

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA REMOTA
EN TERMINALES MOVILES UTILIZANDO TECNOLOGÍA WAP Y
VIDEO STREAMING PARA VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES”**

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS TECNOLÓGICOS**

Presentado por:

DAVID EDUARDO ALAVA VÉLEZ

JORGE LUIS GÓMEZ RODRIGUEZ

MARIO HERNÁN CAISAPANTA ARAGONÉS

GUAYAQUIL - ECUADOR

2008

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a Dios por habernos dado la fortaleza para emprender este proyecto y por habernos permitido contar con el apoyo de personas muy importantes para el desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

A nuestros inigualables padres.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

.....
ING. GUSTAVO BERMÚDEZ
Decano de la FIEC

.....
MSC. FRANCISCO NOVILLO
Director de Tesis

.....
MSC. REBECA ESTRADA
Miembro del Tribunal

.....
MSC. JUAN CARLOS AVILÉS
Miembro del Tribunal

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

.....
DAVID ALAVA VÉLEZ

.....
MARIO CAISAPANTA ARAGONÉS

.....
JORGE GÓMEZ RODRIGUEZ

RESUMEN

Actualmente la inseguridad en las grandes ciudades como Guayaquil ha llegado a límites tan altos que obligan a los ciudadanos a tomar medidas adicionales para garantizar la seguridad de las personas queridas o de sus bienes; tales como sistemas de alarma, sistemas de control, o dispositivos de rastreo que requieren un monitoreo continuo para conocer el estado del objetivo vigilado.

El presente proyecto de tesis “Implementación de un sistema de vigilancia remota en terminales móviles utilizando WAP y video streaming para visualización de imágenes”, forma parte de uno de los proyectos en desarrollo del tópico “Desarrollo de Aplicaciones para Telefonía Móvil”; y

propone una solución dentro del campo de la seguridad con una ventaja competitiva sobre la mayoría de sistemas actuales: *movilidad*.

El objetivo principal del sistema es visualizar imágenes de un *objetivo remoto*¹ en tiempo real, en dispositivos móviles eliminando la dependencia de un usuario en sitio, para conocer el estado del objetivo que se está vigilando.

Para cumplir con este objetivo se plantea como infraestructura tecnológica un servidor de video streaming², que presenta las imágenes captadas por las múltiples cámaras de vigilancia que puede poseer un cliente, y que luego son accedidas vía GSM / GPRS³ (Global System for Mobile communications / General Packet Radio Service) a través del acceso restringido a un sitio WAP (Wireless Application Protocol).

En el desarrollo de este proyecto se incursionan en varios aspectos como:

- El impacto social del uso de dispositivos de vigilancia con cámaras que pueden ser vistas desde cualquier parte y en cualquier momento.
- El impacto social y económico al fomentar el uso de dispositivos móviles con funcionalidades de tercera generación.

¹ Se refiere a la persona, lugar u objeto que se desea vigilar.

² Es una tecnología sobre demanda para la distribución de contenido multimedia a través de Internet

³ Tecnologías de acceso a datos móviles vigentes en nuestro país

En el primer capítulo se describe la forma en que los problemas de seguridad existentes son mitigados con diferentes alternativas de vigilancia, y se propone una alternativa justificada de un sistema de vigilancia remota, mencionando los impactos y beneficios que trae consigo esta solución. Adicionalmente se presentan los objetivos generales de una solución de vigilancia remota y los objetivos específicos de la solución propuesta. Durante el segundo capítulo se especifica el fundamento teórico de las tecnologías involucradas en este proyecto de tesis, para de esta forma realizar en el tercer capítulo un análisis de los diferentes aspectos tecnológicos, económicos y de mercado, de la solución con el fin de justificar la mejor alternativa para la implementación de la solución propuesta. Ya en el cuarto capítulo, se incluye el detalle de la estructura de cada uno de los módulos del sistema y en el capítulo siguiente se detalla los pasos de implementación y desarrollo de los módulos detallados. En el sexto capítulo se incluye un breve plan de negocios, que contiene el análisis del mercado, los competidores y los costos de implementación de una empresa a fin de comercializar como producto este proyecto de tesis. Por último se incluyen las conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN -----	VII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS -----	XII
ÍNDICE DE FIGURAS -----	XV
ÍNDICE DE TABLAS -----	XVII
CAPITULO I: ANTECEDENTES	
1.1. Identificación del problema -----	2
1.2. Alternativas de solución -----	3
1.3. Objetivos del Proyecto -----	4
1.4. Resumen del proyecto -----	5
1.5. Justificación del proyecto -----	7
1.6. Impactos del proyecto -----	8
1.6.1. Impactos sociales -----	9
1.6.2. Impacto económico -----	9
1.6.3. Impacto tecnológico -----	10
CAPITULO II: TEORÍA	
2.1. Tecnologías móviles: GSM, GPRS -----	12
2.2. HTML y WAP -----	20
2.3. Tecnología de video streaming -----	27
CAPITULO III: ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	
3.1. Análisis técnico -----	49
3.2. Análisis económico -----	62
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	
4.1. Alcance de la solución -----	67
4.2. Diagrama de bloques de los módulos -----	68
4.2.1. Módulo de captura de video -----	71
4.2.2. Módulo de publicación del video en tiempo real -----	72
4.2.3. Módulo de acceso al sistema -----	75
4.2.4. Módulo de administración de usuarios del sistema -----	78
CAPITULO V: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	
5.1. Implementación de encoder para captura de video -----	81
5.2. Implementación de servidor de streaming -----	83
5.3. Desarrollo de portal Wap para acceso al sistema -----	84
5.4. Desarrollo de portal Web para acceso al sistema -----	90

administrativo -----	
5.5. Desarrollo del módulo de administración de usuarios del sistema -----	91

CAPITULO VI: PLAN DE NEGOCIOS

6.1. Análisis de mercado -----	95
6.2. Competidores -----	96
6.3. Mercado Potencial -----	99
6.4. Costos de implementación -----	103
6.5. Recursos Necesarios -----	106
6.6. Esquema de comercialización del producto -----	108
6.7. Análisis Financiero -----	109

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

2G	Segunda Generación de tecnología de telefonía inalámbrica
2.5G	2G con conmutación de paquetes
3G	Tercera Generación de tecnología de telefonía inalámbrica
3GPP	3rd Generation Partnership Project
3GP	Formato Multimedia definido por 3GPP
AMPS	Advanced Mobile Phone System
API	Application Program Interface
APSL	Apple Public Source License
AVC	Advanced Vídeo Coding
ASF	Advanced Systems Format
CDMA	Code Division Multiple Access
DRM	Digital Rights Management
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EGPRS	Enhanced GPRS
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EV-DO	Evolution-Data Optimized
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FLV	Flash Video
FTP	File Transfer Protocol
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications

HDSPA	High-Speed Downlink Packet Access
HSPA	High-Speed Packet Access
HSPA+	Evolved HSPA
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	HTTP Secure
IEC	International Electrotechnical Commission
IETF	Internet Engineering Task Force
IIS	Internet Information Server
IMT-2000	International Mobile Telecommunications-2000
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
MMS	Microsoft Media Server Protocol
MPEG	Moving Picture Experts Group
MTP	Media Transfer Protocol
NAT	Network Address Translation
NMT	Nordic Mobile Telephony
NTT-MTS	Nippon Telegraph & Telephone Co – Mobile Telephone System
OMA	Open Mobile Alliance
OSI	Open Systems Interconnection Basic Reference Model
PHP	PHP Hypertext Pre-processor
QoS	Quality of Service
RCSL	RealNetworks Community Source License
RDT	Real Data Transport
RFC	Request for Comments
RPSL	RealNetworks Public Source License
RTP	Real-time Transport Protocol
RTCP	Real-time Control Protocol
RTMP	Real-time Messaging Protocol
RTSP	Real-time Streaming Protocol
SDP	Session Descriptor Protocol
SGML	Standard Generalized Markup Language
SMS	Short Message System
SRTCP	Secure Real-time Control Protocol
SRTP	Secure Real-time Transport Protocol
SSL	Secure Socket Layer
SVCD	Super video Compact Disc
TACS	Total Access Communications System
TCP	Transmission Control Protocol
TDD	Time Division Duplex

TD-SCDMA	Time Division Synchronous CDMA
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URL	Uniform Resource Locator
VCD	Compact Disc Digital Video
VCEG	Video Coding Experts Group
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WAP	Wireless Application Protocol
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WMA	Windows Media Audio
WML	Wireless Markup Language
WMM	Wi-Fi Multimedia
WMV	Windows Media Video
WWW	World Wide Web
XHTML	eXtensible HyperText Markup Language
XML	eXtensible Markup Language

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1	Diagrama general de la solución propuesta ----- 6
Figura 2.1	Capas del modelo WAP ----- 25
Figura 4.1	Diagrama de bloques de la solución propuesta ----- 69
Figura 4.2	Interacción de los módulos de la solución ----- 70
Figura 4.3	Visualización de imagen capturada por la cámara de red 73
Figura 4.4	Visualización de imagen en un dispositivo móvil ----- 74
Figura 4.5	Visualización de imagen en un dispositivo móvil (acercamiento) ----- 74
Figura 4.6	Pantalla de acceso al sistema ----- 76
Figura 4.7	Pantalla con los vínculos a las cámaras del cliente ----- 76
Figura 4.8	Pantalla para recuperación de contraseña ----- 77
Figura 5.1	Configuración de múltiples cámaras de red usando NAT 82
Figura 6.1	Resultados de encuesta acerca de dispositivo móvil ----- 101
Figura 6.2	Resultados de encuesta acerca de Internet Banda Ancha ----- 101
Figura 6.3	Resultados de encuesta acerca de aceptación de sistema de vigilancia remota ----- 102
Figura B.1	Pantalla de bienvenida al sistema
Figura B.2	Pantalla de acceso al sistema
Figura B.3	Pantalla con los vínculos a las cámaras del cliente
Figura B.4	Pantalla para recuperación de contraseña
Figura C.1	Ingreso al módulo de administración

Figura C.2	Pantalla de creación de usuarios
Figura C.3	Pantalla de modificación de usuarios
Figura C.4	Pantalla de consulta de usuarios
Figura C.5	Pantalla de eliminación de usuarios
Figura C.6	Pantalla de creación de cámaras
Figura C.7	Pantalla de consulta de cámaras
Figura C.8	Pantalla de eliminación de cámaras
Figura C.9	Pantalla de cambio de contraseña de administradores
Figura D.1	Pantalla de configuración inicial de la cámara DCS-2120
Figura D.2	Pantalla de configuración de las opciones de red de la cámara DCS-2120
Figura D.3	Pantalla de configuración de audio y video de la cámara DCS-2120
Figura F.1	Mapa del sitio WAP de accesos al sistema
Figura G.1	Mapa del sitio WEB para administración de usuarios
Figura H.1	Detalle de la base de datos de usuarios y cámaras

ÍNDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 3.1	Resumen de diferencias entre webcam y cámara de red	50
Tabla 3.2	Características técnicas de cámaras de red -----	51
Tabla 3.3	Características técnicas de los servidores de streaming	53
Tabla 3.4	Lista de algunos dispositivos móviles comunes que soportan la funcionalidad del sistema -----	55
Tabla 3.5	Resultados de pruebas en redes móviles actuales en un lugar abierto -----	57
Tabla 3.6	Resultados de pruebas en redes móviles actuales en un lugar cerrado -----	57
Tabla 3.7	Resumen de las implementaciones de seguridad -----	61
Tabla 3.8	Opciones económicas de cámaras de red -----	62
Tabla 3.9	Resumen de los elementos y costos escogidos para la implementación del proyecto -----	64
Tabla 6.1	Resultados de la encuesta de mercado -----	100
Tabla 6.2	Resumen de los costos de arranque del negocio -----	105
Tabla 6.3	Resumen de proyección de ventas, *Clientes activos	110
Tabla 6.4	Resumen de Estado de Resultados	111
Tabla A.1	Valores teóricos de velocidad de transmisión	
Tabla A.2	Características técnicas de Nokia 6235	
Tabla A.3	Características técnicas de Sony Ericsson P910	
Tabla A.4	Configuraciones recomendadas para la ejecución de video streaming en dispositivos móviles	

Tabla A.5	Resultados de pruebas de transmisión de un video de 160x120 pixeles en redes móviles actuales en un lugar abierto
Tabla A.6	Resultados de pruebas de transmisión de un video de 160x120 pixeles en redes móviles actuales en un lugar cerrado
Tabla A.7	Resultados de pruebas de transmisión de un video de 176x144 pixeles en redes móviles actuales en un lugar abierto
Tabla A.8	Resultados de pruebas de transmisión de un video de 176x144 pixeles en redes móviles actuales en un lugar cerrado
Tabla H.1	Descripción de la tabla de usuarios
Tabla H.2	Descripción de la tabla de cámaras

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describe la forma en que los problemas de seguridad existentes son mitigados con diferentes alternativas de vigilancia, y se propone una opción justificada a los sistemas tradicionales, mencionando los impactos y beneficios que trae consigo esta solución. Adicionalmente se presentan los objetivos generales y específicos de la solución propuesta en este proyecto de tesis.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la violencia, la delincuencia y la inseguridad ciudadana, se han constituido en unas de las mayores preocupaciones de las personas en nuestras ciudades. Los altos índices de estos factores de riesgo, a pesar del esfuerzo que hacen las autoridades por frenarlas, afectan tanto a la propiedad e integridad física de personas naturales en sus hogares, como a las empresas.

Problemas como hurtos o desapariciones de productos en bodegas, abusos por violencia o vandalismo en contra de la propiedad privada, o los llamados abusos silenciosos, de los que son víctimas niños pequeños, hijos de parejas donde ambos padres trabajan, o las personas mayores de edad que por alguna condición de salud necesitan los servicios especiales de una persona para cuidarlos, son problemas con un alto nivel de crecimiento en nuestros días.

Por estos y otros problemas de seguridad, se han multiplicado las opciones disponibles para tratar de mitigar y de alguna forma prevenir el alto riesgo que implica la inseguridad existente.

1.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Al momento están disponibles en el mercado diversas alternativas de solución que ayudan a mitigar el problema de seguridad existente. La vigilancia tradicional con personal en sitio que realiza las funciones de guardia de seguridad es una de las opciones más usadas en la actualidad, sin embargo existen otras opciones que pueden ser sustitutas o complementarias, tales como circuitos cerrados de video, alarmas electrónicas con respuesta de personal de seguridad motorizado, entre otras.

La idea de este trabajo es proveer una nueva alternativa de vigilancia remota, que esté al alcance tanto de personas naturales como para el sector empresarial, utilizando dispositivos móviles en conjunto con las tecnologías ya disponibles en nuestro medio. Esta solución se diferencia de las demás por incluir un ingrediente muy particular y sumamente funcional: "la movilidad". Y para lograrlo se utilizarán las redes de Internet y las redes de transmisión de datos móviles de las operadoras celulares.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo general desarrollar una solución tecnológica de vigilancia remota que permita la visualización de imágenes en tiempo real en dispositivos móviles, utilizando para tal efecto, la tecnología de transmisión de datos que actualmente ofrecen las operadoras de telefonía celular.

Los objetivos específicos de este proyecto son:

- Implementar un módulo para la captura de video utilizando una *cámara de red*¹.
- Implementar un *servidor de video streaming*² que permita el envío de flujos de datos para la visualización de las imágenes capturadas por una cámara de red en los dispositivos móviles
- Diseñar un sitio WAP³ para garantizar el acceso restringido a la información enviada por las cámaras al servidor de streaming.

¹ Cámara de video conectada al Internet.

² Servidor de imágenes en tiempo real sobre demanda.

³ Protocolo de acceso inalámbrico estándar de Internet.

- Diseñar un sitio Web para el control Administrativo de los usuarios y cámaras.
- Diseñar un prototipo y realizar un mini plan de negocios para la comercialización de este producto.

1.4 RESUMEN DEL PROYECTO

Manejar video streaming en dispositivos móviles puede llegar a ser un problema complejo de resolver si tomamos en cuenta que hay que controlar una diversidad de aspectos limitados como son el tamaño y la resolución de la imagen, la capacidad de memoria y procesamiento de los dispositivos, sin mencionar los posibles problemas que presenta la comunicación existente en este tipo de tecnología. El objetivo de este proyecto de tesis propone implementar una solución que permita complementar soluciones de vigilancia remota existentes con el ingrediente de la movilidad y a la vez intenta cubrir un espectro amplio de clientes potenciales haciendo uso de estándares que son soportados por la mayoría de los componentes que intervienen en esta solución.

El proyecto ha sido dividido en tres módulos: Captura del video, Publicación del video en tiempo real y Visualización de imágenes en

dispositivo móvil [1], que permiten el mejor desarrollo de la solución y cuyo diagrama general se muestran en la Figura 1.1.

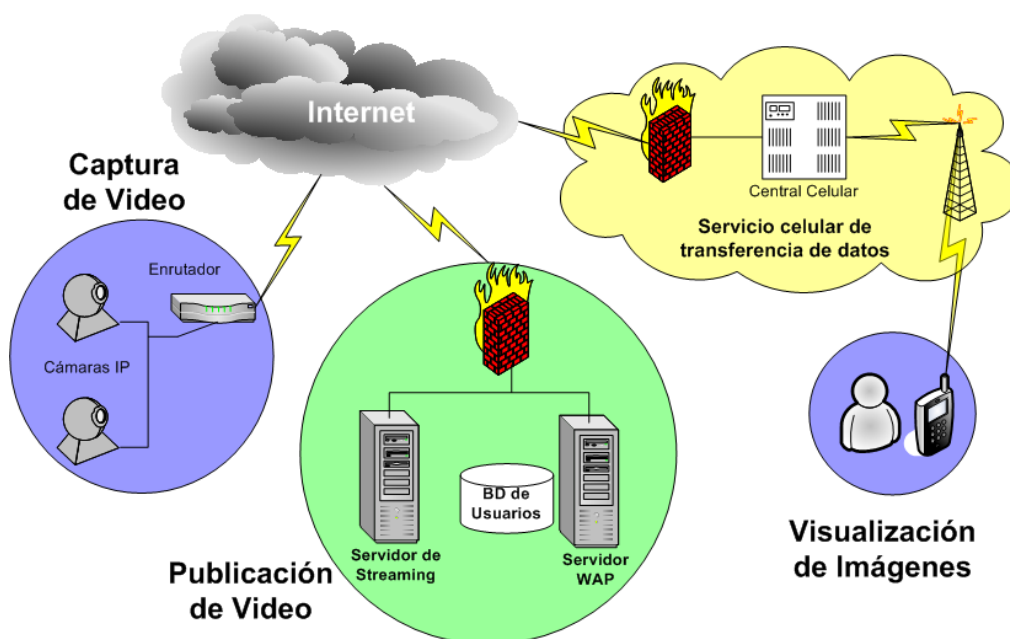


Figura 1.1 Diagrama general de la solución propuesta

En el módulo de captura del video se utilizan las facilidades existentes implementadas en las cámaras de red. De esta manera la cámara captura, codifica y transmite el video hacia un servidor de streaming vía RTSP⁴ [2], que constituye el segundo módulo del prototipo.

⁴ Real Time Transport Protocol, protocolo estándar de transmisión de flujos de datos en tiempo real.

El módulo de publicación del video comprende servidores de streaming que realizan la función de recibir el video transmitido por el componente de captura y publicarlo en un formato que pueda ser leído por el cliente de software presente en el dispositivo móvil.

El tercer módulo comprende la implementación de un sitio WAP de acceso personalizado para la visualización de las imágenes capturadas desde el sitio remoto en un dispositivo móvil.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto nace producto de la problemática de la inseguridad que actualmente afecta a la sociedad y de la necesidad de tener vigilados objetivos remotos.

Basados en esto, los principales pilares que justifican la implementación del proyecto son:

- **Innovación:** Desarrollar una solución innovadora que explote al máximo la tecnología de punta que existe actualmente en nuestro país.

- Evolución: La constante actualización de las tecnologías hace que inevitablemente la mentalidad de las personas cambie al ritmo de éstas, permitiendo con cierta facilidad el ingreso en el mercado de servicios tecnológicos.
- Necesidad de seguridad y control: Ante los elevados niveles de delincuencia, las personas necesitan tener control de sus bienes.
- Negocio: Este nicho de mercado está desatendido y puede significar una buena oportunidad de negocios.
- Versatilidad: El permitir el acceso visual al objetivo deseado desde cualquier lugar y a cualquier hora no tiene competencia.
- Cool factor⁵: Las soluciones tecnológicas atraen muchos clientes por un factor de estatus producto de nuevas estrategias de mercadeo.

1.6 IMPACTOS DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto de tesis cubre una necesidad actual al problema de inseguridad existente con una solución tecnológica,

generando al mismo tiempo un impacto social y económico en nuestra sociedad.

1.6.1 Impactos Sociales

A nivel social, este proyecto de tesis permitirá generar un sentimiento de mayor seguridad en los usuarios, al permitir una vigilancia remota, con consentimiento, sobre sus seres queridos⁶ o bienes de valor, desde cualquier lugar y a cualquier hora.

Por otro lado, el proyecto también acercará a la comunidad soluciones de mayor tecnología, generando cultura acerca de los beneficios que se pueden tener de Internet, de los dispositivos y la telefonía móvil.

1.6.2 Impacto Económico

Al existir otros servicios disponibles para los usuarios de telefonía celular, como el presentado en este trabajo, se espera incrementar el tráfico de datos en las redes de los operadores móviles, lo cual permitirá que este tipo de servicios bajen en su costo permitiendo generar a su vez más consumo, beneficiándose ambas partes.

⁵ Anglicismo que hace referencia a algo que es novedoso, moderno y elegante.

Al mismo tiempo, este tipo de servicios que explotan otras características de los teléfonos móviles e Internet, generará una mayor demanda de conexiones de Internet en los hogares y oficinas, así como de dispositivos móviles de mayores características técnicas, lo cual llevará a la disminución de precios de los equipos o a mejores propuestas para los clientes de parte de los operadores móviles y de los proveedores de Internet.

1.6.3 Impacto Tecnológico

La implementación de proyectos de esta naturaleza, despertará la demanda de servicios alternativos en la telefonía móvil, alentando a personas o empresas a desarrollar nuevos servicios que exploten las tecnologías de segunda generación y media (2.5G) disponibles en nuestro país en la actualidad, como por ejemplo: incentivar el uso de televisión móvil, comercialización de contenido multimedia, etc., lo que a su vez justificaría la inversión de las operadoras telefónicas en la implementación de mejores tecnologías.

⁶ EJ: *NannyCam* que es una cámara de vigilancia para supervisar las actividades de una niñera.

CAPÍTULO II

TEORIA

En el segundo capítulo se especifica el fundamento teórico de las tecnologías involucradas en este proyecto de tesis, comenzando por las tecnologías móviles que representan el medio de transporte de la información, seguido de los lenguajes de programación de las aplicaciones de Internet, que son necesarias para el desarrollo de los módulos administrativo y de control del sistema propuesto.

Más adelante se cubren los aspectos relacionados a video streaming, sus tecnologías, tipos de archivos, tipos de servidores y protocolos, para terminar

el capítulo con el análisis de las opciones escogidas en el desarrollo de la solución tecnológica propuesta en este trabajo.

2.1 TECNOLOGÍAS MÓVILES: GSM, GPRS

Los sistemas de telefonía móvil se pueden clasificar en distintas generaciones dependiendo del grado de evolución técnica de los mismos. Las características fundamentales de cada una de estas generaciones se resumen a continuación.

Primera generación (1G), es la más antigua de todas, y engloba a todas aquellas tecnologías de comunicaciones móviles analógicas con una capacidad de transferencia de datos muy limitada que permitía llamadas de voz con muy poca calidad [3], y en principio, fueron diseñadas para la instalación de teléfonos móviles en los automóviles. El sistema AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), desarrollado en la década de los 70 por los laboratorios Bell y puesto en servicio en la primera mitad de la década de los 80, fue el precursor de los sistemas de primera generación, donde los terminales eran bastante voluminosos, la cobertura se limitaba a grandes ciudades y carreteras principales, y la compatibilidad entre terminales y redes de diferentes países no estaba muy extendida.

Posteriormente, el sistema AMPS fue adaptado a los requisitos europeos por el Reino Unido -en especial, en lo que respecta a bandas de frecuencia y canalización- y puesto en servicio en 1985 con el nombre de TACS. El sistema TACS (*Total Access Communications System*) es un sistema de comunicaciones para telefonía móvil celular dúplex en la banda de 900 MHz, con capacidad para transmitir voz pero no datos [4]. Dado que el estándar TACS sólo define el protocolo de acceso radio (*FDMA*¹) entre una estación móvil y su correspondiente estación base, y no cubre aspectos relativos a la gestión de la movilidad, surgieron toda una serie de estándares diferentes en diversos países como NTT-MTS² en Japón, NMT³ en Escandinavia y C450 en Alemania, con los correspondientes problemas de incompatibilidades entre ellos.

Segunda generación (2G) es la respuesta a las limitaciones, de baja calidad de transmisión y pésima seguridad, de la primera generación de telefonía móvil, las cuales condujeron al desarrollo de otras tecnologías como TDMA (*Time Division Multiple Access*), CDMA (*Code Division Multiple Access*) y GSM (*Global System for Mobile Communications*). GSM es un sistema de comunicaciones Global el

¹ Acceso Múltiple por División de Frecuencia, divide el espectro disponible en canales, correspondientes a distintos rangos de frecuencia y los asigna a los usuarios.

² NTT-MTS: Sistema de Telefonía Móvil de la Nippon Telegraph & Telephone Co.

³ NMT: Nordisk MobilTelefoni. Sistema de telefonía celular especificado por Nordic Telecommunications y utilizado en los países Nórdicos.

cual fue desarrollado por la ETSI (*European Telecommunications Standar Institute*). GSM es una tecnología digital cuya primera funcionalidad es la transmisión de voz, pero que también permite roaming y la transmisión de datos a baja velocidad: 9,6 kilobits por segundo. Esta velocidad es claramente insuficiente si se compara con los 56 kilobits por segundo que permite un módem convencional de acceso a Internet a través de la línea telefónica, pero aun así permitió el éxito absoluto del servicio de envío de mensajes cortos (SMS⁴), superando con creces las mejores expectativas que podían imaginar los operadores [5].

Aunque preparado para la transmisión de datos, GSM es un estándar pensado fundamentalmente para la transmisión de voz. Por la concepción original del estándar se derivan una serie de limitaciones para las aplicaciones basadas en la transmisión de datos, como son: establecimiento de la conexión lento (sistema orientado a conexión), poco ancho de banda, simetría del enlace (mismo ancho de banda para ambos sentidos de la comunicación), costo excesivo (facturación por tiempo de conexión).

⁴ Short Message System, es un servicio complementario que permite el envío de mensajes de texto de hasta 160 caracteres utilizando la infraestructura de telefonía móvil.

El HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) es una especificación de GSM homologada por el ETSI⁵ (*European Telecommunications Standards Institute*) en febrero de 1997 y comercializada a partir de 1999. Con esta tecnología, el número de canales equivalentes de GSM utilizados en cada instante por una comunicación de datos es variable, permitiendo velocidades de transmisión de hasta 14,4 kilobits por segundo [6]. La ventaja de HSCSD es que la inversión para ser implantado es mínima, aunque tiene como desventaja un mayor costo para los usuarios, pues pagan por el uso de cada canal ya que se basa en la conmutación de circuitos.

En 2.5G, se incluyen todas aquellas tecnologías de comunicaciones móviles digitales que permiten una mayor capacidad de transmisión de datos y que surgieron como paso previo a las tecnologías 3G. Una de las tecnologías de 2.5G es GPRS (*General Packet Radio System*), basada en la transmisión de paquetes y donde los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios de forma dinámica. GPRS coexiste con GSM ya que es una evolución de ésta, compartiendo gran parte de la infraestructura desplegada en el mismo, pero ofreciendo al usuario un servicio portador más eficiente para las comunicaciones de datos, especialmente en el caso de los servicios

⁵ ETSI: Organización de Estándares Europeos, sin fines de lucro, que produce estándares globalmente aplicables para tecnologías e información y Comunicación.

de acceso a redes IP como Internet. La velocidad teórica máxima que puede alcanzar GPRS es de 171,2 kilobits por segundo -unas 18 veces mayor que GSM-, sin embargo la velocidad de acceso que experimenta el usuario en la práctica está condicionada por distintos factores y suele ser bastante inferior: unos 40 kilobits por segundo en el enlace descendente y 14 kilobits por segundo en el ascendente [7]. Las principales ventajas que aporta GPRS respecto a GSM son, además de una mayor velocidad de transmisión, la conexión permanente y la tarificación por tráfico, convirtiéndolo en el portador ideal para servicios WAP, acceso a Internet (navegación, ftp, correo electrónico) y el acceso a Intranets de empresas.

Por último, la tecnología EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) considerada el inicio de las redes 3G, permite velocidades teóricas de datos de hasta 384 kilobits por segundo [6]. Se trata de una tecnología que mejora el ancho de banda de la transmisión de los datos en GSM y GPRS [8].

Las redes de tercera generación (3G) se encuentran contenidas dentro del estándar IMT-2000⁶ (*International Mobile Telecommunications-*

⁶ IMT-2000: Norma mundial para la tercera generación de comunicaciones inalámbricas, definida por un conjunto de recomendaciones interdependientes de la ITU.

2000) de la ITU⁷ (*International Telecommunication Union*), el cual puede considerarse como la guía que marca los puntos en común que deben cumplirse para conseguir el objetivo de la itinerancia global, es decir, que un terminal de usuario de 3G pueda comunicarse desde cualquier parte del mundo [9].

Los servicios que ofrecen las tecnologías 3G son básicamente: acceso a Internet con servicios de banda ancha, roaming internacional con itinerancia global e interoperatividad. Las capacidades de transmisión de datos de las redes 3G, pueden llegar incluso hasta los 2 megabits por segundo en condiciones ideales de funcionamiento [xxx], muy superior a las tecnologías precedentes, permitiendo el desarrollo de entornos multimedia para la transmisión de vídeo e imágenes en tiempo real, fomentando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios tales como videoconferencia o comercio electrónico.

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), es un sistema telefónico digital móvil ampliamente usado en Europa y otras partes del mundo estandarizado por el 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) y que constituye uno de los miembros de la familia de estándares IMT-2000. Entre sus principales características se pueden

⁷ ITU: Organización de las Naciones Unidas encargada de coordinar mundialmente tecnologías de la información y la comunicación, comprendidas en tres sectores

destacar: conectividad virtual a la red todo el tiempo, diferentes formas de tarificación, ancho de banda asimétrico en el enlace ascendente y descendente, configuración de la calidad de servicio (QoS), entorno de servicios personalizados, y muchos otros [9].

Por otro lado, CDMA2000 es una familia de estándares de tercera generación que compite en el mercado con UMTS. Los estándares más comunes: CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEV-DO, y CDMA2000 1xEV-DV son interfaces aprobadas por el estándar ITU IMT-2000 basadas, al igual que UMTS, en CDMA (*Code Division Multiple Access*), un esquema de acceso múltiple para redes digitales, para enviar voz, datos, y señalización entre teléfonos celulares y estaciones base.

Otras tecnologías de tercera generación son por ejemplo: WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) ampliamente usada en Japón, y recientemente se ha desarrollado en China un nuevo sistema, pensado para que abarque el mercado de la zona, que usa TDD (*Time Division Duplex*) donde los links poseen la misma frecuencia pero usan distintos segmentos de tiempo, conocido como TD-SCDMA (*Time Division Synchronous CDMA*) el cual usa un canal de 1.6MHz.

Las denominadas redes de 3.5 G son implementaciones que explotan los servicios de transmisión de datos a alta velocidad, entre ellas HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*) [10], la cual forma parte de la familia de protocolos de comunicación móviles HSPA (*High-Speed Packet Access*), las cuales son redes basadas en UMTS que permiten altas capacidades de transferencia de datos. Actualmente las implementaciones de HSPDA soportan velocidades de entre 1.8, 3.6, 7.2 y 14.4 megabits por segundo. Velocidades más altas están disponibles en HSPA+ (*Evolved HSPA*), la cual provee velocidades de hasta 42 megabits por segundo [11].

Por último, las redes de cuarta Generación (4G) también conocidas como “Beyond 3G”, el cual es un término que se emplea para definir la siguiente evolución completa de las comunicaciones móviles, es aún un sistema conceptual, que se prevé será capaz de proveer un solución basada en el protocolo IP, donde la voz, los datos y los contenidos multimedia puedan ser entregados a los usuarios en cualquier momento y en cualquier lugar y a una tasa de transferencia de datos mucho mayor que las generaciones previas. Las regulaciones y la estandarización de las redes 4G están previstas para ser lanzadas entre el 2012 y 2015, y a pesar de que aún no hay una definición formal de una red de 4G, existen ciertos objetivos que cumplir, como estar completamente basada en el protocolo IP, ser

capaz de proveer tasas de transferencia de datos de entre 100 megabits por segundo de subida y 20 megabit por segundo de bajada con alta calidad y seguridad [12].

2.2 HTML Y WAP

2.2.1 HTML

HTML (*HyperText Markup Language*) es un lenguaje de marcación [13] diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas Web, el mismo que se modela a partir del uso de etiquetas o tags.

Estas etiquetas permiten a HTML brindar herramientas para:

- Publicar documentos en línea con encabezados, textos, tablas, listas.
- Obtener información en línea a través de vínculos de hipertexto.
- Diseñar formularios para realizar transacciones con servicios remotos.

- Incluir hojas de cálculo, archivos multimedia, y otras aplicaciones.

El lenguaje de marcas HTML, y todas sus versiones, han sido desarrolladas como un formato abierto y diseñadas sobre etiquetas SGML⁸ (*Standar Generalized Markup Language*), con la premisa de que cualquier tipo de dispositivo debería ser capaz de usar la información de la Web: Computadores con pantallas gráficas con distintas resoluciones y colores, teléfonos móviles, dispositivos de mano, dispositivos de salida y entrada por voz [14].

2.2.2 WAP

Los terminales móviles han ido evolucionando conforme las tecnologías lo han hecho, pasando de ser teléfonos celulares de bolsillo a dispositivos multimedia con alta capacidad de procesamiento, permitiendo que la comunicación entre las personas sea cada vez más eficaz. Su gran número y sus nuevas capacidades hacen muy interesante para los proveedores el disponer de un entorno normalizado que permita ofrecer sus servicios y contenidos a los usuarios de las redes móviles.

⁸ SGML es un sistema para la organización y etiquetado de documentos normalizado por la ISO en 1986. SGML no impone en sí ningún conjunto de etiquetas en especial.

WAP (*Wireless Application Protocol*) define un entorno de aplicación y una pila de protocolos para aplicaciones y servicios accesibles a través de terminales móviles. Consiste en un conjunto de especificaciones definidas por la OMA⁹ (*Open Mobile Alliance*) y WAP Forum¹⁰, que permiten que los desarrolladores diseñen aplicaciones de interconexión para terminales móviles, tales como teléfonos móviles, buscapersonas y asistentes personales digitales (PDA).

La tecnología WAP permite que los usuarios de estos dispositivos puedan acceder a servicios disponibles en Internet. Sin embargo, existen algunas consideraciones a tener en cuenta al diseñar servicios para usuarios móviles, fundamentalmente debidas a las características propias de los terminales: pantalla significativamente más pequeña, teclados más limitados, limitaciones de memoria, y en la capacidad del procesador, en comparación con un computador personal típico, así como las prestaciones por lo general menores de las redes de telefonía móvil para el acceso a Internet [15].

El modelo WAP

⁹ Es una entidad que se encarga de desarrollar estándares para la industria de telefonía móvil, con la finalidad de proveer servicios interoperables a través de países, operadores y terminales móviles.

¹⁰ WAP Forum es un Organismo encargado del desarrollo de estándares relacionados a la incorporación de Internet en los dispositivos móviles y actualmente es parte de la OMA.

WAP define un conjunto de componentes estándares [15] que permiten la comunicación entre los terminales móviles y los servidores de red, incluyendo:

- Modelo de nombre estándar donde los URLs¹¹ estándar WWW son usados para identificar el contenido WAP en los servidores originales.
- Todos los contenidos WAP tienen un tipo específico consistente con el tipo WWW. Esto permite que los agentes usuarios WAP procesen correctamente el contenido basado en su tipo.
- Los formatos de contenido WAP están basados en tecnología WWW e incluyen marca de visualización, información de calendario, objetos de tarjetas de negocios electrónicas e imágenes.
- Los protocolos de comunicación WAP habilitan la comunicación de la petición del navegador del terminal móvil al servidor Web de la red.

¹¹ URL: Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, por su localización

Los protocolos y tipos de contenido WAP han sido optimizados para el mercado de masas, dispositivos inalámbricos de mano. WAP utiliza tecnología Proxy para hacer la conexión entre el dominio inalámbrico y el WWW. El proxy WAP está típicamente compuesto de la siguiente funcionalidad:

- El Gateway del protocolo que traduce las peticiones de la pila del protocolo WAP (WSP, WTP, WTLS, y WDP) a la pila del protocolo WWW (HTTP y TCP/IP).
- Decodificadores y codificadores de contenido que traducen el contenido WAP en formatos codificados compactos para reducir el tamaño de la data sobre la red.

La infraestructura garantiza que los usuarios terminales móviles puedan buscar una amplia variedad de contenido y aplicaciones WAP, y que el autor de la aplicación sea capaz de construir aplicaciones y servicios de contenido que corran en una amplia base de los terminales móviles. El proxy WAP permite que los contenidos y aplicaciones sean atendidos en servidores WWW estándares y ser desarrollados usando tecnologías WWW probadas tales como escritura CGI [16].

Componentes de la arquitectura WAP

La arquitectura WAP provee un ambiente escalable y extensible para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos de comunicaciones móviles. Esto se logra a través de un diseño de capas cada una de las cuales es accesible por las capas superiores, así como por otros servicios y aplicaciones. Este esquema se puede ver en la Figura 2.1.

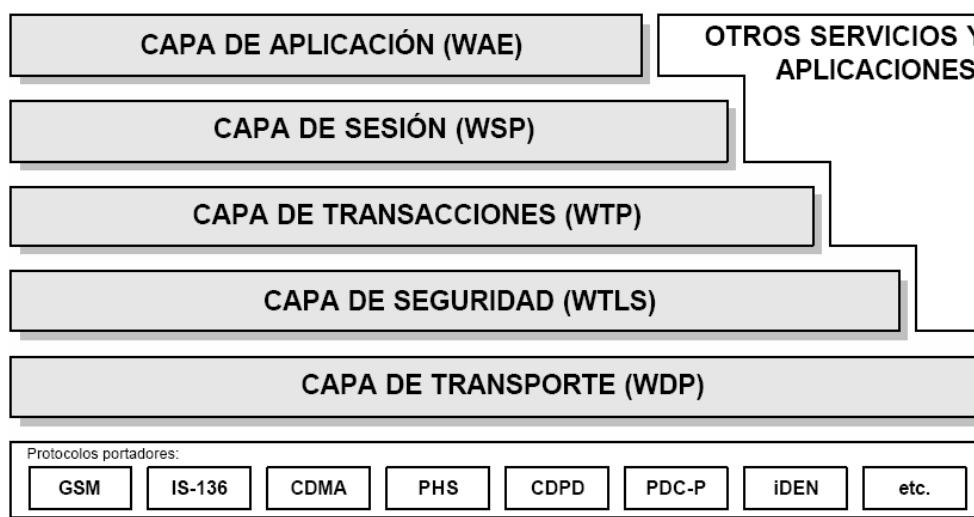


Figura 2.1 Capas del modelo WAP

- Capa de aplicaciones o Wireless Application Protocol (WAE), es un ambiente de aplicación de propósito general basado en una combinación de las tecnologías WWW y de telefonía móvil. El

objetivo primario es establecer un ambiente interoperable que permitirá a los operadores y a los proveedores de servicio construir aplicaciones y servicios que puedan alcanzar una amplia variedad de plataformas inalámbricas diferentes de una manera útil y eficiente.

- Capa de sesión o Wireless Session Protocol (WSP). Proporciona a la capa de aplicación una interfaz con dos servicios de sesión: un servicio orientado a conexión que funciona por encima de la capa de transacciones y un servicio no orientado a conexión que funciona sobre la capa de transporte.
- Capa de transición o Wireless Transaction Protocol (WTP), corre en el tope de un servicio de datagrama y opera eficientemente sobre redes de datagramas inalámbricos seguros y no seguros.
- Capa de seguridad o Wireless Transport Layer Security (WTLS), está basada en el protocolo de seguridad de capas de transporte estándar de la industria (TLS). WTLS se desarrolla para usarse con los protocolos de transporte WAP y ha sido optimizado para ser usado sobre canales de comunicación de banda angosta. WTLS provee Integridad de los datos, privacidad, autenticidad y protección de negación de servicio.

- Capa de transporte o Wireless Datagram Protocol (WDP), proporciona un servicio fiable a los protocolos superiores y permite la comunicación de forma transparente sobre los protocolos portadores válidos.

Los protocolos WAP son diseñados para operar sobre una variedad de diferentes servicios de transporte, incluyendo mensajes cortos, datos conmutados por circuito, y data empaquetada. Estos protocolos están diseñados para compensar o tolerar el nivel variante de servicio que se presenta a nivel de transporte. Ya que la capa WDP provee la convergencia entre el servicio de transporte y el resto de la pirámide WAP [17].

2.3 TECNOLOGÍA DE VIDEO STREAMING

El termino streaming se refiere a la transmisión, sobre demanda, de información que es procesada como si fuera un flujo (proviene del Inglés stream) continuo de datos, para la distribución de contenido multimedia a través del Internet. De esta manera, se define video streaming como una secuencia de imágenes en movimiento que son enviadas a través de Internet, como un flujo continuo, en un formato comprimido, y visualizadas a medida que van llegando. Las tecnologías de video streaming son ampliamente usadas para

transmitir de una manera rápida archivos multimedia (voz, video y datos) de gran tamaño en Internet, ya que permiten al usuario ver un archivo directamente en una página Web sin necesidad de descargarlo previamente.

Antes de que la tecnología streaming apareciera en abril de 1995, la reproducción de contenido multimedia a través de Internet necesariamente implicaba tener que descargar completamente el "archivo contenedor" al disco duro local. Como los archivos de video tienden a ser muy grandes, su descarga y acceso como paquetes completos se vuelve una operación muy lenta. Sin embargo, con la tecnología del streaming un archivo puede ser descargado y reproducido al mismo tiempo, con lo que el tiempo de espera es mínimo [18].

El video streaming puede ser distribuido desde archivos de video pregrabados o como parte de una transmisión en vivo, en cuyo caso la señal de video es comprimida en una señal digital que es transmitida desde un servidor Web especial que es capaz de hacer multidifusión¹² (multicast).

¹² Es el envío de información en una red a múltiples destinos simultáneamente, usando la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada enlace de la red.

Para poder proporcionar un acceso claro, continuo y sin interrupciones, el video streaming se apoya en dos pilares claves: la tecnología de codificación de video (códecs) y la tecnología de distribución escalable de video.

2.3.1 Tecnología de codificación de video

Un códec es una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos, para la transmisión, el almacenamiento o el cifrado de la información. Los códecs pueden codificar el flujo y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones [19].

La mayor parte de códecs provoca pérdidas de información para conseguir un tamaño lo más pequeño posible del archivo destino. Hay también códecs sin pérdidas¹³, pero en la mayor parte de aplicaciones prácticas, un aumento casi imperceptible de la calidad no merece la pena un aumento considerable del tamaño de los datos. La excepción es si los datos sufrirán otros tratamientos en el futuro. En este caso,

¹³ Los algoritmos de compresión sin pérdida o Lossless, permiten reconstruir la información original exacta a partir de la información comprimida.

una codificación repetida con pérdidas a la larga dañaría demasiado la calidad

Los códecs de vídeo permiten comprimir y descomprimir vídeo digital, con la finalidad de obtener un almacenamiento substancialmente menor de la información de video, la misma que se comprime en el momento de guardar la información hacia un archivo y se descomprime, en tiempo real, en el momento de la visualización, de manera transparente para el usuario.

Los códecs estándares más importantes en video streaming son: H.261, H.263, MJPEG, MPEG1, MPEG2, MPEG4 y H.264. Comparados con los códecs de video para CD o transmisión de televisión, los códecs diseñados para Internet requieren mayor escalabilidad, menor complejidad computacional, mayor flexibilidad hacia pérdidas de red y menor latencia de codificación/decodificación para video conferencia.

H2.61 fue el primer estándar de codificación de video que luego sirviera de base para el diseño de los estándares más modernos.

Originalmente diseñado para la transmisión sobre ISDN¹⁴, utiliza buffers para moderar las variaciones en la tasa de emisión de bits (bit rate) del codificador de vídeo.

H.263 es un codec de video desarrollada por el VCEG¹⁵ (*Video Coding Experts Group*) en conjunto con el grupo MPEG (*Moving Picture Experts Group*) como un formato comprimido estándar para videoconferencias, se considera la mejora evolutiva de H.261

M-JPEG (*Motion JPEG*) es el nombre para aquellos formatos multimedia donde cada fotograma o campo entrelazado de una secuencia de vídeo digital es comprimida por separado como una imagen JPEG. Es frecuentemente usado en dispositivos portátiles tales como cámaras digitales o en videocámaras de red. La reproducción de este formato a velocidad plena requiere una alta capacidad de decodificación JPEG.

MPEG-1 es un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo normalizados por MPEG que se utiliza en el formato Video CD (VCD).

¹⁴ Red que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar servicios tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados.

¹⁵ Grupo de Estudio de la ITU-T responsable de la estandarización de video codificación y tecnologías relacionadas.

La calidad de salida con la tasa de compresión usual usada en VCD es comparable a la de un casete vídeo VHS doméstico.

MPEG-2, es la designación para un grupo de estándares de acordado por el grupo MPEG¹⁶, que por lo general es usado para codificar audio y vídeo para señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable. Con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos SVCD y DVD comerciales de películas.

MPEG-4, introducido a finales de 1998, es el nombre de un grupo de estándares de codificación de audio y video cuyos usos principales son los flujos de medios audiovisuales, la distribución en CD, la transmisión bidireccional por videófono y emisión de televisión. MPEG-4 toma muchas de las características de MPEG-1 y MPEG-2 así como de otros estándares relacionados, tales como soporte de VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) extendido para Visualización 3D, archivos compuestos en orientación a objetos (incluyendo objetos audio, vídeo y VRML), soporte para la gestión de Derechos Digitales externos y variados tipos de interactividad.

¹⁶ Grupo de trabajo de la ISO/IEC encargado del desarrollo de estándares para la codificación de audio y video.

H.264 o MPEG-4 parte 10 es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, desarrollada conjuntamente por el VCEG y el MPEG. La intención del proyecto H.264/AVC (*Advanced Video Coding*) fue la de crear un estándar capaz de proporcionar una buena calidad de imagen con tasas binarias notablemente inferiores a los estándares previos, además de no incrementar la complejidad de su diseño.

El resultado del proceso de codificación es un formato de archivo que es transmitido entre el servidor de streaming y el dispositivo del cliente, los principales tipos de formatos de video streaming son: Windows Media, Real Media, Quicktime, MPEG-4 y 3GP.

Los formatos de archivo de Windows Media son contenedores multimedia producto de algoritmos de compresión propietarios del framework¹⁷ Windows Media desarrolladas por Microsoft, los archivos resultantes reciben la extensión wmv si es un fichero de sólo video .wma si es solo sonido o .asf si se trata de un contenido de audio y vídeo.

Real Media encierra un conjunto de formatos propietarios desarrollados por RealNetworks, que son soportados por un gran

número de plataformas así como una gran variedad de dispositivos móviles. El formato Real Media que lleva la extensión rm almacena juntos contenidos de RealAudio y RealVideo.

Al igual que los demás fabricantes Apple también tiene su formato de archivos propietario, para el almacenamiento de video usa archivos con extensión mov, que incorpora características de alta definición.

MPEG-4 es un formato estándar que puede ser reproducido por casi todos los reproductores de streaming puesto que los fabricantes han adoptado el estandar MPEG-4 de video.

3GP es el formato establecido por el grupo EGPP (*3rd Generation Partnership Project*), es un formato de archivos usado por teléfonos móviles para almacenar contenido multimedia. Este formato de archivo es una versión similar al formato de Quicktime. 3GP guarda video como MPEG-4 o H.263.

Existe un complicado equilibrio entre la calidad de vídeo, la tasa de bits, la complejidad de los algoritmos de codificación y decodificación, la robustez frente a las pérdidas de datos y errores, la facilidad de edición, la posibilidad de acceder directamente a los frames, y otros

¹⁷ Es una estructura conceptual básica usada para resolver problemas complejos.

factores, que debe ser alcanzado para poder lograr la mejor experiencia para el usuario.

2.3.2 Tecnología de distribución escalable de video

Las tecnologías de distribución escalable de video, se encargan de garantizar el uso eficiente del ancho de banda entre el servidor de video y el dispositivo del usuario, ajustando automáticamente la cantidad de información enviada de acuerdo a los cambios en el ancho de banda.

En video streaming intervienen un codificador (encoder), un servidor de distribución y un cliente que recibe el video en un dispositivo con un reproductor con el códec adecuado. El servidor de distribución almacena el video codificado y comienza la transmisión bajo demanda del cliente, permitiéndole ver el video cuando y desde donde lo desee accediendo al servidor a través de Internet. La codificación y distribución es llevada a cabo en tiempo real en el caso de una transmisión en vivo.

La entrega de datos desde el servidor de distribución puede estar sujeta a demoras conocidas como lag (retraso en inglés), un fenómeno

ocasionado cuando los datos escasean (debido a interrupciones en la conexión o sobrecarga en el ancho de banda). Por lo tanto, los reproductores multimediáticos precargan, o almacenan en un búfer, que es una ubicación de la memoria reservada para almacenamiento temporal, los datos que van recibiendo para así disponer de una reserva de datos, con el objeto de evitar que la reproducción se detenga. Esto es similar a lo que ocurre en un reproductor de CDs, que evita los saltos bruscos y los silencios ocasionados por interrupciones en la lectura debidos a vibraciones o saltos, almacenando los datos, antes de que el usuario tenga acceso a ellos. A pesar de esto, si un determinado contenido comienza a atraer una cantidad de usuarios mayor a su capacidad de ancho de banda, estos usuarios sufrirán cortes hasta llegar a un punto en que la calidad de la reproducción es muy pobre.

2.3.3 Protocolos de video streaming

Los protocolos de transporte (de acuerdo al modelo OSI) usados en video streaming son TCP y UDP.

TCP (*Transmission Control Protocol*) es el protocolo de transmisión dominante en Internet, se lo considera un protocolo confiable, ya que tiene la habilidad de detectar errores y reenviar paquetes que se

hayan perdido o dañado durante la transmisión, garantizando la entrega de la información, así mismo, TCP enumera secuencialmente los paquetes, para que una aplicación pueda identificar los paquetes que no fueron recibidos. TCP también ejecuta una función llamada control de flujo, que se encarga de asegurar que la fuente disminuya la velocidad de entrega si el receptor no puede trabajar a la misma velocidad. Todos esos beneficios tienen un costo: velocidad. Cuando el tráfico es alto y las conexiones están saturadas de información, ocurren pérdidas de paquetes, y TCP tiene que disminuir la velocidad de envío de paquetes, así como reenviar muchos paquetes perdidos, volviendo más lento todo el proceso. En ciertas ocasiones cuando existen demasiadas pérdidas de paquetes, TCP no puede sobreponerse y es ahí cuando ocurren las conexiones fallidas.

UDP (*User Datagram Protocol*) es un protocolo, más liviano que TCP, que implementa un mecanismo eficiente, pero no enteramente confiable, de entrega de información. En UDP, los hosts envían datagramas, que son paquetes IP con una dirección IP de destino y un número de puerto, dejándole a la aplicación el trabajo de la negociación del reenvío de un paquete perdido o dañado. Al contrario de TCP, UDP no asume que los paquetes perdidos deban ser reenviados automáticamente. Esta es una ventaja al transmitir video, ya que en muchos casos es preferible saltarse un paquete perdido y

continuar con el siguiente, que quedarse esperando a recibir el paquete faltante.

UDP tiene varias ventajas sobre TCP para la transmisión de video incluyendo:

- Menor retraso. Si un paquete no es recibido en UDP, el servidor puede seguir enviando paquetes UDP al destino, un paquete perdido probablemente equivale a uno o dos frames de video, por lo que el reproductor puede simplemente seguir presentando los otros frames que reciba, en lugar de tener que para toda la reproducción en espera de los paquetes faltantes.
- Control de flujo. Al contrario de TCP, UDP no incluye un control de flujo, permitiendo el envío de datos a un ritmo constante, independiente de lo que la red o el destino estén haciendo.
- Menor overhead¹⁸. UDP es un protocolo muy simple, simplemente toma la información, la etiqueta y la envía, dejando todo el trabajo de control a la aplicación. TCP es un protocolo más elaborado para poder asegurar la entrega de los paquetes, lo que resulta en mayor

¹⁸ Es considerado cualquier combinación de consumo en exceso de tiempo, memoria, ancho de banda u otro recurso requerido para alcanzar una meta.

overhead que aumenta los retrasos y afecta a la cantidad de información que es transferida.

El grupo de trabajo de transporte de Audio y Video del IETF¹⁹ ha estandarizado un conjunto de protocolos a nivel de la capa de aplicación, que proporcionan características de configuración, transporte, sincronización y monitoreo de calidad, necesarias para la transmisión de video. Entre ellos, los más utilizados son: RTP, RTCP y RTSP.

RTP (*Real-time Transport Protocol*) es un protocolo de nivel de aplicación utilizado para la transmisión de información multimedia en tiempo real [20]. RTP se usa frecuentemente en sistemas unicast o multicast de streaming, videoconferencia y sistemas push to talk.

RTCP (*Real-time Control Protocol*) es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia [20]. RTCP trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo. Se usa habitualmente para transmitir paquetes de control a los participantes de una sesión

¹⁹ Es una comunidad internacional de diseñadores de red, operadores, fabricantes e investigadores que buscan la evolución de la arquitectura del Internet.

multimedia de streaming. La función principal de RTCP es informar de la calidad de servicio proporcionada por RTP. Este protocolo recoge estadísticas de la conexión y también información como por ejemplo bytes enviados, paquetes enviados, paquetes perdidos entre otros. Una aplicación puede usar esta información para incrementar la calidad de servicio, ya sea limitando el flujo o usando un códec de compresión más baja.

SRTP (*Secure Real-time Transport Protocol*) define un perfil de RTP, con la intención de proporcionar cifrado, autenticación del mensaje e integridad, y protección contra reenvíos a los datos RTP en aplicaciones unicast y multicast [21].

Dado que RTP está muy relacionado con RTCP, que puede ser usado para controlar una sesión RTP, existe también un protocolo llamado SRTCP (*Secure RTCP*) que proporciona las mismas características relacionadas con la seguridad a RTCP, al igual que hace SRTP con RTP [21].

El empleo de SRTP o SRTCP es opcional al empleo de RTP o RTCP; pero incluso utilizando SRTP/SRTCP, todas las características que estos protocolos proporcionan (tales como cifrado y autenticación) son opcionales y pueden ser habilitadas o deshabilitadas por separado. La

única excepción a esto último es la autenticación de los mensajes, que es obligatoria cuando se está usando SRTCP.

RTSP (*Real-time Streaming Protocol*) el protocolo de flujo de datos en tiempo real establece y controla uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video [22]. RTSP provee los controles de un reproductor de video (arrancar, detener, adelantar o retroceder) para servidores multimedia.

RTSP es un protocolo no orientado a conexión, en lugar de esto el servidor mantiene una sesión asociada a un identificador. RTSP es independiente del protocolo de transporte, en la mayoría de los casos usa TCP para transportar datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y vídeo aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario.

RTSP reutiliza mecanismos de seguridad Web ya sea sobre los protocolos de transporte (TLS) o dentro del mismo protocolo. Todas las formas de autenticación HTTP son directamente aplicables a RTSP.

RTSP provee los medios para que varios flujos multimedia dentro de una presentación puedan residir en servidores diferentes, permitiendo el cliente automáticamente establecer varias sesiones concurrentes de control con los diferentes servidores, en este proceso la sincronización la lleva a cabo la capa de transporte.

Mediante el uso de peticiones basadas en HTTP, RTSP permite al cliente controlar la reproducción del video desde el servidor, pudiendo ponerla en pausa, retrocederla, avanzarla o detenerla por completo. El protocolo RTSP también puede controlar dispositivos de grabación y reproducción como cámaras de red.

MMS (*Microsoft Media Server Protocol*) es la versión propietaria de Microsoft para la transmisión de contenido multimedia, en la cual se integraron las mejores características de los protocolos RTP, RTCP y RTSP para alcanzar la mayor audiencia posible. Microsoft diseño varias versiones para redes con diferentes tipos de restricciones, así MMSU trabaja sobre UDP para alcanzar una entrega más eficiente, MMST sobre TCP para redes que no permiten tráfico UDP, y también puede hacer uso de HTTP para redes más restringidas donde solo se permite este tipo de tráfico.

El protocolo MMS provee características de configuración, sincronización, monitoreo de calidad y adicionalmente permite la transmisión de información de administración de derechos digitales DRM²⁰ (*Digital Rights Management*) y la solicitud de licencias desde el servidor.

Servidores de Video Streaming

Un servidor de video streaming es una aplicación especializada que se ejecuta sobre un servidor de Internet, y que tiene la habilidad de manejar cargas muy grandes de tráfico, transmitir eventos en vivo y detectar la velocidad de conexión de los usuarios y bajar hasta dicha velocidad para enviar la información.

En la actualidad existen muchos paquetes de software de servidor de streaming desarrollados por empresas reconocidas en el mercado, y sus productos se diferencian unos de otros por la variedad de formatos de archivos con los que trabajan; así los productos de servidores de streaming más comunes son:

- Helix Universal Server. Servidor líder del mercado y el más robusto, desarrollado por RealNetworks, soporta una gran variedad

²⁰ Tecnologías que proveen acceso restringido a contenido multimedia digital.

de formatos de archivos de streaming incluyendo RealMedia, Windows Media, Quicktime y MPEG-4 [23].

- Quicktime Streaming Server. Servidor multimedia de Apple, desarrollado en base a la tecnología quicktime la primera en emitir multimedia por Internet, pero igualmente compatible con los estándares mundiales más recientes como MPEG-4 y 3GPP [24].
- Flash Media Server, es el servidor de Macromedia especializado en contenido la transmisión de video basado en Flash y otros contenidos interactivos multimedia [25].
- Windows Media Services, es un componente del servidor de Windows de Microsoft que permite generar flujos multimedia pero en formato Windows Media, JPEG y MP3 [26].
- Darwin Streaming Server, es la versión de código abierto del servidor Quicktime Streaming Server de Apple, que permite el envío de flujos multimedia usando los estándares de la industria RTP y RTSP. Al ser de código abierto es altamente personalizable y corre sobre una variedad de plataformas permitiendo manipular el código si es que fuera necesario [27].

Métodos Alternativos para transmitir Video

Existen otros dos métodos usados comúnmente para distribuir información multimedia por Internet: *downloading* y *progressive downloading*.

Downloading es el proceso de transferir el archivo completo a través de Internet y guardar una copia (usualmente en una carpeta temporal) en el dispositivo del usuario, desde donde el reproductor luego la abre y la presenta. Este método tiene varias ventajas frente al video streaming, como por ejemplo el acceso más rápido a diferentes partes del archivo de video, sin embargo tiene una gran desventaja, se debe esperar hasta que el archivo completo haya sido recibido antes de poder reproducirlo. Si los archivos son de tamaño pequeño esto no es un problema, sin embargo este usualmente no es el caso para archivos de video.

Este método también se conoce como *HTTP streaming* o *HTTP delivery*, ya que se utiliza el protocolo HTTP para transferir los archivos desde el servidor hacia el cliente, por esta razón es muy sencillo configurar y usarlo en cualquier sitio Web ya que no requiere software adicional o planes de hosting especiales.

HTTP Streaming no es tan eficiente y se recomienda usarlo en casos donde el tráfico sea modesto, para tráfico pesado como en transmisiones en vivo se necesita una solución de streaming real, ya que el protocolo HTTP no ha sido diseñado para ser eficiente en la transmisión de video y puede causar una mayor carga sobre el servidor.

Progressive downloading es un método híbrido, derivado del método anterior, en el cual un video es dividido en varios archivos de un tamaño fijo menor, los cuales son enviados hacia el cliente vía HTTP para ser reproducidos a medida que van llegando, así no debe esperar a tener una copia del archivo completo en el dispositivo. Esto simula un streaming real, pero no tiene las mismas ventajas.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio bibliográfico sobre algunas de las alternativas existentes en los tres módulos del proyecto, que se muestran en la Figura 1.1 del capítulo anterior, y con la investigación inicial suficiente se recomienda tomar las siguientes acciones.

- Para el módulo de Captura de video, se aconseja trabajar con alguna cámara de video que trabaje con RTSP [2], el protocolo estándar actual, para transmisión de video hacia el servidor de streaming.

- Para el módulo de Publicación del video en tiempo real se recomienda el uso del servidor de streaming Darwin de Apple, por su versatilidad, soporte multiplataforma y permitir la interacción entre el módulo de visualización de imágenes y el módulo de Captura de video, además de las ventajas propias de ser un producto de código abierto.

- Para el módulo de Visualización, se sugiere trabajar con el protocolo WAP para el diseño e implementación de un sitio con acceso personalizado a través de Internet y además trabajar con un programa que pueda reproducir el protocolo RTSP, al cual tengan alcance la mayor cantidad de dispositivos móviles, de acuerdo a las tecnologías de 2.5G implantadas en el Ecuador por los tres operadores móviles.

Con estas recomendaciones, en el capítulo siguiente se detalla las características tecnológicas del proyecto y cada uno de los componentes que intervendrán en detalle en los tres módulos.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

En este capítulo se analizan los diferentes aspectos tecnológicos del proyecto y cada uno de los componentes que intervendrán en detalle en los tres módulos [1] propuestos: Captura, Publicación y Visualización de video.

Posteriormente se analizan los aspectos económicos con el fin de justificar la alternativa más adecuada para la implementación de la solución propuesta.

3.1 ANÁLISIS TÉCNICO

Para la implementación de este proyecto se necesita escoger, de todas las opciones disponibles en la actualidad, la mejor alternativa para cubrir las necesidades de los tres módulos [1] en los que está dividido el sistema de vigilancia remota propuesto.

En la actualidad existen dos tipos de alternativas para cubrir la necesidad del módulo de captura de la imagen: Cámaras web (webcams) y Cámaras de red. Una cámara web es una pequeña cámara digital conectada a una computadora, la cual puede capturar imágenes y transmitir las a través de Internet en tiempo real. Sin embargo, existen otras cámaras autónomas que tan sólo necesitan un punto de acceso a la red, para transmitir las imágenes captadas, a estos dispositivos se los denomina cámaras de red.

Una cámara de red tiene su propia dirección IP y características propias de un computador para gestionar la comunicación en la red. Todo lo que se precisa para la visualización de las imágenes a través

de la red se encuentra dentro de la misma unidad, por lo que solo es necesario conectarla directamente a la red como cualquier otro nodo. Las cámaras de red actuales incluyen opciones como entradas para alarmas, y las más avanzadas pueden equiparse con otras funciones de valor como detección de movimiento y salida de vídeo analógico.

La cámara de red captura la imagen, que puede ser descrita como luz de diferentes longitudes de onda, y la transforma en señales eléctricas. Estas señales son convertidas del formato analógico al digital, para luego ser comprimidas y enviadas a través de la red [28].

En la Tabla 3.1 se muestra las principales diferencias entre estos dos tipos de cámaras [28].






<p>Cámara Web:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere computador y encoder. ▪ Necesita estar a 3 metros o menos del computador. ▪ Precisa software de administración. ▪ A menudo imágenes de baja calidad. ▪ Instalación compleja: requiere drivers.
<p>Cámara de Red:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema operativo y encoder incluido. ▪ Gestión y visualización local. ▪ Imágenes de alta calidad. ▪ Instalación sencilla: Solo asignar dirección IP.

Tabla 3.1 Resumen de diferencias entre webcam y cámara de red

Debido a la independencia del computador para su funcionamiento, se ha escogido para este proyecto la cámara de red como dispositivo de captura de imágenes. Sin embargo, se requiere adicionalmente un modelo de cámara con soporte del protocolo RTSP y de los formatos de video más usados por los dispositivos móviles como son MPEG y 3GPP. En la Tabla 3.2 se muestran las características principales de varios modelos de cámaras de red que cumplen los requerimientos técnicos y que se encuentran disponibles actualmente en el mercado.

Característica	DLink DCS-2120 [29] 	Cisco IPC-2500 [30] 	Axis 207 [31] 
Protocolo de red soportado	TCP/IP, RTSP, RTP, RTCP, HTTP, SMTP, FTP, NTP, DNS, DHCP, UPnP, DDNS	DHCP, FTP, HTTP, HTTPS, NTP, RTP, RTSP, SMTP, SSL/TLS, TCP/IP	IPv4, HTTP, TCP, ICMP, QoS, RTSP, RTP, UDP, IGMP, RTCP, SMTP, FTP, DHCP, UPnP, Bonjour, ARP, DNS, DynDNS, SOCKS, NTP
Conectividad	802.11g wireless LAN 802.3 10/100Mbps 10/100BAS-TX Ethernet	10/100Mbps 10/100BAS-TX Ethernet	10/100Mbps 10/100BAS-TX Ethernet
Compresión de Video	JPEG para imágenes fijas	MPEG-4 Simple Profile	Motion JPEG MPEG-4 con:

	Enhanced video compression usando MPEG4 Simple Profile	nivel 0-4, Advanced Simple Profile nivel 0-5	Simple Profile, nivel 0-3, y Advanced Simple Profile, nivel 0-5
Resolución de Video	Hasta 30fps a 160x120 Hasta 30fps a 176x144 Hasta 30fps a 320x240 Hasta 30fps a 640x480	720 x 480/576 @ 30/25 fps (D1) 704 x 480/576 @ 30/25 fps (4CIF) 352 x 240/288 @ 30/25 fps (CIF)	7 resoluciones hasta 640x480
Video Streaming	MPEG-4 3GPP	Single-stream MPEG-4 hasta D1 720 x 480 Dual-stream MPEG-4 hasta 704 x 480	Simultaneous Motion JPEG y MPEG-4 3GPP
Seguridad	Protección por contraseña y Access List	IP Filtering	Múltiples niveles de acceso por usuario con protección de contraseña

Tabla 3.2 Características técnicas de cámaras de red

Una vez capturada la imagen, cuya resolución mínima debe ser de 176x144 pixeles de acuerdo a lo mostrado en el Anexo A, ésta debe ser enviada al módulo de publicación con una frecuencia de transmisión no menor a cinco frames por segundo¹ [33] garantizando una imagen en movimiento visualmente legible que pueda ser

accedida por los dispositivos móviles de los clientes desde cualquier lugar y en cualquier momento, para ello se requiere un servidor de streaming que preste las funciones necesarias para garantizar un buen desempeño de las consultas en tiempo real de las cámaras controladas por el sistema propuesto.

De acuerdo a lo revisado en el capítulo anterior, los mayores fabricantes de software al momento tienen su propia versión de servidor de streaming, y cada uno de ellos con sus propias características o funciones que los diferencia de los demás.

Los principales productos de servidor de streaming en la actualidad son Darwin Streaming Server (DSS) de Apple [27], Macromedia Flash Media Server (FMS) de Adobe [25], Windows Media Server (WMS) de Microsoft [26] y Helix Server (HS) de RealNetworks [23]. En la Tabla 3.3 se muestra un cuadro comparativo de las principales características técnicas de estos productos.

	DSS 5.5.1	FMS 3	WMS 9	HS 11
Fabricante	Apple Inc.	Macromedia / Adobe Systems	Microsoft	Real Networks
Servidor Windows 2000	X	-	-	X

¹ Frames por segundo es la frecuencia fija a la que un dispositivo de captura de video produce imágenes consecutivas llamadas frames.

Windows 2003	X	X	X	X
Mac	X	-	-	-
Linux	X	X	-	X
Solaris	X	-	-	X
Ciente				
Windows	X	X	X	X
Mac	X	X	X	X
Linux	-	X	-	X
Solaris	-	X	-	X
Otros	-	X	-	X
Encoder	H.264	On2 VP6	WMV 9	RV 10
Otros Codecs de video	H.263 H.261 MPEG-4	Sorenson Spark	WMV 7 WMV8	RV 8 RV 9
Codecs de audio	ACC Lossless	MP3	WMA 9.1	RA10
Player	Cualquiera	Flash Player	Windows Media Player	Cualquiera
Protocolo de red Soportado	RTSP, RTP	RTMP, RTMPT, RTMPS, RTMPE	MTP, MMS	RTSP, RTP, HTTP, Multicast, RDT
Control de Acceso				
Autenticación NT	-	X	X	X
Usuario/contraseña	X	X	-	X
Access List IP	-	X	X	X
Tipo licencia	APSL ²	Propietaria	Propietaria	Propietaria

Tabla 3.3 Características técnicas de los servidores de streaming

De los productos presentados, Helix Server Unlimited³ y Darwin Streaming Server son las opciones técnicas más adecuadas, por su

² Apple Public Source License, licenciamiento de código abierto de Apple

capacidad de transmisión de streaming usando el protocolo RTSP, además de prestar la funcionalidad de publicación de videos en tiempo real en formato MPEG y 3GPP que es entregado por la cámara de red que conforma el componente de captura de video.

Para la visualización de las imágenes publicadas por el servidor de streaming, se necesitan dispositivos móviles que puedan reproducir video de 176x144 pixeles de resolución en tiempo real utilizando un cliente de software capaz de soportar el protocolo y formatos estándares que se han seleccionado para este proyecto. En la Tabla 3.4 se listan algunos modelos de dispositivos móviles comunes en nuestro medio que soportan WAP y poseen un reproductor de video con soporte a RTSP y que pueden ser utilizados por los clientes para acceder al sistema.

Fabricante	Modelo
Nokia	6230
Nokia	6131
Nokia	E62
Nokia	6628
Nokia	9300
Nokia	N80
Sony Ericsson	W600i
Sony Ericsson	P910
Sony Ericsson	W819
Benq	P50

³ Unlimited es la versión del servidor de RealNetworks con capacidad de entrega de contenido 3GPP

Tabla 3.4 Lista de algunos dispositivos móviles comunes que soportan la funcionalidad del sistema

Por otro lado, en cuanto a las necesidades de comunicación entre los módulos del proyecto se requieren diferentes tecnologías, así: entre el módulo de captura y el de publicación se requiere acceso a Internet, y entre el dispositivo móvil del cliente y el módulo de publicación se requiere un acceso a la red de datos móviles vía radio.

Actualmente, las velocidades de transmisión de datos ofrecidos por los ISP locales, cubren las necesidades de comunicación de 40 Kilobits por segundo para la transmisión de video y 12,2 Kilobits por segundo para la transmisión de audio requeridas para transmitir las imágenes capturadas hacia el módulo de publicación.

Para permitir el acceso al contenido publicado, a través del dispositivo móvil, en el Ecuador existen varias opciones, por lo que para comprobar el funcionamiento de la solución en las diferentes alternativas de redes de los operadores móviles actuales, y confirmar la independencia del tipo de tecnología móvil, se realizaron varias pruebas de transmisión de un video en tiempo real de 176x144 pixeles de resolución y sesenta segundos de duración, en horas pico

alrededor de las 17h00 y no pico cerca de las 21h00⁴, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla 3.5 para un lugar abierto y en la Tabla 3.6 para un lugar cerrado respectivamente.

Tecnología	Tasa Tx (17h00)	Tiempo promedio	Tasa Tx (21h00)	Tiempo promedio
GPRS	25 Kbps	78 seg.	33 Kbps	80 seg.
EDGE	50 Kbps	73 seg.	52 Kbps	76 seg.
CDMA 1xEV-DO⁵	100 Kbps	68 seg.	150 Kbps	71 seg.

Tabla 3.5 Resultados de pruebas en redes móviles actuales en un lugar abierto

Tecnología	Tasa Tx (17h00)	Tiempo promedio	Tasa Tx (21h00)	Tiempo promedio
GPRS	23 Kbps	85 seg.	30 Kbps	88 seg.
EDGE	45 Kbps	80 seg.	47 Kbps	84 seg.
CDMA 1xEV-DO	90 Kbps	74 seg.	145 Kbps	78 seg.

Tabla 3.6 Resultados de pruebas en redes móviles actuales en un lugar cerrado.

⁴ Los horarios pico de uso de telefonía móvil en Ecuador de acuerdo a la Superintendencia de Telecomunicaciones SUPERTEL

⁵ Estándar de telecomunicación móvil de tercera generación implementado en el Ecuador por la telefónica estatal.

Estos resultados confirman el objetivo de independencia de la red móvil, por lo que puede ser ejecutada sobre cualquiera de los operadores móviles presentes en nuestro país. En el Anexo A se incluyen todas las pruebas de campo realizadas en este proyecto, que sustentan la selección de la tecnología GPRS para la implementación de la solución debido a su mayor cobertura y utilización en el mercado local.

Otro factor técnico importante es la seguridad de la información, por esto es necesario tomar ciertas consideraciones adicionales ya que el presente proyecto de tesis debe permitir visualizar el video en tiempo real de una cámara de manera segura de modo tal que nadie más pueda visualizar el contenido de las cámaras a las cuales no tenga derecho sin el debido control de acceso.

Seguridad en el módulo de visualización

Tomando en cuenta que este proyecto se enfoca en el uso de tecnologías WAP para poder acceder y visualizar el video streaming, se debe considerar un mecanismo de seguridad para poder ingresar a estos sitios. La autenticación segura es el mecanismo apropiado para estos casos, y consiste en añadir una capa de encriptación en el envío de la clave utilizando SSL, de manera que se pueda utilizar el

protocolo HTTPS durante el ingreso y navegación en el sitio WAP del sistema.

Seguridad en el módulo de publicación

Continuando con el análisis de las opciones que existen para incluir seguridad en los componentes que se pueden utilizar para este sistema, existen varias posibilidades para el servidor del modulo de publicación del video en tiempo real, como el uso de listas de acceso para permitir que solo ciertas direcciones de red autorizadas puedan ingresar al servidor de streaming y finalmente visualizar el video, sin embargo esto puede llegar a ser muy complicado de implementar debido a que los diferentes proveedores del servicio celular manejan de manera diferente la asignación de las direcciones IP para los móviles que se conectan a su red, unos pueden tener políticas de asignación dinámica y otros estática; por esa razón esta opción no es muy viable de implementar salvo que se logre algún convenio con los operadores móviles.

Otra posible solución es utilizar autenticación a nivel del servidor de streaming que se herede de la autenticación del sitio WAP, sin embargo el problema de implementar esta opción es que solo unos pocos clientes móviles que existen en el mercado utilizan

reproductores de video streaming que soporten esta funcionalidad, por lo que esta opción limita el alcance del proyecto.

Por último existe otra opción para poder solventar el inconveniente de la seguridad y la misma radica en hacer que el punto de acceso al servidor de streaming sea una dirección URL que se genere dinámica y aleatoriamente cada vez que el usuario ingrese al sistema para visualizar el contenido del video streaming de una determinada cámara, de esta manera aseguramos que esta URL no pueda ser visualizada o publicada a otro usuario malicioso. Además se requiere que esta URL sea temporal, para que esté disponible únicamente mientras el usuario accede al sistema y sea eliminada posteriormente.

Combinando estas opciones el proyecto ofrece una solución robusta de acceso al contenido del servidor de streaming de manera tal de cumplir con los objetivos de seguridad planteados para este elemento.

Seguridad en el módulo de captura

Finalmente considerando que las imágenes van a ser capturadas por cámaras con capacidad de publicar video usando el protocolo RTSP, es importante limitar el acceso a estos dispositivos, por lo que se

plantea manejar autenticación para el acceso a estas cámaras sin embargo, al igual que para la seguridad del módulo anterior, esta opción acotaría la solución a tan solo los dispositivos móviles cuyos reproductores de video streaming soporten este tipo de autenticación.

Existe también la posibilidad de realizar una restricción en el servidor de streaming utilizando listas de acceso de manera que las cámaras y su contenido solo puedan ser accedidos por dicho servidor y este a su vez contemplaría todas las opciones de seguridad antes discutidas.

En la Tabla 3.7 se muestra un resumen de las opciones de seguridad implementadas en los tres módulos de este proyecto de tesis.

Componente	Implementación de Seguridad
Cámara de Video	Listas de Acceso
Servidor de Streaming	URL dinámica, aleatoria y temporal
Portal WAP	Autenticación segura (HTTPS)
Portal WEB	Autenticación segura (HTTPS)

Tabla 3.7 Resumen de las implementaciones de seguridad

3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación realizaremos un breve análisis de los costos asociados a la implementación del presente proyecto de tesis, de acuerdo a las opciones tecnológicas revisadas anteriormente.

Para el módulo de captura, se requiere una cámara de red instalada con la mira sobre el objetivo a monitorear, y conectada a Internet. Las opciones de cámara de red disponibles en el mercado varían de precio dependiendo de diversos factores como: características técnicas de la cámara, nombre del fabricante y la presencia de un distribuidor local, entre las más importantes. En la Tabla 3.8 se muestran los precios de los modelos de cámara de red, más comunes en el mercado en la actualidad, que cumplen con las necesidades técnicas para la implementación de este proyecto.

Fabricante	DLink	Cisco	Axis
Modelo	DCS-2120	IPC-2500	207
Distribución local	Si	Si	No
Precio	\$203	\$716	\$320

Tabla 3.8 Opciones económicas de cámaras de red

Para resolver la necesidad del módulo de publicación de un computador, sobre el cual se implementará el servidor de streaming, y

considerando que el sistema debe tener excelente desempeño, rápido procesamiento y alta disponibilidad, se requiere de un componente de hardware y de software adecuados para cubrir dichas expectativas. Para el hardware es necesario un equipo con las siguientes características mínimas: Dos procesadores Dual Core Intel Xeon de 2 GHz de velocidad, 8 GB de memoria RAM, una controladora RAID con 512 MB de memoria RAM que maneje un arreglo de tres discos de 72 GB de 15k RPM, unidad de respaldos, fuentes de poder y ventiladores de enfriamiento redundantes, que en el mercado tiene un precio referencial de \$4,570⁶

El componente de software requerido para la implementación del módulo de publicación, se cubre con los servidores de Apple o de RealNetworks, sin embargo el costo del servidor Helix Unlimited que sobrepasa los cuatro mil dólares lo vuelve inasequible comparado con Darwin Streaming Server de Apple, que por tener un licenciamiento abierto, no implica un costo adicional. Por tal razón y para aprovechar la integración natural del servidor de streaming con el servidor Linux, se ha escogido el producto de Apple para la implementación de este proyecto.

⁶ Basado en cotización Web de un Servidor HP Proliant ML310 G5 Server.
<http://www.hp.com>

Adicionalmente, se requiere un servidor para la implementación del Sistema Administrativo que permita: el manejo de usuarios, la administración de contenidos y el acceso al sitio WAP con la información exclusiva para cada usuario. Con el fin de hacer viable económicamente el proyecto, en esta etapa se plantea la implementación del Sistema Administrativo sobre el mismo hardware del servidor de streaming. Por lo que se requiere la instalación de los siguientes componentes de software necesarios para la implementación del mismo que son: Servidor web Apache, PHP y base de datos MySQL.

Basados en las conclusiones del análisis técnico y para finalizar el análisis económico, en la Tabla 3.9 se muestra un resumen de los elementos escogidos para cumplir los objetivos de este proyecto buscando que sea una implementación técnicamente funcional y a la vez económicamente viable.

Componente	Opción escogida	Precio
Cámara de Video	DLink DCS-2120	\$203
Hardware servidor de Streaming	X386 PIV, 2GB, 40GB	\$4,570
Software Servidor de Streaming	Apple Darwin Streaming Server	-
Software Portal WAP	Apache, PHP, MySQL	-

Tabla 3.9 Resumen de los elementos y costos escogidos para la implementación del proyecto

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

El cuarto capítulo incluye el alcance de este proyecto y las posibles soluciones complementarias que se pueden desarrollar en el futuro como valor agregado. Posteriormente, se detalla el diagrama de bloques de la solución, y la interacción de cada uno de los módulos que la conforman, para finalmente describir en detalle las funciones de cada uno de los módulos individuales.

4.1 ALCANCE DE LA SOLUCIÓN

El objetivo general de nuestro proyecto es el desarrollo de una solución tecnológica de vigilancia remota que permita brindar un servicio de visualización de imágenes de una o varias cámaras en un dispositivo móvil. Para esto se utilizarán sistemas inalámbricos de comunicación de datos, comunicación vía Internet, implementación de servidores y portales WAP, servidores de streaming y cámaras de red, así como protocolos estándares como HTTP, HTTPS, WAP y RTSP. La visualización de las imágenes de las cámaras del usuario podrá ser realizada desde cualquier lugar del mundo donde el usuario tenga acceso con su dispositivo móvil a Internet a través del portal WAP de la solución planteada.

El presente proyecto de tesis puede ser aplicado para cubrir varias necesidades de vigilancia o supervisión remota como por ejemplo el cuidado de los bebés por parte de sus padres, la supervisión geriátrica de familiares o la vigilancia a domicilios, oficinas, bodegas, etc. Adicionalmente, la solución propuesta puede ser complementada con muchas funcionalidades como por ejemplo: Integrarse con soluciones de domótica¹, implementar sistemas de detección de

¹ Ciencia que estudia la aplicación de la informática y las comunicaciones al hogar, con el fin de conseguir una "casa inteligente".

movimiento para enviar alertas, entre otras, proporcionando de esta manera un valor agregado al cliente.

4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LOS MÓDULOS

Debido a la complejidad del proyecto y de los diferentes componentes tecnológicos necesarios para cumplir los objetivos planteados, éste ha sido dividido en tres módulos para facilitar su implementación: módulo de captura de video, módulo de publicación de video en tiempo real y módulo de acceso al sistema o de visualización de las imágenes en los dispositivos móviles. Finalmente, con la finalidad de facilitar la gestión y administración de los usuarios del sistema y cada una de sus cámaras, se incluye un módulo de administración. El diagrama de bloques donde se muestran los módulos de la solución es presentado en la Figura 4.1.

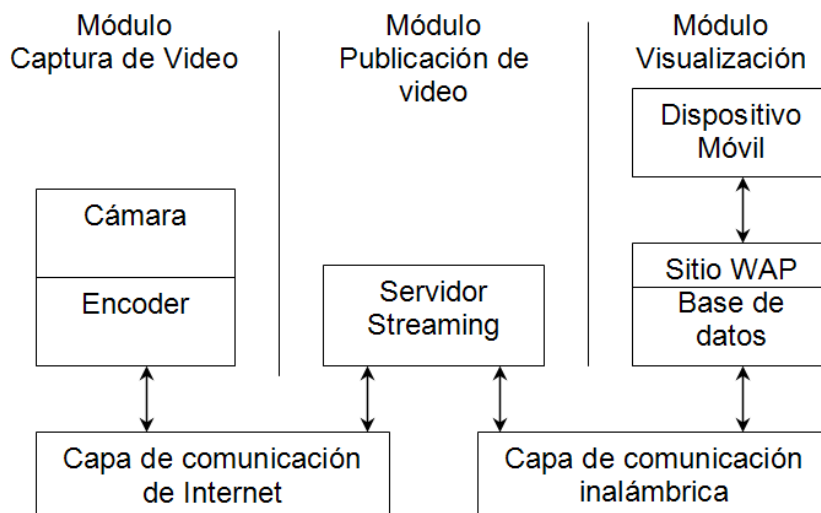


Figura 4.1 Diagrama de bloques de la solución propuesta

En la Figura 4.2 se muestran los módulos de la solución en detalle y la interacción entre cada uno de ellos que se resume en cinco pasos:

1. El cliente ingresa al portal WAP del módulo de Acceso y se autentica utilizando el protocolo HTTPS.
2. En el módulo de publicación se crea un link temporal RTSP vía servicio Web utilizando HTTP.
3. En el módulo de acceso se crea una página WAP dinámica con URLs temporales de las cámaras del cliente que se envía al dispositivo móvil

4. El reproductor del dispositivo hace una conexión al servidor de streaming solicitando la visualización de las imágenes en tiempo real utilizando el protocolo RTSP.
5. El servidor de streaming del módulo de publicación genera los requerimientos del video a las cámaras del módulo de captura vía RTSP y la imagen es visualizada en el dispositivo del cliente.

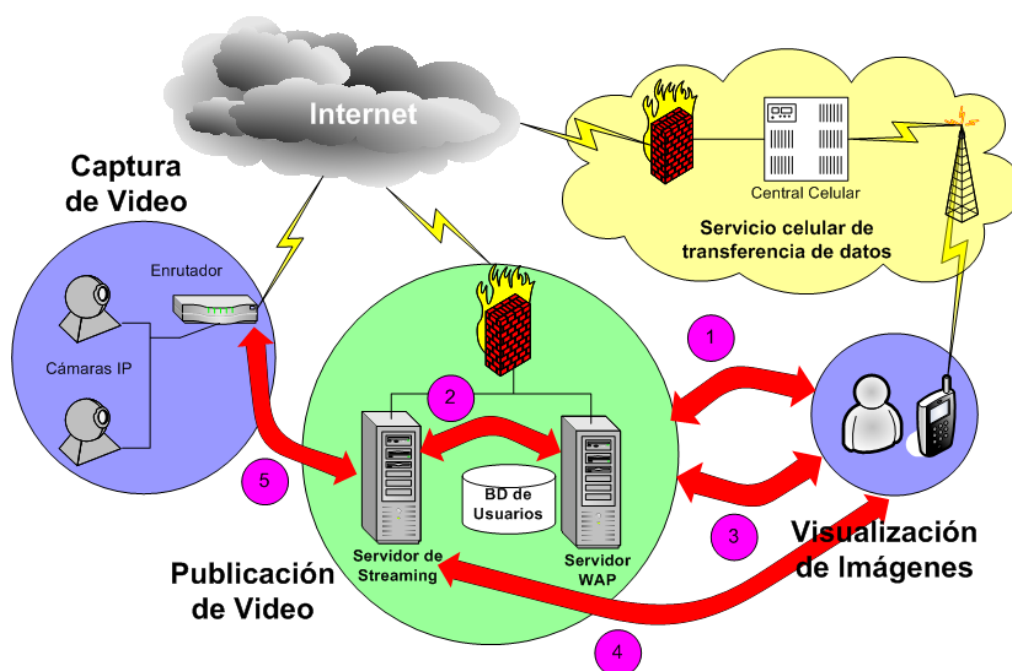


Figura 4.2 Interacción de los módulos de la solución

4.2.1 MÓDULO DE CAPTURA DE VIDEO

El módulo de captura de video es el encargado de realizar el registro de las imágenes en tiempo real en el lugar requerido por el cliente. Adicionalmente, este módulo provee una interfaz que permite al módulo de publicación acceder a las imágenes capturadas para ponerlas a disposición del dispositivo móvil.

Este módulo consta de dos partes esenciales: La cámara de red, que es el dispositivo encargado de captar las imágenes que serán presentadas en el móvil, y el encoder, que es la aplicación que permite convertir el video capturado en un archivo o formato entendible por el dispositivo.

Las cámaras capturan el video en un formato crudo que es halado por el servidor de streaming en una ubicación que es solo es conocida por el módulo de acceso al sistema, para garantizar la confidencialidad de la información.

Este módulo será el responsable, además de capturar el video, de permitir que el mismo sea accedido vía RTSP por parte del módulo de publicación de video de la solución.

4.2.2 MÓDULO DE PUBLICACIÓN DE VIDEO EN TIEMPO REAL

Una vez capturadas las imágenes, se requiere que estas sean enviadas a un servidor de streaming para que puedan ser vistas por los clientes. Este segundo módulo se encarga específicamente de publicar el video capturado por la cámara de red, para lo cual una vez validada la información del usuario en el módulo de acceso, éste envía la información de las cámaras que requieren ser visualizadas por los clientes al módulo de publicación, donde el servidor de streaming utiliza el protocolo RTSP para conectarse a la cámara y recoger las imágenes en tiempo real. El servidor realiza un requerimiento del flujo de streaming a la cámara de red y publica este flujo para que pueda ser visualizado por el dispositivo móvil. Esta configuración se conoce con el nombre de modo *relay*, porque el servidor recibe el requerimiento del dispositivo móvil y lo pasa hacia la cámara de red.

En la Figura 4.3 se muestra un ejemplo de cómo se ve la imagen de una oficina, registrada por el módulo de captura y que será transmitida por el módulo de publicación hacia el dispositivo móvil.



Figura 4.3 Visualización de imagen capturada por la cámara de red

En las Figuras 4.4 y 4.5 se muestra cómo se visualiza en el dispositivo móvil la imagen de la Figura 4.3 capturada por la cámara de red.

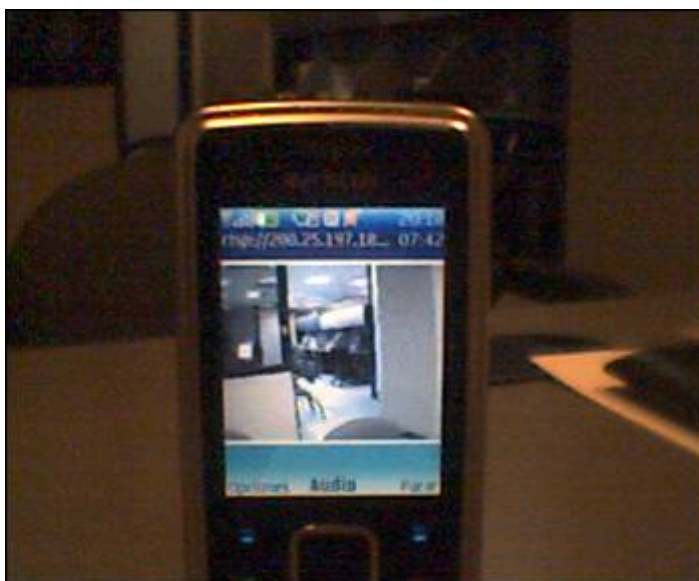


Figura 4.4 Visualización de imagen en un dispositivo móvil

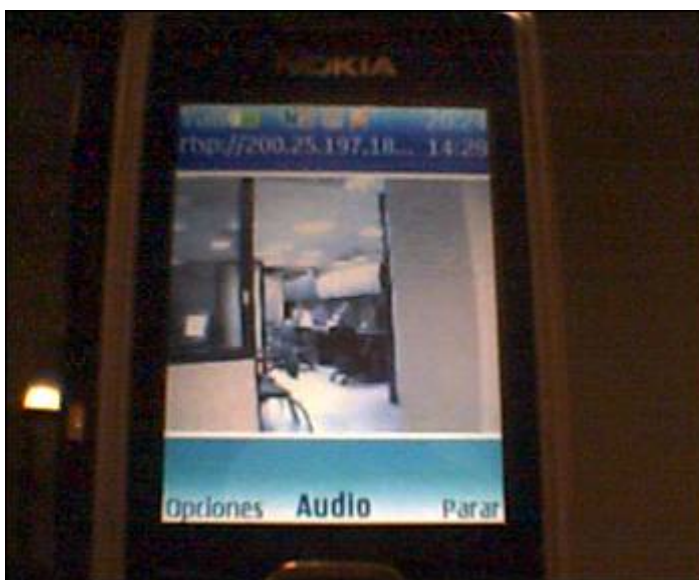


Figura 4.5 Visualización de imagen en un dispositivo móvil
(acercamiento)

4.2.3 MÓDULO DE ACCESO AL SISTEMA

El módulo de acceso al sistema consiste en una interfaz de acceso al contenido visual capturado y publicado en los otros dos módulos del sistema. Este módulo permite el ingreso restringido de los usuarios a la información de sus respectivas cámaras, mediante la implementación de un sitio WAP, que se conecta a la base de datos de usuarios para validar las credenciales y permitir la visualización de las imágenes.

La implementación del módulo de acceso consta de un portal WAP que reside en un servidor Apache, y que interactúa con la base de datos, de usuarios y cámaras, resultado del módulo de administración.

En la página WAP inicial, presentada en la Figura 4.6, el cliente ingresa su usuario y contraseña, y una vez confirmadas las credenciales, se pasa la información al módulo de publicación con una URL temporal generada dinámicamente con acceso a cada una de las cámaras del cliente que luego se incluyen en una página WAP que es enviada al dispositivo móvil y que se muestra en la Figura 4.7.



Figura 4.6 Pantalla de acceso al sistema



Figura 4.7 Pantalla con los vínculos a las cámaras del cliente

Al escoger un vínculo de las cámaras disponibles, en el móvil se levanta el reproductor de medios y se conecta a la URL del servidor de streaming vía RTSP y presenta el video enviado a éste por el módulo de captura.

Este módulo maneja también la opción de recuperación de contraseña, mediante la cual el cliente que ha olvidado su clave de acceso, debe ingresar su usuario y automáticamente se le enviará una contraseña temporal a su cuenta de correo electrónico registrada cuando se dio de alta en el sistema. En la Figura 4.8 se muestra la opción “olvidó su contraseña” disponible en el sitio WAP del sistema.



Figura 4.8 Pantalla para recuperación de contraseña

El uso del sitio WAP completo se detalla en el Manual del Usuario incluido en el Anexo A.

4.2.4 MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS DEL SISTEMA

Para facilitar la administración de los clientes se ha creado un componente integrado al módulo de publicación que permite a los administradores del sistema de dar de alta o baja a usuarios y cada una de las cámaras que posean, así como editar la información de los usuarios y sus contraseñas de acceso.

Este módulo consiste en un sitio Web que sirve de interfaz para simplificar la creación, modificación y eliminación de usuarios y de cada una de las cámaras en la base de datos del módulo de acceso. Este sitio Web, cuyas instrucciones detalladas de uso se encuentran en el Anexo B, se encuentra publicado en un servidor Apache 2.0 y los datos de los clientes y sus cámaras se encuentran en una base MySQL.

El módulo de administración provee al módulo de acceso la base de datos para permitir el acceso restringido a la información de los

clientes y a su vez entregar la información de las cámaras al módulo de publicación.

CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

En el quinto capítulo se explica en detalle como se utilizan las diferentes tecnologías, herramientas de programación y servicios disponibles para la implementación de este proyecto de Tesis.

En primer lugar se revisa la implementación del encoder de captura de video, luego se detalla la implementación del servidor de streaming que conforma el módulo de publicación para finalmente detallar el desarrollo del portal WAP

para acceso de los clientes al sistema, y del portal Web para acceso al sistema administrativo.

5.1 IMPLEMENTACIÓN DE ENCODER PARA CAPTURA DE VIDEO

Para implementar la captura de las imágenes se necesita una cámara con capacidad de registrar el video y publicarlo en tiempo real en formato RTSP. Las cámaras de red cumplen con esta necesidad de manera nativa, por lo que la implementación consiste en la configuración de las opciones necesarias para permitir el acceso exclusivo hacia ellas del servidor de streaming a través de Internet.

En la mayoría de los casos, las opciones que se necesitarán configurar son una dirección pública de red y las listas de acceso, sin embargo esto puede variar en base al caso específico del cliente y al diseño que requiera para cubrir sus necesidades.

En el Anexo C se muestra la configuración de la cámara de red DLink DSC-2120, escogida en el tercer capítulo de este documento, para cubrir las necesidades del módulo de captura

Para los casos donde el cliente no pueda manejar un direccionamiento de red público apropiado, debido a las limitaciones de asignación de

direcciones públicas por parte del ISP, se debe establecer el acceso a múltiples cámaras de red en un entorno privado a través de una configuración NAT¹ en un router con una única dirección de red pública, instalado en las instalaciones donde se desee implementar el sistema de vigilancia, tal y como se muestra en la Figura 5.1.

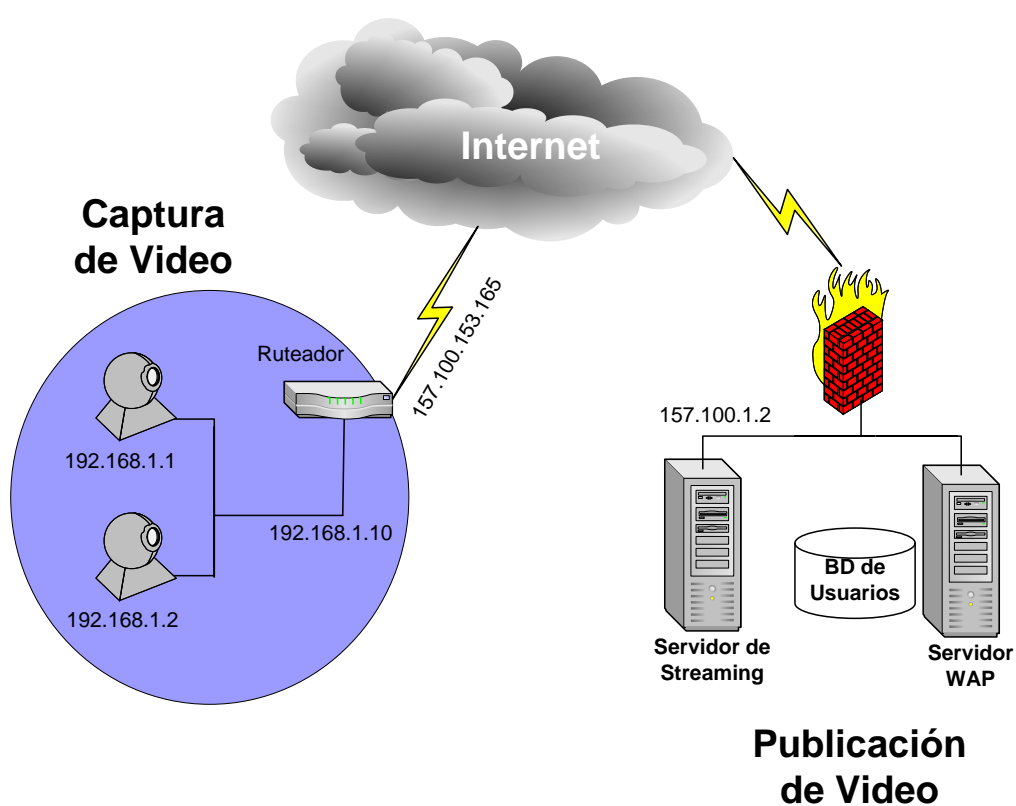


Figura 5.1 Configuración de múltiples cámaras de red usando NAT

¹ Mecanismo utilizado por routers para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles

5.2 IMPLEMENTACIÓN DE SERVIDOR DE STREAMING

Para la implementación del servidor del módulo de publicación se utilizó el servidor Darwin Streaming Server de Apple, el cual puede conectarse a la fuente que captura las imágenes y publicar el video hacia los clientes finales utilizando para este fin el protocolo RTSP.

El servidor de streaming ha sido implementado y configurado, sobre un computador que ejecuta el Sistema Operativo Linux, para que escuche en el puerto predeterminado TCP 554 del protocolo RTSP.

Para lograr que los dispositivos móviles puedan acceder al video, capturado por las cámaras de red y posteriormente difundido por el módulo de publicación, se ha configurado al servidor de streaming en modo *relay*, de manera tal que cuando un usuario genera un requerimiento para visualizar el video de una de sus cámaras, éste es enviado hasta el Servidor que está en capacidad de reconocer la dirección URL requerida para finalmente direccionar el requerimiento hacia la cámara de red correspondiente.

Con el fin de mantener confidencial las imágenes capturadas, la dirección URL que se genera para acceder a cada una de las cámaras es aleatoria, dinámica y temporal, motivo por el cual la configuración

del servidor de streaming se modifica dinámicamente para soportar esta funcionalidad. En el Anexo D se detalla la configuración del servidor de streaming.

El servidor de streaming maneja el concepto de puntos de montaje, que son directorios donde se publican los videos que los clientes pueden requerir. Dado que para este proyecto de Tesis no se trata de un video estático precargado en el servidor, sino de una transmisión en vivo, el espacio en disco utilizado para la visualización del video es mínimo, pues en cada punto de montaje que equivale a cada cámara, lo único que se crea es un pequeño archivo con formato SDP² que permite establecer una sesión para que el video sea entregado por el servidor de streaming al dispositivo móvil que originó el requerimiento.

5.3 DESARROLLO DE PORTAL WAP PARA ACCESO AL SISTEMA

El portal de acceso al sistema se desarrolló, utilizando los lenguajes de programación WML y PHP, permitiendo ser visualizado por dispositivos móviles con capacidad de soportar el protocolo WAP.

Para acceder al sitio WAP del sistema se implementó un mecanismo de autenticación basado en usuario y contraseña que se validan,

contra una base de datos MySQL, de manera segura utilizando el protocolo HTTPS, que emplea un cifrado basado en SSL³ cumpliendo con los requerimientos técnicos de seguridad planteados en capítulos anteriores.

Un fragmento del código WML utilizado para construir el acceso al sistema se muestra en el párrafo siguiente. En él se aprecia la programación de un card que contiene las sentencias "input type text" las cuales permiten la presentación de las cajas de texto que se utilizan para el ingreso del nombre de usuario y contraseña, esta información es enviada luego para autenticar el usuario a través del script llamado consulta_base.php.

```
<card id="card2" title="Zeus - Login">
  <p align="center">
    <b>Usuario</b><br />
  </p>
  <p align="center">
    <input type="text" size="8" name="user" />
  </p>
```

² Archivo que contiene parámetros que permiten establecer la sesión RTSP entre el servidor de streaming y la cámara de red

³ Protocolo criptográfico que proporciona autenticación y privacidad de la información entre extremos sobre Internet

```

<p align="center">
<b>Clave</b><br />
</p>
<p align="center">
<input type="password" size="8" name="passwd" />
</p>
<p align="center">
  <a
    href="consulta_base.php?user_name=$(user)&pass_word=$(pa
    sswd)"> Ingresar </a>
</p>
<p align="center">
  <a href="index3.php#card3"> Olvido su clave? </a>
</p>
</card>

```

Una vez autenticado el usuario, el sistema genera de manera aleatoria⁴ una URL única que corresponde al punto de publicación del video y que es configurada dinámicamente dentro del servidor de streaming para luego ser almacenada en la base de datos del usuario. Parte del código correspondiente a la generación de la URL aleatoria se muestra a continuación, aquí se aprecia que la parte más

importante de la programación radica en la generación aleatoria de la URL única mediante la combinación de un path remoto generado por la sentencia `time()` y la cámara remota utilizando la sentencia `rand()`.

```
$ch = curl_init();  
    $camara_remoto=rand()".sdp";  
    $path_remoto=time();  
    $path_final="/"$.path_remoto."/".$camara_remoto;  
  
$url =  
http://ServidorStreaming/habilitalink.php?path_remoto="$.path_remoto.  
"&".camara_remoto="$.camara_remoto;  
  
    curl_setopt($ch, CURLOPT_URL, $url);  
    curl_setopt($ch, CURLOPT_HEADER, 0);  
    $respuesta = curl_exec($ch);  
    curl_close($ch);
```

Además de aleatoria, la URL generada es temporal y diferente cada vez que ingresa el usuario al sistema, debido a que se implementó un proceso que la elimina luego diez segundos, tiempo suficiente para que el usuario final pueda ver el contenido del video streaming, evitando así que las cámaras puedan ser accedidas mediante el conocimiento de la URL por usuarios no autenticados.

⁴ Utilizando un programa escrito en código PHP

El sitio WAP permite al cliente ver un listado, de las cámaras registradas para su usuario, que se arma de las URLs temporales almacenadas en la base de datos para el usuario del cliente y así elegir la que desee visualizar. A continuación se incluye parte del código PHP de la consulta a la base de datos con la información de las cámaras, donde se aprecia el código WML que permite visualizar las filas con las URLs de las cámaras disponibles para el usuario ingresado al sistema.

```
$query2 = "select b.camname,b.campath from users a, userscam b
where a.userid=b.userid and a.username='$db_user'";
$result2 = mysql_query($query2, $link);
if(mysql_num_rows($result2)) {
echo "<p align=\"center\"><b>Camaras Registradas</b></p>";
    while ($row = mysql_fetch_row($result2))
    {
        echo "<p align=\"center\">";
        echo "<a
href=\"rtsp://ServidorStreaming/live$row[1]\">$row[0]</a><br><hr>";
echo "</p>";
    }
} else {
    print("$db_user no tiene camaras registradas");
}
```

```
}
```

Adicionalmente, se han implementado mecanismos que permitan el cambio y recuperación por olvido de la contraseña, que consiste en generar de manera aleatoria una contraseña temporal y enviarla a la dirección de correo electrónico asociada al usuario. Una porción del código de programación de estos mecanismos, en la que se aprecia el uso de la función mail() para envío de correo electrónico en PHP, se muestra a continuación. Como parámetros de esta función se pasan la dirección de correo electrónico del usuario que requiere su cambio de contraseña, la dirección origen y el mensaje correspondiente.

```
$password=generatePassword();
changePassword($password);
$origen = "Envio automatico de password!";
$desde = "Zeus Vigilancia Remora <zeus@zeusvigilancia.com>";
$mensajeadicional = "Visite www.zeusvigilancia.com";
$mensaje = "Su password asignado es $password.
\n$mensajeadicional";
mail($email_address, $origen, $mensaje , "From: $desde \nReply-To:
$email "); // Envio!!!
echo "<p align=\"center\">";
```

```
echo "El correo ha sido enviado a <b>$email_address</b>";  
  
echo "</p>";  
  
echo "<p align=\"center\">";  
  
echo "<a href=\"index3.php#card3\"> Volver </a>";  
  
echo "</p>";
```

La programación del sitio WAP completo se detalla en el Anexo E.

5.4 DESARROLLO DE PORTAL WEB PARA ACCESO AL SISTEMA ADMINISTRATIVO

Con el fin de permitir a los responsables del sistema controlar la información de los clientes, se desarrolló un módulo de administración de usuarios, que usa como interfase un portal Web programado en los lenguajes HTML y PHP.

Este portal permite a los administradores del sistema dar de alta y baja usuarios, manejar la información de los usuarios, modificar los datos de contacto del cliente, crear o modificar usuarios y contraseñas de ingreso, así como administrar las cámaras de cada cliente.

En el desarrollo del portal Web, se consideraron las validaciones necesarias para que el sistema funcione correctamente, como por

ejemplo: al dar de alta un usuario, es obligatorio ingresar campos como la dirección de correo electrónico ya que este registro se usa en la opción de recuperación de contraseña.

Toda la información es almacenada en una base de datos MySQL y es accedida únicamente por los administradores, quienes cuentan con usuarios con mayor privilegio para el acceso al portal Web. La programación del portal Web completo se detalla en el Anexo F.

5.5 DESARROLLO DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS DEL SISTEMA

Con la información de los usuarios y cámaras registradas a través del portal Web de Acceso al Sistema Administrativo, es necesario que esta información sea enviada y configurada en el servidor de streaming del módulo de publicación, por esto se desarrolló un módulo que se encarga exclusivamente de estas actividades. Una porción del código desarrollado en PHP que conforman este módulo se aprecia en el siguiente párrafo.

```
$copy_command= "sudo cp -r ".$relay_plantilla." ".$relay_temp;  
exec($copy_command);  
$file = $relay_temp;
```

```
$fh = fopen($file, 'r+');  
  
$contents = fread($fh, filesize($file));  
  
$new_contents = str_replace("CLIENTE$ID1", $path_remoto,  
$contents);  
  
$new_contents = str_replace("CAMARA$ID2", $camara_remoto,  
$new_contents);  
  
fclose($fh);  
  
$fh = fopen($file, 'r+');  
  
fwrite($fh, $new_contents);  
  
fclose($fh);  
  
$copy_command= "sudo cp -r ".$relay_archivo." ".$relay_backup;  
exec($copy_command);  
  
$copy_command= "sudo cp -r ".$relay_temp." ".$relay_archivo;  
exec($copy_command);  
  
$restart_dss="sudo -u root chown -R qtss:qtss /usr/local/movies/live/*";  
exec ($restart_dss);  
  
$restart_dss="sudo -u root killall DarwinStreamingServer";  
exec ($restart_dss);  
  
sleep (2);  
  
$restart_dss="sudo -u root /usr/local/sbin/DarwinStreamingServer";  
exec ($restart_dss);  
  
return "RDOK";
```

El modulo de administración de usuarios lee la información guardada desde el portal Web y configura los accesos necesarios en el servidor de streaming para cuando un nuevo usuario es dado de alta o baja dentro del sistema. En el Anexo G se detalla la programación del módulo administrativo.

CAPÍTULO VI

MINI PLAN DE NEGOCIOS

Implementar un proyecto de tecnología, o de cualquier otra índole, representa una inversión y como en todas las inversiones, se necesita crear un caso de negocio con retorno de inversión, demostrando además su rentabilidad. Con este objetivo en el sexto y último capítulo se presenta un breve plan de negocios basado en la comercialización de un servicio de vigilancia remota cuyo detalle técnico se viene describiendo en los capítulos anteriores.

En este capítulo se analiza el mercado, los competidores, los costos de implementación y una proyección macro a tres años que permita visualizar el potencial de negocio de este proyecto, en función de la inversión como ingreso bruto y los costos del proyecto relacionados a la comercialización del producto.

6.1. ANÁLISIS DE MERCADO

La violencia, la delincuencia y la inseguridad ciudadana actuales, constituyen una de las mayores preocupaciones de las personas: La inseguridad. Los altos índices de estos factores de riesgo, que afectan tanto a la propiedad pública como privada, garantizan un buen nivel de participación en el mercado para soluciones de seguridad.

En los últimos años el mercado de la seguridad ha ido creciendo notablemente, llegando a ser una necesidad tanto para las personas como para las empresas, y al mismo tiempo convirtiéndose en un nicho de negocio que aún tiene mucho por ser explotado.

La aparición de soluciones que prestan mayores beneficios que las soluciones tradicionales, y el uso de tecnología de punta para el desarrollo de soluciones innovadoras abre aún más el abanico de posibilidades para los clientes por ello los analistas del mercado de

tecnología ven excelentes opciones de negocio en el futuro a corto plazo en el sector de la seguridad.

Zeus Vigilancia Remota, nombre comercial de la solución presentada en este proyecto de Tesis, desafía los paradigmas convencionales de la seguridad en sitio y busca nuevos y eficaces modos de ayudar a vigilar objetivos valiosos de los clientes con el uso de herramientas tecnológicas disponibles en nuestro medio.

6.2. COMPETIDORES

Actualmente existen en el mercado varias empresas que ofrecen diversas alternativas de solución que ayudan a mitigar los problemas de seguridad. Una de las opciones más utilizadas en nuestros días es la vigilancia tradicional con personal en sitio, sin embargo existen otras opciones que pueden ser sustitutas o complementarias, tales como circuitos cerrados de video, alarmas electrónicas con respuesta de personal de seguridad motorizado, entre otras.

Así también se pueden encontrar soluciones de seguridad tecnificadas y de bajo costo, que son competencia directa de este proyecto, que a pesar de utilizar implementos tecnológicos actuales, no representan

una solución de vigilancia remota completa y confiable como la solución planteada en este documento.

Empresas como Promatel¹ o Eyespyfx², han liberado soluciones de vigilancia basadas en SMS o refrescamiento de imágenes, que si bien no son tan robustas como la planteada en este documento, apunta a conseguir el mismo nicho de mercado.

Análisis FODA

Las fortalezas que destacan la solución planteada en este proyecto frente a los competidores actuales son:

- Al ser una solución basada en video streaming, no se necesita ningún requerimiento específico de espacio libre o de software adicional en el dispositivo móvil.
- El cliente visualiza de manera continua lo que está sucediendo en el instante del acceso al sistema, no necesita esperar a que la imagen se descargue o se refresque en su dispositivo.

¹ Empresa ecuatoriana proveedora de servicios en telecomunicaciones del Ecuador, www.promatel.com.ec

² Empresa Irlandesa líder en la comercialización de contenido móvil www.eyespyfx.com

- Los usuarios no necesitan tener experiencia alguna en instalación o configuración de equipos de video o de red, ya que la solución propuesta se negociará en varios esquemas muy flexibles que incluyen los equipos y la puesta en producción de los mismos.

La propuesta tiene las siguientes oportunidades frente a sus competidores:

- Los sistemas existentes no cumplen con las necesidades del mercado, que aún sigue sin ser explotado.
- Se pueden crear servicios complementarios de domótica para ampliar el abanico de soluciones y los clientes objetivo.

Así mismo, tiene las siguientes debilidades:

- Falta de conocimiento o poco interés de los clientes por soluciones no tradicionales para resolver el problema de la vigilancia.
- Resistencia al cambio por parte de los clientes debido a la poca confianza que el desconocimiento de la tecnología genera.

Las principales amenazas para un negocio de éste tipo son:

- Ingreso de nuevos competidores locales o internacionales con soluciones similares.
- Aparición de productos sustitutos como por ejemplo sistemas de captura de imágenes fijas enviadas por SMS.

6.3. MERCADO POTENCIAL

Técnicamente, este trabajo de Tesis provee una alternativa de vigilancia remota, que permite a los clientes acceder a las imágenes en tiempo real desde cualquier dispositivo móvil que posea un reproductor con soporte al protocolo estándar RTSP, y de los ocho millones de suscriptores a servicios de telefonía móvil en el Ecuador, se estima un alto porcentaje de usuarios que poseen dispositivos móviles con estas características hoy en día.

La diversidad de aplicaciones que se le pueden dar al sistema planteado en este documento, como vigilancia de niños, de ancianos, de casas, de bodegas, de interiores o exteriores de oficinas, de calles aledañas a empresas, de zonas de parqueos, por mencionar las más

comunes, también aseguran un buen nivel de participación del mercado a soluciones como la propuesta.

Para tener una idea real del mercado, se realizó una encuesta³ a una muestra de ochocientas personas en distintos lugares de mucha afluencia dentro de la ciudad de Guayaquil. La encuesta pretendía medir la capacidad del dispositivo móvil para el sistema de vigilancia remota, el uso de Internet dedicado y la aceptación de un servicio de vigilancia remota. En la Tabla 6.1 se muestran los resultados de la encuesta.

Encuesta	Sí	No
¿Su dispositivo móvil soporta WAP/RTSP?	316	484
¿Tiene Internet dedicado?	516	284
¿Le interesaría un sistema de vigilancia remota?	198	602

Tabla 6.1 Resultados de la encuesta de mercado

Del total de personas encuestadas el 39.5% poseían un dispositivo móvil listo para el acceso al sistema de vigilancia remota, y 64.5% acceso a Internet dedicado o de banda ancha en sus hogares u oficinas. En las Figuras 6.1 y 6.2 se muestran los porcentajes de respuesta de las dos primeras preguntas.

¿Su dispositivo móvil soporta WAP/RTSP?

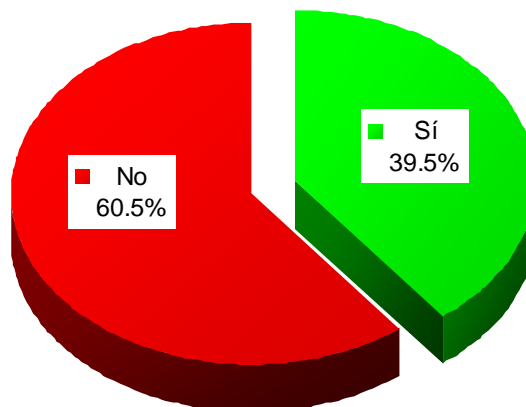


Figura 6.1 Resultados de encuesta acerca de dispositivo móvil

¿Tiene Internet Banda Ancha?

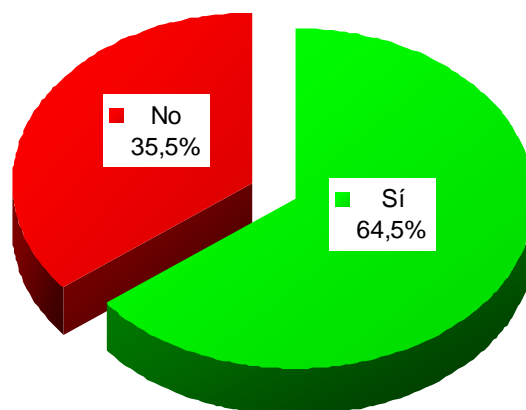


Figura 6.2 Resultados de encuesta acerca de Internet dedicado

³ Encuesta realizada durante el mes de Mayo del 2008 en los Centros Comerciales

El número de coincidencias con ambas repuestas afirmativas es de doscientos ochenta y cuatro personas, que se consideran *hábiles* para la implementación del sistema y fue a quienes se le realizó la tercera pregunta de la encuesta ¿Le interesaría un sistema de vigilancia remota?. En la Figura 6.3 se aprecia el porcentaje de personas que estuvieron interesadas en un sistema de vigilancia remota, del lugar donde tiene acceso a Internet, desde sus dispositivos móviles.

¿Le interesaría un sistema de vigilancia remota?

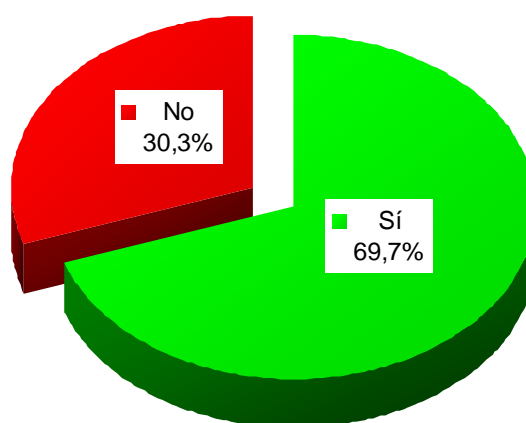


Figura 6.3 Resultados de encuesta acerca de aceptación de sistema de vigilancia remota

Tomando como referencia que ciento noventa y ocho personas de los encuestados *hábiles*, que representan casi un cuarto de la muestra, reaccionó positivamente ante la propuesta de una solución de vigilancia remota para dispositivos móviles, se puede deducir que el tamaño del mercado potencial bordea los dos millones de clientes. Debe considerarse además que el mercado va a ir creciendo a medida que los usuarios vayan actualizando sus dispositivos móviles.

6.4. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

El análisis de costos para el arranque del negocio debe incluir el alquiler de una oficina, con todos los muebles, enseres y permisos reoperación necesarios, donde funcionará la parte administrativa y operativa del negocio, la misma que debe contar con tres personas, una que se encargue de la atención a los clientes, otra de la operación técnica e instalación en sitio de la solución y un supervisor. Las remuneraciones económicas mensuales para los tres cargos serían respectivamente \$220, \$260 y \$400, incluidos todos los beneficios de ley.

El alquiler promedio de una oficina en el sector comercial de la ciudad de Guayaquil, fluctúa entre los \$300 y \$400 por mes. También deben

considerarse los costos por servicios básicos mensuales que entre agua, luz y teléfono deben llegar a los \$80 aproximadamente.

Para brindar el servicio de video streaming con buen desempeño desde la oficina, se necesita una conexión a Internet dedicada de 512 Kbps de ancho de banda, lo que en promedio actualmente tiene un costo fijo mensual de \$600.

Otros gastos fijos que deben incluirse en este análisis son los valores por concepto de creación y registro mercantil de la empresa, que bordean los \$1,100, la depreciación de los componentes de hardware y software analizados en el tercer capítulo que suman \$4,570, y de toda inversión en activos fijos que se hiciera adicionalmente.

Finalmente, para comenzar la operación del negocio, se necesita un inventario inicial de cámaras y equipos de red que se utilizarán en las instalaciones de los clientes, y que deben mantenerse en stock con una rotación adecuada que no supere un monto de \$3,000 mensuales durante el primer año. En la Tabla 6.2 se resume los costos necesarios para arrancar el negocio.

Descripción	Costo
<i>Gastos de Mano de obra</i>	
Supervisor	\$400
Asistente Servicios al Cliente	\$220
Técnico / instalador	\$260
<i>Gastos en equipos</i>	
Servidor	\$4,570
Computador	\$650
Instalaciones de red y UPS	\$600
Otros equipos varios	\$730
<i>Gastos de Operación</i>	
Arriendo (dos meses de depósito)	\$800
Servicios básicos	\$80
Transporte del instalador	\$30
Internet (se incluye instalación)	\$900
Inventario de equipos para instalación	\$2,800
Muebles y Enseres	\$510
Acondicionadores de Aire	\$1,200
Varios Oficina	\$300
<i>Gastos de Conformación de la Empresa</i>	
Registro mercantil	\$300
Gastos legales	\$800
<i>Total</i>	\$15,220

Tabla 6.2 Resumen de los costos de arranque del negocio

En el Anexo H se explican con mayor detalle el análisis de los costos incurridos en los primeros cinco años del negocio, los gastos administrativos y de ventas, los gastos de operación y los presupuestos de mano de obra y, de inversión y depreciación en activos fijos.

6.5. RECURSOS NECESARIOS

Para la implementación de este negocio, se requiere una oficina ubicada en la zona comercial de la ciudad de Guayaquil. La oficina debe contar con un área de atención a clientes, y un área técnica/operativa donde se encontrarán los servidores e instalaciones necesarias para el funcionamiento de la solución. En el área de atención a clientes, se necesita un escritorio y una silla para la persona que atiende, y dos sillas y un sillón para los clientes. También se debe contar con un computador de escritorio, un archivador, dos teléfonos, una impresora multifunción, un extintor y otros implementos varios de oficina.

En el área técnica, se requiere un escritorio, una silla y para la implementación de la solución, un servidor central y la conexión a Internet necesaria para brindar el servicio de video streaming. Todos los equipos estarán conectados en red mediante un switch de Gigabit Ethernet de 8 puertos, utilizando cableado estructurado Cat6a, y protegidos contra apagones de luz con un UPS de 1.5 KVA. Ambas áreas deben estar cubiertas por acondicionadores de aire independientes.

En lo que respecta al personal que laborará a diario en el negocio, se necesitan cubrir las vacantes de un supervisor, una asistente de servicios al cliente y un técnico, cuyas funciones y aptitudes se detallan a continuación:

Supervisor

- Coordinación y Control de las actividades del negocio y los subalternos.
- Capacidad para lograr la consecución de objetivos.
- Liderazgo y trabajo en equipo.

Asistente de Servicios al Cliente

- Atención a clientes, manejo de la recepción de los documentos y del teléfono.
- Conocimiento básico de computación, manejo de herramientas de oficina / utilitarios.

Técnico (Operador/Instalador)

- Instalación de la solución y operación del centro de cómputo del negocio.
- Conocimientos sólidos de computación y redes.
- Orientación de servicio al cliente. Capacidad de brindar una solución inmediata sobre la operatividad del sistema.

6.6. ESQUEMA DE COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

Buscando ofrecer varias alternativas para poner la solución al alcance del mayor número de clientes, se desarrollaron los siguientes paquetes comerciales:

- Zeus I: Cámara de vigilancia + instalación + servicio. Incluye la venta e instalación de cada cámara con un costo inicial de \$80 dólares y \$30 mensuales por el servicio de cada cámara. El cliente debe mantener un contrato de 12 meses para poder subsidiar las cámaras.

- Zeus II: Instalación + servicio. Incluye la instalación y configuración de una cámara, que posee y provee el cliente, por un valor de \$55 y \$15 mensuales por el servicio de cada cámara. La cámara del cliente debe cumplir con los requisitos mínimos especificados en un capítulo anterior.
- Zeus III: Cámara de vigilancia + servicio: Incluye la venta de la cámara de vigilancia por un solo valor de \$230 incluida la instalación y configuración y cobrar por el servicio \$15 dólares mensuales.

En cualquiera de los casos se requiere que el cliente tenga a su disposición un dispositivo móvil con las características técnicas requeridas para el funcionamiento del servicio, tener activado en su plan de telefonía móvil el servicio de transmisión de datos y tener una conexión a Internet en las instalaciones que desea vigilar.

6.7. ANALISIS FINANCIERO

El análisis financiero se inicia con la proyección de ventas de los tres productos comerciales de Zeus, dentro de los primeros cinco años de la empresa. El primer año de funcionamiento se estima un nivel de ventas conservador, hasta que la solución se va madurando y

afianzando dentro del mercado. En cada uno de los años posteriores se considera una tasa de ventas en crecimiento en relación al año anterior, tal como se puede apreciar en la Tabla 6.3.

Producto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Zeus I</i>					
Ventas	96	180	360	540	660
Activos*	96	276	636	1176	1836
Total	\$10,560	\$21,240	\$45,927	\$72,387	\$99,490
<i>Zeus II</i>					
Ventas	192	300	500	720	900
Activos*	192	492	992	1712	2612
Total	\$13,400	\$23,880	\$44,499	\$68,544	\$97,770
<i>Zeus III</i>					
Ventas	72	120	300	480	600
Activos*	72	192	492	972	1572
Total	\$17,640	\$30,480	\$80,199	\$131,229	\$178,142
Total	\$41,640	\$75,600	\$170,625	\$272,160	\$375,401

Tabla 6.3 Resumen de proyección de ventas, *Clientes activos

El cálculo proyectado del Valor Neto de ventas incluye los clientes activos que una vez terminado su contrato anual, se mantienen como suscriptores del servicio pagando solo un valor mensual de \$15. En el Anexo I se detalla con mayor profundidad la proyección de ventas para el período de tiempo analizado.

En base al análisis de costos y la proyección de ventas, en el Anexo J se desarrolla un flujo de caja detallado con el fin de precisar el estado

del flujo de dinero proyectado para los primeros cinco años del negocio, considerando una inversión inicial de \$40,000 por parte de un grupo de inversionistas. Debido a los buenos niveles de venta proyectados, se garantiza un flujo de caja (ingresos – egresos) positivo durante todo el período de análisis.

El cuadro de Estado de Resultados detallado en el Anexo K, se resume en la Tabla 6.4, y en él se puede apreciar que a partir del tercer año la empresa empieza a generar utilidades.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$41,640	\$75,600	\$170,625	\$272,160	\$375,401
Costos	(\$63,235)	(\$89,825)	(\$165,553)	(\$238,942)	(\$290,796)
Utilidad	(\$21,595)	(\$14,225)	\$5,072	\$33,218	\$84,606
Impuesto	(\$7,828)	(\$5,156)	\$1,839	\$12,042	\$30,670
Utilidad Neta	(\$13,767)	(\$9,068)	\$3,234	\$21,176	\$53,936

Tabla 6.4 Resumen de Estado de Resultados

Los Anexos L y M incluyen respectivamente el Balance General y el Flujo de caja neto donde se demuestra que el negocio tiene una tasa interna de rentabilidad *TIR* del 16% y considerando una tasa de interés en inversiones similares del 9% se proyecta un valor actual neto *VAN* de \$58,922.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo revisado a lo largo de este documento, se ha demostrado que el presente proyecto de Tesis además de ser una implementación técnica viable, puede convertirse en un proyecto comercial rentable dado que representa la respuesta a una necesidad vigente de la sociedad actual, razón por la cual se pueden formar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Como resultado de este trabajo de tesis se tiene un sistema que cumple con los objetivos planteados en el primer capítulo. Zeus puede ser accedido desde cualquier parte del mundo utilizando un dispositivo móvil

con acceso a Internet, que soporte los protocolos estándares WAP y RTSP para poder visualizar las imágenes en tiempo real de los lugares que requieren vigilancia remota.

2. Zeus permite la visualización segura del video garantizando la confidencialidad de las imágenes capturadas y evitando que personas no autorizadas puedan acceder al video.
3. El mercado potencial y las aplicaciones prácticas de esta solución son muy amplias debido a que cubre una necesidad latente en el mundo actual, la seguridad.
4. Los sistemas disponibles al inicio del proyecto no satisfacían completamente la necesidad del mercado. Las soluciones eran en cierta forma rústicas, poco integradas o tenían muy corto alcance, a duras penas se encontraron soluciones con publicación de videos fuera de

línea, debido a esto el enfoque de investigación fue bien aplicado y se logró una solución de punta con buenas expectativas de crecimiento.

5. La implementación de este proyecto se basa en estándares abiertos de la industria y no ata su implementación a ninguna tecnología propietaria o, a un operador móvil específico por lo que tiene una gran ventaja en costos de implementación versus otras soluciones existentes en el mercado.

6. Se recomienda integrar el presente proyecto con otras soluciones complementarias de domótica que permitirán aumentar su potencial considerablemente al permitir la manipulación de las cámaras o de los objetos observados por ellas, además se puede integrar fácilmente con sistemas de repuesta armada o algún otro sistema complementario de seguridad.

7. La tasa de interna de rentabilidad del 16% muestra un proyecto muy factible económicamente frente a proyectos de inversión similares en nuestro medio.

8. A pesar de que en la actualidad la situación tecnológica en el Ecuador no está a la par de otros países, no hay lugar a dudas de que en los próximos cinco años la vigilancia remota en tiempo real será un valor agregado muy valioso para las soluciones integrales de seguridad, en donde el confort, la movilidad y la seguridad del cliente será una máxima presente.

BIBLIOGRAFIA

1. NOVILLO, F.; SALAMEA, M.; ALAVA, D.; CAISAPANTA, M.; GÓMEZ, J.; FIEC – GICOM, Implementación de un sistema de vigilancia remota para terminales de telefonía móvil, CICYT-ESPOL / Investigación y Desarrollo (Espolciencia 2006), Noviembre 2006.
2. NOVILLO, F.; SALAMEA, M.; ALAVA, D.; CAISAPANTA, M.; GÓMEZ, J., Sistema Vigilancia Remoto en Dispositivos Móviles usando Video Streaming en Redes 2.5 y 3G basados en Protocolos HTTP/RTSP, CITIC, Quito Ecuador, Marzo 2007.

3. WERNER M., Mobile Communications Beyond 3G in the Global Context, Euro-China Event 2002, Siemens, Munich Germany, 2002.
4. Mobile telephony – Introduction, <http://en.kioskea.net/telephonie-mobile/reseaux-mobiles.php3>, Kioskea Online Services, Julio 2008.
5. Today's GSM Platform, <http://www.gsmworld.com/technology/what.shtml>, GSM World, GSM Association, Junio 2008.
6. Mobile Terms & Acronyms, <http://www.gsmworld.com/technology/glossary.shtml>, GSM World, GSM Association, Julio 2008.
7. GPRS Class Type, <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/class.shtml>, GSM World, GSM Association, Junio 2008.
8. EDGE Platform, <http://www.gsmworld.com/technology/edge/index.shtml>, GSM World, GSM Association, Junio 2008.
9. 3GSM Platform, <http://www.gsmworld.com/technology/3g/index.shtml>, GSM World, GSM Association, Mayo 2008.

10. HSPA Technology, <http://hspa.gsmworld.com/hspa-technology/default.asp>
GSM World, GSM Association, Julio 2008.
11. JENKINS, G.; USKOLA, J., Telecoms: At the Starting Line – The Race to mobile broadband, pp20-22, Deutsche Bank, Enero 2007.
12. NTT DoCoMo 4G Network and i-mode Technology, http://www.mobilecomms-technology.com/projects/4g_i-mode/,
Mobilecomms-Technology, SPG Media Limited Group PLC, Agosto 2008.
13. FIELDING, R.; GETTYS, J.; MOGUL, J.; FRYSTYK, H.; MASINTER, L.; LEACH, P.; BERNERS-LEE, T., Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1, RFC 2616, Internet Engineering Task Force, Junio 1999.
14. Information Processing - Text and Office Systems - Standard Generalized Markup Language (SGML) ISO 8879:1986, <http://www.iso.ch/cate/d16387.html>, International Organization for Standardization ISO, 1986.
15. OPEN MOBILE ALLIANCE, Wireless Application Protocol WAP 2.0 Technical White Paper, Wireless Application Forum Ltd., Enero 2002

16. OPEN MOBILE ALLIANCE, Push Proxy Gateway Service Specification, Technical White Paper, Wireless Application Forum Ltd., Julio 2001.
17. OPEN MOBILE ALLIANCE, Wireless Datagram Protocol Specification, Technical White Paper, Wireless Application Forum Ltd., Junio 2001.
18. MACK, S., Streaming Media Bible, ISBN: 0764536508, Hungry Minds, Mayo 2002.
19. TOPIC. M, Streaming Media Demystified, ISBN: 007138877X, McGraw Hill, 2002
20. SCHULZRINNE, H.; CASNER, S.; FREDERICK, R.; JACOBSON, V., RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, RFC 3550, Internet Engineering Task Force, Julio 2003.
21. BAUGHER, M.; MCGREW, D.; NASLUND, M.; CARRARA, E.; NORRMAN, K., The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP), RFC 3711, Internet Engineering Task Force, Marzo 2004.
22. SCHULZRINNE, H.; RAO, A.; LANPHIER, R., Real Time Streaming Protocol (RTSP), RFC 2326, Internet Engineering Task Force, Abril 1998.

23. RealNetworks Media Server,
http://www.realnetworks.com/products/media_delivery.html, RealNetworks
Inc., Octubre 2007.

24. Apple QuickTime Streaming Server,
<http://www.apple.com/es/quicktime/streamingserver/>, Apple Inc, Enero
2008.

25. Flash Media Server Products,
<http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/>, Adobe Systems
Incorporated, Diciembre 2007.

26. Microsoft Windows Media Services,
[http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/forpros/server/server.as
px](http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/forpros/server/server.aspx), Microsoft Corporation, Octubre 2007.

27. Apple Open Source Streaming Server,
<http://developer.apple.com/opensource/server/streaming/index.html>, Apple
Inc, Noviembre 2007.

28. AXIS COMMUNICATIONS AB, Tecnología y Aplicaciones: La cámara de
red, White Paper, Axis Communications, 2002.

29. DLINK SYSTEMS INC., DLink DCS-2120 User Manual, Abril 2006.

30. CISCO SYSTEMS INC., Cisco Video Surveillance IP Camera, Abril 2008.

31. AXIS COMMUNICATIONS AB, Axis 207/207W/207MW Network Cameras User Manual, 2008.

32. Data speed of 2.5G and 3G Mobile Systems. 3G and LAN data speeds, <http://www.umtsworld.com/technology/dataspeed.htm>, UMTS World, Mar. 2007

33. REAL NETWORKS INC., Encoding Recommendations for Mobile Devices, V 2.0.2, pp.6, Agosto 2003.