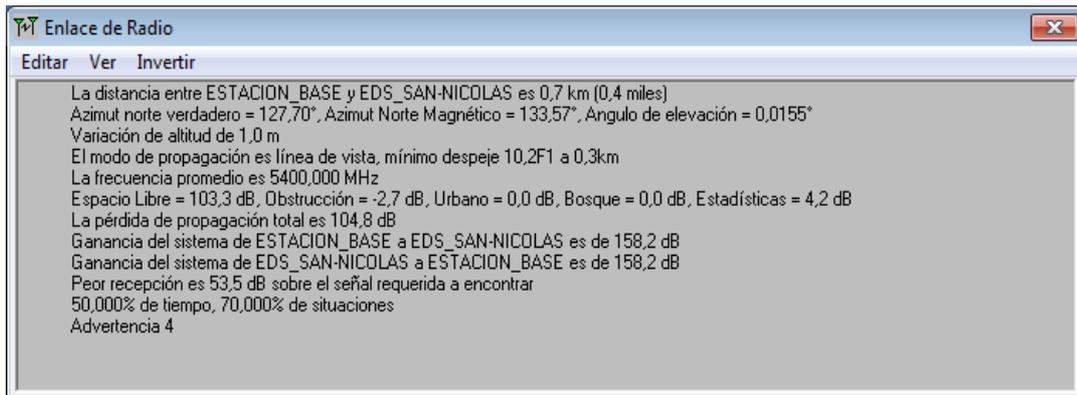


Figura 3.16 Características del enlace punto a punto BASE – EDS_ SAN-NICOLAS

- **ENLACE BASE – HOSPITAL SAN DIEGO**

En las Figuras 3.17, 3.18 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – HOSPITAL SAN DIEGO, y las características técnicas del enlace.

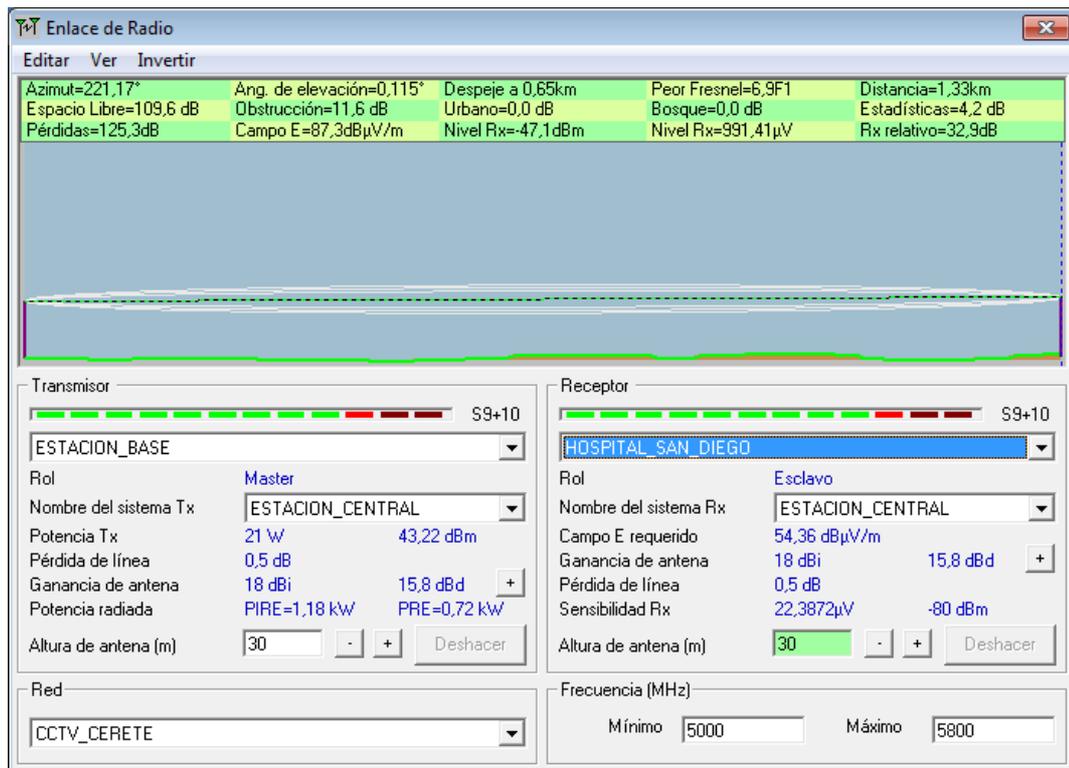


Figura 3. 17 Perfil topográfico BASE- EDS – HOSPITAL SAN DIEGO

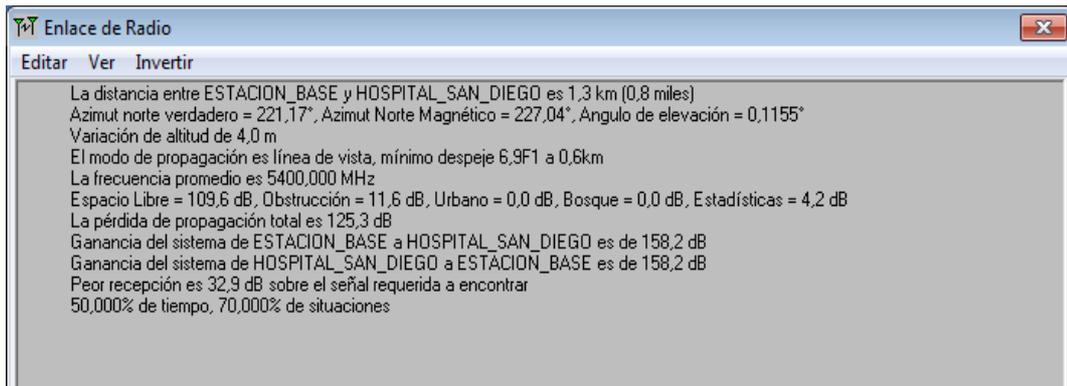


Figura 3.18 Características del enlace punto a punto BASE – HOSPITAL SAN DIEGO

- **ENLACE BASE – CANCHA SANTA TERESA**

En las Figuras 3.19, 3.20 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – CANCHA SANTA TERESA, y las características técnicas del enlace.

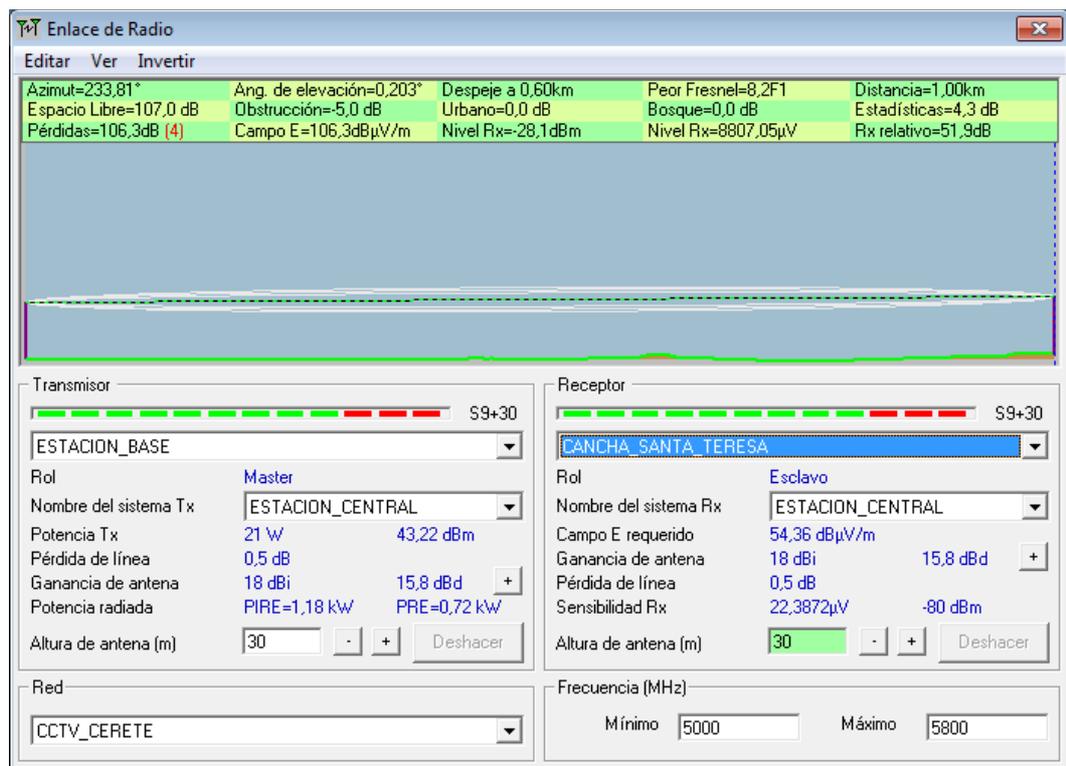


Figura 3. 19 Perfil topográfico BASE - CANCHA SANTA TERESA

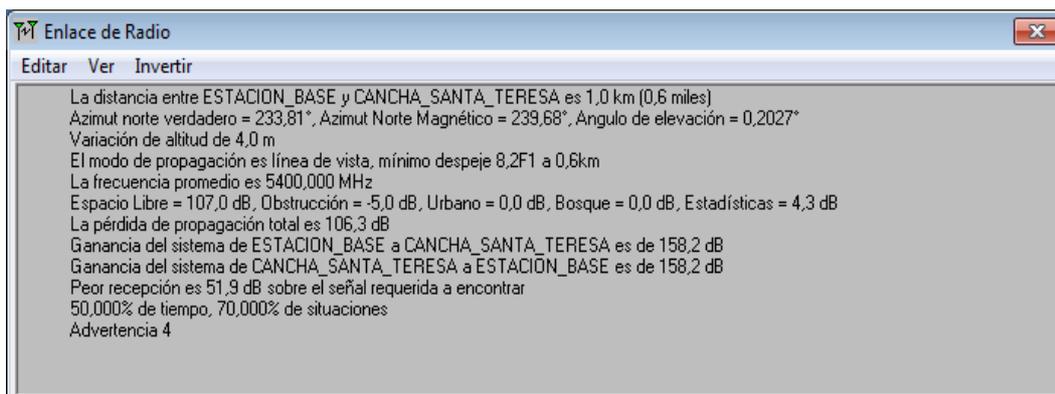


Figura 3.20 Características del enlace punto a punto BASE – CANCHA SANTA TERESA

- **ENLACE BASE – COLEGIO 24 DE MAYO**

En las Figuras 3.21, 3.22 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – COELGIO 24 DE MAYO, y las características técnicas del enlace.

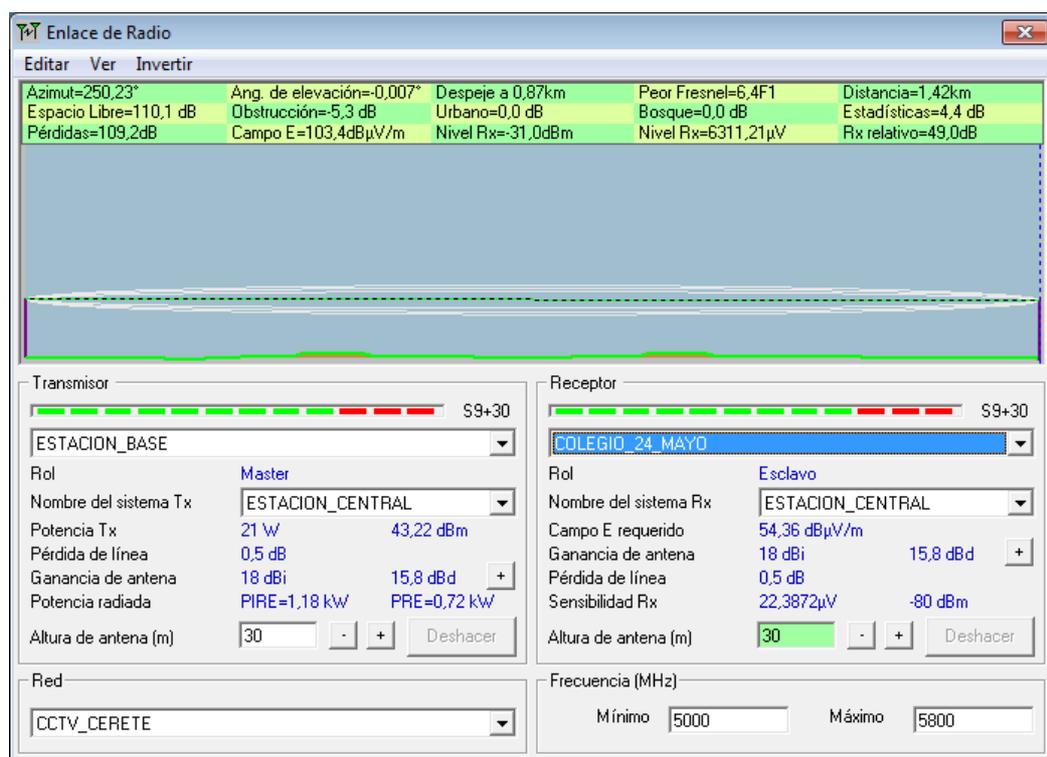


Figura 3. 21 Perfil topográfico BASE - COLEGIO 24 DE MAYO

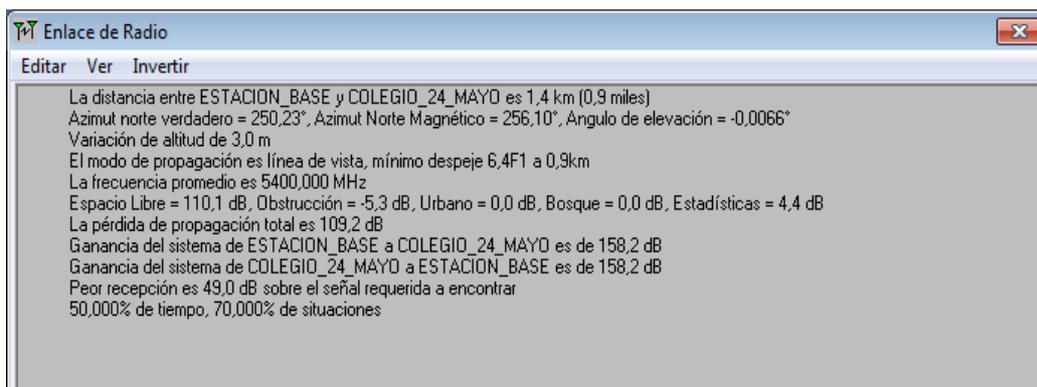


Figura 3.22 Características del enlace punto a punto BASE – COLEGIO 24 DE MAYO

- **ENLACE BASE – COLEGIO DOLORES GARRIDO**

En las Figuras 3.23, 3.24 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – COLEGIO DOLORES GARRIDO, y las características técnicas del enlace.

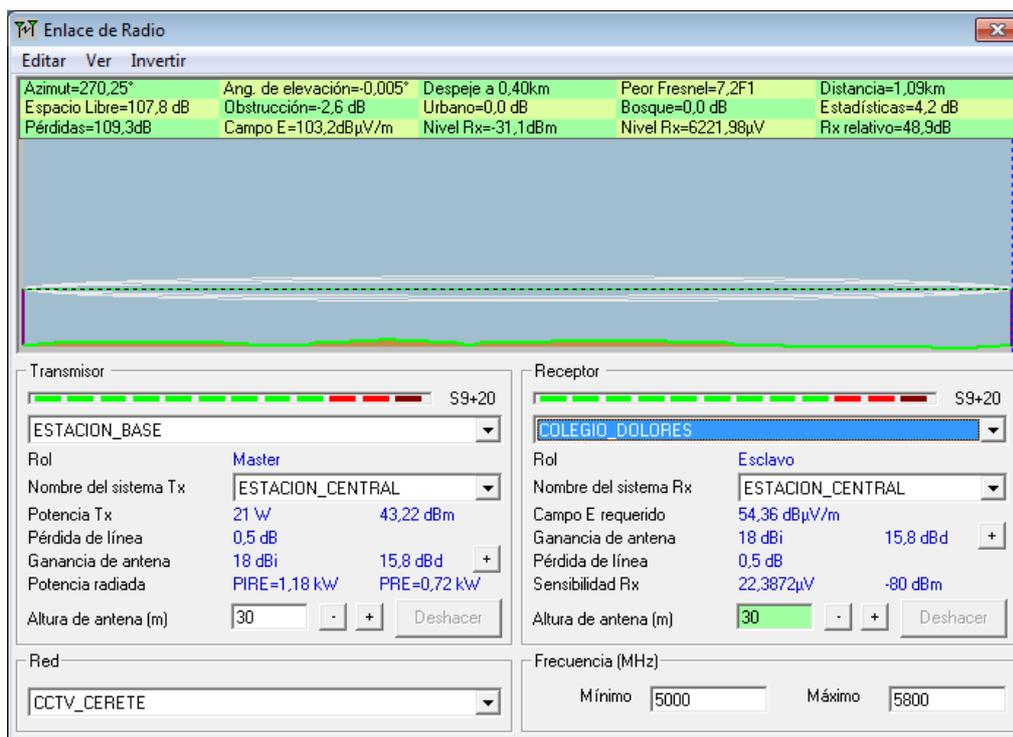


Figura 3. 23 Perfil topográfico Base- EDS – COLEGIO DOLORES GARRIDO

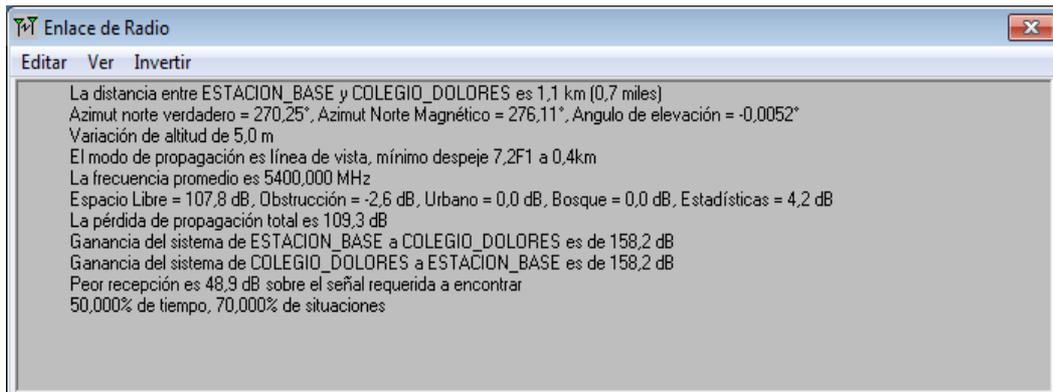


Figura 3.24 Características del enlace punto a punto BASE - COLEGIO DOLORES

- **ENLACE BASE – CENTRO CULTURAL**

En las Figuras 3.25, 3.26 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – CENTRO CULTURAL, y las características técnicas del enlace.

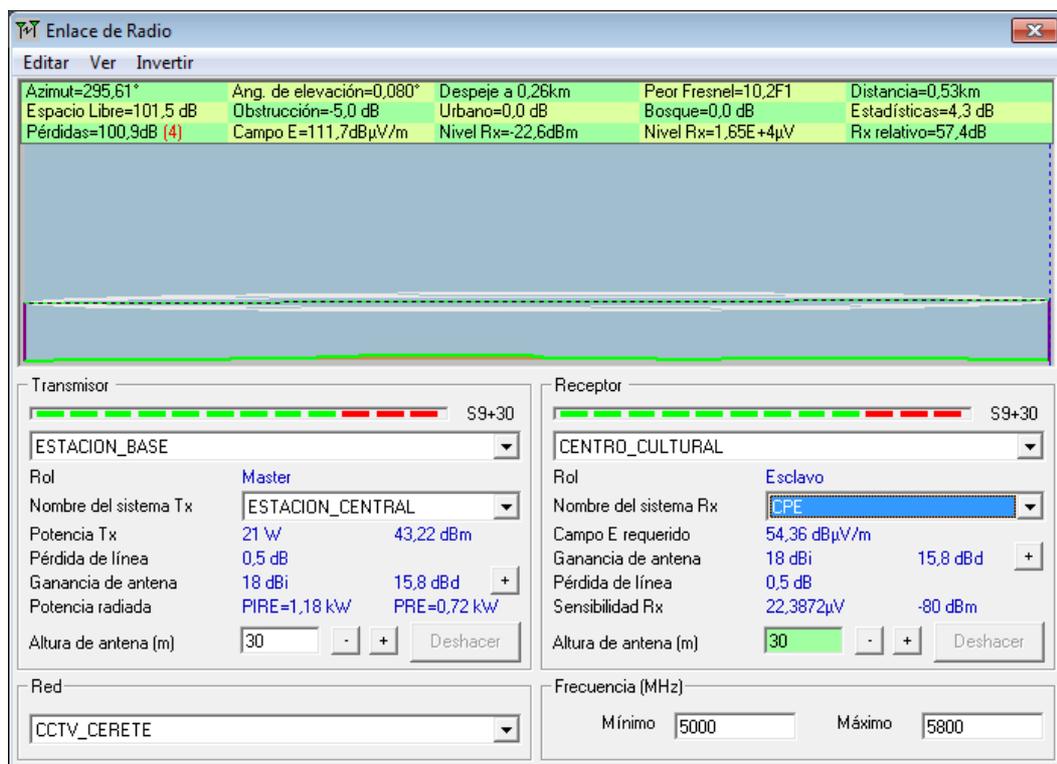


Figura 3. 25 Perfil topográfico Base - CENTRO CULTURAL

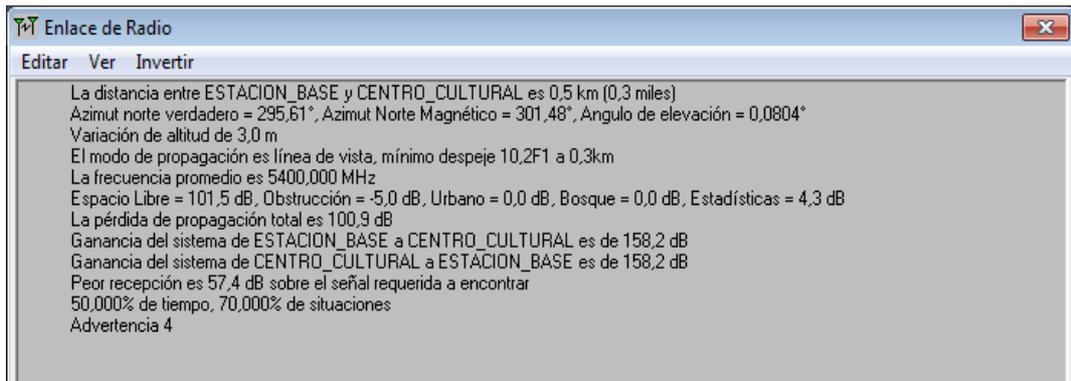


Figura 3.26 Características del enlace punto a punto BASE - CENTRO CULTURAL

- **ENLACE BASE – COLEGIO MARCELIANO POLO**

En las Figuras 3.27, 3.28 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – COLEGIO MARCELIANO POLO, y las características técnicas del enlace.

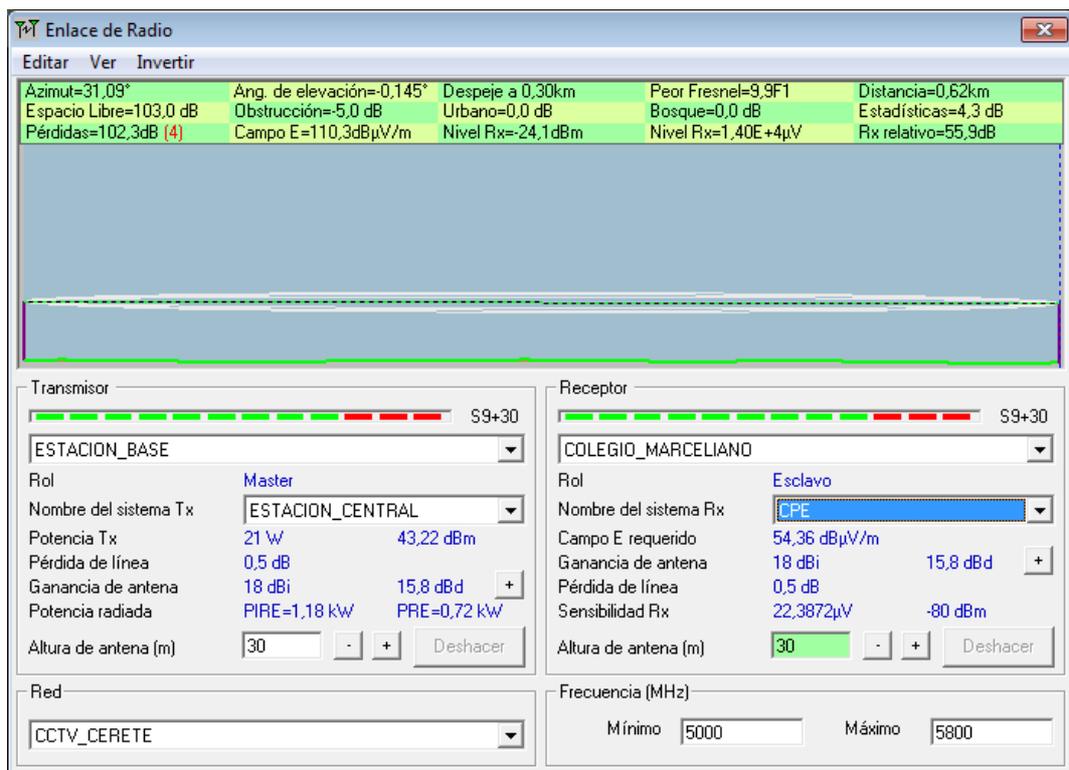


Figura 3. 27 Perfil topográfico BASE— COLEGIO MARCELIANO POLO

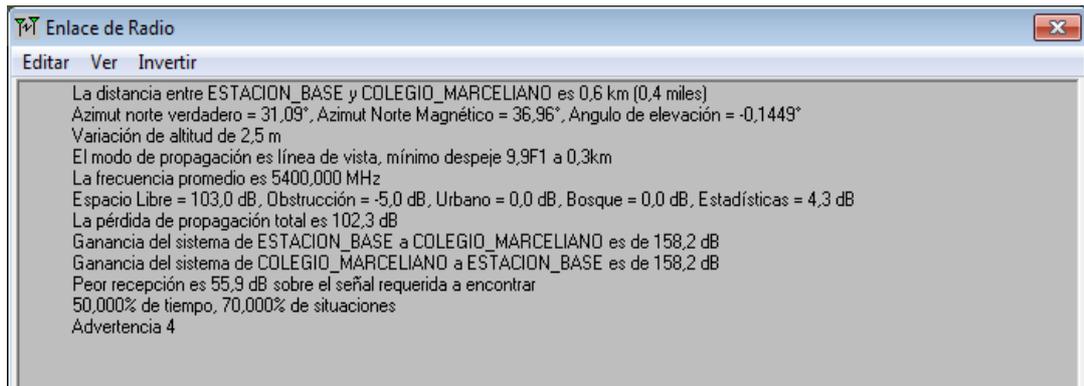


Figura 3.28 Características del enlace punto a punto BASE – COLEGIO MARCELIANO POLO

- **ENLACE BASE – COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN**

En las Figuras 3.29, 3.30 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN, y las características técnicas del enlace.

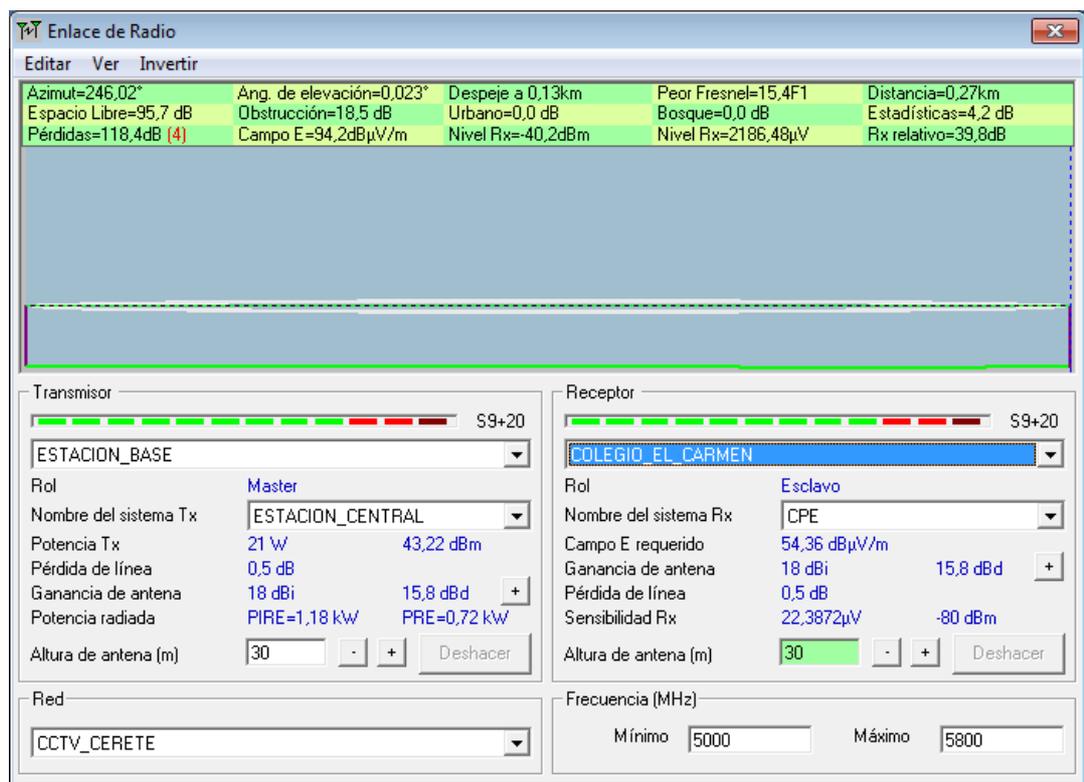


Figura 3. 29 Perfil topográfico Base— COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN

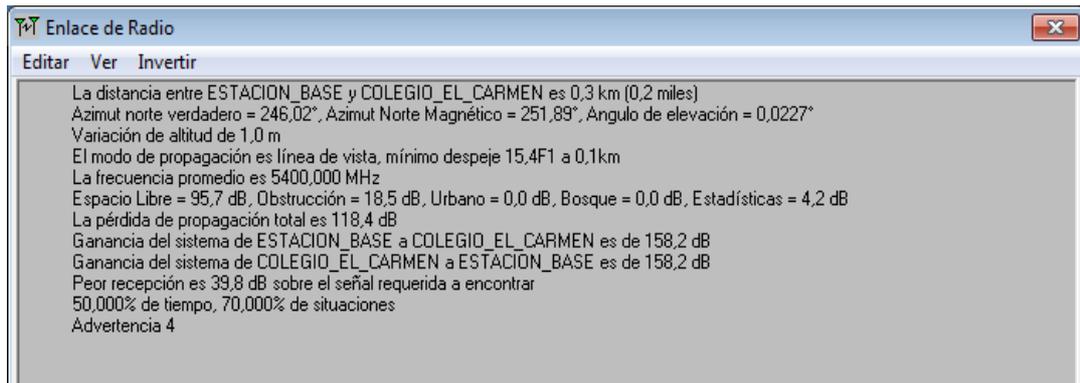


Figura 3.30 Características del enlace punto a punto BASE – COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN

- **ENLACE BASE – DROGAS LA REBAJA**

En las Figuras 3.31, 3.32 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – DROGAS LA REBAJA, y las características técnicas del enlace.

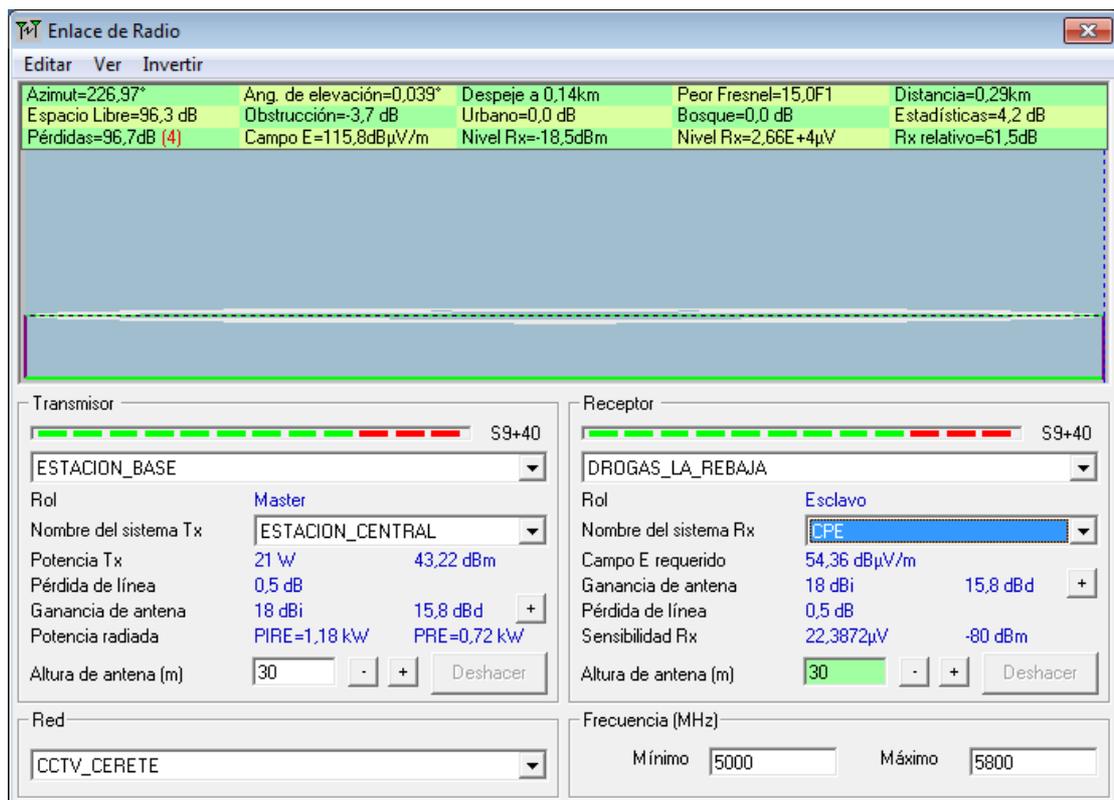


Figura 3. 31 Perfil topográfico BASE - DROGAS LA REBAJA

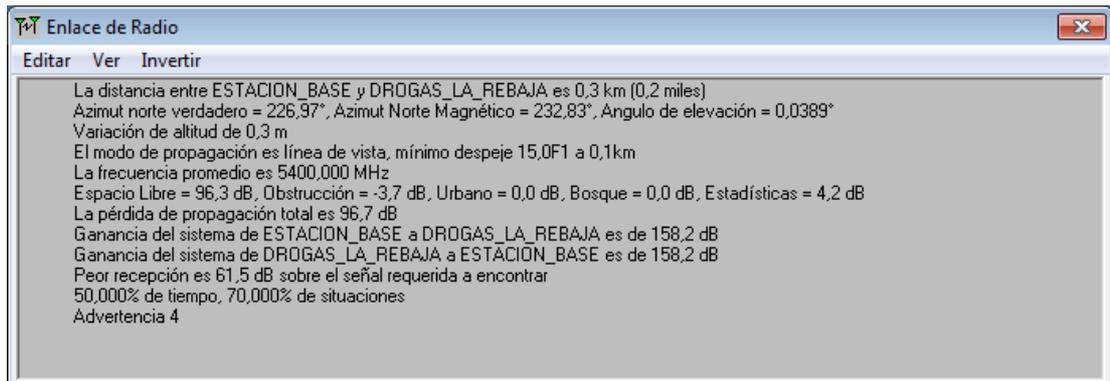


Figura 3.32 Características del enlace punto a punto BASE – DROGAS LA REBAJA

- **ENLACE BASE – EDS SAN DIEGO**

En las Figuras 3.33, 3.34 se muestra el perfil topográfico del enlace punto a punto entre las estaciones base – EDS SAN DIEGO, y las características técnicas del enlace.

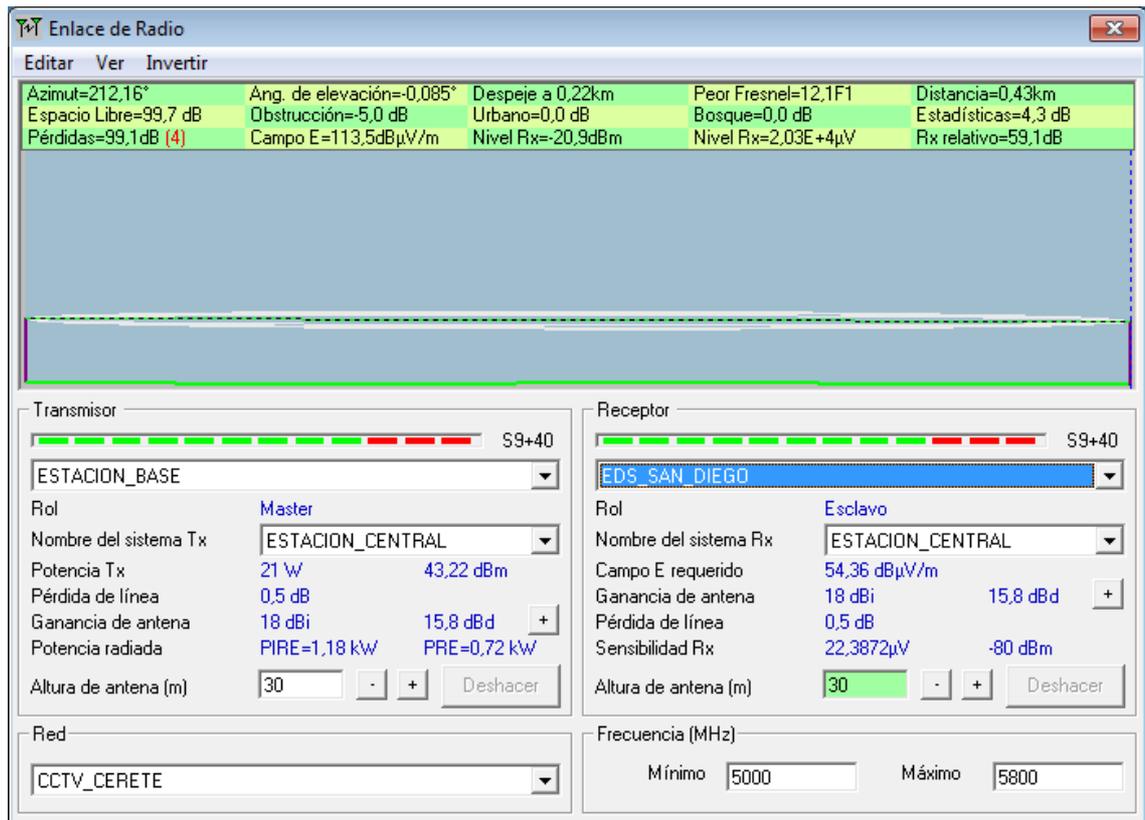


Figura 3. 33 Perfil topográfico BASE – EDS SAN DIEGO

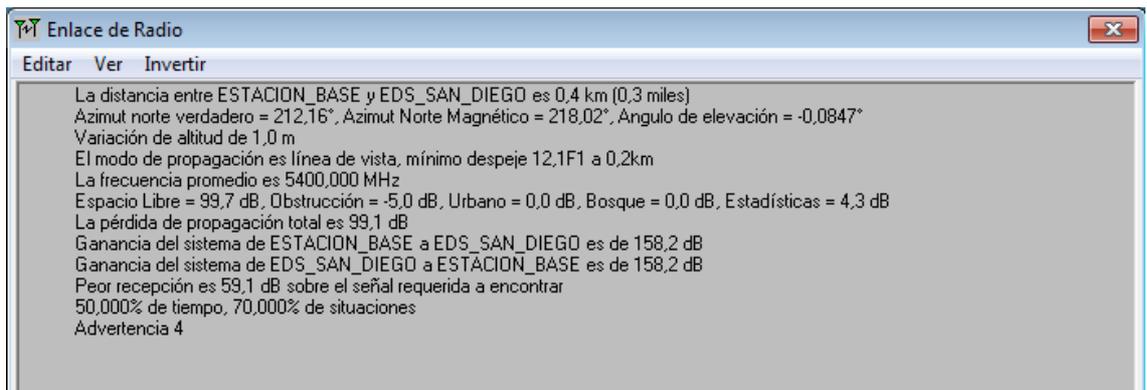


Figura 3.34 Características del enlace punto a punto BASE – EDS SAN DIEGO

3.4.7.1 CANALES PRE-WIMAX

Igual que Wi-Fi, la asignación de canales Pre-Wimax también ha de seguir unos requisitos. Ha de haber cinco canales de diferencia entre dos canales a utilizar.

Puesto que cada unidad de acceso ha de apuntar a su unidad suscriptora correspondiente, todos los equipos Pre-Wimax dispondrán de antenas direccionales. En este caso las antenas sí que vienen incluidas con los dispositivos. El enfoque de las antenas de los VL-AU es de elevada importancia dado el posible solapamiento entre canales, incumpliendo la normativa de canales.

3.4.8 DISEÑO FISICO

El correcto desempeño de la red y el cumplimiento de los requerimientos establecidos para el sistema de seguridad, están directamente relacionados con el diseño adecuado de la red.

Una vez elegido el medio de transmisión, se escogerá la topología adecuada para la transmisión de la información desde y hacia los equipos de vigilancia con el Centro de Control.

Hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de decidirse por una topología de red concreta. Estos factores son:

- La distribución de los equipos a interconectar.
- El tipo de aplicaciones que se van a ejecutar.
- La inversión que se tiene previsto realizar.
- El tráfico que va a soportar la red local.
- La capacidad de expansión o escalabilidad.

La distribución de la ubicación de las cámaras de vigilancia es totalmente asimétrica, por ser un sistema urbano en el cual los puntos a vigilar se determinan de acuerdo a la manera en que están organizadas las edificaciones que conforman el área urbana. Ya se determinó que las distancias al Centro de Control varían de acuerdo a la ubicación de cada cámara de vigilancia.

En la figura 3.4 se presenta la ubicación de las cámaras de vigilancia en el sector.



Figura 3.4 Ubicación de las Cámaras en el sector urbano

En la figura 3.4.1 se presenta la conexión de cada cámara.

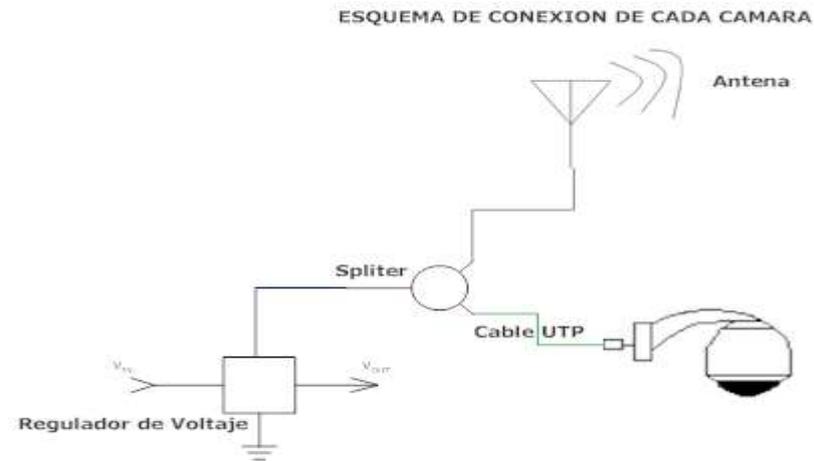


Figura 3.4.1 Imagen montaje de cada cámara

El objetivo de la red es básicamente la transmisión de información desde las cámaras hacia el Centro de Control y Monitoreo, y la transmisión de datos de control PTZ desde el Centro de Control y Monitoreo hacia las cámaras, por lo que no se considera necesario equipos de procesamiento entre el equipo activo ubicado en el Centro de Control y las cámaras de vigilancia por lo que la topología lógica a usar será la topología en estrella.

3.4.9 DISEÑO LOGICO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES

En la figura 4.1 se muestra el diseño lógico de la Red Telecomunicaciones

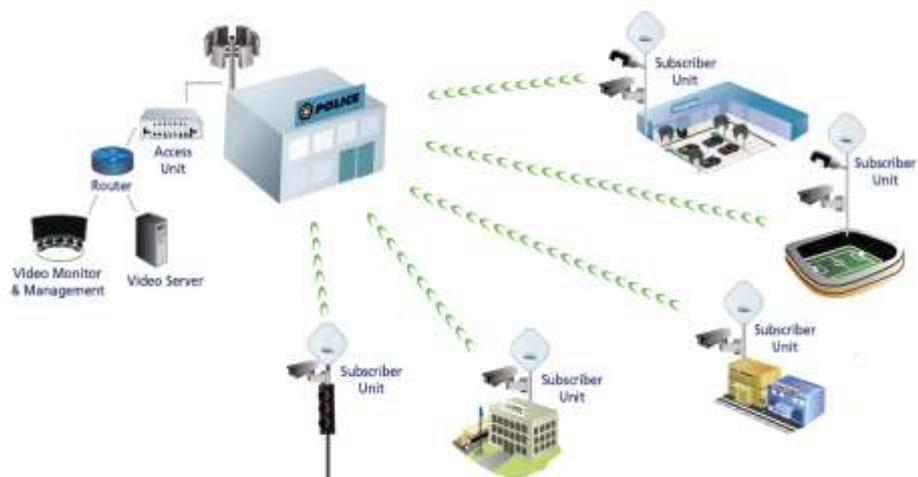


FIGURA 4.1 Diseño lógico de la Red de Telecomunicaciones

3.5 PRESUPUESTO

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cámara Domo LG NLW9226	16	3810000	\$ 60.960.000,00
<i>BreezeAccessVL-AU</i>	8	10183250	\$ 1.466.000,00
<i>Chasis (capacidad hasta 6 VL-AU)</i>	2	2576805	\$ 5.153.610,00
<i>BreezeAccessVL-SU (54 Mbps)</i>	16	1727225	\$ 7.635.600,00
Torre Rendida de 30 mts de altura	1	15000000	\$ 5.000.000,00
Soporte para montaje de pared C-BC511 W	16	32000	\$ 512.000,00
Caja de protección metálica CSP 43-20	18	45000	\$ 810.000,00
UPS de 200 vatios o 350 VA marca APC	18	150000	\$ 2.700.000,00
Cable eléctrico	520	3800	\$ 1.976.000,00
Cable de red UTP Mts Cat 5e	468	1500	\$ 702.000,00
Tornillos tirafondo de 8,5 mm de diámetro de 1/2"	64	300	\$ 19.200,00
1 metro de tubo metálico de 1"	16	60000/3m	\$ 320.000,00
Abrazaderas metálicas para tubo metálico de 1".	36	3500	\$ 126.000,00
Tubos metálicos diámetro 1/2", longitud de 9 metros	16	45000/3m	\$ 240,00
Abrazaderas para tubo de 1/2"	64	2500	\$ 60.000,00
Switch DLINK DGS-1008D	1	154000	\$ 154.000,00
UPS APC DE 5000KV	1	2500000	\$ 2.500.000,00
Varilla de Copperweld	1	80000	\$ 80.000,00
Tarjeta madre Intel DQ45EK	1	650000	\$ 650.000,00

Tarjetas madre Intel DG31PR	5	350000	\$	1.750.000,00
Procesador Intel Core 2 Duo E6750	4	375000	\$	1.500.000,00
Procesador Intel Core 2 Quad Q6600	2	675000	\$	1.350.000,00
Memorias RAM SDRAM de 4 Gigabytes	2	140000	\$	280.000,00
Memorias RAM SDRAM de 1 Gigabytes	4	90000	\$	360.000,00
Tarjeta de video NVIDIA 7800 GTX de 512 MB	2	140.000	\$	280.000,00
Discos duros de 2 Terabytes, Hitachi Deskstar7k2000	10	437500	\$	4.375.000,00
Disco duro SATA de 320 Giga Bytes de 7200 rpm	1	220000	\$	220.000,00
Discos Duros SATA de 120 Giga Bytes de 7200rpm	4	180000	\$	720.000,00
Monitores LCD de 20" LG M2080D-PZ	4	350000	\$	1.400.000,00
Tarjeta PCI SATA 150-6 LogicMegaRAID5 SATA	1	900000	\$	900.000,00
Carcasa para 5 discos duros externos	1	15000	\$	15.000,00
Cable para conexión SATA	10	11000	\$	110.000,00
Software LUXRIOT servidor	1	430000	\$	430.000,00
Materiales varios 5% del valor total			\$	10.730.732,00
		TOTAL	\$	225.345.382,00

Nota: En el estudio del coste no está incluida la mano de obra.

4 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Este capítulo define las líneas básicas para minimizar el impacto medioambiental de una instalación Wi-Fi, y se hace referencia a los campos electromagnéticos y su influencia en la salud.

4.1 ANÁLISIS MEDIO AMBIENTAL

- Estético
- Reciclaje de los equipos

4.1.1 ANÁLISIS ESTÉTICO

Los puntos de acceso y los caminos de las líneas de comunicación de alimentación eléctrica han sido ubicados buscando el mínimo daño estético posible. Los dispositivos necesarios se instalarán en los techos de edificios en los que haya comercio en la planta baja, y las líneas eléctricas pasarán por las fachadas de estos edificios, junto con el cableado actual.

Se cuenta con el apoyo de la regulación al respecto, la Ley 1341 de Julio 30 de 2009, proferida por el Congreso de la República, relativo a un marco regulador común de las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva marco), en el que se pone de manifiesto 'propender por la construcción, operación y mantenimiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones por la protección del medio ambiente y la salud pública'. La Ley 1341/2009 sobre infraestructuras comunes de telecomunicaciones define la necesidad de compartir redes existentes, velando por las alcaldías para su cumplimiento, fomentando la ubicación compartida de las mismas, a fin de minimizar el impacto visual.

Además, aquellas áreas de reciente construcción, donde ya ha sido aplicada la normativa de la Ley 1341/2009, de 30 de Julio, de Ordenación de la Edificación, en la que por primera vez se establece la responsabilidad de la Corporación Municipal para que los edificios dispongan de infraestructuras de Telecomunicaciones, se pueden aprovechar para la instalación de esta red.

4.1.2 ANÁLISIS DE RECICLADO

Todos los equipos que se han elegido en este proyecto han sido seleccionados por la composición de sus componentes en cuanto a materiales reciclables.

Se han descartado componentes metálicos como cajas, coberturas de cables, etc., eligiendo material plástico para estas partes de los dispositivos, con el objetivo de causar la menor contaminación posible.

La vida útil de los componentes es de 10 años, excepto el cableado que es de 20 años.

4.2 REDES WI-FI Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

La exposición a campos electromagnéticos está regulada por La ley1341/2009, de 30 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Los sistemas de comunicación inalámbricos no afectan la salud, dado que su emisión es mucho menor que la de un dispositivo móvil. No obstante, la potencia radiada se puede concentrar por las antenas direccionales. La Ley establece revisiones y mediciones que deberán seguirse en sus plazos y normativa por ser ley.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización del presente proyecto de titulación significa para sus realizadores, una fuente importante de nuevos conocimientos, y mediante las fases de preparación y desarrollo del mismo se podrían extraer las siguientes conclusiones:

5.1 CONCLUSIONES

Actualmente los sistemas de vigilancia son del tipo analógico – digital o completamente digitales. En sistemas analógico digital usualmente se utilizan cámaras que transmiten señal de video analógica y el sistema de almacenamiento es digital, aumentando seguridad a la información e incrementando capacidad de almacenamiento. En sistemas completamente digitales, las cámaras de video vigilancia, la transmisión de información y el proceso de grabación son digitales, esto brinda al sistema de seguridad mayor escalabilidad y mejor desempeño en comparación con otros sistemas debido a que el procesamiento de la señal de video ya no está centralizado en un solo equipo, como es el DVR, sino que el procesamiento se realiza desde la misma cámara de video.

Una mejora significativa que se puede apreciar en los sistemas de seguridad digitales es el aprovechamiento que se puede dar a una infraestructura existente, como las redes de telecomunicación IP, hacia la cual están migrando la mayoría de servicios y aplicaciones. Esto permite concluir que es posible incorporar en un solo sistema de seguridad varias aplicaciones como es la video vigilancia.

También existe diferencia relevantes entre un sistema de CCTV o sistema básico y normal de video vigilan ante un sistema de video vigilancia urbano, los factores tienen que ver con el medio de trasmisión porque las distancias son un punto relevante ya que esto implica atenuación en la señal de video.

El uso de la tecnología inalámbrica ayuda en este sentido a cubrir esta barrera, con el uso de tecnologías Airmax alcanzando un ancho de bandas de transmisión a distancias de más de 15 km de la base central.

La elección de la topología de red es una tarea muy importante en el diseño de cualquier sistema de Telecomunicaciones. Dependiendo de la elección, la red se comportará de mejor o peor manera. También puede incidir en el uso óptimo de todos los recursos de la red. La topología en estrella es la más adecuada para un sistema de vigilancia ya que cada conexión punto a multipunto es independiente brindando tolerancia a fallos cuando el medio de transmisión tiene algún problema. En conclusión. El único punto crítico de esta topología es la radio base, la cual se debe proteger mediante un diseño apropiado del sistema de protección respecto a alimentación eléctrica del mismo.

La tarea de recopilación de información sobre el funcionamiento de los sistemas descritos en el presente Proyecto de Titulación, ha permitido obtener una perspectiva amplia respecto al diseño de una red de Telecomunicación. Se puede concluir que para el correcto funcionamiento de la red, se hace necesario el apoyo de otros sistemas adicionales como son: el sistema de respaldo de energía eléctrica, protección del sistema de alimentación eléctrica, sistema de respaldo de información, entre otros.

5.2 RECOMENDACIÓN

Para calcular el ancho de banda de una red, es necesario sobredimensionar esta para posibles cambios como es el crecimiento y el aumento de equipos.

Se recomienda que todos los conductores y elementos se etiqueten y debe realizarse la documentación respectiva para que la red sea entendible para cualquier persona que se encargue del mantenimiento de la misma a futuro.

Para la alimentación de equipos electrónicos se recomienda utilizar una fuente de energía eléctrica limpia y regulada, preferiblemente una UPS On Line que garantiza calidad de energía a todo momento. Se debe evitar el uso de UPS Off Line, las cuales, en el momento de la conmutación interna, podrían reiniciar algunos equipos de seguridad, como los servidores. La alimentación de esa UPS debe venir de un tablero eléctrico localizado en el mismo cuarto de control, con circuitos protegidos por breakers a la entrada de la UPS y a la salida de la misma.

Se recomienda sobredimensionar la estimación del ancho de banda necesario para la transmisión de video pues muchas veces las especificaciones de las cámaras pueden no ser reales.

6 REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

FOLLETO DE COMUNICACIÓN DIGITAL, Sinche Soraya

FOLLETO DE TELEMÁTICA, Hidalgo Pablo

EL CENTRO DE TESIS, DOCUMENTOS, PUBLICACIONES Y RECURSOS EDUCATIVOS MÁS AMPLIO DE LA RED.

www.monografias.com <<http://www.monografias.com/trabajos17/medios-de-transmision/medios-detransmision.shtml>>

FUNDACIÓN WIKIMEDIA, INC

es.wikipedia.org <http://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n>

es.wikipedia.org <<http://es.wikipedia.org/wiki/RAID>>

SMDATA ESPECIALISTA EN REDES DE ALMACENAMIENTO

www.smdata.com <<http://www.smdata.com/TECNRAID.htm>>

CONFIGURAR EQUIPOS

www.configurarequipos.com <<http://www.configurarequipos.com/tema2431549-15-0.html>>

A&H SOFTWARE HOUSE, INC.

www.luxriot.com <<http://luxriot.com/downloads/LuxRiot-Manual.pdf>>

COMERCIALIZADORA Y CONSULTORIA EN TELECOMUNICACIONES Y VIDEO VIGILANCIA
SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA – CCTV S.A.S

www.cctv.com.co <<http://www.cctv.com.co>>

BITS – BUFETE DE INGENIERIA EN INGENIERIA Y TELECOMUNICACIONES

www.gpo-bits.com.mx <http://www.gpo-bits.com.mx/video_vigilancia.html>

MONTAJES Y MANTENIMIENTO DE TORRES S.A.S

<http://mymtorres.com/triendada.html>

CIUDADES DIGITALES

<http://ciudadesdigitales.metropolisglobal.com>

[http://ciudadesdigitales.metropolisglobal.com/archivos/documentos/videovigilancia.](http://ciudadesdigitales.metropolisglobal.com/archivos/documentos/videovigilancia.pdf)

pdf>