

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CCTV BASADO EN RED IP  
INALÁMBRICA PARA SEGURIDAD EN ESTACIONAMIENTOS  
VEHICULARES**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

**FERNANDO RAÚL REY MANRIQUE**

**ASESOR: Ing. Luis Angelo Velarde Criado**

Lima, Enero del 2011

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es la obtención de un sistema de vigilancia basado en la utilización de la red IP, como base del diseño, y la transmisión de la información por medio inalámbrico, para la aplicación en estacionamientos vehiculares de gran extensión.

Desde los años 90, los sistemas de vigilancia de circuito cerrado de televisión han sido un importante factor para la seguridad y prevención de robos. Estos sistemas constan, principalmente, de una cámara que se encarga de capturar la imagen, un monitor donde se controla la información, y un equipo de grabación para el almacenamiento. El presente documento presenta las principales características de estos sistemas, el medio de transmisión de información e identifica los elementos que lo conforman.

El desarrollo de la tesis se compone de cuatro capítulos. El primer capítulo trata de un estudio sobre sistemas de vigilancia analógicos y parcialmente digitales, explicando la problemática que existe en ellos en el proceso de vigilancia.

En el segundo capítulo se presentan las diferentes tecnologías y protocolos relacionados con el sistema de vigilancia propuesto, así como también, se define las características tanto de la red IP como la red inalámbrica, utilizadas para la transmisión de datos.

En el tercer capítulo se presentan los conceptos que se deben tener en consideración para la realización del diseño y, además, se analizan diferentes criterios para la elección de los elementos que conforman el sistema realizando una comparación entre los diferentes formatos y parámetros relacionados.

En el último capítulo se desarrolla el diseño para la zona planteada con la asistencia de calculadores y software para obtener, según los parámetros y consideraciones establecidos, los resultados de los parámetros necesarios de los elementos. Finalmente, se muestran pruebas realizadas y los costos de equipos del sistema propuesto.



A mis padres Isabel Felicita y Raúl Francisco,  
A mi hermana Katherine Lizbeth  
Y mi amor Greysi Lorena

ÍNDICE.....	I
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA Y SU PROBLEMÁTICA

1.1	Variables del medio ambiente general.....	2
1.1.1	Condiciones adecuadas para la ampliación y mejora del servicio.....	2
1.1.2	Demanda internacional y oportunidad de mercado.....	2
1.2	Variables del medio ambiente específico.....	3
1.2.1	Métodos utilizados.....	3
1.2.2	Normativa existente.....	3
1.2.3	Principales errores ocurridos en un sistema de vigilancia.....	4
1.3	Variables del medio ambiente organizacional.....	4
1.3.1	Política de desarrollo.....	4
1.3.2	Utilización de tecnología.....	4
1.3.3	Personal calificado y recursos humanos.....	4
1.4	Planteamiento de la problemática interna.....	5
1.4.1	Problemática en el método de almacenamiento.....	5
1.4.2	Problemática en proteger la información.....	5
1.4.3	Problemática en el método de accesibilidad.....	5
1.5	Declaración del marco problemático.....	5

## CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS APLICADAS EN UN SISTEMA DE VIGILANCIA

2.1	Estado del arte.....	7
2.1.1	Presentación del asunto de estudio.....	7
2.1.2	Estado de la investigación.....	7
2.1.3	Síntesis sobre el asunto de estudio.....	10
2.2	Sistema de televigilancia.....	11
2.2.1	Definición de un sistema de televigilancia.....	11
2.2.2	Clasificación de un sistema de televigilancia.....	11
2.2.2.1	Sistemas analógicos: CCTV.....	11
2.2.2.2	Sistemas digitales: Televigilancia IP.....	11
2.2.3	Características.....	11
2.2.3.1	Aplicaciones.....	11
2.2.3.2	Formatos de compresión.....	12

2.2.4	Elementos .....	12
2.3	Red IP .....	13
2.3.1	Definición de red IP.....	13
2.3.2	Característica de la red IP .....	13
2.3.3	Rendimiento de una red IP .....	14
2.4	Red inalámbrica .....	14
2.4.1	Técnicas.....	14
2.4.2	Protocolos .....	15
2.5	Modelo teórico.....	15
2.6	Definiciones operativas .....	18
2.6.1	Indicadores cuantitativos .....	18
2.6.2	Indicadores cualitativos.....	18

### **CAPÍTULO 3: ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSIDERACIONES**

3.1	Hipótesis de la solución propuesta .....	20
3.2	Objetivos de la solución propuesta.....	21
3.3	Zona de diseño.....	22
3.4	Consideraciones para el diseño .....	24
3.4.1	Cámara de red.....	24
3.4.2	Uso del ancho de banda.....	25
3.4.3	Seguridad .....	26
3.4.4	Interferencias .....	26
3.4.5	Radio de cobertura .....	27
3.4.6	Leyes de diseño .....	27
3.5	Parámetros de diseño.....	27
3.5.1	Compresión .....	27
3.5.2	Cámara de red.....	28
3.5.3	Administración de video.....	30
3.5.4	Almacenamiento .....	30
3.5.4.1	Calculando las necesidades de almacenamiento .....	30
3.5.5	Incorporación de cámaras analógicas .....	32
3.5.6	Red inalámbrica.....	33
3.5.6.1	Sistemas inalámbricos punto a multipunto.....	33
3.5.6.2	Sistemas inalámbricos punto a punto .....	33
3.6	Conceptos sobre la red IP .....	34

3.6.1	Protocolos de enrutamiento.....	34
3.6.1.1	Protocolo de información de encaminamiento (RIP).....	34
3.6.1.2	Protocolo OSPF .....	34
3.6.2	Dispositivos de conexión .....	35
3.6.2.1	Concentrador de red o Hub .....	35
3.6.2.2	Puente de red o Bridge .....	35
3.6.2.3	Enrutador de red o Router .....	35
3.6.2.4	Conmutador de red o Switch .....	35
3.6.3	Protocolos básicos de transmisión .....	36
3.6.3.1	Protocolo ARP – Address Resolution Protocol .....	36
3.6.3.2	Protocolo RARP - Reverse Address Resolution Protocol .....	36
3.6.3.3	Protocolo TCP/IP .....	36
3.7	Esquema del sistema CCTV.....	37
3.8	Propuestas de diseño .....	37
3.8.1	Sistema usando cámaras analógicas y servidores IP .....	38
3.8.1.1	Funcionamiento del servidor de video integrado al sistema .....	39
3.8.1.2	Parámetros y especificaciones de un servidor de video .....	40
3.8.2	Sistema usando cámaras de red IP.....	42
3.8.2.1	Ventajas del sistema de vigilancia IP.....	42
3.8.2.2	Diagrama de un sistema de vigilancia utilizando la red IP .....	43

#### **CAPÍTULO 4: DISEÑO Y PRUEBAS DEL SISTEMA CCTV BASADO EN RED IP**

4.1	Presentación del diseño .....	46
4.2	Entorno del sistema .....	47
4.2.1	Elección del formato de compresión.....	47
4.2.2	Elección de parámetros de las cámaras.....	49
4.2.2.1	Sensor de imagen .....	49
4.2.2.2	Tamaño del sensor .....	50
4.2.2.3	Selección del tipo de lente .....	52
4.2.2.4	Cálculos .....	55
4.2.3	Capacidad de almacenamiento .....	57
4.2.4	Distribución de las cámaras.....	61
4.2.4.1	Medidas .....	61
4.2.4.2	Distribución .....	63
4.2.5	Cálculo del ancho de banda .....	65
4.2.6	Propuesta con servidores de video.....	68

4.3	Entorno de la red.....	69
4.3.1	Infraestructura de la red.....	70
4.3.2	Selección de los elementos .....	71
4.3.2.1	Restricciones de una red inalámbrica.....	71
4.3.2.2	Selección de la cámara de red .....	71
4.3.2.3	Selección del servidor.....	73
4.3.2.4	Selección del access point (AP).....	74
4.3.2.5	Selección de switch .....	76
4.3.2.6	Selección del router .....	76
4.3.2.7	Selección de equipos adicionales.....	77
4.4	Simulaciones y resultados .....	78
4.4.1	Esquema de simulación.....	78
4.4.2	Simulaciones.....	82
4.5	Presupuesto.....	85
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>87</b>
<b>OBSERVACIONES.....</b>		<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>90</b>
<b>FUENTES.....</b>		<b>91</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1. Evolución del mercado de los sistemas de vigilancia.....	3
Figura N° 2.1. Esquema de la vigilancia IP .....	13
Figura N° 2.2. Diagrama modelo teórico .....	17
Figura N° 3.1. Vista del estacionamiento principal del C.C. Jockey Plaza .....	23
Figura N° 3.2. Cuadro estadístico: afluencia de vehículos 2003 - 2005 .....	23
Figura N° 3.3. Cuadro estadístico: afluencia de vehículos 2006 .....	24
Figura N° 3.4. Tipos de almacenamiento .....	30
Figura N° 3.5. Método redundante de almacenamiento .....	32
Figura N° 3.6. Elementos internos de un servidor de red.....	40
Figura N° 3.7. Elementos del sistema de vigilancia interconectados .....	44
Figura N° 3.8. Diagrama del sistema de vigilancia.....	44
Figura N° 4.1. Relación del ancho de banda y los cuadros por segundo.....	48
Figura N° 4.2. Componentes de una cámara IP .....	49
Figura N° 4.3. Ubicación del sensor de imagen .....	51
Figura N° 4.4. Relación de tamaños entre el lente y sensor .....	51
Figura N° 4.5. Tipo de lentes .....	52
Figura N° 4.6. Diagrama y fórmula para ubicar una imagen .....	53
Figura N° 4.7. Resultados de los cálculos para hallar el tamaño del lente.....	56
Figura N° 4.8. Resultados de la altura y ancho de una imagen cubierta por una cámara situada a 40 metros en la zona 1.....	57
Figura N° 4.9. Resultados de la altura y ancho de una imagen cubierta por una cámara situada a 60 metros en la zona 3.....	57
Figura N° 4.10. Resultados de la tasa de bits en MPEG4.....	59
Figura N° 4.11. Capacidad de almacenamiento en MPEG4 por semana .....	59
Figura N° 4.12. Capacidad de almacenamiento en MPEG4 por 30 días .....	60
Figura N° 4.13. Capacidad de almacenamiento en MJPEG por semana.....	60
Figura N° 4.14. Primera zona: Medidas y distribución de postes .....	62
Figura N° 4.15. Segunda zona: Medidas y distribución de postes .....	62
Figura N° 4.16. Tercera zona: Medidas y distribución de postes .....	63
Figura N° 4.17. Primera zona: Distribución de cámaras.....	64
Figura N° 4.18. Segunda zona: Distribución de cámaras.....	64
Figura N° 4.19. Tercera zona: Distribución de cámaras.....	65
Figura N° 4.20. Resultados del ancho de banda de la primera zona .....	66
Figura N° 4.21. Resultados del ancho de banda de la segunda zona.....	66
Figura N° 4.22. Resultados del ancho de banda de la tercera zona .....	67



Figura N° 4.23. Resultados del ancho de banda total del sistema .....	67
Figura N° 4.24. Elementos de un sistema de vigilancia analógico .....	69
Figura N° 4.25. Elementos de un sistema con servidor de video .....	69
Figura N° 4.26. Elementos para implementar una red IP .....	70
Figura N° 4.27. Configuración de parámetros de la cámara en VideoCAD.....	79
Figura N° 4.28. Relación de parámetros de la cámara con la calidad de la imagen en VideoCAD .....	80
Figura N° 4.29. Esquema de simulación .....	81
Figura N° 4.30. Simulación para la zona 1 .....	82
Figura N° 4.31. Simulación cámara 5 y sus rotaciones para la zona 2 .....	83
Figura N° 4.32. Simulación cámara 6 y sus rotaciones para la zona 2 .....	83
Figura N° 4.33. Simulación cámara 7 para la zona 2 .....	84
Figura N° 4.34. Simulación de las cámaras 8, 9 y 10 con sus rotaciones para la zona 3.....	84

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1. Cálculo de almacenamiento para el formato MJPEG .....	31
Tabla N° 3.2. Cálculo de almacenamiento para el formato MPEG.....	32
Tabla N° 4.1. Relación entre el tamaño del lente y la distancia focal.....	53
Tabla N° 4.2. Relación del numero F con la intensidad de luz .....	54
Tabla N° 4.3. Modelo y cantidad de los equipos del sistema .....	85
Tabla N° 4.4. Precios de los equipos del sistema .....	86
Tabla N° 4.5. Precios de los equipos del sistema con servidores de video .....	86

## INTRODUCCIÓN

Un sistema de vigilancia es un conjunto de dispositivos, tales como cámaras, servidores y monitores comunicados entre sí que permiten la monitorización y/o la vigilancia de un entorno de trabajo local o que puede estar a una gran distancia del centro de vigilancia.

Actualmente, en nuestro país los sistemas de vigilancia se desarrollan siguiendo un plan para la seguridad tanto ciudadana como para los bienes de cualquier entorno de trabajo sea empresarial o comercial, siendo utilizados en la mayoría de los casos como un complemento a la vigilancia por factor humano. En algunos casos, aún se utilizan los primeros sistemas analógicos que salieron al mercado que no brindan toda la eficiencia requerida.

Es preciso indicar que, en nuestro país la delincuencia se ha incrementado exponencialmente en los últimos años siendo la falta de sistemas de vigilancia un factor significativo. Es por esto, que la seguridad hoy en día es una prioridad para entidades públicas y privadas que buscan principalmente que los sistemas de vigilancia sean los más eficientes posibles, económicos, y de despliegue rápido.

En la actualidad existen dos conceptos que se están desarrollando ampliamente en el área de las comunicaciones: la tecnología de información y la seguridad, encontrándose los dos en proceso de convergencia. Estos dos desarrollos han creado el interés de soluciones basadas en la utilización de una red IP, pasando así de lo analógico a lo digital, y dando como solución un sistema de vigilancia IP que ha surgido como una alternativa a los VCRs y DVRs antiguos.

En el presente trabajo se desarrolla el diseño de un sistema de vigilancia utilizando una red muy difundida como es la red IP, y la transmisión de datos vía la red inalámbrica para una zona de estacionamiento de vehículos de una empresa. Además este estudio servirá para la posterior implementación en cualquier otra aplicación que se requiera.

## **CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA Y SU PROBLEMÁTICA**

### **1.1 Variables del medio ambiente general**

#### **1.1.1 Condiciones adecuadas para la ampliación y mejora del servicio**

En los últimos años, la delincuencia ha aumentando en una gran proporción en el mundo, y cada vez se hace más necesario tener un sistema de vigilancia. En el Perú, el tema de la vigilancia, ha sido por largo tiempo un concepto que implicaba un alto presupuesto que solo podían solventarlo grandes empresas, pero debido a la reducción importante en los costos y en la necesidad de su uso son, actualmente, imprescindibles.

Estos sistemas de vigilancia se aplican principalmente en el rubro de seguridad de personas y bienes, y se está adoptando como una solución importante para limitar la delincuencia y proteger bienes en todo el mundo. Sin embargo, muy poco se conoce sobre las ventajas de utilizar la tecnología IP y transmisión inalámbrica para mejorar la seguridad proporcionando una solución más efectiva a la propuesta analógica.

Hoy en día, el principal obstáculo que se presenta en el Perú, es el uso aún de los sistemas tradicionales analógicos o sistemas DVR (captura de imágenes de manera analógica, con almacenamiento digital), que al superarlo se dará el cambio de los sistemas analógicos tradicionales a los digitales. Para lograr la implementación de estos sistemas se pueden utilizar diferentes tecnologías y elementos tales como redes, transmisión por medio alámbrico e inalámbrico, servidores, multiplexores, etc. Además, como se verá más adelante existen equipos capaces de integrar equipos analógicos con la red IP, lo cual permite la compatibilidad de los sistemas, es decir, ambas tecnologías pueden trabajar juntas.

#### **1.1.2 Demanda internacional y oportunidad de mercado**

Muchas empresas ya han adoptado la solución de vigilancia IP y existen en el mercado un considerable número de proveedores que han decidido incursionar en este tipo de alternativa. Es el caso de Axis Communications, empresa líder en la vigilancia basada en red IP, que en conjunto con Proxim, empresa dedicada a la transmisión de datos por medio inalámbrico, proporcionan una solución más eficiente con la unión de sus tecnologías, generando por ello una mayor demanda.

Otro caso es el de la empresa proveedora de equipos de vigilancia Simeon, que ha innovado en la vigilancia IP creando su solución Simeon 10G IP de cableado para tecnologías de información.

En el siguiente diagrama se puede observar la evolución en el mercado de acuerdo a los sistemas de vigilancia.

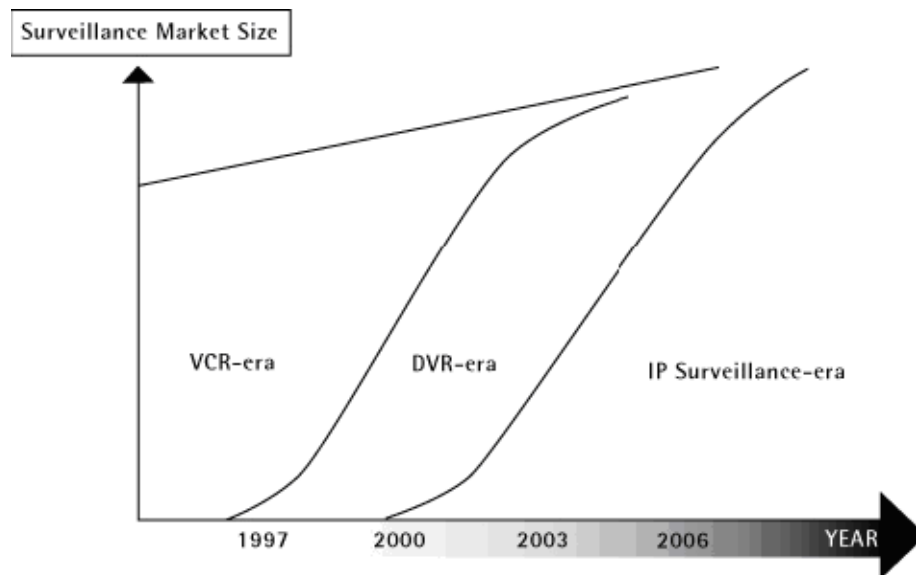


Figura N° 1.1. Evolución del mercado de los sistemas de vigilancia

Fuente: Axis Communications

## 1.2 Variables del medio ambiente específico

### 1.2.1 Métodos utilizados

El uso de dispositivos analógicos no genera una rentabilidad óptima que es requerida para estos sistemas y, sobre todo, que las aplicaciones que nos proporcionan son limitadas. Es así, que es absolutamente necesario cambiar a un sistema digital que puede ser aplicado en diferentes lugares y que puede brindar un servicio eficiente.

### 1.2.2 Normativa existente

En el Perú no existe normativa en lo que respecta al uso de cámaras para la vigilancia y sus implicancias, siendo las únicas recomendaciones que existen las que provienen de las empresas proveedoras del servicio. Lo que si está normado es donde puede realizarse la instalación de las mismas, que debe estar en una zona visible y, además, en lugares donde no se invada la intimidad de una persona.

### **1.2.3 Principales errores ocurridos en los sistemas de vigilancia**

El ancho de banda siempre es un problema que aparece en las tecnologías referidas a las comunicaciones. Principalmente, en el caso de la vigilancia se debe tener un mayor cuidado debido a que se transmite imágenes y datos, que deben estar con la mayor resolución y con la mayor tasa posible para brindar una eficiencia plena.

Otro punto a tener en cuenta es que debido a que los sistemas de vigilancia transmiten información importante debe usarse medidas correctas de seguridad como firewalls o protección por contraseña para la seguridad de los datos.

## **1.3 Variables del medio ambiente organizacional**

### **1.3.1 Política de desarrollo**

En el entorno organizacional que vivimos, el estado peruano no promueve la investigación ni la producción interna y por ende el desarrollo de Perú en el mundo tecnológico es muy reducido. Es por eso que al depender de productos de importación de otros países nos hace competitivamente subdesarrollados con otros países.

### **1.3.2 Utilización de tecnología**

La tecnología está siempre orientada para servir y brindar bienestar a la sociedad, y sobretodo al sector que esté interesado en el desarrollo de la tecnología. Es por esto que un cambio en el proceso de los sistemas como son la tecnología para el almacenamiento y la accesibilidad remota son puntos clave para la atracción de personas o empresas interesadas.

### **1.3.3 Personal calificado y recursos humanos**

Ya que el personal calificado es parte fundamental para el control y mantenimiento de estos sistemas de vigilancia, se tiene que considerar su capacitación para que sean el mejor personal calificado para la monitorización continua y vigilancia. Además, luego de implementarse la tecnología, para una buena organización y mejor ambiente de trabajo se debe realizar una normativa que sea cumplida por todos los empleados para preservar una buena organización.

## **1.4 Planteamiento de la problemática interna**

### **1.4.1 Problemática en el método de almacenamiento**

Cuando un sistema de vigilancia es analógico existe la problemática del almacenamiento limitado, toda vez que el medio de grabación son cintas de video que necesitan cambiarse con lapsos de tiempo de 3 horas aproximadamente. Esto implica la intervención de operarios y, además, que la calidad de grabación de imágenes es insatisfactoria.

Este sistema se mejoró en poca medida con la introducción de la tecnología de grabador de video digital (DVR), cuyo medio de almacenamiento ya no dependía de la intervención de un operario y se mejoró la calidad de la grabación. No obstante, con la introducción de la tecnología de la vigilancia basada en red IP, el servidor de video y el servidor de red representan el siguiente nivel de mejora al conectarse las cámaras actuales a la red con un servidor de video y almacenar las imágenes.

### **1.4.2 Problemática en proteger la información**

En claro contraste con la tecnología digital, los sistemas de vigilancia analógicos no incorporan un medio para la protección de la información, haciendo sencillo para cualquier persona, de manera ilícita, irrumpir en la transmisión por el cable y visualizar las transmisiones de video. Esto resulta ser ineficiente y perjudicial para la empresa dado que la información debe ser privada y manipulada solo por personas autorizadas.

### **1.4.3 Problemática en el tipo de accesibilidad**

La visualización de la información en tableros y monitores es importante debido que permite observar en tiempo real la información que se capta en las cámaras. Sin embargo, en los sistemas tradicionales esto se lleva a cabo en terminales específicos, es decir, en monitores dentro del local vigilado lo cual resulta ineficiente dado que se limita solo a la visualización y monitoreo dentro del lugar vigilado, mas no da la alternativa de visualizar la información a una mayor distancia y monitorizarlo desde cualquier localización remota.

## **1.5 Declaración del marco problemático**

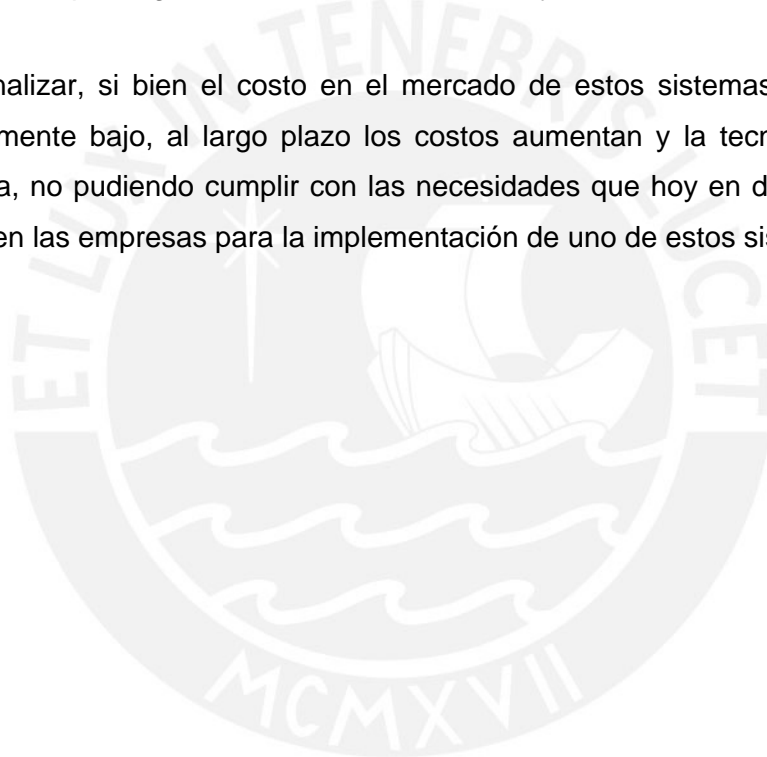
En nuestro país, la vigilancia no está muy desarrollada, utilizándose sistemas antiguos analógicos y otros más actuales de modo digital pero que brindan poca



rentabilidad debido a su alto costo de mantenimiento y modularidad. Los sistemas utilizados se enfocan en la vigilancia y monitorización de zonas pero con pocas capacidades de integración y no permitiendo la accesibilidad remota. Es por esto, que si bien los sistemas de vigilancia son necesarios en todo lugar, debe ir acompañado de la tecnología eficiente para ofrecer una solución confiable.

Dado que para el control y configuración de las cámaras (elementos captadores de imagen) es necesario uno o más operarios, el proceso de vigilancia se torna caro y limitado ya que se restringe a solamente hacerlo dentro del área vigilada. Por otro lado, la falta de flexibilidad al haber varios equipos que se necesitan para dar la solución completa, genera un aumento del costo y la dificultad de maniobra.

Para finalizar, si bien el costo en el mercado de estos sistemas de vigilancia es relativamente bajo, al largo plazo los costos aumentan y la tecnología se vuelve obsoleta, no pudiendo cumplir con las necesidades que hoy en día, y en el futuro, requieren las empresas para la implementación de uno de estos sistemas.





## **CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS APLICADAS EN UN SISTEMA DE VIGILANCIA**

### **2.1. Estado del arte**

#### **2.1.1. Presentación del asunto de estudio**

Los sistemas de vigilancia IP inalámbrica actualmente son una alternativa moderna a los sistemas convencionales de vigilancia, cuya característica más importante es la tecnología de video vigilancia en red. Su crecimiento está siendo impulsado tanto por su rendimiento como por los ahorros que provee, debido que al reducir el número de elementos y el uso de equipos con tecnología de red IP y transmisión inalámbrica, permite monitorear y vigilar con altos niveles de rendimiento.

Actualmente, los sistemas de vigilancia basado en una red IP están innovando el mercado comercial de la seguridad, siendo implementados en centros comerciales, empresas, instituciones bancarias, aeropuertos, campus universitarios o donde se necesite un monitoreo y vigilancia continua, debido a que permite entrar al mundo digital con una solución de monitorización y video vigilancia digital de bajo coste y alto rendimiento. Estos sistemas permiten monitorizar eventos significativos para el cliente pudiendo ser grabados cuando ocurren los hechos integrando estos sistemas con sensores y alarmas.

En el presente capítulo se presenta un análisis de los primeros sistemas de vigilancia y se explica sobre la efectividad que podría tener la instalación de una solución de vigilancia basada en red IP. Además, se plantea como se desempeña esta solución y porque es la de mayor rendimiento en el rubro de la seguridad.

#### **2.1.2 Estado de la investigación**

Si bien es cierto que tanto la tecnología IP como la tecnología inalámbrica no son recientes, el continuo desarrollo de cada una las ha colocado en un nivel superior de aceptación con respecto a las demás, sobretodo por sus diversos beneficios. Es así, que últimamente se está integrando estas dos tecnologías para crear una solución eficiente en el campo de la seguridad y demostrando que los sistemas de vigilancia IP inalámbrica ofrecen características e innovaciones muy avanzadas a lo que se podría conseguir con los comunes sistemas analógicos de video vigilancia de CCTV (circuito cerrado de televisión) [1].

A raíz del avance tecnológico, y sobretodo de la digitalización, es que estos sistemas CCTV tradicionales analógicos han sido mejorados debido que presentan desventajas con respecto al innovador sistema digital en lo relacionado al costo y a la infraestructura. Tal como mencionan Rebecca Jew y Jay Wallace, la tecnología ha avanzado a grandes pasos y en los últimos años también ha habido varios avances tecnológicos en el mercado de los CCTV como en la introducción de grabadores de video digital, cámaras digitales, detección de movimiento, servidores de video, video sobre IP y más. Y es así que los sistemas CCTV se han desarrollado dentro de una parte integral de la seguridad y operaciones, y han crecido en capacidades de accesibilidad económica y calidad [2].

Es necesario además, para un buen manejo de estos sistemas, una buena calidad de servicio (QoS), es decir, un apoyo apropiado de los componentes de sistema para brindar este servicio con toda confianza. Según Lars C.Wolf se ha creado nuevos mecanismos y protocolos para ofrecer servicios integrados como lo son el Internet y el ATM (modo de transferencia asíncrono), que poseen la estructura Qos para ofrecer servicio con errores casi nulos [3].

Asimismo, en términos de eficiencia y productividad, los usuarios del nuevo sistema de vigilancia IP inalámbrico gozan de aplicaciones que garantizan un sistema de seguridad más sofisticado y moderno, con mejores prestaciones. Esto se está dando en gran parte por que el protocolo IP, actualmente, es el más utilizado en las redes informáticas y el Internet, usando la técnica de conmutación por paquetes permitiendo enviar los paquetes con secuencias de video digitalizado, y transmitiéndolo a su vez con una alta resolución mediante una red inalámbrica en tiempo real [4].

En el 2005, Dlink, proveedor de soluciones de Networking, anunció la suma de su producto “D-Link Internet Camera with 3G compatibility” a la línea de la vigilancia IP ofreciendo ver videos mediante un celular 3G y ofrece un conveniente y flexible modo de poder monitorear un lugar en tiempo real desde cualquier otro lugar. Respecto a esta nueva innovación Steven Joe, presidente y CEO de Dlink, dijo que un monitoreo remoto de una casa u oficina en tiempo real vía un teléfono celular, ofrece intrigantes aplicaciones posibles [5].

Otras empresas que también están innovando en lo concerniente a vigilancia IP inalámbrica son Axis Communications, líder mundial en video IP, y Proxim. Estas

dos empresas se han unido para brindar un servicio de calidad, una ofreciendo la infraestructura IP y otra la comunicación inalámbrica WAN. Estas empresas han apostado por este sistema de televigilancia porque es el futuro para la implementación de seguridad y vigilancia [6].

Ralco Networks, empresa fabricante de ingeniería de sistemas, redes y comunicaciones, especializada en redes corporativas de voz, vídeo y datos, nos muestra nuevas innovaciones de la vigilancia IP, como el sistema distribuido por todo el complejo olímpico en las olimpiadas de invierno (Turín), a través del software profesional de gestión de vídeo y alarmas de IndigoVision. Este sistema ha sido presentado hace poco como una alternativa innovadora ya que el software de control y la red IP constituyen una matriz completamente flexible [7].

Cada vez que sale al mercado una nueva tecnología, siempre existe la duda si presentará ventajas respecto a las anteriores, y esto no es ajeno a la tecnología de vigilancia referida. Algunos de los problemas que a las empresas les importa solucionar es sobretodo la transmisión segura de sus datos y el monitoreo continuo, es decir, que pueda seguir guardando información así suceda alguna falla en el suministro eléctrico o vía software.

Una empresa que ha revolucionado en estos sistemas es Simeon que desarrollo las soluciones Simeon 10G IP en el cual su sistema CCTV puede transportar video de alta calidad, alta resolución y en tiempo real en un ambiente de convergencia. Un punto adicional es que este sistema se integra con redes MAN/WAN lo que permite cubrir una gran extensión [8].

Una de las ventajas de la vigilancia IP es la del ahorro respecto a los sistemas analógicos de CCTV, debido a que este último utiliza para almacenar la información, 3 cintas de video por día. En cambio, el sistema digital utiliza el almacenamiento en servidores o discos duros, y debe utilizar formatos de compresión para una mejor optimización.

Las técnicas de compresión que coexisten en el mercado actual son diversas, una de ellas es el formato de compresión espacial para imágenes, cuyo formato más conocido es el MPEG-4 usado para la grabación en tiempo real. Esta técnica consiste en reproducir dichas imágenes secuencialmente para reconstruir el video. La siguiente técnica es la compresión temporal de secuencias de video, que es

simplemente la transmisión del video comprimido en espacio y tiempo. Los estándares más utilizados de esta última técnica son el H.261 y H.263, no siendo buenos para imágenes en movimiento, y el formato BMP para la captura instantánea de imágenes [9].

Como hemos visto la vigilancia IP inalámbrica está demostrando ser una alternativa atractiva para una amplia cantidad de aplicaciones pudiendo, al parecer, soportar cualquier reto que se presente en el mercado actual.

### 2.1.3 Síntesis sobre el asunto de estudio

El continuo desarrollo de aplicaciones e innovaciones sobre la red de comunicaciones respecto a vigilancia IP ha demostrado que la mayoría de servicios poseen un valor agregado con el uso de Internet. Como dijo Claudio Torres, productor de Magenta, los sistemas analógicos tienen los días contados debido a que lo que viene ahora es pura tecnología digital, y las empresas entienden que el objetivo principal es el desarrollo de los sistemas digitales remotos [10].

El aporte que presenta la vigilancia IP en los sistemas de seguridad es significativo, debido a que este sistema desplaza a los dispositivos analógicos y presenta ventajas tales como la utilización de una infraestructura económica, accesibilidad remota, escalabilidad, múltiples aplicaciones y menores costos de sistema. Por otro lado, el coste del almacenamiento digital es inferior al analógico, al mismo tiempo que la calidad es mayor y la flexibilidad del sistema aumenta porque es posible disponer de un sistema de grabación distribuido. Un último aspecto importante es la rentabilidad que se dispone en estos sistemas siendo notoria cuanto mayor sea el número de cámaras.

Existen diversas aplicaciones de los sistemas de vigilancia IP, desde la más sencilla como puede ser la verificación de acceso a un lugar no autorizado, hasta un poco más compleja como el control de áreas múltiples desde una ubicación central. Es por esto, que la mayoría de empresas se están mudando hacia estos nuevos sistemas más eficientes porque han descubierto las bondades de esta tecnología.

Oscar Ebel, gerente de ventas división industrial e infraestructura de Siemens, dijo que esta tendencia apunta también a las pymes y hogares ya que el valor de implementación puede salir casi nulo. "Si el usuario no está interesado en servicio

de monitoreo y quiere un sistema íntegro, la inversión inicial en equipamiento puede ser muy económica, dado el universo de precios que hoy existe en el mercado con equipos de diferentes calidades y orígenes" [10].

## **2.2. Sistema de vigilancia**

### **2.2.1 Definición de un sistema de vigilancia**

También llamado video vigilancia, se define como la supervisión local o a distancia del estado del funcionamiento de una instalación con la ayuda de las técnicas de telecomunicaciones. Es un sistema que ofrece la posibilidad de controlar y grabar en video imágenes captadas por cámaras, a través de una red IP.

### **2.2.2 Clasificación de un sistema de vigilancia**

#### **2.2.2.1 Sistemas analógicos: CCTV**

Es un sistema de seguridad compuesto por una o más cámaras conectadas a un monitor o monitores en un circuito cerrado vía cable. El CCTV analógico se basa en la tecnología de lapsos de tiempo. El video generado se conserva privado y únicamente son capaces de observarlo las personas asignadas para ello dentro de una organización [11].

#### **2.2.2.2 Sistemas digitales: vigilancia IP**

Es el siguiente paso para pasar de lo analógico a digital. La vigilancia IP permite obtener un mayor rendimiento de las redes de datos en las empresas, al transportar video y audio sobre la misma infraestructura de la red de datos multiservicio [12].

### **2.2.3 Características de un sistema de vigilancia**

#### **2.2.3.1 Aplicaciones**

Distribución de contenidos, entornos públicos, transportes, promoción web, entidades financieras, complejos educativos e industria. Es en este último donde se centrará el presente trabajo de tesis debido a que se puede aplicar en la monitorización de plantas de fabricación, procesos industriales o vigilancia de materiales en almacenes, proporcionando la visualización de puntos críticos de la línea de producción [13].



### 2.2.3.2 Formatos de compresión

En el mercado actual de la vigilancia IP coexisten diversas técnicas de codificación, tales como las basadas en la compresión espacial de las imágenes y las basadas en la compresión temporal de secuencias de video. La primera técnica es ampliamente usada, siendo el formato MJPEG el más utilizado.

- MJPEG ó Motion-JPEG: Es un códec basado en JPEG cuya codificación simplemente comprime en formato JPEG el video antes de transmitir [14].

En la siguiente técnica basada en la compresión temporal de secuencias de video, se encuentran los siguientes formatos:

- H.261: Este formato inicialmente fue creado para trabajar en videoconferencia. Utiliza buffers para moderar las variaciones en la tasa de emisión de bits del codificador de vídeo. Asimismo, la calidad y el número de imágenes por segundo que proporciona el vídeo H.261 es mucho mayor que el MJPEG, pero no es muy utilizado sobre el protocolo TCP/IP [15].
- H.263: El formato H.263 proporciona mejor calidad de imagen que el algoritmo de compresión de vídeo existente, H.261. Además, existe un método más novedoso, el H263/L (algoritmo long-term), que mejora considerablemente la calidad de imagen del H.263 y la silencianción de los errores.
- MPEG-4: Es un códec estándar internacional de vídeo creado especialmente para la web que tiene una base similar al H.263. Es un algoritmo de compresión que codifica datos de audio y vídeo optimizando su calidad de almacenamiento, codificación y distribución en redes.

### 2.2.4 Elementos

- Cámara: Es el punto de generación de video. Existen una gran cantidad de tipos de cámara, cada una para diferentes aplicaciones y con diferentes características como son: micrófono, blanco y negro, color o duales, humedad, resistencia a intemperie, iluminación, calidad de resolución de la imagen, etc. Dentro de este elemento se encuentran los domos con cámara interna que cumplen con las exigencias de cualquier tipo de aplicación [16].
- Servidores de video IP: Son los responsables de transmitir vídeo analógico (de cámaras analógicas o CCTV) sobre una red digital IP [17]. Un servidor de vídeo

digitaliza las señales de vídeo analógicas y distribuye las imágenes digitales directamente a través de una red IP [18].

- Monitor: Similar a un receptor de televisión excepto que éste no tiene circuito de sintonía y la característica principal es la durabilidad de la pantalla para trabajar 24 horas sin degradamiento de la imagen por varios años continuos en ambientes difíciles u hostiles.
- Software: Es la herramienta que permite la visualización para monitorear en vivo una cámara o simultáneamente varias cámaras.

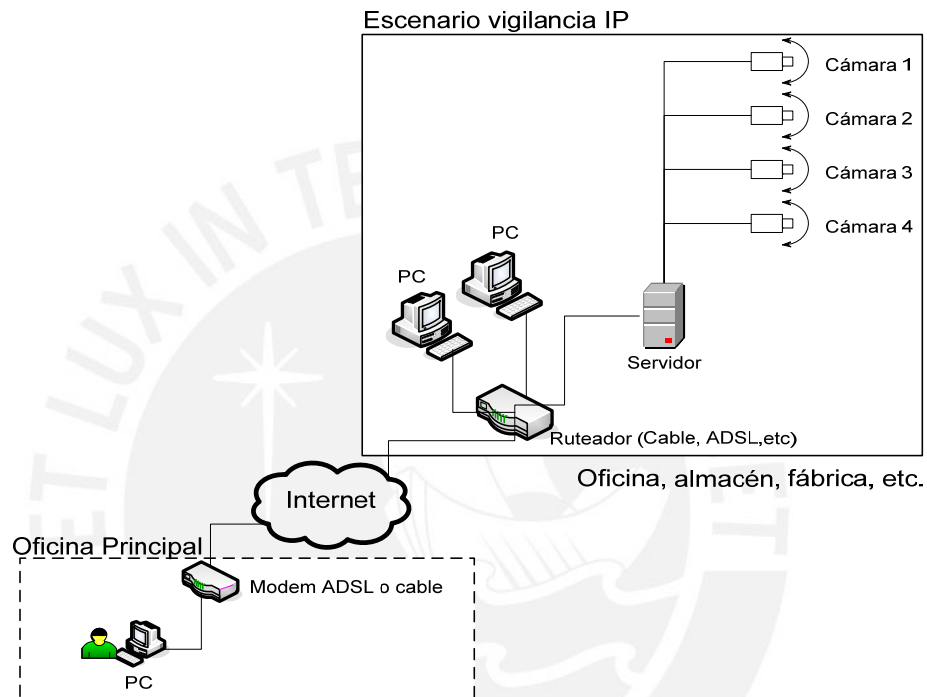


Figura N° 2.1. Esquema de la vigilancia IP

## 2.3 Red IP

### 2.3.1 Definición de red IP

Las redes basadas en IP tienen una gran importancia en la sociedad de la información actual. Hay básicamente dos técnicas de redes diferentes para establecer comunicación entre dos nodos de una red: las técnicas de redes de conmutación de circuitos y las de redes de conmutación de paquetes. La primera es la más antigua y es la que se utiliza en la red telefónica y la segunda la que se utiliza en las redes basadas en el protocolo IP [19].

### 2.3.2 Características de la red IP

La red IP se basa principalmente en dos protocolos: el protocolo Internet IP y el protocolo de transporte TCP.



El primero (Internet Protocol, IP) es el protocolo de red más popular del mundo. Los datos viajan sobre una red basada en IP en forma de paquetes, el cual proporciona un servicio de distribución de paquetes de información orientado a no conexión de manera no fiable. La orientación a no conexión significa que los paquetes de información son tratados independientemente, pudiendo viajar por diferentes trayectorias hacia su destino. El término no fiable significa, que no se garantiza la recepción del paquete, la fiabilidad la proporciona el protocolo TCP [20].

El segundo protocolo (Transport Control Protocol, TCP) es el más común para asegurar que un paquete IP llegue de forma correcta e intacta. TCP ofrece la transmisión fiable de datos para los niveles superiores de aplicaciones y servicios en un entorno IP. Además, proporciona fiabilidad en la forma de un envío de paquetes de extremo a extremo orientado a conexión a través de una red interconectada.

### **2.3.3 Rendimiento de red IP**

El diseño de un protocolo es una lucha constante entre ganancias y pérdidas de eficiencia, donde se aplican las mismas características que el caso de TCP. Los puntos críticos a considerar que afectan el rendimiento de una red IP son:

1. Ancho de banda de la transmisión.
2. Memoria de los búfer (depende del software, router, y equipos LAN).

## **2.4 Red inalámbrica**

Término que se refiere a una red de comunicación sin cables, usando frecuencias de radio u ondas infrarrojas. Es una red que permite a sus usuarios conectarse a una red local o a Internet sin estar conectado físicamente y los datos (paquetes de información) se transmiten por el aire.

### **2.4.1 Técnicas**

Entre las principales técnicas tenemos:

- Infrarrojos: Se trata de emisores y receptores infrarrojos que tienen que estar mirándose uno al otro para transmitir. Su desventaja es ser una tecnología propietaria, es decir, no existe conexión entre dos empresas.

- Microondas: Tiene un rango en el espectro electromagnético relativamente amplio (300MHz – 300GHz). Su desventaja es que son licenciadas, es decir, se tiene que pagar a una empresa por el servicio de transmisión.
- Ondas de Radio (RF): Es la técnica más utilizada. Se encuentran dentro del rango de las microondas. Su ventaja es que no son licenciadas.

#### 2.4.2 Protocolos

Los protocolos más conocidos son los que se encuentran bajo el estándar 802.11 de la IEEE (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos). Estos protocolos son frecuentemente conocidos como wifi.

- 802.11b: El protocolo opera a la frecuencia de 2,4 GHz, con velocidades de 1, 2, 5.5, 11Mb. (modulación DSSS).
- 802.11g: El protocolo opera a la frecuencia de 2,4 GHz. Con velocidades de 1, 2, 5.5, 11 Mb (modulación DSSS). Y con velocidades de 3, 6, 12, 24, 36, 54 Mb (modulación OFDM).
- 802.11a: El protocolo opera a la frecuencia de 5 GHz con velocidades de 3, 6, 12, 24, 36, 54 Mb (modulación OFDM).

#### 2.5 Modelo teórico

El empleo de tecnología actual para la solución de problemas es una de las motivaciones que debe prevalecer en la actualidad, lo que permitirá el desarrollo de ideas de investigación con las herramientas necesarias.

Para el desarrollo del presente estudio se necesita conocer las características de los elementos que conforman los sistemas de vigilancia IP tales como cámaras, servidores, multiplexores, medios de transmisión y routers; así como los protocolos que existen sobre dichos elementos y los formatos de compresión que utilizan para ayudar a asegurar transmisiones de alta calidad sobre mecanismos de menor ancho de banda.

Referente al párrafo anterior, para que llegue a ocurrir comunicación entre los nodos de una red los elementos intermedios son primordiales. Para el caso que se presenta en este estudio, dichos elementos son los routers, puntos de acceso, servidores, etc.

Los medios de transmisión son el camino por donde transitarán los datos por lo que se debe comparar entre una transmisión alámbrica o inalámbrica para ver cual es el más rentable y el más conveniente. Adicionalmente la implementación de la red debe ser fácil y económica para que la solución sea eficaz.

De esta manera, para que ocurra una comunicación entre dos terminales también se debe tener en cuenta los protocolos, que son normas que rigen la interconexión de las redes y también del transporte. Sumado a lo anterior, se debe conocer también los requerimientos de los usuarios para poder brindarles una solución que sea lo más económica, confiable y eficiente posible, y que cumpla con sus requerimientos.





Figura N° 2.2. Diagrama modelo teórico

## 2.6 Definiciones operativas

### 2.6.1 Indicadores cuantitativos

Indica los valores numéricos que empleamos para entender los asuntos de estudio y el tema en general.

- **Velocidad de captura de imágenes:** Es la velocidad con que la cámara capta las imágenes. Cuanto mayor sea será mejor para el monitoreo. La unidad de medida es cuadros/segundo (fps).
- **Tasa de transmisión:** Es la velocidad de transmisión de los datos digitales, que en el caso de la red IP son paquetes, hacia el lugar de destino que requiera la información.
- **Tasa de compresión:** Debido a que las imágenes digitales necesitan mayor ancho de banda, los formatos de compresión ayudan a asegurar transmisiones de alta calidad sobre mecanismos de menor ancho de banda.
- **Resolución:** La medida es muy importante ya que nos muestra que tan alta es la calidad de las imágenes capturadas. Esto es un parámetro dependiente únicamente de la cámara.
- **Alcance geográfico:** Es la medida que nos indica el alcance de la interconexión entre la red de origen y la de destino. Para una interconexión de área extensa el más conocido es Internet. También se entiende como cobertura a lo que nos mide cual es la distancia máxima a la que debe ubicarse la cámara de red para que pueda transmitir los datos. Generalmente las medidas en transmisión inalámbrica están dadas en metros, ya que están establecidas como protocolos.
- **Disminución de robos:** Se mide estadísticamente de la recuperación pronta de los artículos robados, ya que al tener una cámara de vigilancia se sabrá quien ha entrado en la zona vigilada.

### 2.6.2 Indicadores cualitativos

Con estos indicadores podemos tener un concepto de las teorías, métodos básicos utilizados en el desarrollo del asunto de estudio y permiten conocer la calidad.

- **Satisfacción del usuario:** Es una medida que nos interesa para tener el conocimiento de si el servicio brindado cumple con las expectativas del cliente. Se puede obtener analizando las opiniones de los usuarios.

- Calidad del servicio: Mide si se establece una velocidad apropiada de conexión para la recepción de datos y la disponibilidad de la red. Estos parámetros son los que establecen el acceso a Internet para la transmisión y recepción.
- Escalabilidad: Es una medida relevante en cuanto a costos. Al querer aumentar un elemento más al sistema el costo es únicamente por ese elemento adicional, mientras que en las soluciones anteriores el incremento es exponencial debido que se debe tener otros elementos intermedios en la instalación.



### CAPÍTULO 3: ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSIDERACIONES

Actualmente, debido que la seguridad de bienes es necesaria, los sistemas de vigilancia son los más requeridos porque es factible su instalación de una manera rápida y en cualquier lugar. Los primeros sistemas que salieron fueron con elementos analógicos tales como las cámaras y su modo de almacenamiento, los cuales cumplían con su objetivo mas no eran eficientes. Luego, se incluyó la digitalización mediante el cambio de almacenamiento por el DVR (Digital Video Recording) que ayudó a ahorrar espacio dejándose de usar el antiguo método de almacenamiento con cintas de video. En los últimos años, con el avance inminente de la tecnología, la digitalización se ha tornado un atractivo para los clientes debido a que permite ahorrar tanto en lo económico como en el espacio. Es así, que los sistemas de vigilancia utilizando redes digitales como la red IP está revolucionando el área de los sistemas de seguridad.

En el presente capítulo se presenta la solución propuesta, los parámetros para el diseño del sistema de vigilancia basado en la red IP y los objetivos que se desea llegar con el diseño desarrollado para el área de estacionamientos del centro comercial Jockey Plaza, que es la zona de diseño escogida.

#### **3.1 Hipótesis de la solución propuesta**

Debido a que la vigilancia se ha convertido en un componente integral de los métodos de sistemas de rastreo de seguridad, es necesario corregir los problemas que se suscitan al implementar un centro de vigilancia de circuito cerrado en una empresa, estructuras externas o, en este caso, zonas grandes como los estacionamientos vehiculares de centros comerciales u otros negocios.

En el mercado existen diversas tecnologías que se han implementado para sistemas de vigilancia, por lo que dependerá del diseño y desarrollo de este sistema para escoger las tecnologías adecuadas que permitirán obtener una calidad de imagen óptima y un servicio eficiente y rentable.

Al usar la red IP como base de la transmisión de video, la solución que se propone tiene la característica de ser escalable, es decir, existe flexibilidad frente a la ampliación del sistema, pudiendo aumentarse el número de cámaras sin la



necesidad de gastar en demás equipos o materiales, sólo el costo de la cámara que se incrementará al sistema. Este concepto se denomina plug and play.

Para la red IP, el protocolo TCP/IP se ha convertido en el estándar de facto. Su arquitectura abierta permitirá que varios sistemas puedan compartir el espacio de red y aprovechar las nuevas tecnologías.

Los sistemas de vigilancia fueron desarrollados años atrás, por lo que existen entornos de trabajo que ya cuentan un sistema CCTV con sistemas analógicos para su seguridad. Para el diseño e implementación del sistema de vigilancia propuesto en estos lugares, significa una inversión muy alta reemplazar todos los elementos analógicos por los digitales, es así que también se propone una arquitectura de convergencia entre la red IP y la analógica con el fin de reutilizar elementos instalados. En este caso, la captura de imágenes sería mediante los dispositivos analógicos, mientras que la transmisión sería digital (red IP). El dispositivo el cual provee esta convergencia es un servidor de video IP, que se conecta en paralelo con el equipo ya existente y transmite las imágenes de fuentes de video analógicas a través de una red IP.

### **3.2 Objetivos de la solución propuesta**

El objetivo principal de la tesis es diseñar un sistema de vigilancia que tenga la posibilidad de monitorear localmente y a distancia (tele vigilancia). Para el cumplimiento de este objetivo la solución propuesta plantea utilizar la red IP, la cual es ampliamente conocida como base del sistema de vigilancia digital. Además, para obtener un sistema novedoso y elegante, se utilizará en el diseño la transmisión inalámbrica desde las cámaras hacia los puntos de acceso inalámbricos, a fin de obtener como resultado un sistema capaz de cubrir toda el área determinada, monitorear localmente y remotamente, y mejorar la eficiencia de los sistemas utilizados actualmente. Dicha eficiencia se medirá más adelante con la comparación entre la tecnología de los equipos utilizados y el costo de los mismos.

Otro objetivo de la solución propuesta, es demostrar que un sistema de vigilancia basado en red IP puede resolver los problemas que ocurren en un sistema con tecnología analógica o DVR (Digital Video Recording), como lo son la calidad de imagen, medio de transmisión, tecnología de los equipos y el costo de mantenimiento del sistema, sin implicar un alto costo sino, por el contrario, crear una alternativa económica, la cual se demuestra en el capítulo siguiente.

De la misma forma, la propuesta de la transmisión inalámbrica en el diseño tiene como finalidad prescindir del cableado que tendría que hacerse por cada cámara a utilizar, así la instalación o cambio de posición de una cámara podría hacerse en cualquier lugar.

Por otro lado, desarrollar el estudio sobre una red ampliamente expandida para transmitir la señal de video en paquetes IP es también un objetivo importante, dado que permite establecer ventajas y desventajas de esta solución.

Por último, el objetivo final es permitir evitar los delitos e identificar a los autores de un robo o conducta indebida. Así también, se espera desarrollar los beneficios de la aplicación misma, como las avanzadas capacidades de búsqueda, y la posibilidad de estar grabando y revisando los archivos en forma simultánea.

### **3.3 Zona de diseño**

La zona de diseño es cualquier área dedicada a estacionamientos vehiculares. En el presente caso el área que se tiene como base para el diseño son las diferentes áreas destinadas para el estacionamiento de vehículos en el Centro Comercial Jockey Plaza. Este local es uno de los centros comerciales más grandes de Lima y de América Latina, cuenta con un área de desarrollo de 17,000 m<sup>2</sup> y un área arrendable de 80,000 m<sup>2</sup>, y recibe mensualmente 2 millones de visitantes. Además, tiene una participación de mercado obteniendo el liderazgo en ventas del sector con una participación del 39% en comparación con demás centros comerciales.

Para el presente diseño se tomó en cuenta este centro porque tiene tres áreas amplias destinadas para el estacionamiento vehicular. La primera y segunda áreas, las cuales se encuentran en la entrada del centro comercial, tienen una extensión de 20,000 m<sup>2</sup> y 13,800 m<sup>2</sup>, respectivamente. La tercera área, ubicada en la parte posterior del centro comercial, tiene un área de 24,750 m<sup>2</sup>.



Figura Nº 3.1. Vista del estacionamiento principal del C.C. Jockey Plaza

Fuente: [www.jockey-plaza.com.pe](http://www.jockey-plaza.com.pe)

De este modo, este centro comercial tiene capacidad para recibir 4000 vehículos, por lo tanto la seguridad ante el robo de vehículos es un concepto primordial. A continuación, se presenta una estadística entre los años 2003-2005 y el año 2006, donde se observa la evolución de la afluencia de vehículos mensualmente durante estos años. Como se puede observar, la cantidad de vehículos es alta y tiene un incremento significativo en los últimos meses del año; es por esto que la seguridad en las zonas de estacionamientos vehiculares debe estar garantizada.

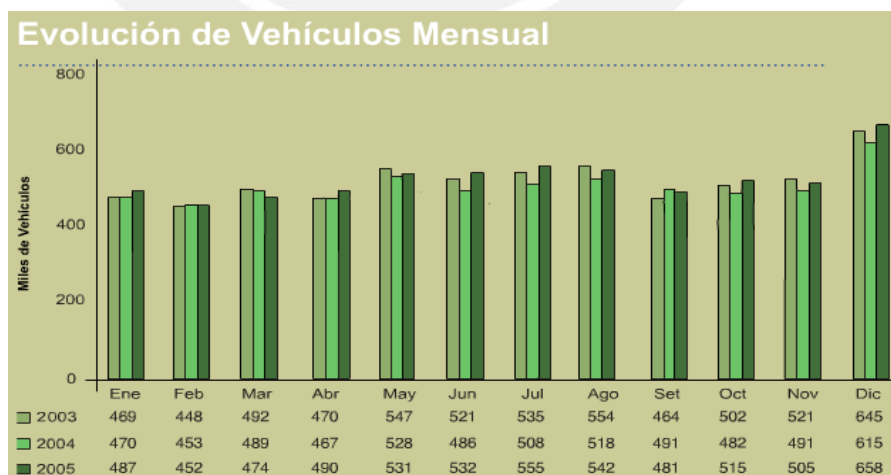


Figura Nº 3.2. Cuadro estadístico: afluencia de vehículos 2003 - 2005

Fuente: [www.jockey-plaza.com.pe](http://www.jockey-plaza.com.pe)

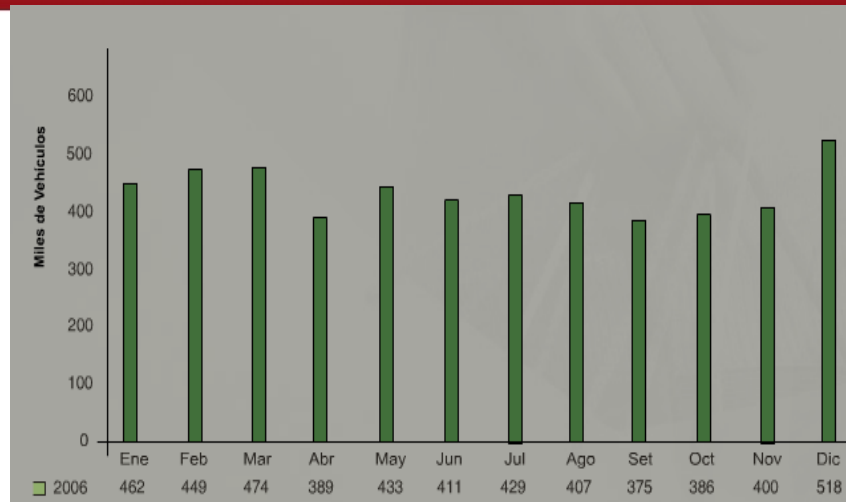


Figura N° 3.3. Cuadro estadístico: afluencia de vehículos 2006

Fuente: [www.jockey-plaza.com.pe](http://www.jockey-plaza.com.pe)

### 3.4 Consideraciones para el diseño

Antes de seleccionar un equipo o elemento que forme parte del sistema de vigilancia, se debe tener en cuenta algunas consideraciones y guías para optar por el correcto. Consecutivamente, se presenta las consideraciones para el diseño de cada elemento que conforman el sistema de vigilancia.

#### 3.4.1 Cámara de red

Es evidente que la calidad de la imagen es una de las características más importantes que debe proporcionar una cámara. Es por esto, que las cámaras de red no solo tienen la ventaja, sobre las cámaras analógicas de presentar y procesar una mejor imagen, sino que permite la compresión del video para su transporte. Aunque esta última característica tiene una relación con la calidad de imagen, esta también depende de otros factores como:

- El tipo de sensor de imagen.
- El rendimiento de la cámara en casos de iluminación baja.
- La posibilidad de sustituir y elegir la lente.
- La resolución de la imagen.
- Las necesidades de tamaño de archivo y ancho de banda.
- Puertos de entrada y salida para la conexión de dispositivos externos.
- El tratamiento adicional como el balance de blancos y aumento de la definición.

Estos son los parámetros que se deben considerar a la hora de escoger alguna cámara específica, teniendo en consideración que no necesariamente se debe escoger el mejor tipo sino el que se acomode a las aplicaciones. De acuerdo a esto, existen diversos tipos de cámaras tales como: fijas, domos o pan/tilt/zoom (control de movimientos horizontales y verticales), y se puede elegir entre una gran cantidad de fabricantes.

### 3.4.2 Uso del ancho de banda

Otro concepto que se debe tener en cuenta a la hora de diseñar el sistema de vigilancia basado en red IP es el ancho de banda. El ancho de banda utilizado por los elementos que conforman el sistema de vigilancia IP depende de su configuración y sus características. Asimismo, el uso de ancho de banda de una cámara depende de factores tales como:

- El tamaño de la imagen
- La compresión
- La frecuencia de imagen (fotogramas por segundo)
- La complejidad de la imagen

Hay muchas formas de aprovechar al máximo el sistema de vigilancia IP y administrar el consumo de ancho de banda, entre ellas se incluyen las siguientes técnicas, que podrán ser utilizadas de acuerdo a la necesidad:

- Conmutación de redes: Mediante la conmutación de redes (una técnica de conexión utilizada con frecuencia hoy en día) puede dividirse un ordenador y una red de vigilancia IP físicos en dos redes lógicas autónomas. Las redes siguen conectadas físicamente, pero el conmutador de red las divide lógicamente en dos redes virtuales independientes.
- Redes más rápidas: El precio de los conmutadores y enrutadores baja constantemente, por lo que las redes con capacidad para gigabytes son cada día más asequibles. Al reducir el efecto de la limitación del ancho de banda, las redes más rápidas aumentan el valor potencial de la vigilancia remota.
- Frecuencia de imagen condicionada a sucesos: En la mayoría de las aplicaciones no es necesario disponer de 30 imágenes por segundo (fps) en todo momento en todas las cámaras. Las posibilidades de configuración y los sistemas inteligentes



incorporados a las cámaras de red o el servidor de vídeo (elemento permite que una cámara analógica se integre a la red IP) permiten establecer frecuencias de imagen menores (1-3 imágenes por segundo), dependiendo de la necesidad en el momento, reduciendo drásticamente el consumo de ancho de banda. En caso de alarma, si está activada la detección de movimiento, la frecuencia de imagen de la grabación puede aumentarse automáticamente hasta un nivel superior.

La cantidad de ancho de banda dependerá de cuanta información pasará por la red. En este caso, para el diseño, también dependerá de cuantas cámaras se utilicen y de cuantos cuadros por segundo estén empleando, ya que esta medida es proporcional al ancho de banda.

### **3.4.3 Seguridad**

En la vigilancia IP, Internet es un componente primordial pero a su vez puede ser inseguro, debido que también es usada para transferir todo tipo de información de dominio público y puede transmitirse información sensible. La solución ante esto es la incorporación de medidas correctas de seguridad como firewalls, utilizado para controlar las comunicaciones, o protección por contraseña.

Concerniente a la tecnología inalámbrica, la inseguridad radica en que la información que transmiten por el aire los dispositivos inalámbricos podría ser robada o distorsionada. En el caso de los sistemas de vigilancia la seguridad de la información es primordial dado que es interés solo de un número restringidos de personas y no de uso público, es por esto que se aplican soluciones ante este problema tales como la protección por contraseña, protección de la transmisión mediante la encriptación y la codificación de datos.

### **3.4.4 Interferencias**

A medida que los clientes y empresas aumenten los despliegues de conexiones inalámbricas el potencial de interferencia entre sistemas operando cerca o en la misma frecuencia en una banda sin licencia aumenta. La selección adecuada de la frecuencia y características de diseño idóneas para este sistema de vigilancia asegurará que el usuario final siga protegido de las interferencias. En la etapa de diseño se deberá tener en cuenta este concepto, debido que lo que se desea es la incorporación de cámaras (analógicas y/o inalámbricas) sin ningún problema.

### 3.4.5 Radio de cobertura

Para la transmisión de la información por el medio inalámbrico se debe considerar que la velocidad es directamente proporcional al radio de cobertura, es decir, cuanto más cerca este el transmisor (cámara) del receptor de la información, mayor es la velocidad. Asimismo, la máxima distancia que las ondas de radiofrecuencia pueden alcanzar esta en función de las características de diseño del transmisor y receptor.

### 3.4.6 Leyes de diseño

Para el diseño también se debe tomar en cuenta consideraciones como la potencia de recepción, así como también el alcance del enlace y la frecuencia de trabajo. Algunas leyes que se aplican antes de diseñar son las siguientes:

- Al aumentar el radio de cobertura la tasa de transmisión disminuye.
- Al aumentar la potencia de salida se tendrá más alcance, es decir, mayor radio de cobertura, pero se aumenta el consumo de energía.
- Al aumentar la frecuencia de trabajo se tiene una mayor tasa de transmisión pero disminuye el radio de cobertura.

## 3.5 Parámetros de diseño

La estrategia para desarrollar el diseño del sistema de vigilancia se basa primero en escoger los elementos y formatos que lo conformarán de acuerdo a sus condiciones de uso y su flexibilidad de encontrarlo en el mercado. Además, se debe establecer los parámetros de cada uno de estos elementos para que a la hora de seleccionar un elemento se pueda comparar entre las diferentes marcas existentes y diversas tecnologías para realizar un buen diseño. Es así, que a continuación se describe los elementos, y sus respectivos parámetros para el diseño del sistema.

### 3.5.1 Compresión

Como se indicó anteriormente las cámaras de red tienen como característica la compresión de video para minimizar el tamaño del archivo para su transporte sobre la red IP, ya sea para su almacenamiento o monitorización. Es decir, la tecnología de compresión que se utiliza establece la manera más eficiente para reducir la cantidad de información sobre la red y permitir el ahorro.

Existen diferentes tipos de compresión disponibles, pero dependerá de seleccionar el correcto para el éxito del sistema de video vigilancia. La técnica de compresión más adecuada depende de los límites que requiera poner el cliente en relación con



la tasa de grabación de imágenes, calidad de imágenes y consumo de ancho de banda. La red, al igual que la compresión elegida por el cliente, determinará la calidad de las imágenes transmitidas. En cuanto a la red inalámbrica, la tasa de imágenes por segundo que puede soportar también depende del tipo de compresión seleccionado.

Como se explicó en el capítulo 2, los formatos que existen son el Motion-JPEG, que se basa en la compresión espacial de imágenes, y los H.261, H.263 y MPEG que se basan en la compresión temporal de las secuencias de video. De estos formatos los más conocidos son el MJPEG y el MPEG. Con el primero, una cámara de red capta las imágenes individuales y las comprime en formato JPEG. La cámara IP puede captar y comprimir, por ejemplo, 30 imágenes por segundo y, a continuación, las dispone en una secuencia continua de imágenes a través de la red con una velocidad de imagen tal, que el visualizador percibe una imagen animada que sería el video.

El MPEG, en cambio, utiliza el principio de comparar dos imágenes comprimidas que deben transmitirse. La primera imagen comprimida se utiliza como fotograma de referencia y únicamente se envían partes de las siguientes imágenes que son distintas de la imagen de referencia. Seguidamente, la estación de visualización de red reconstruye todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y los datos de diferencias.

Haciendo una comparación entre estos dos formatos, resulta que MJPEG ofrece un tiempo de espera bajo debido a su simplicidad y, por tanto, también es apto para el procesamiento de imágenes, como en la detección de movimiento o el seguimiento de un objeto, pero su desventaja está en que tiene una alta tasa de imágenes por segundo por lo cual consume gran ancho de banda. Por otro lado, MPEG tiene la ventaja de requerir un ancho de banda menor a una alta tasa de imágenes por segundo pero este tipo de formato es más complejo. Actualmente, las cámaras más modernas están incorporando el formato MPEG versión 4 o el MJPEG, cada una tiene ventajas y desventajas, por lo que dependerá de la aplicación para saber cual usar.

### **3.5.2 Cámara de red**

Actualmente, existen diferentes tipos de cámaras que pueden ser utilizadas para el diseño, desde las cámaras analógicas, que según el diseño del sistema se puede

incorporar a la red IP, hasta cámaras IP inalámbricas con múltiples características tales como visión nocturna, resistencia al clima, detector de movimiento o domos. Estas últimas ofrecen más beneficios que las cámaras analógicas por su flexibilidad y mejor calidad de imagen.

En el diseño se debe tener en cuenta el alcance de cada cámara y su velocidad de transmisión. Respecto al primer requisito, es preciso saber que dependiendo de la distancia de visualización que tenga, se podrá saber el número de cámaras necesarias para la correcta dimensión del sistema.

Se presenta, a continuación, las características principales que debe tener una cámara así como también algunos ejemplos de cada una:

- Lentes: Para la aplicaciones externas
- Sensor de imagen: CCD o CMOS
- Resolución: 640x480, 320x240
- Tasa de cuadro: 30, 25 o 20 cuadros por segundo
- Formatos de video: MJPEG y/o MPEG4
- Audio: G.711 o formato AAC-LC
- Software compatible
- Seguridad: nombre y contraseña de usuario

Asimismo en el diseño, la característica más importante es la tasa de cuadros porque esta influirá en el ancho de banda que cada cámara consumirá y en la capacidad de almacenamiento. Una cámara de red, transmitiendo imágenes a la máxima resolución y a la mayor tasa de imágenes por segundo (30 imágenes por segundo) puede consumir potencialmente 5 Mbps. Esto significa una mejor calidad de imagen y nitidez, pero a su vez puede resultar problemático. Por eso, es importante que en el diseño se delibere cuanto es la tasa correcta que debe establecerse ya que habrá cámaras y aplicaciones que no necesiten tan buena calidad de imagen.

Las cámaras IP están principalmente diseñadas para su uso en interiores, en condiciones normales de polvo, humedad y temperatura. Para el caso de la presente tesis, donde la zona de diseño tiene el área de aplicación al aire libre, se tendrá en cuenta utilizar carcasas de protección adecuadas.

Como último parámetro importante de una cámara está la cobertura. Este concepto se refiere a cual es el alcance de visión que se puede lograr con cada cámara, ya que depende del diseño para que se logre cubrir todas las zonas. El problema que se puede llegar a tener si no se tiene en cuenta la cobertura es que pudiera haber áreas sin visualizar y sin proteger, que se podría multiplicar por todas las cámaras que se encuentren instaladas. Como parte de este diseño se llegará a cubrir todas las zonas, aunque esto depende del tipo de cámara se utilice entre fija, domo o PTZ (pan/tilt/zoom).

### 3.5.3 Administración de video

La administración de video es un componente importante debido a que se debe, administrar de manera efectiva el monitoreo en vivo y su almacenamiento. Los requerimientos de la administración dependerán del diseño que se tome en cuenta, ya que esta varía con el número de cámaras instaladas, la escalabilidad y la posibilidad de integrarse con otros sistemas.

### 3.5.4 Almacenamiento

El almacenamiento es otro concepto importante a la hora de diseñar, debido que en un sistema de vigilancia requiere poder almacenar grandes cantidades de información. Dicha información de video puede ser almacenada en un servidor o en un disco duro. Para este diseño se tomará en cuenta la utilización de servidores debido que poseen una mayor capacidad para almacenar información.

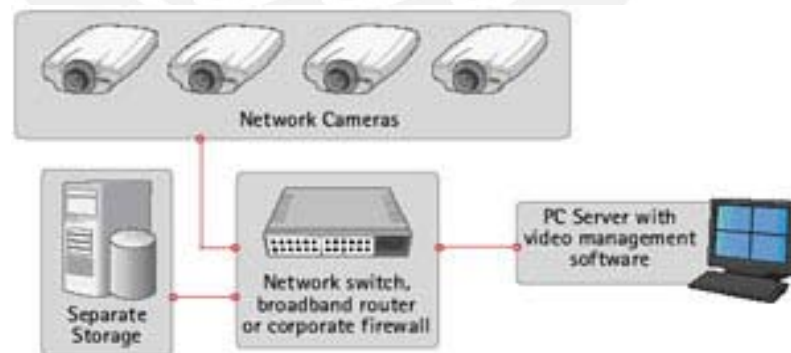


Figura N° 3.4. Tipos de almacenamiento

Fuente: Security Infowatch

#### 3.5.4.1 Calculando las necesidades de almacenamiento

Con motivo de calcular apropiadamente los requerimientos de almacenamiento de la red para el sistema de vigilancia, hay factores a tomar en cuenta, como el

número de cámaras que requiere la instalación, el número de horas que trabajará la cámara, el tiempo que se almacenará los datos y si el sistema usa sensor de movimiento o es de grabación continua. Además, se debe considerar parámetros como la tasa de la trama, la compresión y la calidad de la imagen.

Como se señaló, el tipo de compresión de video afecta al cálculo del almacenamiento, es así que los sistemas que utilizan el formato de compresión JPEG o Motion-JPEG varían los requerimientos de almacenamiento debido a la tasa de la trama, a la resolución y compresión. Por ejemplo, si se utiliza el formato MPEG, el factor clave que determina los requerimientos de almacenaje son la tasa de bits.

Existen específicas fórmulas para calcular la cantidad apropiada de almacenamiento para el diseño. Estas fórmulas varían si se trata de Motion-JPEG o MPEG debido que el primero consiste en un archivo por cada imagen por lo cual se debe tener en cuenta el tamaño de la imagen y la frecuencia (cuadros por segundo), mientras que el segundo caso es un flujo de datos por lo tanto es importante la tasa de bits dentro de la cual esta incluida la frecuencia (cuadros por segundo), tal como se observa en las fórmulas:

#### A. Motion JPEG

1. Tamaño de la imagen x cuadros por segundo x 3600s = KB por hora / 1000 = MB por hora.
2. MB por hora x horas de operación por día / 1000 = GB por día
3. GB por día x periodo solicitado de almacenamiento = ALMACENAMIENTO NECESITADO

Cámara	Resolución	Tamaño de imagen(KB)	Cuadros por segundo	MB/hora	Horas de operación	GB/día
No.1	CIF	13	5	234	8	1,9
No.2	CIF	13	15	702	8	5,6
No.3	4CIF	40	15	2160	12	26

Tabla N° 3.1. Cálculo de almacenamiento para el formato MJPEG

B. MPEG

1. Tasa de bits / 8(bits en un byte) x 3600s = KB por hora / 1000 = MB por hora
2. MB por hora x horas de operación por día / 1000 = GB por día
3. GB por día x periodo solicitado de almacenamiento = ALMACENAMIENTO NECESITADO

Cámara	Resolución	Tasa de bits (kBit/s)	Cuadros por segundo	MB/hora	Horas de operación	GB/día
No.1	CIF	170	5	76,5	8	0,6
No.2	CIF	400	15	180	8	1,4
No.3	4CIF	880	15	396	12	5

Tabla Nº 3.2. Cálculo de almacenamiento para el formato MPEG

Como se indicó anteriormente, la información se guarda en servidores los cuales pueden usar un sistema de almacenamiento redundante. Este tipo de sistema funciona repitiendo la información en otras unidades funcionando como un respaldo cuando el servidor principal falle.

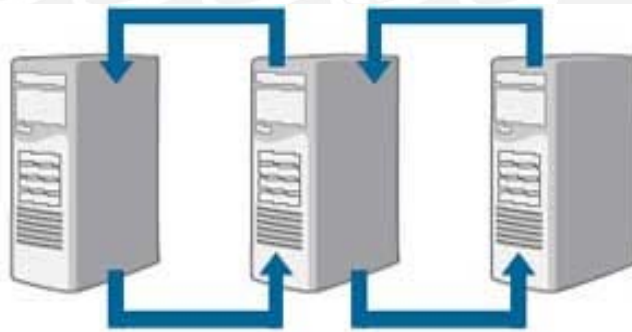


Figura Nº 3.5. Método redundante de almacenamiento

Fuente: Security Infowatch

**3.5.5 Incorporación de cámaras analógicas**

En la etapa de diseño también se debe considerar la posible incorporación de cámaras analógicas, debido a que en la mayoría de los casos es más conveniente usar estos dispositivos antes que cambiarlos por unos de red. Además, diseñar una red nueva digital no implica desechar elementos que aún pueden servir sino saber converger entre las dos tecnologías. Estos elementos pueden ser simplemente incorporados a la red conectándolos a un servidor de video permitiendo la



digitalización, compresión y transmisión sobre la red de la información. Más adelante se explicará a detalle como funciona este servidor de video y los elementos que lo componen.

Si bien uno de los objetivos de la tesis es mostrar la transmisión de la información desde las cámaras de manera inalámbrica, incorporar una cámara analógica y un servidor de video no impide usar la transmisión inalámbrica de la información. Solo se incorpora un punto de acceso inalámbrico y se conecta al servidor de video para poder comunicarse al punto de acceso.

### **3.5.6 Red inalámbrica**

El medio inalámbrico para transporte de información es uno de los objetivos de la tesis. Esta solución es regularmente la mejor y la más económica para la instalación de un sistema de vigilancia IP sobretodo cuando trabajar con cableado es imposible o muy costoso y antiestético.

Para el diseño se necesita que la red inalámbrica transmita la información punto a punto y punto a multipunto. Siendo este último el más relevante para aplicaciones de seguridad y vigilancia.

#### **3.5.6.1 Sistemas inalámbricos punto a multipunto**

Este sistema se basa en la utilización de transmisores de paquetes IP, interfaces ethernet estándar y un diseño fácil de desplegar. Permiten conexiones de red de alta velocidad a múltiples switches Ethernet, routers o PC desde una única localización. En el diseño consistirá que las cámaras inalámbricas transmitirán la información a una estación base o punto de acceso (Access Point), con capacidad de transmisión de 11 Mbps, con frecuencia de 2.4 GHz, y cubren distancias desde 7 kilómetros hasta 10 kilómetros.

#### **3.5.6.2 Sistemas inalámbricos punto a punto**

Estos sistemas ofrecen mayores capacidades a distancias más largas que los sistemas punto a multipunto. Cuando se usan para la vigilancia y seguridad, son ideales para transmitir datos de video desde el sitio central local donde se encuentra la estación base a un comando central que se encuentra en una posición lejana. Estos sistemas transmiten a 11 Mbps, frecuencia de 2.4 GHz, y cubren distancias de hasta 50 kilómetros.



### **3.6 Conceptos sobre la red IP**

Antes de diseñar el sistema de vigilancia que utilizará la red IP como base de transmisión, se debe conocer algunos conceptos que permitirán conformar la red tales como los protocolos de enrutamiento, de transmisión y los dispositivos de conexión.

#### **3.6.1 Protocolos de enrutamiento**

Los protocolos de enrutamiento son estándares que indican cómo y de que forma se debe encaminar la información desde el emisor hasta el receptor. Dos de los principales protocolos son el RIP (Routing Information Protocol) y el OSPF (Open Shortest Path First).

##### **3.6.1.1 Protocolo de información de encaminamiento (RIP)**

RIP evolucionó como el protocolo de enrutamiento de Internet, y es usado sobre redes LAN. Su función es la de encontrar el camino más corto hacia la red de destino usando un algoritmo de vector de distancias. La distancia se determina por el número de saltos de router hasta llegar a la red de destino. Esto quiere decir, que cada router aprende la ruta desde el punto de vista de la perspectiva de sus routers vecinos.

Para el diseño es muy beneficioso ya que es un protocolo de enrutamiento sencillo, fácil de configurar y robusto. En cuanto a los inconvenientes tenemos que la convergencia es lenta, no acepta subredes, no soporta autenticación y si se toma en cuenta sólo el número de saltos de router y no se toma en cuenta otros parámetros como, por ejemplo, el ancho de banda, puede escoger un camino con bajo ancho de banda y provocar ineficiencias.

##### **3.6.1.2 Protocolo OSPF**

OSPF es el protocolo de enrutamiento más utilizado para redes grandes (MAN/WAN). A diferencia del RIP no utiliza el vector de distancias sino el estado de enlace el cual gasta menos ancho de banda e intercambia información en un área más amplia. En el diseño cada router emplea el algoritmo SPF (Shortest Path First) para computar su propio mapa interno de la topología de la red entera, el cual trae información de todos los routers y redes conectadas. Los mensajes de la información del estado de enlace se propagan a través de la red de tal manera que cada router este notificado y compartan la misma información. A diferencia del

protocolo usado por RIP, la información recibida no es modificada por otros routers, lo que reduce la posibilidad que un router maneje incorrectamente el mensaje.

Entre sus ventajas tenemos que se reduce el tiempo de convergencia, permite tener varios caminos activos simultáneos al mismo destino y consume menor ancho de banda comparado con el protocolo RIP.

### **3.6.2 Dispositivos de conexión**

#### **3.6.2.1 Concentrador de red o Hub**

Conocido también como repetidor, es un dispositivo que centraliza la conexión de los cables procedentes de las estaciones de trabajo. Pueden clasificarse según las consideraciones siguientes:

- Por su capacidad de regeneración
- Por la generación de su tecnología
- Por su categoría dentro de la organización de una empresa

#### **3.6.2.2 Puente de red o Bridge**

Es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Sirve para interconectar segmentos de redes LAN, y a diferencia del hub, todas las tramas recibidas de un segmento se almacenan en un buffer y se revisa si tienen error antes que ellas sean retransmitidas. Un bridge conecta dos redes como una sola red usando el mismo protocolo de establecimiento de red, y su funcionamiento es a través de una tabla de direcciones MAC detectadas en cada segmento a que está conectado.

#### **3.6.2.3 Enrutador de red o router**

A diferencia de los bridges que se limitan a examinar la dirección MAC del paquete de datos, los routers examinan la dirección de red ya que este dispositivo opera en la capa 3 (nivel de red) del modelo OSI. El router interconecta segmento de red e inclusive, redes enteras. Pasa la información entre redes tomando como base la información de capa de red y toma decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados.

#### **3.6.2.4 Conmutador de red o Switch**

El switch es la evolución de bridge. Los switches permiten comunicaciones directas entre las puertas de usuarios a través de un sistema dedicado de conmutación. Es

decir, interconecta dos o más segmentos de red pasando datos de un segmento a otro de acuerdo a la dirección MAC de destino.

### **3.6.3 Protocolos básicos de transmisión**

Para diseñar es importante saber como se transmite la información por la red IP. Cada estación de trabajo (workstation) se conecta a la red mediante una tarjeta de red (NIC – Network Interface Card) a la red IP, y se comunican entre ellas a través de la dirección IP, la cual es única por cada maquina. Pero para que la tarjeta de red entienda la dirección IP necesita que se implemente un mecanismo, que en este caso son protocolos.

#### **3.6.3.1 Protocolo ARP – Address Resolution Protocol**

Como se mencionó, la tarjeta de red de cada maquina no puede interpretar la dirección IP por lo que el protocolo ARP se encarga de traducir dicha dirección en una dirección de red física de la maquina de destino. Cada máquina que utiliza el protocolo TCP/IP para comunicarse contiene una tabla llamada ARP caché que realiza el mapeo de la dirección IP a la dirección de red física de las maquinas con las cuales se comunica.

Cuando dos maquinas se quieren comunicar pero se encuentran en dos redes separadas conectadas por un router, este protocolo no funciona. Es así, que se utiliza el protocolo Proxy ARP permitiendo la coexistencia de hosts que entienden de subredes con otros host que no las entienden.

#### **3.6.3.2 Protocolo RARP - Reverse Address Resolution Protocol**

Algunos hosts de red, tales como estaciones de trabajo sin disco, no saben su propia dirección IP cuando se resetean. Para determinar su propia dirección IP, se usa un mecanismo similar para ARP (Protocolo de Resolución de Direcciones), pero ahora la dirección hardware del host es el parámetro conocido, y la dirección IP el parámetro requerido. Esto difiere fundamentalmente de ARP en el hecho de que un servidor RARP debe existir en la red que mantiene una base de datos de correspondencia de direcciones hardware a direcciones de protocolo.

#### **3.6.3.3 Protocolo TCP/IP**

Este protocolo se divide en dos TCP (Transmission Control Protocol) e IP (Internet Protocol), y es el medio más común para transmitir cualquier tipo de información. TCP se encarga de dividir la información en paquetes, transmitirlos sobre la red y

reensamblarlos en el destino. El protocolo IP es la dirección que permite que los paquetes lleguen al destino.

### **3.7 Esquema del sistema CCTV**

Los sistemas de vigilancia basados en red IP proporcionan soluciones rentables, flexibles y escalables, con un sinnúmero de aplicaciones. En este caso, la aplicación será la vigilancia en grandes áreas como lo son los estacionamientos vehiculares del Centro Comercial Jockey Plaza. Lo que se plantea realizar en el diseño es dividir las tres áreas para estacionamiento en tres redes LAN (Local Area Network) independientes que luego se interconectarán para de ese modo cubrir todas las zonas, formando una red MAN (Metropolitan Area Network).

En primer lugar se realizará el diseño para la primera área, la cual representa el estacionamiento principal, la cual se pondrá como base para el diseño de las otras dos áreas. Se tomará en cuenta las consideraciones y parámetros vistos anteriormente para todos los elementos que conforman el sistema de vigilancia.

Como segundo punto, se hará el estudio de cómo deben estar distribuidos los mismos elementos para un despliegue efectivo. Esta distribución debe cubrir las tres zonas con la adecuada distribución de las cámaras, puntos de accesos inalámbricos, routers en cada área y también los elementos que permitirán la interconexión entre las tres áreas.

El tercer paso es obtener un plano con la distribución y escoger los elementos con los parámetros deseados buscando la alternativa más conveniente (no necesariamente el mejor modelo con todas las prestaciones) entre las diferentes marcas que desarrollan estos elementos para la vigilancia y seguridad.

El último paso es validar el diseño el cual corroborará si el diseño es correcto, rentable y cumple con los objetivos planteados.

### **3.8 Propuestas de diseño**

Luego de haber tomado en cuenta las consideraciones para el diseño, los parámetros que deben tener los elementos que conforman el sistema de vigilancia, los protocolos de la red IP como base de la transmisión y por último, como será el esquema que utilizaremos para el desarrollo del diseño, se presenta la propuesta que puede ser de dos formas como se explicará seguidamente. Se hace notar que

primero se explican los conceptos que involucra un sistema de vigilancia para de esta forma entender mejor la propuesta planteada.

Desde la introducción de los sistemas de vídeo vigilancia analógicos la filosofía de estos sistemas fue la de ayudar en la investigación criminal y de seguridad teniendo un desarrollo que ha ido aumentando año tras año. A pesar que, tradicionalmente, los sistemas de CCTV han contado con funcionalidades bastante limitadas, hoy los sistemas de vigilancia digitales poseen numerosas ventajas frente a los analógicos resaltándose la accesibilidad remota a imágenes de vídeo en directo, escalabilidad al ampliar el sistema, almacenamiento mejorado, potencial de integración y demás.

Es así, que para obtener un sistema de vigilancia digital se tiene dos propuestas. Una solución, cuando se tiene ya implementado un sistema analógico, es la de implementar el uso de servidores de video para convertir la señal analógica en digital; de este modo, se permite converger las dos tecnologías y aminorar el costo de inversión. La segunda opción es estrictamente el sistema de vigilancia IP que se propone. Este sistema es totalmente digital utilizando como base de la transmisión la red IP y permite, además, utilizar la transmisión inalámbrica (así como en la propuesta de servidores de video) para transmitir la información hacia los puntos de acceso.

Lo siguiente es presentar el desarrollo de la propuesta con los dos casos expuestos y su composición en el sistema en cada caso.

### **3.8.1 Sistema usando cámaras analógicas y servidores IP**

En la implementación de los sistemas digitales de vigilancia basados en red IP puede implementarse la opción de usar tanto cámaras IP como cámaras analógicas. En el caso de cámaras analógicas, se utiliza elementos intermedios que realicen la conversión de la señal analógica a la señal digital. Estos elementos intermedios son los servidores IP que permiten interconectar las cámaras analógicas a la red IP.

El servidor de video hace referencia a un servidor para vídeo que está conectado a una red de ordenadores como una red de área local (LAN). Un servidor de video puede ofrecer video en directo, de forma automática o bajo petición, a un navegador web o a otras aplicaciones profesionales de seguridad. Los servidores



de video digitalizan fuentes de video analógicas y distribuyen video digital sobre una red IP, convirtiendo las cámaras analógicas en cámaras de red.

El servidor de video es necesario en los casos en que ya exista en la instalación un sistema tradicional de CCTV para vigilancia debido que la conexión de las cámaras a este tipo de servidor nos permitirá el envío de las imágenes del CCTV por Internet. Además, ya no es necesaria una computadora para enviar las imágenes obtenidas por la cámara, el servidor de imágenes se encarga de la compresión de vídeo al formato MPEG o MJPEG, y de la gestión IP del mismo. Comparado con el sistema analógico, la tecnología de servidor de video aporta los principales beneficios de un sistema digital en red:

- Acceso remoto a imágenes utilizando la red IP, lo que elimina la necesidad de monitores de seguridad dedicados en una oficina central.
- Fácil integración con otros sistemas y aplicaciones.
- Menor TCO (costo total de propiedad) al aprovechar infraestructuras de red y equipos existentes.
- Crea un sistema preparado para el futuro de la tecnología digital.
- Capacidades de búsquedas rápidas y sencillas de las imágenes de vídeo almacenadas.

### **3.8.1.1 Funcionamiento del servidor de video integrado al sistema**

Los servidores de video se integran fácilmente en un sistema analógico de CCTV (circuito cerrado de televisión) existente. Estos dispositivos digitalizan las señales de video analógicas y distribuyen las imágenes digitales directamente a través de una red IP, convirtiendo un sistema de video analógico en un sistema de video en red, que permite a los usuarios ver imágenes en directo con ayuda de un navegador web en cualquier ordenador local o remoto conectado a una red. Además, un servidor de video incluye una o más entradas de video analógico, digitalizador de imagen, compresor de imágenes y servidor web con interfaz de red.

Internamente el servidor funciona como un conversor análogo – digital que además proporciona funcionalidades de compresión. Además, un servidor de video tiene su propia dirección IP por lo que puede ser accedido desde cualquier PC autorizado de una red, y permite al usuario migrar desde un sistema de CCTV analógico al mundo digital. Un único servidor puede poner en red hasta cuatro cámaras analógicas resultando una solución económica para transmitir video digital de alta calidad



sobre redes de ordenadores. La siguiente imagen nos muestra como es el servidor internamente.

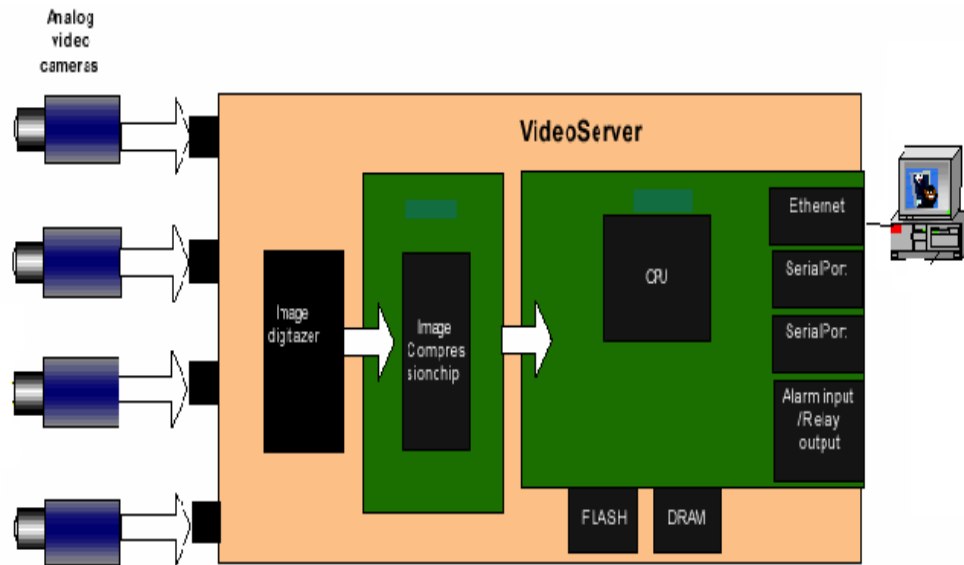


Figura N° 3.6. Elementos internos de un servidor de red

Fuente: Syscom

1. El servidor de video recibe la señal de video de la cámara analógica en el digitalizador de imágenes. El digitalizador convierte el video analógico al formato digital.
2. El video digital se transfiere al chip de compresión, donde las imágenes de video se comprimen en imágenes fijas JPEG o en video MPEG.
3. Un chip contiene el CPU, la conexión Ethernet, los puertos serie y la entrada de alarmas y la salida de relé, lo que representa el cerebro o las funciones de ordenador del servidor de video. El CPU procesa las acciones del servidor web y las de todo el software (por ejemplo los controladores de diferentes cámaras Pan/Tilt/Zoom).
4. La conexión Ethernet permite la conexión directa a la red.
5. Los puertos serie (RS-232 y RS-485) permiten el control de las funciones Pan/Tilt/Zoom de las cámaras o de equipos de vigilancia como el grabador de lapsos de tiempo.

### 3.8.1.2 Parámetros y especificaciones de un servidor de video

Al igual que cualquier elemento que se utiliza en el sistema de vigilancia, debe tenerse en cuenta los parámetros y requerimientos que nos permitirán obtener un diseño según la aplicación.

Algunos parámetros y especificaciones del servidor de video IP son:

- **Imágenes por segundo:** Debido a que se convertirá la señal analógica a la digital, también se debe comparar esta medida que, como se dijo anteriormente, nos ayudará a calcular el ancho de banda necesario. Los servidores comunes trabajan con 10, 20, 25 fps aunque también existen de 30 fps; la medida necesaria dependerá de que técnica se utiliza en el diseño.
- **Formato de compresión:** La compresión es una función que también se realiza en el servidor. Los formatos de compresión pueden ser, además del MPEG, el MJPEG. Este último genera un volumen relativamente grande de datos para ser enviados a través de la red, en cambio, el MPEG tiene la ventaja de enviar un volumen de datos menor por unidad de tiempo a través de la red (tasa de bits), excepto en velocidades de imagen bajas. Si el ancho de banda de red disponible se encuentra limitado o si el vídeo debe grabarse a una velocidad de imagen elevada y existen limitaciones en el espacio de almacenamiento, MPEG puede ser la opción más adecuada. Por último, en un servidor existe la posibilidad de especificar los niveles de compresión (11 para MJPEG y 23 para MPEG).
- **Conectores:** Según el número de cámaras analógicas que se requiera convertir a señal digital, existe la posibilidad de que se puedan conectar uno, dos o cuatro cámaras a un mismo servidor de video. Esto básicamente dependerá del modelo de servidor que se requiera y otro factor es la distancia que hay entre las cámaras que se quieren conectar al servidor. Es decir, por ejemplo, si es que se quieren conectar cuatro cámaras a un mismo servidor pero dichas cámaras están a mucha distancia una de la otra, entonces no resulta conveniente esta alternativa.
- **Protocolos:** Los servidores necesitan poseer protocolos para ser compatibles con la red analógica como para la red digital. Sobre este último, los servidores deben poseer los protocolos que permiten el acceso a la red. Algunos ejemplos de estos protocolos compatibles son: HTTP, HTTPS, SSL/TLS, TCP, SNMPv1/v2cv/v3, RTSP, RTP, UDP, IGMP, RTCP, SMTP, FTP, DHCP, UPnP, ARP, DNS, DynDNS, SOCKS.
- **Resoluciones:** La unidad de medida que usa la mayoría de servidores para especificar las diferentes resoluciones es el CIF (Common Intermediate Format). Esta medida es equivalente a una resolución de video de 352 píxeles horizontales y 288 píxeles verticales, siendo la resolución máxima que se puede alcanzar de 4CIF.

### 3.8.2 Sistema usando cámaras de red IP

A diferencia de los sistemas con cámaras analógicas y servidores de red, la propuesta de vigilancia totalmente digital, usa la red IP como backbone y se compone de cámaras de red las cuales cumplen las mismas funciones de un servidor de video. En un sistema de vigilancia de este tipo la información digitalizada puede ser enviada a cualquier lugar (inclusive alrededor del mundo) mediante un acceso de red.

Tanto en el sistema que usa las cámaras analógicas junto con los servidores de video y en el sistema que usa cámaras de red, lo que se propone es enviar la información desde las cámaras instaladas en el ambiente de diseño hacia los puntos de acceso (Access Point) mediante el medio inalámbrico. Cada punto de acceso se configura para un número determinado de cámaras según el criterio que se desee tomar, ya sea porque pertenecen a una misma zona o por la cercanía al punto de acceso.

Dependerá del diseño, distribuir las cámaras según el área de la zona de trabajo para de este modo conocer la ubicación de los puntos de acceso y el número de estos dispositivos que se utilizarán. Luego de este punto, la información será transmitida por switches para su posterior visualización en los monitores conectados o para su almacenamiento en servidores.

#### 3.8.2.1 Ventajas del sistema de vigilancia IP

La vigilancia basada en red IP tiene muchos beneficios y funciones avanzadas a los sistemas analógicos que proporcionan un mejor control y administración de la grabación de video.

Las diversas integraciones hacen que estos sistemas sean los más requeridos para implementar un sistema de vigilancia. Las ventajas que incluye son:

- **Accesibilidad remota:** Se puede tener acceso en vivo y grabaciones en cualquier momento desde prácticamente cualquier lugar simplemente teniendo un punto de acceso. Por el contrario, en los sistemas analógicos para poder observar, monitorear y administrar estos sistemas se debe estar en un lugar específico localmente.
- **Calidad de imagen:** La calidad es esencial en un sistema de vigilancia, debido a que se podrá identificar mejor los incidentes que se visualicen por las cámaras.

En el sistema analógico e inclusive con el uso de servidores de video, la calidad puede verse perjudicada debido a las conversiones que se realizan de analógico a digital. En este punto, un sistema totalmente digital tiene una clara ventaja ya que la imagen digitalizada en estos sistemas se mantiene así desde el emisor (cámaras) hasta el receptor.

- Fácil integración a tecnologías futuras: Los productos de video en red basados en estándares abiertos pueden ser fácilmente integrados a una computadora, audio y sistemas de seguridad. Es decir, estos sistemas serán más fáciles de integrar debido a que el futuro tiende a la digitalización de equipos.
- Flexibilidad y escabilidad: Estos conceptos se refieren a que un sistema puede ampliarse según las necesidades de cada implementación. Se puede aumentar la cantidad de dispositivos de red al sistema sin implicar significantes o costosos cambios a la infraestructura de la red.
- Costo efectivo: Un sistema de vigilancia IP tiene un costo menor de inversión con respecto a los analógicos, debido a que la administración y equipamiento cuesta menos que en un sistema analógico. El video en red puede aprovechar inversiones existentes en informática, redes y monitores. Además, los costes de instalación son generalmente inferiores dado que el cableado de red es más económico y se reducen los costes de mantenimiento al eliminar las cintas de vídeo y la necesidad de reparar y reemplazar los aparatos de video (VCR). En el lado operativo las potentes herramientas de los sistemas digitales, tales como herramientas para buscar, localizar y distribuir imágenes de video aumentan la eficiencia y la eficacia de los operadores.

### **3.8.2.2 Diagrama de un sistema de vigilancia utilizando la red IP**

Para la zona donde se tiene planeado realizar el diseño la cantidad de cámaras dependerá de la distribución de las mismas, que a su vez esta relacionado con el área de diseño. La lógica que sigue el diseño del sistema de vigilancia que se presenta a continuación, se puede usar tanto para el caso del uso de cámaras analógicas junto con servidores de video como para el caso de sólo el uso de cámaras IP. Este diagrama es la base de lo que implicará el diseño ya que se muestran todos los elementos interconectados que conforman el sistema.

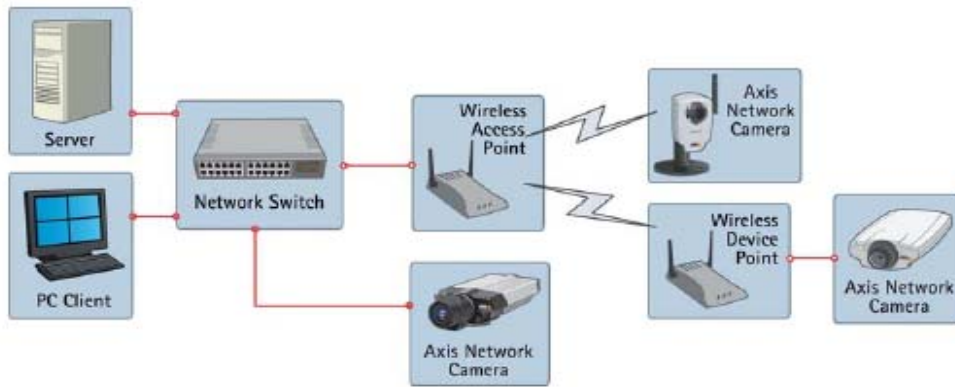


Figura N° 3.7. Elementos del sistema de vigilancia interconectados

Fuente: Axis communications

En el diagrama base se muestra como el switch es el que distribuye la información para su almacenamiento en servidores o para su visualización en monitores. También se muestra como las cámaras se pueden conectar directamente con el punto de acceso, y este al switch o bien puede usarse dos a más punto de acceso para llegar al switch debido al protocolo de comunicación entre puntos de acceso.

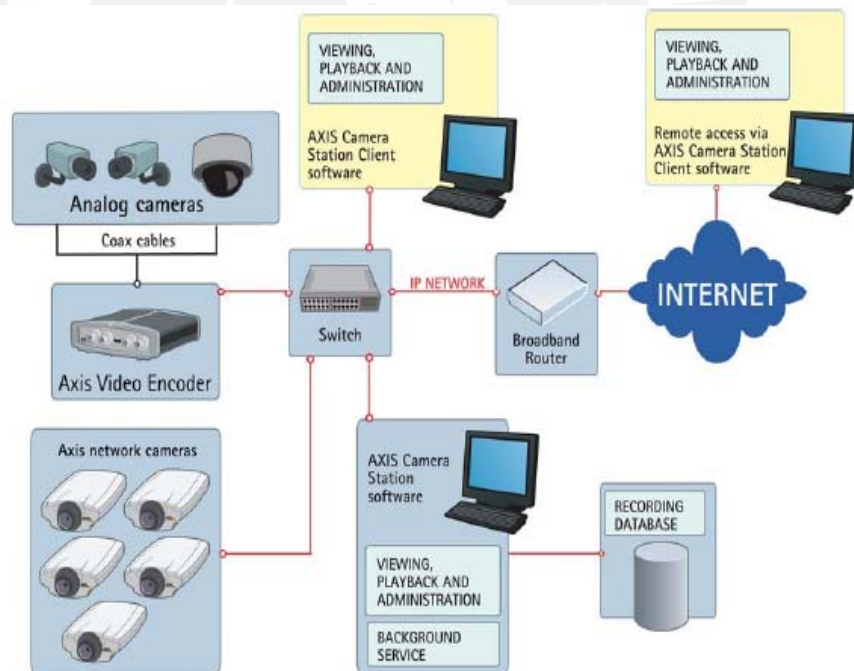


Figura N° 3.8. Diagrama del sistema de vigilancia

Fuente: Axis communications

El diagrama N° 3.8 pretende resaltar con más detalle como es la monitorización de la información. Como se observa el switch recibe la información de las cámaras analógicas y las cámaras de red, y la dirige a las diferentes estaciones



conectadas a él, o mediante un router envía la información por Internet hacia cualquier parte del mundo donde se tenga un punto de acceso. Estas estaciones pueden monitorizar la información de las cámaras simplemente colocando la dirección IP de la cámara en un navegador de Internet pero esto tiene sus limitaciones si es que, por ejemplo se requiera monitorizar más de una cámara a la vez. Es por esto, y como se muestra en el diagrama, los puntos de monitorización utilizan un software para ver la información en tiempo real y, además, poder administrar las cámaras y su almacenamiento.





## CAPÍTULO 4: DISEÑO Y PRUEBAS DEL SISTEMA CCTV BASADO EN RED IP

### 4.1 Presentación del diseño

Un sistema de vigilancia IP puede ser tan simple o complejo según la aplicación y el lugar donde se planea implementarlo. El primer y más importante paso antes de diseñar y/o implementar un sistema de vigilancia es determinar las dimensiones de la zona de trabajo, que en este caso son las zonas de estacionamientos vehiculares de un centro comercial. El lugar para el cual se diseñará este sistema tiene tres zonas de estacionamientos ubicadas dos en la entrada y otra en la parte posterior. El área principal y posterior tienen un área de aproximadamente 20,000 m<sup>2</sup>, teniendo como longitudes 200 metros de largo con 100 metros de ancho. El área de dos niveles tiene aproximadamente 10,000 m<sup>2</sup> con longitudes de 100 metros de largo por 100 metros de ancho.

En el presente capítulo se desarrollará el diseño del sistema de vigilancia tomando en cuenta los parámetros antes vistos en el capítulo 3. De acuerdo a esto, se distribuirán los elementos del sistema para lograr cubrir toda la zona, además de utilizar los elementos necesarios. Esto último punto es importante ya que si se utilizaran más elementos podría ocurrir una sobrecarga innecesaria de la red por el alto consumo de ancho de banda. Estas consideraciones, también vistas en el capítulo 3, conducirán a obtener un sistema eficiente y sin sobrecargar la red.

Luego de conocer el área de la zona de trabajo, sigue la distribución de las cámaras para así conocer el número que se utilizarán. Como se mencionó anteriormente, un sistema de vigilancia basado en red IP es fácil y económico para ampliar el sistema, además, resulta flexible y cada componente del sistema puede ser usado según las necesidades. En el capítulo 3 se desarrolló las consideraciones que se debe tener para el diseño al igual que los parámetros de los elementos que lo conforman. En este capítulo se escogerán todos los elementos siguiendo estos parámetros.

Con la ayuda de software y calculadores proporcionados por empresas fabricantes de cámaras IP, elementos de networking y sistemas de vigilancia se logrará medir los parámetros para la correcta elección de los elementos del sistema. Los parámetros que se calcularán son: la capacidad del disco para el servidor (necesaria para almacenar toda la información), cálculo de los lentes y sensor de la cámara, y la estimación del ancho de banda obtenido según el número de cámaras que se propongan. En estos cálculos influye el tipo de formato de compresión

utilizado, es por eso que se establecerá la diferencia entre el uso de la compresión MJPEG o MPEG para conocer cual de estas tiene mejores prestaciones.

## **4.2 Entorno del sistema**

Luego que en el capítulo 3 se analizó los parámetros de los elementos y formatos que conforman el sistema, en este capítulo se resolverá cuales de estos elementos son los que se acomodan para la realización del diseño. Se escogerá uno entre la variedad que existen en el mercado, realizando una comparación entre ellos de acuerdo a lo hallado.

### **4.2.1 Elección del formato de compresión**

Los formatos que más se utilizan en las cámaras IP son MPEG-4 y MJPEG, de los cuales en el capítulo anterior se hizo una breve comparación entre ellos, y además últimamente los fabricantes están innovando en juntar los dos formatos simultáneamente. Para escoger el más adecuado, entre MPEG-4 y MJPEG, primero se debe comparar sus características y si cumplen para la aplicación. En tal sentido, lo que se desarrollará a continuación es comparar las características de cada uno desde el punto de vista de la aplicación.

El formato MPEG-4 dispone de muchas más herramientas para reducir la tasa de bits que los demás formatos de compresión (MJPEG, JPEG, MPEG-2), la cual es necesaria para lograr cierta calidad de imagen en una aplicación o escena de imágenes determinadas. Sin embargo, la mayoría de las herramientas utilizadas para reducir la tasa de bits hoy en día sólo son relevantes para aquellas aplicaciones que no sean en tiempo real. De hecho, la mayoría de las herramientas en MPEG-4 que pueden utilizarse en una aplicación en tiempo real son las mismas herramientas que se encuentran disponibles en MPEG-1 y MPEG-2. La consideración clave es seleccionar un estándar de compresión de video ampliamente usado para asegurar una calidad de imagen elevada, tales como MJPEG y MPEG-4.

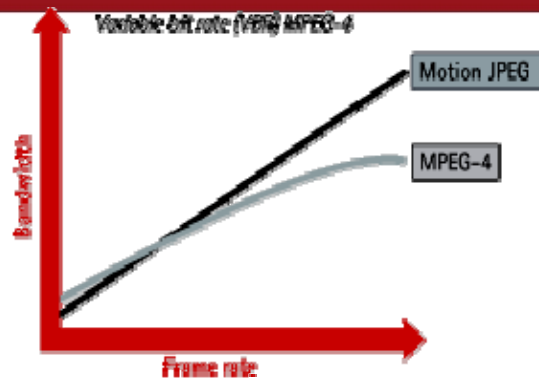


Figura N° 4.1. Relación del ancho de banda y los cuadros por segundo

Fuente: Video computer

Como se observa en la grafica anterior, a pesar de ser MPEG-4 un formato complejo para la codificación y la decodificación, es preferible al MJPEG debido que este presenta el problema de la necesidad de un gran ancho de banda para generar video de una buena calidad. Haciendo una comparación con MPEG-4, generalmente, esta necesidad es entre 10 y 30 veces más de lo que necesita el MPEG. Es por esto, que a pesar de que existen cámaras que aceptan los formatos MJPEG, para este diseño no es preferible debido que al requerir varias cámaras para cubrir la zona saturaríamos la red y, además, implicaría un mayor costo de almacenamiento. Empero, a pesar que las cámaras basadas en MJPEG son generalmente más económicas el costo del resto del sistema es más costoso.

Actualmente, existen cámaras de varios fabricantes que soportan simultáneamente estos dos formatos dando una mejor opción de generar una buena calidad. Para este diseño también es factible esta simultaneidad porque lo importante es una buena calidad de imagen en un sistema de vigilancia, pero en este capítulo se analizará y escogerá los elementos comparando los dos formatos por separado.

Como un punto adicional, recientemente, se esta formando un nuevo formato de compresión con la unión de H.263 (técnica de compresión que centrada en una transmisión de video con tasa de bits fija) y MPEG-4 la cual es una generación del estándar de compresión de video, denominada codificación de video avanzado (AVC), también conocido como H.264 o MPEG-4 parte 10. El objetivo es lograr una compresión de datos muy elevada, lo que permitiría ofrecer una calidad de vídeo óptima en tasas de bits mucho más bajas que las requeridas en los estándares anteriores, y permitiría llevarlo a cabo sin mayor complejidad, evitando que el

diseño sea muy caro de realizar. Sin embargo, aún no hay en el mercado cámaras que soporten este formato debido que aun se encuentra en prueba.

#### 4.2.2 Elección de parámetros de las cámaras

Una cámara de red puede describirse como una cámara y un ordenador combinados para formar una única unidad, que se conecta directamente a la red. Cada cámara, como cada elemento del sistema, dispone de su propia dirección IP y de funciones informáticas integradas para gestionar la comunicación con la red.

Las cámaras de red disponen de software integrado para un servidor web, servidor FTP, cliente FTP y cliente de correo electrónico, así como también otras características, como funciones avanzadas de detección de movimiento y salida de vídeo analógico que ayudan a la eficiencia del sistema.

En el interior de la cámara IP existen componentes que permiten que la imagen capturada se transforme en señales eléctricas que se convierten de analógicas a digitales. Los componentes se presentan en la siguiente gráfica.

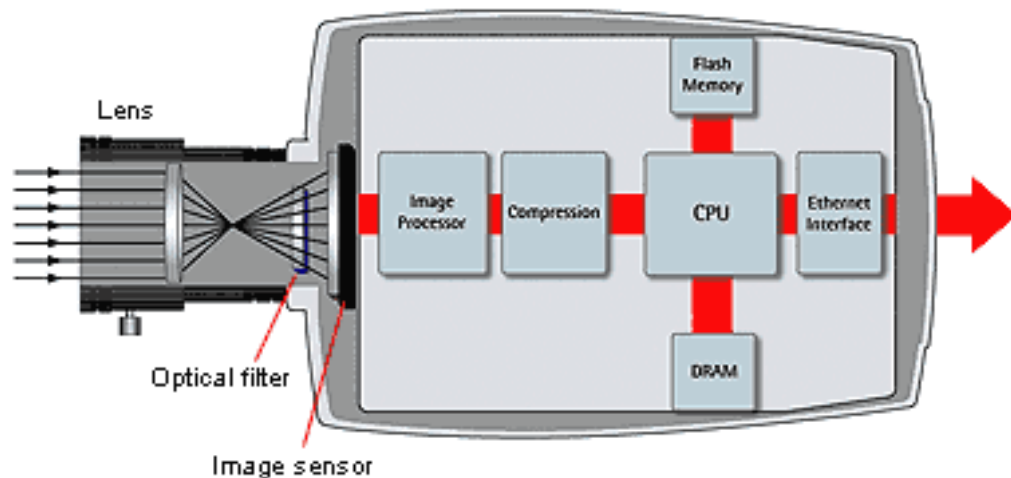


Figura N° 4.2. Componentes de una cámara IP

Fuente: Axis communications

##### 4.2.2.1 Sensor de imagen

El sensor de imagen de la cámara es el encargado de transformar la luz en señales eléctricas. Cuando se fabrica una cámara, existen dos tecnologías de sensor de imagen que están disponibles:

- CCD (Dispositivo de acoplamiento de carga)
- CMOS (Semiconductor de óxido metálico complementario)

#### A. Tecnología CCD

Los sensores CCD presentan muchas ventajas de calidad, entre las cuales cabe destacar una mejor sensibilidad a la luz que los sensores CMOS. La mayor sensibilidad a la luz se traduce en mejores imágenes en situaciones de luz escasa muy importante para la vigilancia.

Sin embargo, los sensores CCD son caros debido que están fabricados siguiendo un proceso no estandarizado y más complejo para ser incorporados a una cámara. Además, cuando existe un objeto muy luminoso en la escena (como, por ejemplo, una lámpara o la luz solar directa), el CCD puede tener pérdidas, provocando rayas verticales por encima y por debajo del objeto. Este problema puede aminorarse para cámaras situadas en exteriores si se tiene en consideración una carcasa apropiada.

#### B. Tecnología CMOS

Los sensores CMOS son parecidos en términos de calidad de la imagen a los CCD, pero los sensores CMOS siguen siendo inadecuados para cámaras donde se exige la máxima calidad de imagen posible.

Una de las limitaciones actuales de los sensores CMOS es su menor sensibilidad a la luz puesto que en condiciones de luz normales esto no supone ningún problema, mientras que en situaciones de escasa luz el resultado es una imagen muy oscura o una imagen con apariencia granular.

En conclusión, la tecnología CCD es más conveniente para el diseño que la tecnología CMOS debido que, a pesar de ser más caro, se ve compensado con una mayor calidad de imagen, a diferencia del CMOS que no es la mejor opción para un sistema de vigilancia. Asimismo, los sensores CCD se fabrican usando una tecnología desarrollada específicamente para la industria de cámaras, mientras que los sensores CMOS se basan en una tecnología estándar ampliamente utilizada en los chips de memoria como por ejemplo, dentro de una computadora.

#### 4.2.2.2 Tamaño del sensor

Se determina entonces que el tipo de sensor más apropiado que se debe usar en una lente de una cámara es el CDD, a pesar de que una de las desventajas de este sensor, según los fabricantes, es el mayor consumo de energía. Un parámetro adicional a tomar en cuenta es el tamaño del sensor, que varía de acuerdo a la



distancia del objeto que se quiere detectar y su ancho. Entre los más comerciales se tiene los de 2/3", 1/2", 1/3" y 1/4".

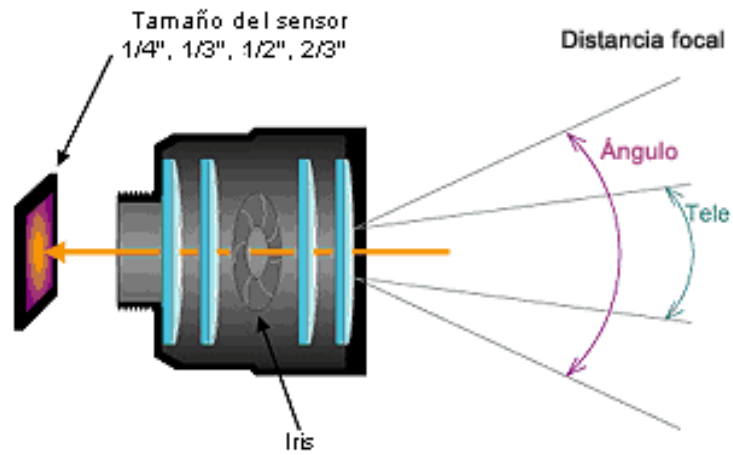


Figura N° 4.3. Ubicación del sensor de imagen

Fuente: Sony communications

Para tener una buena calidad de imagen es importante seleccionar un lente apto para la cámara. Por ejemplo, un lente hecho para un sensor de 1/2" funcionará con sensores de 1/2", 1/3" y 1/4", pero nunca con un sensor de 2/3".

Esta característica es muy importante y tiene que ser considerada en un sistema de vigilancia para poder captar sin problemas la imagen. Si, por ejemplo, un lente está dispuesto para un sensor más pequeño que el que está colocado dentro de la cámara, la imagen mostrará esquinas de color negro. Pero si un lente está dispuesto para un sensor mayor que el que está colocado dentro de la cámara, el ángulo de visión será menor que el ángulo por defecto de dicho objetivo, dando como resultado la pérdida de una parte de la información. Esta característica se demuestra en la siguiente imagen.

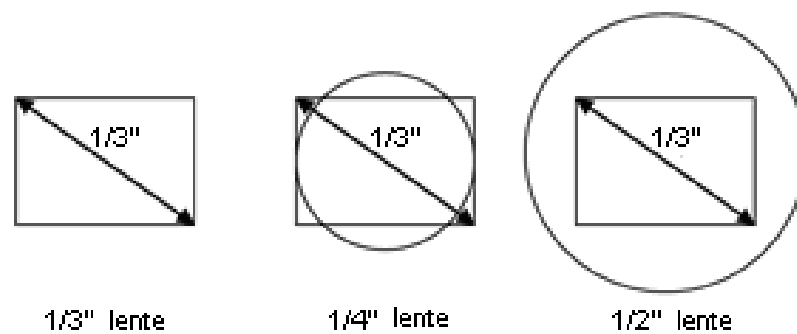


Figura N° 4.4. Relación de tamaños entre el lente y sensor

Fuente: Axis communications



Como se puede observar, existe un sensor que se acomoda a un lente específico, es por eso que es importante tener en cuenta la relación que los dos componentes tienen entre ellos. En tal sentido, la elección del tamaño del sensor depende de la elección del lente.

#### 4.2.2.3 Selección del tipo de lente

Como se pudo ver en la figura N° 4.2, existen varios componentes importantes siendo uno de ellos el lente. Este componente es el encargado de capturar la imagen que luego será procesada por los demás componentes. El lente varía de tamaño y características según la imagen específica que se quiera detectar, y, además, está relacionado con el tamaño del sensor.

Para el lente existen dos montajes estándar (montaje C y CS) que se diferencian en la distancia de ambas lentes al sensor cuando se acoplan en la cámara:

- Montura CS. La distancia entre el sensor y la lente es 12.5mm.
- Montura C. La distancia entre el sensor y la lente es 17.5mm. Se puede utilizar un espaciador de 5mm (anillo adaptador C/CS) para convertir una lente C a montaje CS.

#### A. Tipos de lentes

El tipo de lente se escoge de acuerdo a la distancia focal y esta relacionado con el tamaño y tipo de sensor que se utilice.

- Lente fija: La longitud focal es fija, por ejemplo, 4mm.
- Lente varifocal: Esta lente permite el ajuste manual de la longitud focal (campo de visualización). Cuando la longitud focal se cambia, el objetivo tiene que volver a enfocarse. Los tipos más comunes están en el rango de 3,5 - 8mm.



Lente varifocal



Lente fija

Figura N° 4.5. Tipo de lentes

Fuente: White paper IP surveillance

B. Requisitos de longitud focal

Otro parámetro con respecto a la cámara es la longitud focal la cual determina el campo de visualización horizontal a una distancia determinada. Es decir, por ejemplo, cuanto mayor sea la longitud focal, más estrecho será el campo de visualización. A continuación se presenta la relación que existe entre el lente y el tamaño del sensor con la distancia focal.

<b>Lentes y tamaño de sensor</b>	1/2"	1/3"	1/4"
<b>Distancia focal</b>	12mm	8mm	6mm

Tabla N° 4.1. Relación entre el tamaño del lente y la distancia focal

Fuente: [www.lan1.com](http://www.lan1.com)

Tomaremos como ley de diseño la regla de que, si se quiere detectar la presencia de alguien en una pantalla, debe constituirse como mínimo el 10 por ciento de la altura de la imagen.

En la siguiente gráfica se muestra el cálculo para hallar la distancia focal en relación con la distancia de la ubicación de sensor (cámara) el tamaño de sensor y el ancho de la imagen que se desea capturar. Dicha fórmula también puede usarse para hallar la ubicación del sensor (cámara) cuando se conocen los tres restantes parámetros.

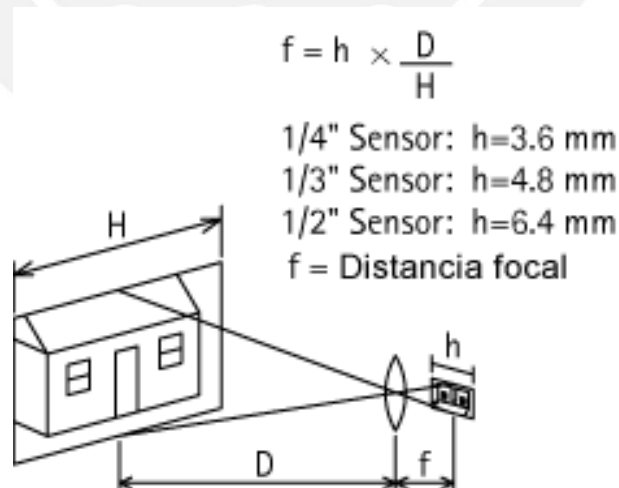


Figura N° 4.6. Diagrama y fórmula para ubicar una imagen

Fuente: Axis communications

### C. Tipos de iris

El papel del iris es el de ajustar la cantidad de luz que pasa a través del lente. Generalmente, las cámaras IP controlan la cantidad de luz que pasa al mecanismo de imagen a través del iris o ajustando el tiempo de exposición. Existen dos tipos de control del iris: manual o automático.

- Control de iris manual: El iris en un lente de iris manual se configura normalmente cuando se instala la cámara para adaptarse a las condiciones de luz. Estos lentes no pueden reaccionar ante cambios en la iluminación de la escena, por tanto el iris se ajusta a un valor medio.
- Control automático: Este tipo de control es el que se utilizará en las cámaras para el diseño. El control automático es preferible para situaciones exteriores, y donde la iluminación de la escena está cambiando constantemente. La apertura del iris está controlada por la cámara y está constantemente cambiando para mantener el nivel de luz óptimo para el sensor de imagen.

El iris ajusta automáticamente la cantidad de luz que alcanza la cámara, y sirve además como una protección al sensor de imagen ante el exceso de luz. Un diámetro de iris pequeño reduce la cantidad de luz, ofreciendo una profundidad de campo mejor (distancia mayor). Un diámetro de iris grande, por otra parte, ofrece imágenes mejores en situaciones de luz escasa. El parámetro que define el iris es el número F.

$$\text{Número F} = \text{longitud focal} / \text{diámetro del iris}$$

Cuanto mayor sea el número F, menor será la luz admitida en el sensor. Cuanto menor sea el número F, mayor luz será admitida en el sensor y, por lo tanto, se logrará una calidad de imagen superior en condiciones de escasa luz. La tabla siguiente muestra la cantidad de luz admitida en el sensor de imagen con los valores número F del ejemplo.

<b>Numero F</b>	F1.0	F1.4	F1.7	F1.8	F4.0	F5.6
<b>% de luz</b>	20	10	7.07	2.5	1.25	0.625

Tabla N° 4.2. Relación del numero F con la intensidad de luz

Fuente: Axis communications

#### 4.2.2.4 Cálculos

##### A. Cálculo de la distancia de la cámara

Para el diseño y distribución de las cámaras, el ancho de la escena que captará cada cámara es de 30 metros. El tamaño del sensor que se utilizará es de 1/4" con un lente de distancia focal teórica de 6mm según la tabla N° 4.1. Siguiendo la fórmula vista en la gráfica N° 4.6, obtenemos la distancia a la que se debería colocar la cámara:

$$\begin{aligned}\text{Distancia} &= \text{Distancia focal} \times \text{ancho de imagen} / \text{tamaño de sensor} \\ &= 6\text{mm} \times 30 \text{ metros} / 3.6\text{mm} = 50 \text{ metros}\end{aligned}$$

Se concluye que la cámara deberá estar situada a unos 50 metros del lugar donde se desea vigilar para poder capturar la imagen específica. Este dato hallado se utilizará luego cuando se realice la distribución de las cámaras y de esta forma poder hallar cuantas cámaras se necesitarán para cubrir toda la zona.

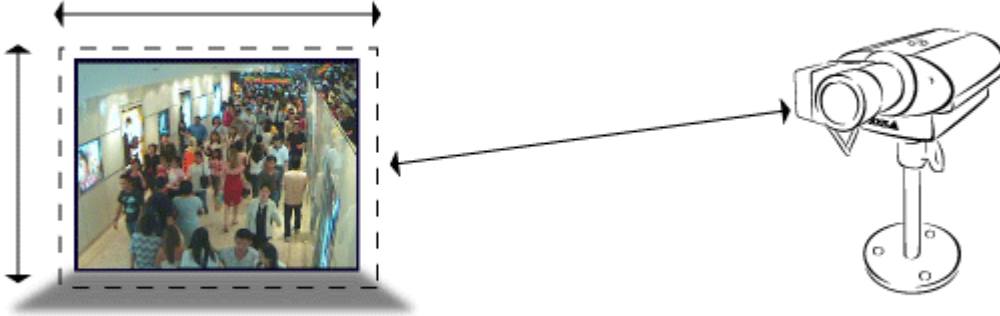
##### B. Cálculo de los lentes

Para calcular el tamaño de lente se utilizó el calculador de la empresa Axis que brinda un servicio de medición del tamaño de los lentes en relación a la distancia focal del lente. Para utilizar este calculador se debe especificar un modelo de cámara del fabricante por lo que se usará una cámara que cumpla con parámetros vistos hasta ahora. Además, se debe especificar la distancia a la que se encuentra las imágenes que se desea vigilar que en nuestro caso es 50 metros, que lo hayamos anteriormente de la distancia focal del lente.

El modelo que usamos para hacer los cálculos fue la cámara Axis 213 PTZ del fabricante que proporciona este calculador. Esta cámara tiene un lente varifocal tipo DC – iris, mecanismo pan/tilt con zoom digital de 12x, soporta de forma simultánea secuencias de vídeo MJPEG y MPEG4, y soporta hasta 30 imágenes por segundo en resolución 640 x 480.

Width:  (m / ft) 
 Distance:  (m / ft)

Height:  (m / ft)



Focal length:  (mm)

Figura N° 4.7. Resultados de los cálculos para hallar el tamaño del lente

Fuente: Lens Calculator Axis Communications

A raíz del cálculo se resuelve que las cámaras que se utilicen deben tener lentes de 4.5 mm de distancia focal, y deben estar a lo más a 50 metros si quiere cubrir un ancho de escena de 30 metros. Pero debido a que este valor no corresponde a ninguna lente de distancia focal fija en el mercado, entonces se elige la medida estándar inmediatamente inferior.

Debido a que las tres zonas no tienen la misma área, hay cámaras que deberán alcanzar mayor o menor distancia de visión para poder cubrir la zona. Como se verá en la sección 4.2.4, en la distribución de cámaras, la zona 3 necesitará mayor alcance para el número de cámaras que se propone, mientras que en la zona 2 las distancias son menores. Para estos casos se analiza cuales serán las dimensiones de visión (altura y ancho) para las distancias de 40 metros y 60 metros de alcance para la zona 2 y la zona 3, respectivamente. Se utilizará el mismo modelo de cámara PTZ 213.

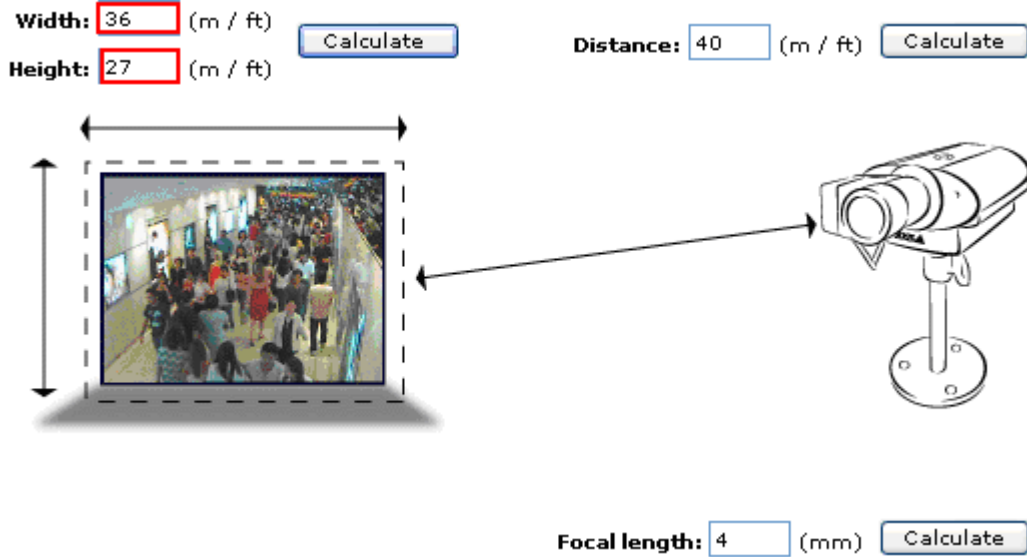


Figura N° 4.8. Resultados de la altura y ancho de una imagen cubierta por una cámara situada a 40 metros en la zona 2

Fuente: Lens calculator Axis communications

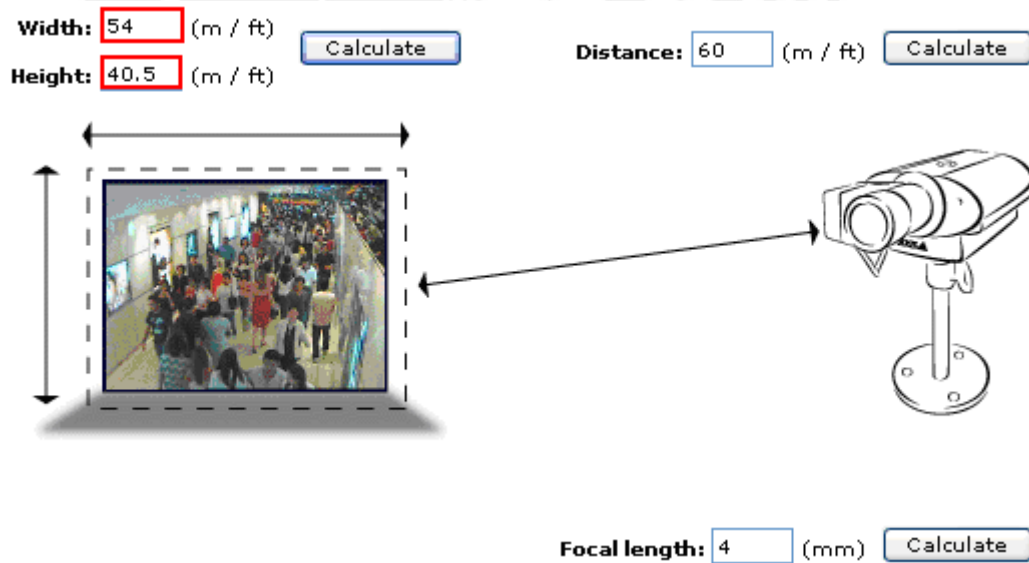


Figura N° 4.9. Resultados de la altura y ancho de una imagen cubierta por una cámara situada a 60 metros en la zona 3

Fuente: Lens calculator Axis communications

### 4.2.3 Capacidad de almacenamiento

El concepto de capacidad de almacenamiento está relacionado con el de servidores ya que de acuerdo a esto se determinará cual será la capacidad de los servidores a



usar en el diseño. La elección deberá ser la más apropiada debido a que los servidores serán los que almacenen toda la información de las cámaras instaladas. Por esto, se realizarán cálculos para hallar la capacidad teniendo como parámetros el número de cámaras, el número horas que estarán activas las cámaras, cuantos días a la semana y la frecuencia de imágenes que utilicen las cámaras.

Como se señaló en el capítulo 3, el almacenamiento también depende del tipo de compresión que se utilice los cuales pueden ser MJPEG, MPEG-4 o un uso simultáneo de las dos anteriores. Además, también se pudo comparar estos dos formatos con un ejemplo, y se pudo concluir que a la misma frecuencia de imágenes y resolución el formato MJPEG requiere guardar más información que el MPEG. Esto se debe a que el MPEG es un flujo de datos donde las imágenes se reciben en una transmisión continua de datos, en cambio, MJPEG recibe un archivo por cada imagen, es decir, archivos individuales.

Las fórmulas que se usarán para obtener los resultados varían si se usa un formato u otro. Utilizaremos el tipo de compresión MPEG-4 debido a que comprime más que el MJPEG. Estas fórmulas son las siguientes:

- Tasa de bits / 8 bits por byte x 3600s = KB por hora / 1000 = MB por hora
- MB por hora x horas de operación por día / 1000 = GB por día
- GB por día x período solicitado de almacenamiento = almacenamiento necesitado

Los datos de los parámetros que se utilizarán para hallar la cantidad de información son los siguientes:

- Resolución: VGA que equivale a 640 x 480 píxeles (resolución estándar)
- Frecuencia de imágenes: 24 imágenes por segundo (frecuencia apropiada)
- Tasa de bits: 1.2 Mbits por segundo. Este parámetro se halla en relación a la frecuencia de imagen, resolución, compresión y nivel de movimiento de la escena. Se calcula con la herramienta calculadora proporcionada por la empresa Axis. Para este caso se usa compresión con factor 30, donde este parámetro indica que a menor factor mejor calidad pero mayor tasa de bits, y a mayor factor menor calidad pero menor tasa de bits.

Nombre	Modelo	Núm de cámaras	Ancho de banda (Ver, grab., evento)	Almacenamiento (7 días)
1 <a href="#">Camara</a>	AXIS212PTZ	1	1.2 Mbit/s, 0 bit/s, 0 bit/s	0 byte

Resumen del proyecto: **1.2 Mbit/s** 0 bit/s, 0 bit/s 0 byte

**Cámara** | Almacenamiento | Importar

**Cámara**

Nombre:  Complejidad de imagen:  Modelo de cámara:  N° de canales:

Visualizar

Frecuencia de imágenes:  Imágenes/seg. Resolución:  Tipo de compresión:  Compresión:  Ancho de banda:  Kbit/s

Figura N° 4.10. Resultados de la tasa de bits en MPEG4

Fuente: Axis communications design tool

- Horas de funcionamiento: 17 horas. Tiempo aproximado por día
- Período solicitado: Se analizará la capacidad por mes de 30 días

Aplicando los parámetros anteriores a la fórmula obtenemos como resultado, una cantidad de aproximada de 66 GB por semana y 281 GB por mes de 30 días. Estos resultados son por cada cámara y sin perdida de imagen. Los resultados se pueden corroborar en las siguientes gráficas donde se usó otro calculador para hallar almacenamiento de la empresa Milestone.

### Storage Calculator (MPEG4)

Estimate disk space and bandwidth usage for your Milestone Xprotect installation

Number of cameras:

Bitrate:  Kbit/s

Days to store (archives and current day):

Hours recording per day:

Percentage of time with motion:   
(100% if recording all images)

Disk space:  GB

Bandwidth:  Mbit/s

Figura N° 4.11. Capacidad de almacenamiento en MPEG4 por semana

Fuente: Milestone Networks

### Storage Calculator (MPEG4)

Estimate disk space and bandwidth usage for your Milestone Xprotect installation

Number of cameras:	<input type="text" value="1"/>	
Bitrate:	<input type="text" value="1315"/>	Kbit/s
Days to store (archives and current day):	<input type="text" value="30"/>	
Hours recording per day:	<input type="text" value="17"/>	
Percentage of time with motion: (100% if recording all images)	<input type="text" value="100"/>	
Disk space	<input type="text" value="281.07"/>	GB
Bandwidth	<input type="text" value="1.32"/>	Mbit/s
<input type="button" value="Calculate"/>		

Figura N° 4.12. Capacidad de almacenamiento en MPEG4 por 30 días

Fuente: Milestone Networks

Empleando el formato MJPEG el resultado sería el siguiente. Las fórmulas solo difieren para hallar los MB/hora, luego se sigue las dos últimas como en MPEG.

- Tamaño de la imagen x cuadros por segundo x 3600s = KB por hora / 1000= MB por hora.

### Storage Calculator

Estimate disk space and bandwidth usage for your Milestone Xprotect installation

Number of cameras:	<input type="text" value="1"/>	
Average image size (kilobytes):	<input type="text" value="13"/>	
Image rate (frames per second):	<input type="text" value="24"/>	
Days to store (archives and current day):	<input type="text" value="7"/>	
Hours recording per day:	<input type="text" value="17"/>	
Percentage of time with motion: (100% if recording all images)	<input type="text" value="100"/>	%
Disk space	<input type="text" value="127.47"/>	GB
Images per camera. Note: You need to select XProtect Enterprise, where you can specify multiple number of archivings of the recordings per day.	<input type="text" value="1468800"/>	per day
Bandwidth	<input type="text" value="2.56"/>	Mb/s
<input type="button" value="Clear"/> <input type="button" value="Calculate"/>		

Figura N° 4.13. Capacidad de almacenamiento en MJPEG por semana

Fuente: Milestone Networks

Debemos tener en cuenta que el tamaño de la imagen depende de muchos factores como la compresión y la resolución. Para este último, con una resolución de un CIF (352 píxeles horizontales por 288 píxeles verticales) la imagen tiene un tamaño promedio de 15 KB.

En conclusión, como podemos observar se comprueba que el formato MJPEG necesita almacenar aproximadamente el doble de información que un formato MPEG. En esta parte hemos hallado la capacidad que se necesita por cámara y se concluyó que el MJPEG no es factible para este diseño debido a que ocasionaría un mayor costo de almacenamiento y precisamente eso es lo que se quiere evitar. Cuando se conozca la distribución total de las cámaras se conocerá cuanto es el almacenamiento para el sistema completo.

#### **4.2.4 Distribución de las cámaras**

Los estacionamientos vehiculares cuentan con postes de iluminación, los cuales pueden ser utilizados para instalar las cámaras y de este modo aprovechar dicho espacio. En el centro comercial Jockey Plaza (zona de diseño) existen la cantidad suficiente de postes de iluminación para instalar las cámaras de acuerdo a la distribución, es decir, no se utilizarán todos sino los necesarios.

##### **4.2.4.1 Medidas**

Se muestra, a continuación, las vistas de las zonas de estacionamiento del centro comercial, comenzando con la primera zona la cual tiene exactamente 20,000 m<sup>2</sup> y una capacidad para 1947 vehículos. En la gráfica se observa las medidas y la ubicación de los postes de iluminación, representados con los puntos azules.



Figura N° 4.14. Primera zona: Medidas y distribución de postes

Fuente: Google Earth

La siguiente zona es la que tiene dos niveles y tiene un área de 13,800 m<sup>2</sup> según las medidas de la figura. En esta zona se realizará el diseño para la parte superior mas no para la parte inferior debido a que esta cuenta con un gran número de columnas que obstruirían el campo de visualización.



Figura N° 4.15. Segunda zona: Medidas y distribución de postes

Fuente: Google Earth

La última zona es la ubicada en la zona posterior del centro comercial con capacidad de 898 vehículos y con un área de 24,750 m<sup>2</sup>. Esta zona es diferente a



las dos anteriores, debido que el largo tiene una longitud mayor. Al igual que en los anteriores casos los postes (puntos azules) cubren la zona.

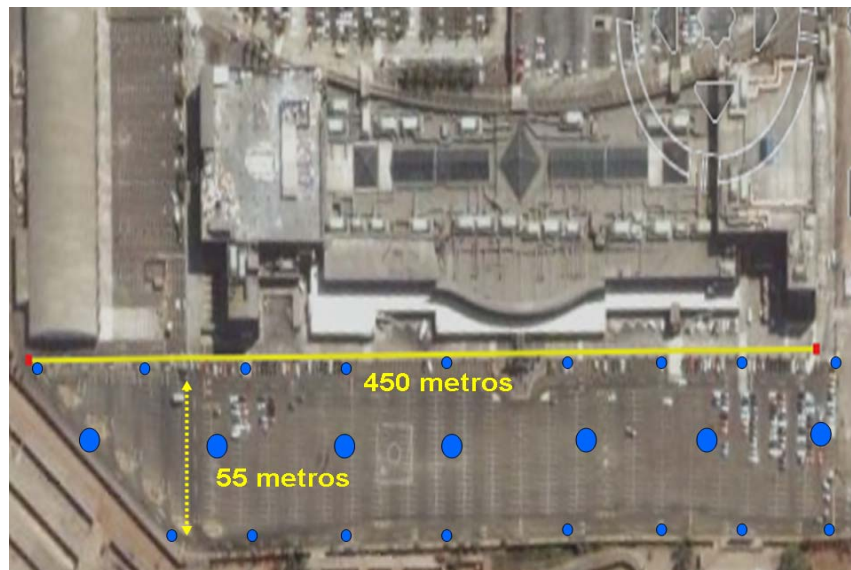


Figura N° 4.16. Tercera zona: Medidas y distribución de postes

Fuente: Google Earth

#### 4.2.4.2 Distribución

Una vez conocidas las medidas, los lugares posibles de instalación y tomando en cuenta los parámetros antes calculados, se establece la distribución de las cámaras. Para la distribución se tendrá en cuenta los resultados antes hallados, como la distancia a la que debe situarse la cámara para detectar una imagen del ancho propuesto. Esta distancia se analizó anteriormente en la sección 4.2.2.4 y el resultado que se obtuvo para reconocer una imagen de ancho 30 metros, fue que la cámara debe estar situada a 50 metros de dicho lugar. Tomando este cálculo podemos distribuir las cámaras como se muestra en las gráficas siguientes, representadas con los puntos de color rojo.



Primera zona:



Figura N° 4.17. Primera zona: Distribución de cámaras

Fuente: Google Earth

Segunda zona:



Figura N° 4.18. Segunda zona: Distribución de cámaras

Fuente: Google Earth

Tercera zona:

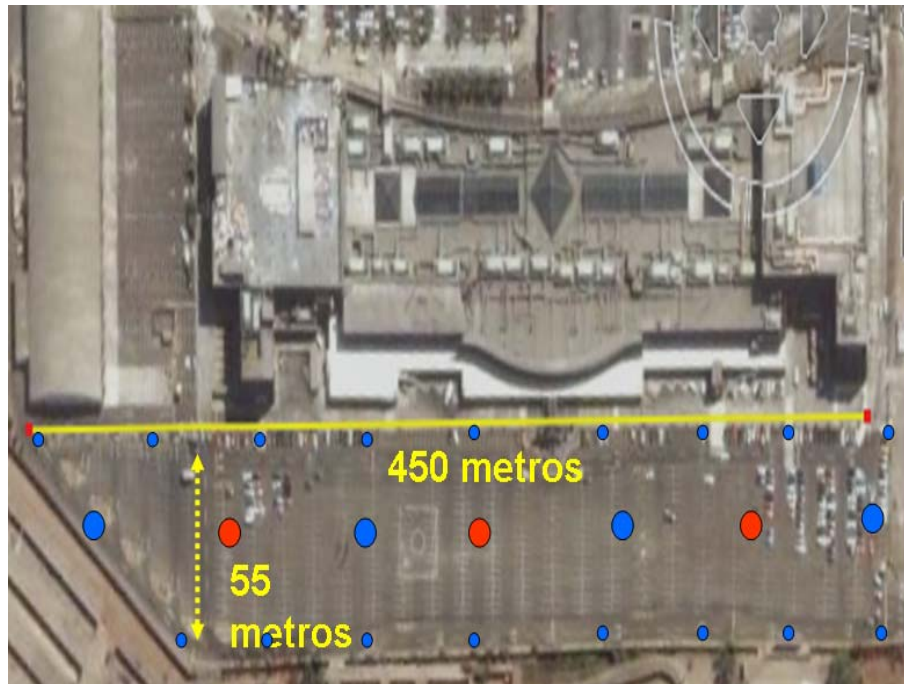


Figura N° 4.19. Tercera zona: Distribución de cámaras

Fuente: Google Earth

#### 4.2.5 Cálculo del ancho de banda

Para calcular el ancho de banda es necesario conocer el número total de cámaras necesarias que se instalarán en el diseño. Una vez conocido el número de cámaras, se utiliza el mismo calculador de Axis que nos permite calcular el ancho de banda consumido. No se tomará en consideración la grabación por eventos debido a que solo se necesita la visualización y la grabación continua. Para el desarrollo de este cálculo se escogerá como modelo la cámara Axis 212 PTZ que nos servirá para realizar los cálculos necesarios del ancho de banda.

Se analizará zona por zona cual es el ancho de banda con el número total de cámaras por zona, y luego se analizará el total de todo el sistema de vigilancia completo, uniendo las tres zonas. Esto lo realizaremos con una herramienta de diseño proporcionada por la empresa Axis. Para utilizar esta herramienta se deben establecer algunos parámetros, indicados a continuación. Para la primera zona, según la distribución (figura N° 4.17), que se realizó anteriormente tenemos un número total de cuatro (4) cámaras.

Nombre	Modelo	Núm de cámaras	Ancho de banda (Ver, grab., evento)	Almacenamiento (7 días)
1 <a href="#">camaras primera zona</a>	AXIS212PTZ	4	5.1 Mbit/s, 1.9 Mbit/s, 0 bit/s	102.1 GB
<b>Resumen del proyecto</b>			<b>5.1 Mbit/s, 1.9 Mbit/s, 0 bit/s</b>	<b>102.1 GB</b>

**Cámara**    [Almacenamiento](#)    [Importar](#)

---

**Cámara**

Nombre:     Complejidad de imagen:     Modelo de cámara:     Nº de canales:

**Visualizar**

Frecuencia de imágenes:  Imágenes/seg.    Resolución:     Tipo de compresión:     Compresión:     Ancho de banda:  Kbit/s

**Grabación continua**

Grabar para:  h    Frecuencia de imágenes:  Imágenes/seg.    Resolución:     Tipo de compresión:     Compresión:     Ancho de banda:  Kbit/s

Figura N° 4.20. Resultados del ancho de banda de la primera zona  
Fuente: Axis communications design tool

La segunda zona tiene tres (3) cámaras distribuidas según la figura N° 4.18:

Nombre	Modelo	Núm de cámaras	Ancho de banda (Ver, grab., evento)	Almacenamiento (7 días)
1 <a href="#">camaras segunda zona</a>	AXIS212PTZ	3	3.8 Mbit/s, 1.4 Mbit/s, 0 bit/s	76.6 GB
<b>Resumen del proyecto</b>			<b>3.8 Mbit/s, 1.4 Mbit/s, 0 bit/s</b>	<b>76.6 GB</b>

**Cámara**    [Almacenamiento](#)    [Importar](#)

---

**Cámara**

Nombre:     Complejidad de imagen:     Modelo de cámara:     Nº de canales:

**Visualizar**

Frecuencia de imágenes:  Imágenes/seg.    Resolución:     Tipo de compresión:     Compresión:     Ancho de banda:  Kbit/s

**Grabación continua**

Grabar para:  h    Frecuencia de imágenes:  Imágenes/seg.    Resolución:     Tipo de compresión:     Compresión:     Ancho de banda:  Kbit/s

Figura N° 4.21. Resultados del ancho de banda de la segunda zona  
Fuente: Axis communications design tool

En la tercera zona están distribuidas tres (3) cámaras según la figura N° 4.19:

Nombre	Modelo	Núm de cámaras	Ancho de banda (Ver, grab., evento)	Almacenamiento (7 días)
1 <a href="#">camaras tercera zona</a>	AXIS212PTZ	3	3.8 Mbit/s, 1.4 Mbit/s, 0 bit/s	76.6 GB
<b>Resumen del proyecto</b>			<b>3.8 Mbit/s, 1.4 Mbit/s, 0 bit/s</b>	<b>76.6 GB</b>

Cámara		Complejidad de imagen	Modelo de cámara	Nº de canales	
Nombre	camaras tercera zona	Intersection	212PTZ	3	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Visualizar</b>					
Frecuencia de imágenes	Resolución	Tipo de compresión	Compresión	Ancho de banda	
24 Imágenes/seg.	640x480	MPEG-4	30	1315 Kbit/s	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Grabación continua</b>					
Grabar para	Frecuencia de imágenes	Resolución	Tipo de compresión	Compresión	Ancho de banda
17 h	24 Imágenes/seg.	704x288 2CII	MPEG-4	50	500 Kbit/s

Figura Nº 4.22. Resultados del ancho de banda de la tercera zona

Fuente: Axis communications design tool

La cantidad de ancho de banda total que soportará en una semana el sistema de vigilancia con todas las cámaras instaladas y, además, la capacidad de almacenamiento total de todas las cámaras de las tres zonas para una semana (7 días) se muestran en la siguiente gráfica.

Nombre	Modelo	Núm de cámaras	Ancho de banda (Ver, grab., evento)	Almacenamiento (7 días)
1 <a href="#">camaras primera zona</a>	AXIS212PTZ	4	5.1 Mbit/s, 1.9 Mbit/s, 0 bit/s	102.1 GB
2 <a href="#">camaras segunda zona</a>	AXIS212PTZ	3	3.8 Mbit/s, 1.4 Mbit/s, 0 bit/s	76.6 GB
3 <a href="#">camaras tercera zona</a>	AXIS212PTZ	3	3.8 Mbit/s, 1.4 Mbit/s, 0 bit/s	76.6 GB
<b>Resumen del proyecto</b>			<b>12.8 Mbit/s, 4.8 Mbit/s, 0 bit/s</b>	<b>255.3 GB</b>

Cámara		Complejidad de imagen	Modelo de cámara	Nº de canales	
Nombre	camaras primera zona	Intersection	212PTZ	4	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Visualizar</b>					
Frecuencia de imágenes	Resolución	Tipo de compresión	Compresión	Ancho de banda	
24 Imágenes/seg.	640x480	MPEG-4	30	1315 Kbit/s	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Grabación continua</b>					
Grabar para	Frecuencia de imágenes	Resolución	Tipo de compresión	Compresión	Ancho de banda
17 h	24 Imágenes/seg.	704x288 2CII	MPEG-4	50	500 Kbit/s

Figura Nº 4.23. Resultados del ancho de banda total del sistema

Fuente: Axis communications design tool

Como se puede observar, con los resultados de los calculadores, se resuelve que la capacidad total del sistema de vigilancia para una semana de trabajo, trabajando 17 horas diarias, es de 255.3 GB. Este resultado es aceptable ya que en el



mercado se pueden encontrar servidores o discos duros que soporten este tipo de almacenamiento.

#### 4.2.6 Propuesta con servidores de video

La segunda propuesta de diseño es en relación a la convergencia que ocurre cuando ya se tiene instalado un sistema de vigilancia con cámaras analógicas. Esta convergencia, como mencionamos en capítulos anteriores, se realiza instalando un equipo que contenga todas las funciones de una cámara de red, complementando la cámara analógica. El equipo que permite esto es el servidor de video, el cual contiene internamente un conversor que transforma la señal analógica a digital, contiene un compresor de imagen al igual que las cámaras de red y un servidor web con interfaz de red.

La diferencia entre las propuestas resulta en que para la primera se deben instalar las cámaras IP de acuerdo a un diseño y se invierte en todos los elementos complementarios para formar un sistema totalmente digital. En cambio, para esta propuesta se debe instalar los servidores adicionalmente a las cámaras analógicas ya situadas, resultando más económico si se compara el costo de cada servidor con el de una cámara de red, y más aún si escogemos servidores que tiene dos o más entradas analógicas permitiendo aminorar la cantidad de servidores de video necesarios.

Estos servidores de video son un paso intermedio para la migración a una red de vigilancia digital, porque permiten ver imágenes digitales de manera remota, o local, y brindar imágenes de mejor calidad que pueden ser almacenadas en discos duros. De este modo, se cumple el objetivo de mejorar la calidad de almacenamiento, debido a que se elimina la necesidad de comprar, cambiar y mantener cintas de video VCR. Además, esta propuesta permite generar las aplicaciones y ventajas de un sistema de vigilancia totalmente digital en un sistema analógico ya implementado, reduciendo el riesgo de degradación de imágenes y proporcionando capacidades de búsqueda rápida y fácil.

La propuesta se realiza si se tiene un sistema analógico existente, como se muestra en la figura, con todos los elementos que lo conforman.

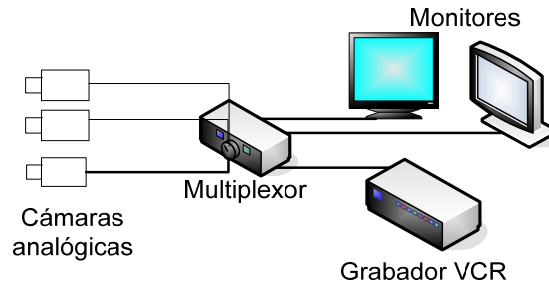


Figura N° 4.24. Elementos de un sistema de vigilancia analógico

Tal como se dijo, los servidores de video se conectan seguidos de las cámaras analógicas para la digitalización de imagen. Además, un solo servidor de video puede conectar uno, dos o cuatro cámaras debido a que según el modelo y la marca los servidores cuentan con este número de entradas analógicas. Como se observa, la conexión entre estos dos elementos sigue siendo analógico (cable coaxial), pero luego del servidor de video se transforma en una red digital.

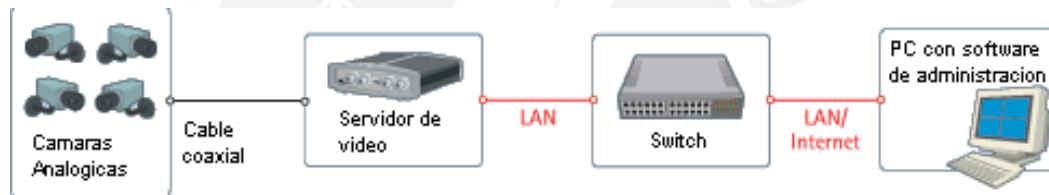


Figura N° 4.25. Elementos de un sistema con servidor de video

Fuente: White Paper IP Surveillance

El servidor escogido para el diseño es de la marca Axis modelo 241QA. A pesar de que existen equipos de este tipo de menor costo, se escogió este modelo por ser compatible con cualquier cámara analógica y la empresa fabricante es líder en el rubro de la convergencia de los sistemas de vigilancia. Asimismo, tiene soporte para cámaras pan/tilt a diferencia de otras marcas que no lo soportan.

### 4.3 Entorno de la red

El entorno de red abarca todo lo referente a la red IP como es el envío de la información, los elementos y los protocolos que utilizan estos elementos. A su vez, se elegirán los elementos que estén acorde con los parámetros de ancho de banda hallados.

La gráfica siguiente muestra como funciona este entorno de red. La información viaja desde las cámaras hacia un switch y se podrá visualizar la grabación de video



en los monitores que estén conectados a él. En segundo lugar, mediante un router la información viaja por Internet pudiendo ser vista y administrada desde cualquier parte del mundo.

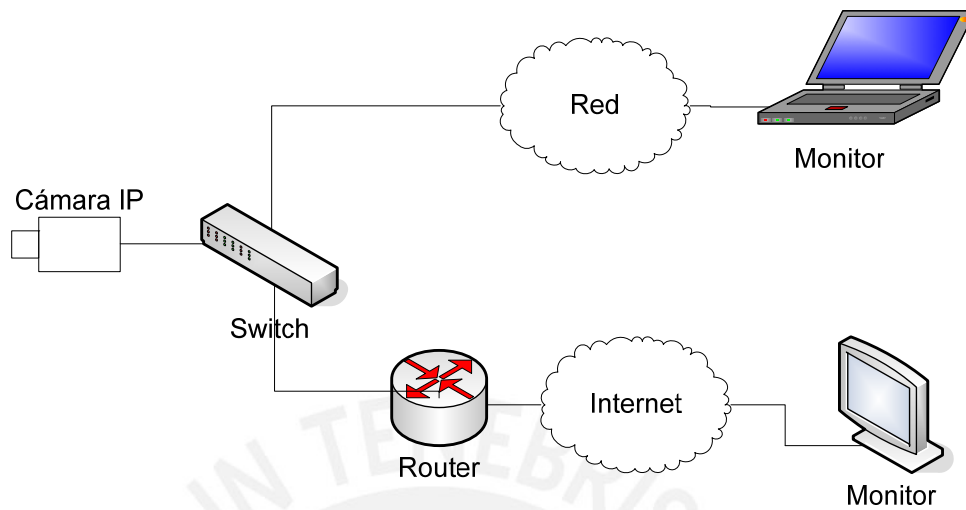


Figura N° 4.26. Elementos para implementar una red IP

#### 4.3.1 Infraestructura de la red

En el mercado existen diversas tecnologías para el desarrollo de una red IP, por lo que para un buen diseño se debe saber escoger entre esta variedad para que el resultado sea un sistema eficiente y rentable. Además, como la funcionalidad de los equipos que conformarán la red IP es importante, se debe tener en cuenta los protocolos que existen en cada uno. Algunos conceptos importantes a considerar cuando se trabaja con el protocolo IP son:

- **Mapeo de dirección:** Existen varios métodos para mapear la dirección IP hacia la dirección de hardware. En este caso, el protocolo ARP (Address Resolution Protocol) se usa en el protocolo TCP/IP, cuya función principal es la de traducir de direcciones IP a direcciones de red física.
- **Enrutamiento:** El enrutamiento o encaminamiento es el proceso de transportar los paquetes IP desde la red de origen hacia la red de destino escogiendo el camino más rápido. Este es un procedimiento importante para la red IP y existen varios protocolos que se podrían utilizar para el diseño.
- **Máxima Unidad de Transferencia (MTU):** El tamaño de la MTU se refiere al tamaño de la trama de datos (bytes) más grande que puede ser enviada por la red hacia el destino. Esto quiere decir, que si un datagrama es menor o igual al MTU entonces este llegará sin fragmentación.

Para el diseño del sistema utilizará el protocolo 802.11g que tiene la ventaja de transmitir desde una distancia mayor a las que transmiten los protocolos 802.11a y b. Además, tiene una velocidad de 54 Mbps trabajando en el modo OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), a comparación del 802.11b que transmite a 11 Mbps en su modo DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), trabajando en la misma frecuencia de 2.4GHz. Cabe resaltar que, el estándar 802.11g también puede trabajar en el modo DSSS pero para el diseño se prefiere el OFDM por las velocidades de transmisión que permite.

#### **4.3.2 Selección de los elementos**

Al igual que para el entorno del sistema, se debe escoger los equipos que cumplan con las especificaciones dadas y halladas para completar el sistema de vigilancia basado en la utilización de la red IP. Entre estos elementos tenemos los puntos de acceso (AP) encargados de transmitir la información de un grupo de cámaras hacia el equipo de distribución, el switch que se encarga de distribuir la información hacia la red, y finalmente el router que se encarga de enrutar la información, por medio de internet, a estaciones de trabajo lejanas.

##### **4.3.2.1 Restricciones de una red inalámbrica**

Para el diseño principalmente se establecerá el aire como medio de transmisión por lo que se deben conocer ciertas condiciones ya que se basa en señales de radio frecuencias.

- Distancia al punto de acceso: En un área al aire libre (exteriores), como se propone como base de diseño, la distancia a la estación base es un factor que afecta el rango y rendimiento de la red. Al trabajar con equipos que trabajan con el estándar 802.11g que transmiten hasta 54 Mbps el rango máximo será de 230 a 350 metros.
- Velocidad de acuerdo a la distancia: Otro parámetro que afecta también al rendimiento es que cuanto más alejado de la estación base menor es la velocidad de transmisión. Por ejemplo, para el estándar 802.11g las velocidades pueden llegar hasta 54 Mbps si se está cercano a la estación y hasta 3 Mbps si se está en el rango de distancia máxima a la estación base.

##### **4.3.2.2 Selección de la cámara de red**

Teniendo en cuenta los resultados y los parámetros antes señalados para las cámaras, la cámara seleccionada es de la marca Dlink modelo DCS-6620G. Este modelo se escogió debido a que cumple con los requisitos para el diseño del

sistema, tales como tipo de compresión dual MJPEG y MPEG-4, tamaño de lente 6mm, con sensor CCD y opera con el estándar 802.11g. Además, se escogió esta marca por ser reconocida en la fabricación de los elementos necesarios para la vigilancia y por el costo menor comparado con otras cámaras que existen en el mercado. Junto con esta cámara se escogió el modelo de carcasa DCS-70 que es compatible con este modelo de cámara y, además, cumple con la certificación IP66 para la protección del ambiente.

Para la elección de este modelo de cámara se comparó con otros modelos de diferentes fabricantes que cumplen los requisitos básicos para el diseño de este sistema, como son la característica de movimiento PTZ y la transmisión inalámbrica según el protocolo 802.11g, los cuales son características similares a la cámara modelo que tomamos como referencia para los cálculos anteriores de ancho de banda y almacenamiento.

Una de las cámaras con la cual se comparó la cámara seleccionada es el modelo PT3124 de Vivotek, el cual cumple con los parámetros calculados que debe tener la cámara a escoger. Sin embargo, la diferencia está en que este modelo utiliza solo un formato de compresión (MPEG 4), que como se explicó anteriormente, puede utilizarse para este diseño por tener ventajas frente al MJPEG, pero se escogió el modelo de Dlink por ofrecer los dos formatos simultáneamente lo cual da mayor calidad de imagen a diferentes tasas de cuadros por segundo. Un punto adicional, es que el modelo PT3124 ofrece un menor rango de visualización PTZ necesario para el diseño según la distribución de las cámaras en las tres zonas que se explicó anteriormente.

Otra cámara que cumple con los requisitos para el diseño es el modelo WVC200 de Linksys, el cual se diferencia del modelo escogido en la tecnología CMOS del sensor que utiliza. Esta tecnología, como se mencionó anteriormente en este capítulo, no es recomendable para este tipo de aplicaciones. Además, este modelo ofrece un zoom digital, necesario para el acercamiento de la imagen sin distorsión, de x2 mientras que el modelo de Dlink ofrece hasta x10 de zoom digital lo cual significa una alta calidad de imagen inclusive en bajas condiciones de visibilidad.

Como se ha visto, existen diferentes modelos que se pueden utilizar para el diseño del sistema de vigilancia, pero el modelo DCS 6620G de Dlink tiene características importantes que mejoran la calidad de la imagen que a su vez mejoran la calidad de

todo el sistema. Una empresa que también es reconocida en los elementos de vigilancia es Axis, la cual tiene diferentes modelos de cámaras pero que no utilizan la transmisión inalámbrica pero la tecnología que utilizan brinda la mayor eficiencia para estas aplicaciones. Este modelo tiene las funciones 'auto - flip' y 'e - flip' desarrolladas por Axis, para no perder la imagen en caso de seguimiento.

#### 4.3.2.3 Selección del servidor

En el mercado existen servidores o discos duros de diferentes fabricantes de diferentes capacidades que están en el orden de los gigabytes, que es lo deseable para estos sistemas que tienen que almacenar gran cantidad de datos. Para la selección del servidor se requiere, principalmente, que sea de la capacidad calculada la cual es de 255 GB, y de características requeridas por las cámaras escogidas para la mejor calidad de imagen. El equipo escogido para esta aplicación puede ser de alguno de los principales fabricantes de servidores como son Hewlett Packard, IBM y Dell, pero también se pueden utilizar computadoras compatibles que cumplan con los requisitos.

Los equipos seleccionados para este diseño son servidores Proliant de Hewlett Packard modelo ML115 G5 con procesador AMD, disco Duro de 250 GB y Memoria RAM de 1 GB requisito de las cámaras D'Link para una óptima visualización del video. Este equipo es encontrado en el mercado peruano lo cual hace más fácil su adquisición evitando gastos de importación y envío, en comparación con las marcas mencionadas anteriormente.

Otros modelos como el Inspiron 530s de la marca Dell, los servidores basados en procesador Intel, AMD o POWER de la marca IBM o una computadora compatible con procesador Intel Core 2 DUO E6550 de 2.33GHz con memoria de 320 GB cumplen con los requerimientos de almacenamiento y tienen los elementos para la mejor visualización del video, sin embargo el costo de envío eleva el costo considerablemente y por esto es preferible el equipo seleccionado que se encuentra en Perú.

Cabe mencionar que los servidores que se tomaron en cuenta para la comparación tienen las mismas características del equipo elegido, excepto por la memoria RAM que es de 2GB DDR2. Asimismo, para el diseño se elegirán 2 unidades debido que el sistema de almacenamiento será redundante tal como se indicó en el capítulo 3, ya que asegurará el almacenamiento en caso de falla de alguno de ellos.

#### 4.3.2.4 Selección del punto de acceso (AP)

El access point (AP) o punto de acceso es la estación que permite la comunicación entre los diferentes dispositivos conectados a la red y puede cumplir la función de puente entre red cableada y red inalámbrica. Este equipo es capaz de recibir información de un grupo de cámaras y retransmitirla a la red, previa configuración del equipo con los SSID (service set identifier) de cada cámara para que puedan ser identificados como parte de la red.

Como se mencionó anteriormente, un punto de acceso al aire libre puede recibir información desde una distancia de 230 metros o más dependiendo si es que no existen obstáculos. Para la elección de los puntos de acceso, además de soportar el protocolo 802.11g para lograr una velocidad de 54 Mbps máxima, se debe tener en cuenta de cuantas cámaras, como máximo, puede recibir información. Para las tres zonas hemos escogido un número de 4, 3 y 3 cámaras, respectivamente, entonces los puntos de acceso que se proponen serán uno por cada zona.

Debido a la lejanía del punto de acceso de la zona 2 (AP2), se pretende utilizar un sistema de distribución inalámbrico (WDS) que permite la interconexión entre los puntos de acceso formando una gran red inalámbrica. De este modo un punto de acceso puede, al mismo tiempo, recoger la información de sus cámaras asignadas y servir como puente de otro punto de acceso para transmitir la información a su destino. Para el caso del diseño, el punto de acceso de la zona 1 (AP1) servirá como puente entre el AP2 y el destino, que es el centro de vigilancia donde se encuentra el router inalámbrico como se muestra, más adelante, en el esquema de simulación de la grafica 4.29.

El punto de acceso seleccionado para el diseño, entre todos los puntos de acceso fabricados para uso en exteriores, es el modelo DWL-2700AP de la marca DLink. Este modelo puede trabajar en los siguientes modos de operación:

- Access Point Point-to-Point Bridging (Puente punto a punto): Crea una red inalámbrica de área local. Conecta de manera inalámbrica dos redes. Este modo provee una solución de costo efectivo cuando las soluciones alámbricas resulta costosas o difíciles de realizar.
- Point-to-Point Multipoint Bridging (Puente multipunto punto a punto): Conecta de manera inalámbrica varias redes. Este modo actúa como concentrador para conectar múltiples redes inalámbricas.



- Wireless Client (Cliente inalámbrico): Provee inmediata conexión para dispositivos ethernet sin necesidad de configuración adicional.
- Repeater (Repetidor): Repite la frecuencia de radio para extender el rango de 2.4 GHz para una red LAN.

Además, este equipo cuenta con la encriptación WPA-2 y el AES (Advanced Encryption Standard) para la seguridad inalámbrica. Otro punto adicional es que la configuración es vía Internet y Telnet, y para redes de mayor dimensión soporta el protocolo SNMP v.3 para la administración de la red y el monitoreo en tiempo real del tráfico de la red vía un software proporcionado por la empresa.

Este modelo se comparó con otros productos de otras marcas como es el caso del modelo WET54G Wireless-G Ethernet Bridge de la marca Linksys. La ventaja del modelo de Linksys es la facilidad de configuración del equipo, posee un excelente rango, es de tamaño pequeño y fácil de instalar. Sin embargo, las desventajas que tiene este equipo comparado con el seleccionado es que la configuración necesita hacerse vía cable, además, es más costoso y esta por debajo del promedio de rendimiento según pruebas hechas a los puntos de acceso mencionados.

El siguiente modelo con el cual se compara es el modelo WG602 de la marca NetGear. Este modelo es de simple configuración, gran eficiencia y tiene la particularidad de poder intercambiar las antenas. Sin embargo, las desventajas están en la necesidad de actualizaciones del firmware (bloques de instrucciones de programa para el funcionamiento del equipo) y que no tiene capacidad de configurar la opción WDS para interconectar dos puntos de acceso.

Un punto importante para la selección del equipo de Dlink fue la existencia de distribuidores de dicha marca en el Perú que facilitan la adquisición del producto y evita el gasto de envío e importación. Para el diseño del sistema, los objetivos principales son que el sistema cuente con equipos eficientes para realizar la comunicación y que con la selección de estos equipos se trate de aminorar los costos lo más posible. Por ejemplo, en el caso del modelo ORINOCO AP-4000MR de la marca Proxim, a pesar de que este equipo cuenta con la última tecnología en lo que se refiere a equipo para redes inalámbricas y sería muy útil para este diseño, el costo es hasta 3 veces el del equipo seleccionado y, además, el equipo se tendría que importar.



#### 4.3.2.5 Selección de switch

La selección de un switch se centra básicamente en el número de puertos necesarios para interconectar todos los elementos del sistema que se conecten a la red IP. En el diseño, la información desde las cámaras se transmitirá hacia los puntos de acceso (access point) y se comunicarán con el router inalámbrico situado en el centro de vigilancia. Sin embargo, una segunda opción también puede ser realizar el diseño con un switch inalámbrico y router inalámbrico por separado, en el caso que ya se tuviera uno de estos dos equipos.

Para esta segunda opción de diseño, la comunicación de los puntos de acceso al switch sería por medio inalámbrico. Estos equipos se pueden encontrar en el mercado en diferentes marcas tales como Dlink, 3Com, Linksys o Cisco. El problema que se presenta en la elección del número de estos elementos, y su ubicación, es que las dos primeras zonas se encuentran una al lado de la otra, pero la tercera se encuentra detrás del local originando que se necesite por lo menos dos switches inalámbricos, uno compartido para las dos primeras zonas y uno para la tercera zona. Esta opción resultaría ser más costosa que la primera solución de utilizar un router inalámbrico, es por este motivo que se propone utilizar un solo router inalámbrico. Debido a que el rango de alcance de los puntos de acceso es suficiente para transmitir la información donde se planea colocar el centro de vigilancia, no habrá problema en la comunicación. En el mercado existen estos equipos fabricados por diferentes marcas, pero se debe encontrar uno que también tenga la opción de funcionar como un switch como se verá en la siguiente sección.

En conclusión, en el caso de este diseño se puede usar tanto un router inalámbrico con función de switch o un router inalámbrico simple junto con un switch inalámbrico. No se escoge un equipo particular de switch en este diseño ya que como primera opción de diseño se utilizará un único router inalámbrico.

#### 4.3.2.6 Selección del router

El router es el equipo encargado de encaminar la información por Internet, por medio del modem, fuera de la red hacia cualquier parte del mundo permitiendo que se pueda visualizar y controlar la información remotamente. Para el diseño, se pueden usar los protocolos más usados actualmente por los fabricantes como el RIP versión 2 y el OSPF versión 2. Los dos protocolos tienen características similares de encaminamiento pero la diferencia es que el OSPF consume menos

ancho de banda el cual debe ser bajo para estos sistemas. Este será un punto a tomar en cuenta para la selección del equipo.

De acuerdo a la selección del router, se elegirá un router inalámbrico de la marca Linksys modelo WRT54GR debido que este equipo sirve tanto como un punto de acceso como router. Este equipo, como mencionamos para la selección de los puntos de acceso, será parte del sistema de distribución inalámbrico que se plantea seguir con los puntos de acceso.

El router seleccionado trabaja sin problemas con protocolos 802.11b y 802.11g, y es fácilmente configurable. Una desventaja es la menor velocidad que tiene en comparación con los routers de Dlink DIR-655 Xtreme N Gigabit y Netgear WPN82, los cuales son ideales cuando se requiere una alta velocidad, sin embargo, este diseño tiene un máximo de 10 cámaras y no congestiona la red, por lo tanto la velocidad del router seleccionado es suficiente. Un punto adicional es que este equipo es de menor costo comparado con las marcas antes mencionadas y de otras como el modelo Belkin Wireless Pre-N Router.

El modelo de Dlink ofrece una mejor eficiencia para rangos cortos y lo último en seguridad inalámbrica, sin embargo una desventaja de este equipo es que es de mayor costo y está diseñado en base a especificaciones inalámbricas aún no bien definidas. Por otro lado, el modelo de Belkin es también fácil de configurar, tiene buen rango de alcance y es rápido; además, incluye software para Windows y para Mac, pero la desventaja está en que es más costoso y necesita de un adaptador MIMO para lograr que funcione completamente.

Por último, el modelo de Netgear es de rápido rendimiento, de largo rango alcance y de diseño compacto; además, tiene siete antenas internas que ayudan a restar las interferencias que pudieran ocurrir por telefonía o por redes cercanas, pero su precio es el doble a un router inalámbrico estándar y según las especificaciones tiene una eficiencia baja si se utiliza con el protocolo 802.11b.

#### **4.3.2.7 Selección equipos adicionales**

Los equipos adicionales pueden ser diversos para un sistema de vigilancia, pero en este caso solo estamos tomando en cuenta los monitores y el teclado o joystick para controlar las cámaras. Para el caso de los monitores se plantea utilizar tres de la marca Samsung de 19" que se situaran en el local de vigilancia. Para la selección

de los monitores se toma en cuenta, básicamente, la garantía de las marcas y el precio debido a que para el caso de los monitores no se necesita características adicionales.

Asimismo, para el caso del teclado/joystick seleccionado es de la marca Axis 295 por ser un equipo que es compatible con los equipos que conforman el sistema y, además, por la garantía de la marca.

#### **4.4 Simulaciones y resultados**

En esta parte se hace uso del programa VideoCAD. Este software permite calcular la distribución de las cámaras y su ángulo de visión, y además, cuenta con herramientas para la elección de los lentes, la altura y el lugar más conveniente de ubicación, siendo estas herramientas necesarias para la simulación de distribución de las cámaras para el diseño. De esta manera se corroborará si se logra cubrir todos los espacios del local.

##### **4.4.1 Esquema de simulación**

Para el esquema de simulación, las cámaras que se utilizarán serán del tipo PTZ (pan, tilt, zoom), es decir, de movimiento horizontal y vertical. Según la distribución, vista anteriormente, habrá cuatro cámaras para la primera zona y tres para la segunda y tercera zona, respectivamente.

Primero definimos la posición de las cámaras y sus parámetros. Al tratarse de un demo del programa VideoCAD los parámetros del lente, tamaño de sensor (1/3") y longitud focal (4mm), se encuentran establecidos y no se puede cambiar el valor. Por tal motivo, se realizará el esquema con estos valores predeterminados que de igual forma son coherentes con los valores comerciales que se mostró anteriormente.

La siguiente gráfica muestra la configuración de la altura, ángulo de visión y rango de cobertura. Esta configuración es la misma para todas las cámaras, y solo varía el valor de la distancia de alcance de acuerdo a cada zona, como se mencionó anteriormente. Se debe tener en cuenta que todas las medidas están dadas en metros.

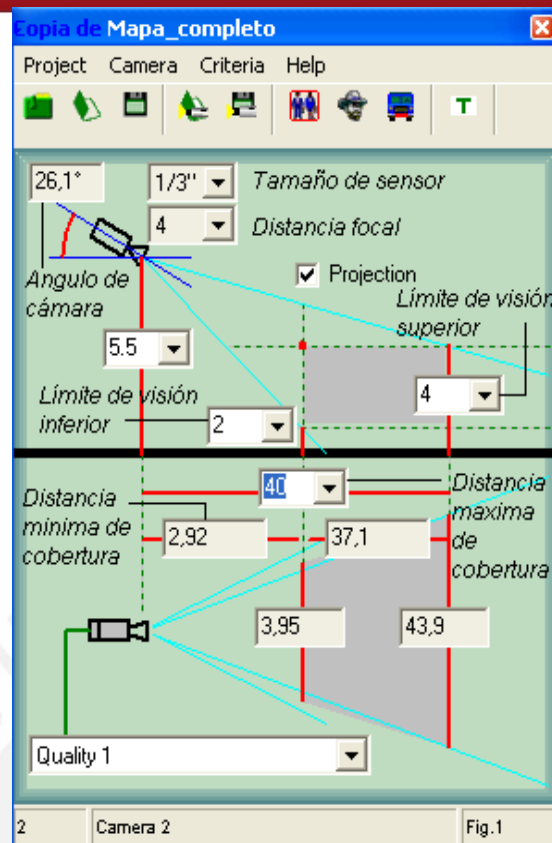


Figura N° 4.27. Configuración de parámetros de la cámara en VideoCAD

La altura donde se sitúan todas las cámaras es de 5.5 metros y pueden ser instalados en los postes de luz antes mencionados en la distribución. De acuerdo a esto, resulta un ángulo de la cámara tal que cumpla con las distancias de cobertura y los límites de altura de visión para poder cubrir la zona.

Además, en la siguiente gráfica se muestra con más detalle cual es la cobertura de visión relacionado con parámetros de calidad de imagen. En esta parte, los parámetros pedidos son la apertura de la cámara, la distancia focal y la distancia del objeto. Con esto se generan las resoluciones y calidad de imagen, mostrados en la gráfica como límites de agudeza. La simulación con estos parámetros se mostrarán más adelante.

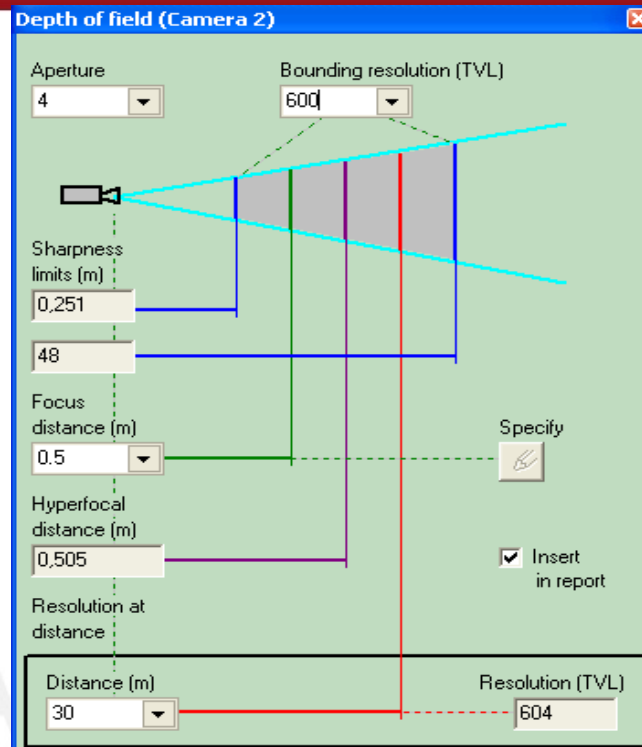


Figura N° 4.28. Relación de parámetros de la cámara con la calidad de la imagen en VideoCAD

Con lo visto anteriormente, el siguiente esquema muestra cual es el alcance de las cámaras con la distribución planteada en la zona de desarrollo. Como se puede observar, en las tres zonas se logra cubrir el área establecida para la vigilancia debido a que al tratarse de un área al aire libre y sin obstáculos el campo de vista es mayor que si se colocaran en interiores. Además, esto permite que la comunicación con los puntos de acceso se pueda hacer desde grandes distancias, debido a que los puntos de acceso, como mencionamos, tiene una amplia cobertura al aire libre. Esto también permite que para el sistema WDS (sistema de distribución inalámbrica) la comunicación sea factible.

En la siguiente gráfica se muestra la distribución y la cobertura de las cámaras, así como también la ubicación y la comunicación de los puntos de acceso con el router y modem. A modo de aclaración, cuando en la gráfica se muestra las notaciones, por ejemplo, de la cámara N° 5 situada en la zona 2 (Camera 5, Camera 5\_1, Camera 5\_2 y Camera 5\_3) esto representa el rango de visualización que tiene la cámara debido a las rotaciones que realiza con el movimiento horizontal del mecanismo PTZ que tiene la cámara.



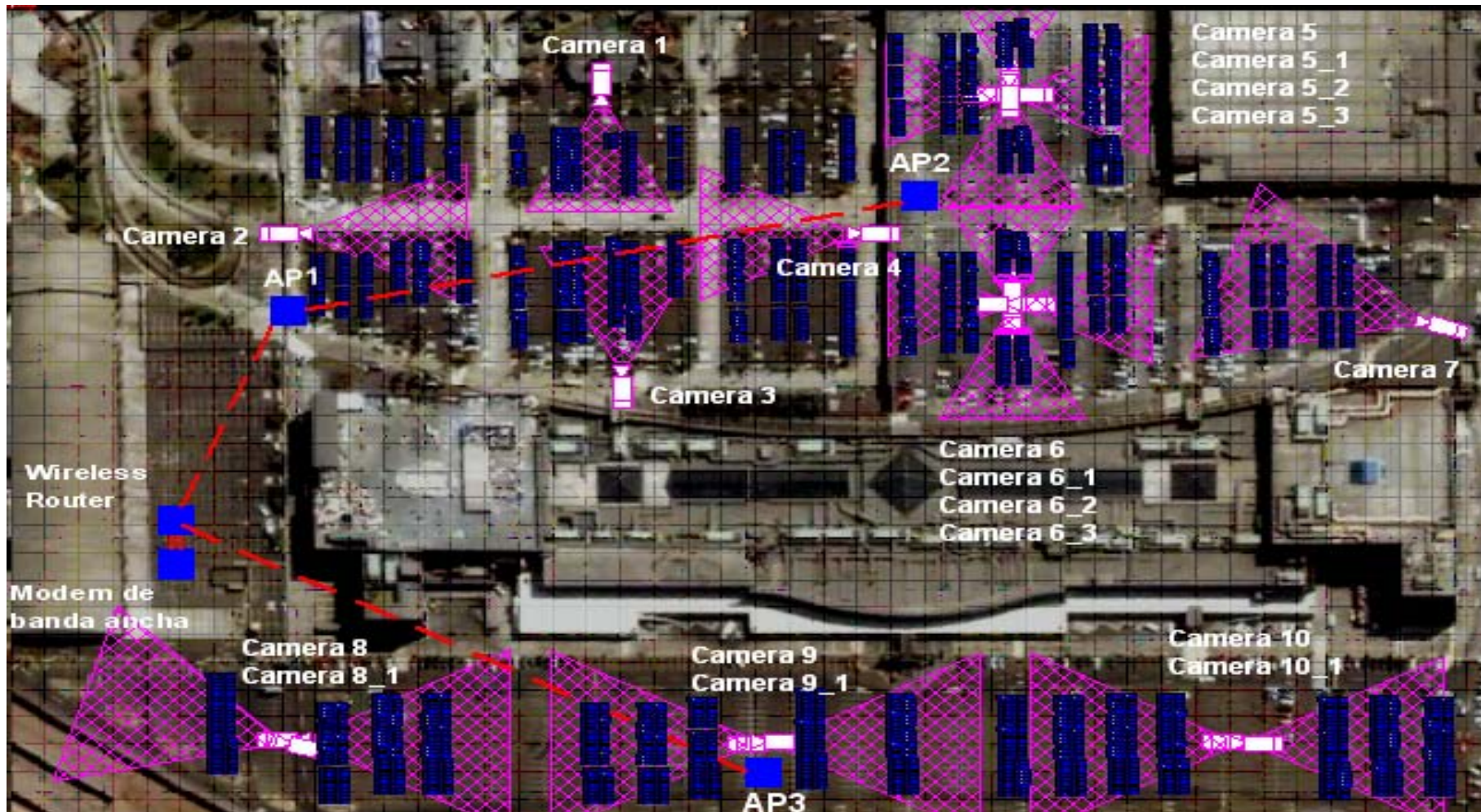


Figura N° 4.29. Esquema de simulación



#### 4.4.2 Simulaciones

Las pruebas, para comprobar el rango de cobertura de las cámaras, se realizan con ayuda de las herramientas de simulación del software VideoCAD. Entre estas herramientas se encuentra la opción de generar el movimiento horizontal/vertical que se propone para cada cámara. Esta rotación de la cámara es la que le hace cubrir toda la zona, a diferencia de la utilización de cámaras fijas que solo cubrirían un área pequeña y, por ende, se necesitarían más cámaras para toda la zona de desarrollo. En las graficas siguientes se muestran las simulaciones para todas las cámaras divididas por zonas.

Para la zona 1 están asignadas las cámaras 1, 2, 3 y 4 como se muestran en el esquema de simulación de la figura 4.29:

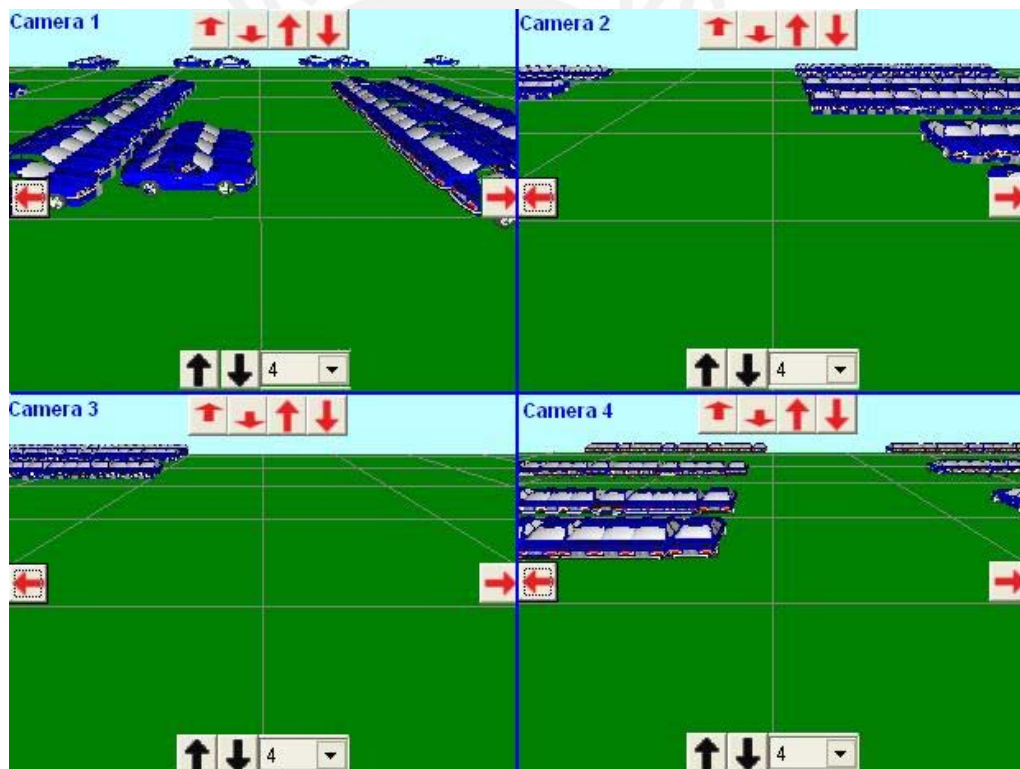


Figura N° 4.30. Simulación para la zona 1

Para la zona 2 están asignadas las cámaras 5, 6 y 7 tal como se muestra en el esquema de simulación de la figura 4.29. Para las cámaras 5 y 6 también se presenta la rotación de 360° de cada una de ellas:

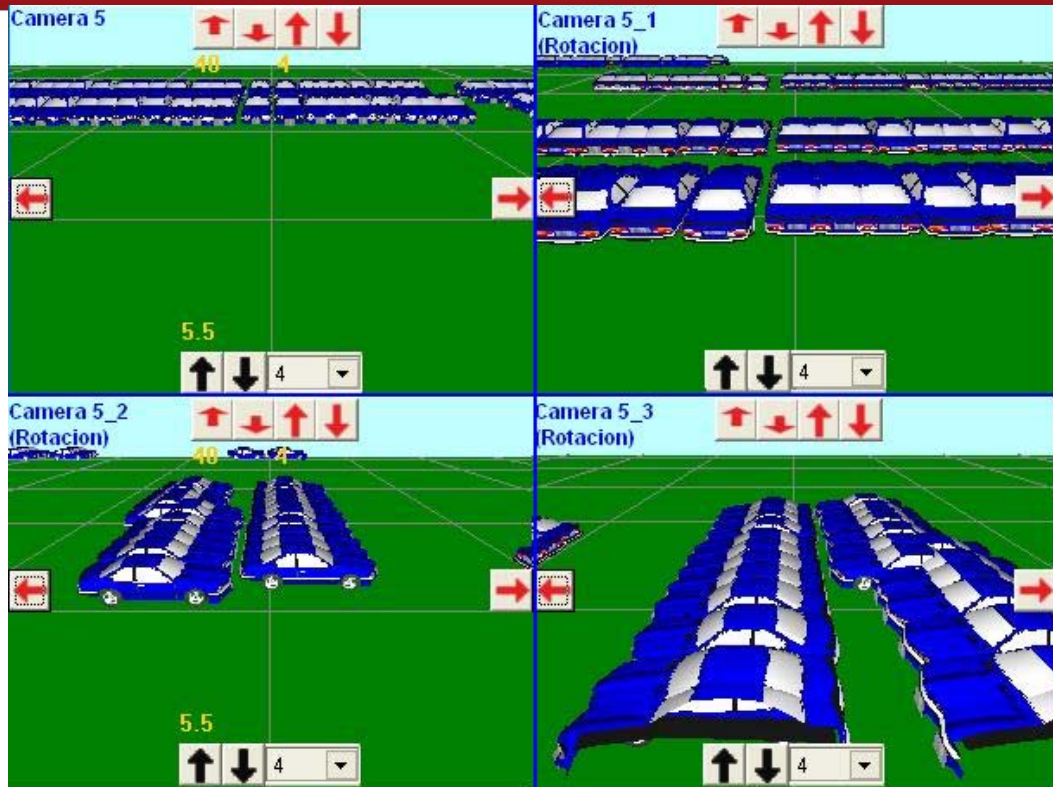


Figura Nº 4.31. Simulación cámara 5 y sus rotaciones para la zona 2

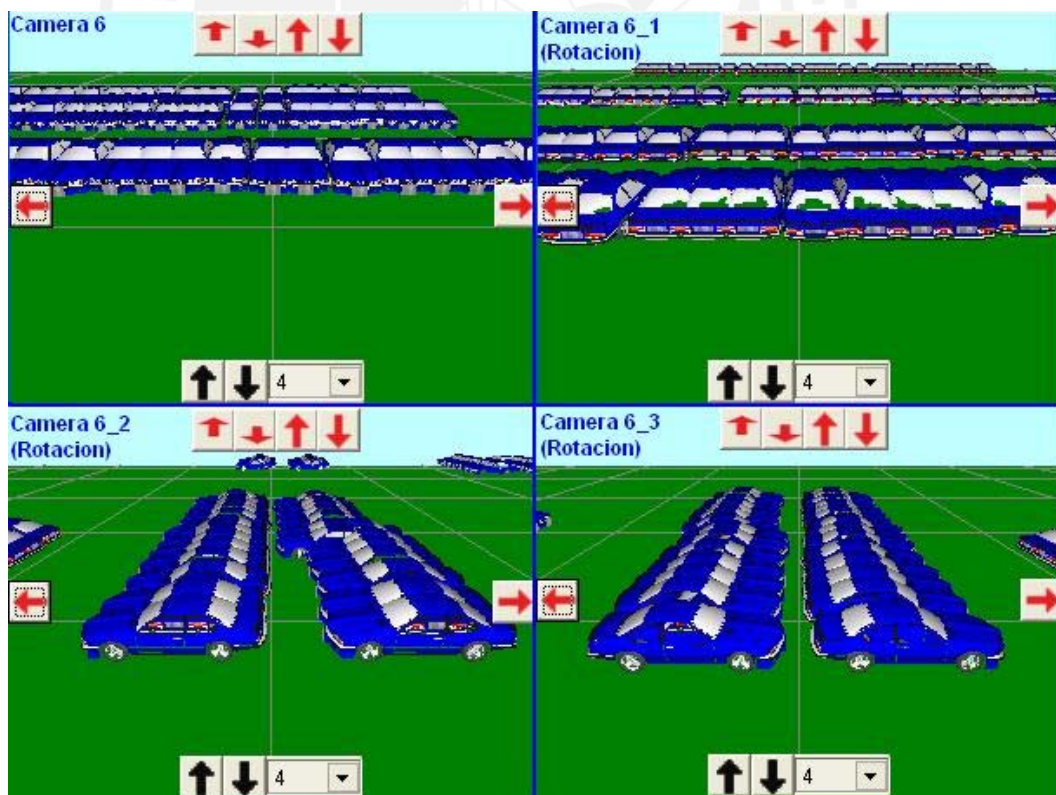


Figura Nº 4.32. Simulación cámara 6 y sus rotaciones para la zona 2





Figura N° 4.33. Simulación cámara 7 para la zona 2

Finalmente, para la zona 3 las cámaras asignadas son la 8, 9 y 10 tal como se muestra en el esquema de simulación de la figura 4.29. Al igual que en la zona anterior, se muestran la rotación de cada una de ellas:

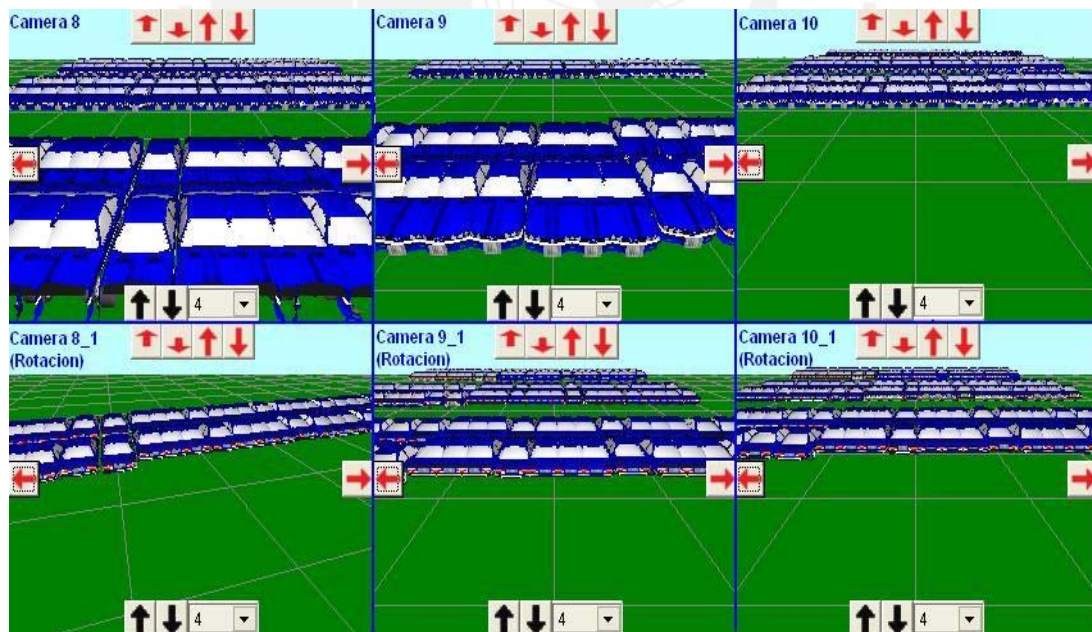


Figura N° 4.34. Simulación de las cámaras 8, 9 y 10 con sus rotaciones para la zona 3

#### 4.5 Presupuesto

En el mercado existen diversos tipos de elementos para instalar un sistema de vigilancia de diferentes fabricantes, con los que podemos contar para la implementación del diseño. En esta sección se realiza un presupuesto con los elementos necesarios para conformar el sistema propuesto, escogiendo entre una gran variedad de fabricantes pero con el cumplimiento de los parámetros antes mencionados. Los precios de estos elementos varían de acuerdo a los circuitos, sensores utilizados, protocolos que pueden soportar, entre otros parámetros.

Cabe resaltar que todos los elementos fueron elegidos de acuerdo a los parámetros y consideraciones señalados en el capítulo 3 y capítulo 4, siendo su principal parámetro el protocolo 802.11g que permitirá la comunicación inalámbrica entre los equipos. Las especificaciones de cada uno de los elementos elegidos se pueden encontrar en la sección de anexos.

Las siguientes tablas muestran el número de cada uno de los elementos necesarios y los precios de los modelos de las empresas dedicadas a fabricar estos elementos tanto para la propuesta de diseño como para la alternativa de utilización de servidores de video.

Equipo	Modelo	Marca	Cantidad
<b>Cámaras IP</b>	DCS-6620G – PTZ wireless 802.11 g	D-Link	10
<b>Carcasa para cámara</b>	DCS-70	D-Link	10
<b>Punto de acceso (AP)</b>	DWL-2700AP	D-Link	3
<b>Servidor</b>	Proliant ML115 G5	Hewlett Packard	2
<b>Wireless router</b>	WRT54GR Wireless-G Broadband Router	Linksys	1
<b>Servidores de video</b>	Axis 241QA	Axis	3
<b>Monitor</b>	18.5" LCD 9335N	Samsung	3
<b>Teclado/Joystick</b>	Axis 295	Axis	3

Tabla N° 4.3. Modelo y cantidad de los equipos del sistema

Equipo	Precio unitario (S/.)	Precio unitario (\$)	Precio total (S/.)	Precio total (\$)
Cámaras IP	2898,9	1017,16	28989	10171,6
Carcasa para cámara	1630,6	572,14	16306	5721,4
Punto de acceso (AP)	1938	680	5814	2040
Servidor	1484	520,7	2968	1041,4
Wireless router	427,5	150	427,5	150
Monitor	450	157,9	1350	473,7
Teclado/Joystick	912	320	2736	960
Costo de Instalación	2000	701,75	4000	1403,6
<b>TOTAL</b>	<b>11741</b>	<b>4119,65</b>	<b>62590,5</b>	<b>21961,7</b>

Tabla N° 4.4. Precios de los equipos del sistema propuesto (los precios incluyen costos de envío).

Equipo	Precio unitario (S/.)	Precio unitario (\$)	Precio total (S/.)	Precio total (\$)
Punto de acceso (AP)	1938	680	5814	2040
Servidor	1484	520,7	2968	1041,4
Wireless router	427,5	150	427,5	150
Servidores de video	2280	800	6840	2400
Monitor	427,5	150	1282,5	450
Teclado/Joystick	912	320	2736	960
Costo de Instalación	2000	701,7	4000	1403,6
Cableado Coaxial (Rollo 350 mts.)	171	60	171	60
Cableado UTP (Rollo 350 mts.)	150	52,6	300	105,3
<b>TOTAL</b>	<b>9790</b>	<b>3435</b>	<b>24539</b>	<b>8610,3</b>

Tabla N° 4.5. Precios de los equipos del sistema con servidores de video (los precios incluyen costos de envío).



## CONCLUSIONES

1. Se cumplió con el objetivo de cubrir toda la zona de vigilancia para el escenario tomado como base para la realización de este diseño. El resultado que se obtuvo es la necesidad de instalar diez (10) cámaras de red distribuidas en las tres zonas para cubrir todo el establecimiento, obtener una buena cobertura y una buena transmisión y recepción de la información.
2. En el caso de la transmisión de la información se obtuvo como resultado la instalación de tres (3) puntos de acceso, uno por zona, y un router inalámbrico que transmitirá la información a través de internet permitiendo el monitoreo remoto. Asimismo, de los tres puntos de acceso propuestos en el diseño, el punto de acceso de la zona 1 se utilizará como equipo de paso (puente) de la información de la zona 2 debido que la distancia es mucho mayor al router. Para esto se utiliza el sistema de distribución inalámbrica WDS que tienen como característica los puntos de acceso escogidos.
3. Con el diseño del sistema de vigilancia, se logró usar equipos con la tecnología de la red IP y de la red inalámbrica conjuntamente, lo cual permitió cubrir completamente la zona de diseño propuesta, de una manera eficiente y moderna. Esto se pudo comprobar con las simulaciones realizadas mediante el programa VideoCAD, con el cual se logra cubrir las tres zonas destinadas para el estacionamiento de la zona propuesta, con una distribución de las cámaras tal que no se encuentren espacios sin vigilancia.
4. Asimismo, se logró el objetivo de evitar la instalación de cableado necesario para estos sistemas al utilizar equipos finales e intermedios inalámbricos. Además, con el sistema inalámbrico se logra una mejor recepción en comparación con el cableado donde ocurren pérdidas en áreas de gran extensión. De la misma forma, el presupuesto logrado al reducir los costos de cableado resulta factible debido a las ventajas que tiene el sistema de vigilancia en contraposición con los sistemas utilizados anteriormente.
5. Se corrobora también, con ayuda de las simulaciones, el resultado de los cálculos de la distancia a la que deben ser ubicadas las cámaras para poder cubrir cada zona, obtenidas el capítulo 4 (figuras 4.7, 4.8 y 4.9).

6. Con la utilización de la red IP y red inalámbrica se facilita el crecimiento del sistema cuando se requiera, debido a su escalabilidad que permite aumentar un equipo nuevo sin la necesidad de otros equipos adicionales, sino solo con la configuración necesaria.
7. Se concluye que el presupuesto para el sistema de vigilancia propuesto, a pesar de ser de un costo mayor a la propuesta económica del sistema analógico, resulta ser beneficioso para un crecimiento del sistema en el futuro, debido que solo se incrementa el gasto en dispositivos finales tales como las cámaras, contrastando con los sistemas actuales que para el crecimiento de una cámara en el sistema adicionalmente se necesitaría más elementos y por ende más costo.
8. Por otro lado se concluye, que los sistemas de vigilancia utilizando la red IP y la red inalámbrica conjuntamente mejoran la calidad del servicio que un sistema analógico o un sistema DVR en aspectos como la calidad de imagen al utilizarse cámaras de red digitales, en el almacenamiento al usar servidores en contraste con las cintas de video, y en el medio de transmisión inalámbrico que facilita la instalación y elimina el costo de cableado.
9. Finalmente, con los equipos propuestos en este tema de estudio, utilizando una red ampliamente difundida, se logra la implementación de un sistema moderno y factible de ser monitoreado a distancia. Es decir, se garantiza un medio de acceso seguro y los equipos pueden ser maniobrados y configurados desde cualquier parte del mundo, teniendo la autorización de la empresa.

## OBSERVACIONES

1. Debido a que los sistemas de vigilancia actualmente son muy requeridos para cualquier ambiente donde se requiera seguridad, es importante ofrecer un sistema eficiente que resuelva los problemas de los sistemas anteriores y actuales.
2. Tras el estudio realizado en lugares donde se encuentran estacionamientos vehiculares de gran extensión, incluida la zona del C.C. Jockey Plaza, se observó que en la mayoría existen equipos de vigilancia implementados y en funcionamiento pero que no se encuentran bien distribuidos, por lo cual no cubren toda la zona.
3. El comportamiento de la transmisión inalámbrica depende fundamentalmente del ambiente donde se implemente. Para zonas de estacionamiento el ambiente es el aire libre donde los factores determinantes del buen funcionamiento son la interferencia, distancia entre elementos de emisión y recepción de la información, y las velocidades de transmisión.
4. Como se mencionó en el presente documento, este sistema puede ser utilizado para cualquier otra aplicación, inclusive en interiores; por lo que se debe tener en cuenta otros factores para la propagación, como los obstáculos presentes y la reflexión, que impedirían la recepción de la información al destino final.
5. Los servidores de video proveen la conversión de un sistema totalmente analógico, o parcialmente digital, a un sistema digital de una manera fácil de instalación. Esta alternativa resulta rentable para lugares donde ya se tiene instalado un sistema analógico y se desea migrar a un sistema de transmisión digital.

## RECOMENDACIONES

1. Para que las simulaciones de distribución y rango de cobertura de las cámaras resulten correctas y aproximadas a la realidad, en el programa de simulación VideoCAD se debe colocar un plano de la zona de desarrollo a escala, de otro modo se producirían resultados falsos y el diseño sería erróneo.
2. Antes de realizar el diseño para la zona de desarrollo se debe hacer un estudio sobre los lugares donde se pueden instalar las cámaras. En este caso fueron los postes de luz ya instalados en la zona, pero pueden haber otros lugares o superficies donde se pueden ubicar. Luego, se debe proceder a realizar la distribución de las cámaras.
3. Para una buena calidad de la imagen en la monitorización del sistema la selección de los equipos es muy importante. Frente a la variedad de elementos de diferentes fabricantes, la selección debe ser tal que cada uno cumpla con los parámetros, consideraciones planteadas y compatibilidad.
4. Además, de las pruebas con simuladores que permiten tener una noción de cómo actuaría en la realidad el sistema, se debe realizar pruebas físicas para probar los elementos como pruebas de tráfico, para comprobar si el sistema soporta el ancho de banda de todas las cámaras en conjunto, y pruebas para la transmisión inalámbrica. Con respecto a este último, los resultados teóricos varían una vez implementados a causa de los factores antes expuestos en este documento como son las interferencias que podrían ocasionar un rango de cobertura menor al hallado teóricamente, entre otros.

**FUENTES**

- [1] CHEE, Brian y RIST, Oliver  
2005 Digital Security Sentries  
pp. 38 - 41
- [2] JEW, Rebecca y WALLACE, Jay  
2005 Remote Surveillance from the ground up  
pp. 36 - 42
- [3] WOLF, Lars C.  
1999 Electronic Networking Applications and Policy  
pp. 49 – 57
- [4] WHITE PAPER – AXIS COMMUNICATIONS  
<http://www.axis.com/es/documentacion/Las%20redes%20IP.pdf>
- [5] EMPRESA DE NETWORKING DLINK  
[www.dlink.com/press/pr/?prid=245](http://www.dlink.com/press/pr/?prid=245)
- [6] WHITE PAPER – AXIS COMMUNICATIONS  
[www.axis.com/es/documentacion/Vigilancia%20IP%20Inalambrica.pdf](http://www.axis.com/es/documentacion/Vigilancia%20IP%20Inalambrica.pdf)
- [7] INGENIERIA DE SISTEMAS, REDES Y COMUNICACIONES RALCO NETWORKS  
[www.ralco-networks.com/noticias/torino.htm](http://www.ralco-networks.com/noticias/torino.htm)
- [8] WHITE PAPER- SIEMON  
[http://www.siemon.com/es/white\\_papers/SD-03-08-CCTV.asp](http://www.siemon.com/es/white_papers/SD-03-08-CCTV.asp)



- [9] INGENIERIA DE SISTEMAS, REDES Y COMUNICACIONES RALCO NETWORKS  
<http://www.ralco-networks.com/pdf/indigovision.pdf>
- [10] REVISTA DE TECNOLOGIAS DE INFORMACION - GERENCIA  
[www.emb.cl/gerencia/articulo.mv?sec=3&num=203&mag=1&wmag=45](http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mv?sec=3&num=203&mag=1&wmag=45)
- [11] WHITE PAPER – AXIS COMMUNICATIONS  
[www.axis.com/es/documentacion/Del%20CCTV%20analogico%20a%20la%20Vigilancia%20IP.pdf](http://www.axis.com/es/documentacion/Del%20CCTV%20analogico%20a%20la%20Vigilancia%20IP.pdf)
- [12] PÁGINA OFICIAL DE ASLAN  
<http://www.aslan.es/boletin18/ralco.shtml>
- [13] INGENIERIA DE SISTEMAS, REDES Y COMUNICACIONES RALCO NETWORKS  
<http://www.ralco-networks.com/pdf/indigovision.pdf>
- [14] PÁGINA OFICIAL DE VIDEO DEVELOPMENT INITIATIVE  
[http://www.videnet.gatech.edu/cookbook.es/list\\_page.php?topic=3&url=jpeg.htm&level=1&sequence=4&name=JPEG%20en%20movimiento%20MJPEG](http://www.videnet.gatech.edu/cookbook.es/list_page.php?topic=3&url=jpeg.htm&level=1&sequence=4&name=JPEG%20en%20movimiento%20MJPEG)
- [15] PÁGINA OFICIAL DEL ESTANDAR H.261  
<http://www.h261.com/>
- [16] PÁGINA OFICIAL DE EMPRESA DE SISTEMAS DE SEGURIDAD SEKIGUCHI  
<http://www.sekiguchi.com.mx/conozca-2.htm>
- [17] PÁGINA OFICIAL DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALA - ESPAÑA  
<http://www.depeca.uah.es/wwwnueva/docencia/ING-TELECO/proyectos/trabajos/grupo3/doc.htm>
- [18] PÁGINA DE PRODUCTOS - AXIS COMMUNICATIONS  
[http://www.axis.com/axissp/servidor\\_de\\_v\\_EDdeo\\_ip.htm](http://www.axis.com/axissp/servidor_de_v_EDdeo_ip.htm)

- [19] WHITE PAPER – AXIS COMMUNICATIONS  
<http://www.axis.com/es/documentacion/Las%20redes%20IP.pdf>
- [20] PROTOCOLOS DE COMUNICACION  
<http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/ip.html>
- [21] PÁGINA OFICIAL DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALA – ESPAÑA  
<http://www.depeca.uah.es/personal/mocana/Tesis/tesis.pdf>
- [22] PÁGINA DE FABRICANTES DE CÁMARAS DE RED  
<http://www.ipcamerareports.com/ip-camera-manufacturers/default.view>
- [23] PÁGINA OFICIAL DE SECURITY TECHNOLOGY  
<http://www.securityinfowatch.com>
- [24] PÁGINA OFICIAL DE DLINK LATINOAMERICA  
<http://www.dlinkla.com>
- [25] PÁGINA OFICIAL DE LINKSYS  
<http://www.linksys.com>
- [26] PÁGINA DE PRODUCTOS DELL  
<http://www1.la.dell.com/content/products/compare.aspx/sc?c=pe&cs=pebsdt1&l=es&s=bsd#tn1>
- [27] PÁGINA OFICIAL DE SISTEMAS DE VIGILANCIA BOXER  
<http://www.boxer.com.pe/cctv.php>