

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Sección de Electricidad y Electrónica



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEO-MONITOREO IP PARA LA  
SALA DE MANUFACTURA DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS  
AVANZADAS DE MANUFACTURA (CETAM)**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico

**Presentado por:**

**Gigi Vanessa Laura Namuche**

Asesor:

Ing. Luis Angelo Velarde Criado

**Lima – Perú**

**2013**

## RESUMEN

La tecnología actual busca desarrollar y explotar las herramientas que emergen con el transcurso de los años. En la rama de las comunicaciones, se ha incrementado el uso de video-monitoreo y video-vigilancia. La diferencia entre ambas es únicamente el modo de almacenar la información; mientras el primero tiene como objetivo transmitir los videos sin ser almacenados, el segundo se basa en guardar dicha información ocupando gran cantidad de memoria para luego ser analizada.

La presente tesis está enfocada en el diseño del sistema de video-monitoreo IP en el Laboratorio de Manufactura del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM) que se encuentra ubicado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el cual basa su funcionamiento en el desarrollo de un prototipo conformado por cámaras IP, las cuales serán los dispositivos de transmisión de video; inyectadores PoE, encargados de transmitir energía eléctrica a través de cable de datos Ethernet; un switch; servidores de Streaming y Web para la transmisión de datos a través de Internet.

En los siguientes capítulos se detallarán las herramientas y tecnologías que se han estudiado y elegido para la selección de las cámaras IP, cuál es el funcionamiento de los inyectores PoE, cómo se van a programar las páginas web básicas que contendrán los videos de las cámaras del prototipo y por último, cuál será la función de los servidores para que se pueda transmitir esta información y que los usuarios externos al laboratorio sean capaces de visualizar los videos.

Al finalizar, se corroborará que las herramientas seleccionadas para el desarrollo del sistema planteado han sido las adecuadas y que el prototipo es capaz de transmitir los videos en tiempo real. Además, se darán algunas recomendaciones para mejorar la transmisión de videos y posibles trabajos a futuro que se pueden lograr luego de culminada la tesis.

## INDICE

INDICE DE TABLAS .....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
ÌNDICE DE ANEXOS.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE MANUFACTURA (CETAM) .....	2
1.1 Descripción del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM).....	2
1.1.1 Procesos realizados en la Sala de Manufactura del CETAM .....	3
1.2 Necesidades de mejora del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura....	7
1.3 Sistemas de Video-Monitoreo de procesos utilizados actualmente [5, 6].....	8
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS APLICADAS EN VIDEO-MONITOREO IP .....	10
2.1. Video-Monitoreo IP.....	10
2.1.1. Dirección IP .....	11
2.2. Router .....	11
2.3. Cámaras IP .....	11
2.3.1. Estructura Interna de las Cámaras IP .....	11
2.4. Power over Ethernet (PoE) .....	16
2.5. Cable de par trenzado .....	17
2.6. Tecnologías de Streaming.....	18
2.6.1. Arquitectura de la tecnología Streaming. ....	19
2.6.2. Protocolos de Streaming [15].....	20
2.6.3. Servidores de Streaming .....	20
2.7. Servidores de Web.....	21
2.8. Esquema propuesto para el sistema de Video-Monitoreo IP .....	21
CAPÍTULO 3: DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE VIDEO-MONITOREO IP SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DE LA SALA DE MANUFACTURA	23
3.1. Objetivos .....	23
3.1.1. Objetivo general.....	23
3.1.2. Objetivos específicos .....	23

3.2.	Requerimientos de diseño del sistema de monitoreo.....	24
3.2.1.	Cámaras IP.....	24
3.2.2.	Servidor de Streaming .....	25
3.2.3.	Servidor Web.....	25
3.2.4.	Ancho de banda requerido.....	25
3.2.5.	Códec empleados.....	27
3.2.6.	Compatibilidad .....	28
3.2.7.	Costos .....	28
3.3.	Elección de las herramientas a emplear .....	28
3.3.1.	Análisis de las necesidades de la Sala de Manufactura.....	29
3.3.2.	Selección de herramientas que integren las necesidades de la Sala de Manufactura.....	29
3.4.	Descripción de la solución.....	30
CAPÍTULO 4: DISEÑO DE LA RED DE VIDEO-MONITOREO BASADO EN CÁMARAS IP.....		31
4.1.	Ubicación de las cámaras IP .....	31
4.2.	Selección de la cámara para el video-monitoreo IP .....	33
4.2.1.	Uso del software IP Design Tool para el diseño de la cámara IP .....	33
4.2.2.	Elección de la cámara IP .....	34
4.3.	Diseño del Sistema Streaming .....	37
4.3.1.	Configuración de los servidores.....	39
4.4.	Desarrollo del Prototipo .....	40
4.5.	Pruebas del diseño del sistema de video-monitoreo IP .....	41
4.6.	Costos	49
CONCLUSIONES.....		50
RECOMENDACIONES.....		51
BIBLIOGRAFÍA.....		52

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Principales códecs en la actualidad
Tabla 3.2	Lista de precios de las herramientas a emplear
Tabla 4.1	Tabla de distancias internas
Tabla 4.2	Tabla de visión de la cámara general
Tabla 4.3	Características de cámaras
Tabla 4.4	Lista de cámaras en el mercado
Tabla 4.5	Comparación de cámaras en el mercado
Tabla 4.6	Lista de cámaras DOMO en el mercado
Tabla 4.7	Comparación de cámaras DOMO en el mercado
Tabla 4.8	Comparación de los servidores de Streaming
Tabla 4.9	Tabla de retrasos por cámara
Tabla 4.10	Lista de Precios Final



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Administración central
Figura 1.2	Estación de Almacén automatizado
Figura 1.3	Estación de Celda de Manufactura
Figura 1.4	Soldadura
Figura 1.5	Ensamble
Figura 1.6	Estación de Proyectos
Figura 1.7	Estación de Control de Calidad
Figura 1.8	Cámara de Control de Calidad
Figura 2.1	Elementos de sistema de video-monitoreo IP
Figura 2.2	Diagrama de red usando router ADSL
Figura 2.3	Estructura interna de cámara IP
Figura 2.4	Sensor de imagen: CCD (izquierda) y CMOS (derecha)
Figura 2.5	Distancia focal
Figura 2.6	Cálculo de campo de visión
Figura 2.7	Funcionalidad de PoE
Figura 2.8	Arquitectura de Streaming
Figura 2.9	Diagrama Solución
Figura 3.1	Método streaming con video de diferentes velocidades
Figura 3.2	Método streaming con transductor de video
Figura 4.1	Medidas Vista Superior (izquierda), Vista Lateral (derecha)
Figura 4.2	Distribución de ubicación de las cámaras IP
Figura 4.3	Esquema del Prototipo a usar
Figura 4.4	Imagen de cámaras usando D-VIEW CAM
Figura 4.5	Página Web Principal antes del Streaming
Figura 4.6	Página Web Cámara1 antes del Streaming
Figura 4.7	Página Web Cámara2 antes del Streaming
Figura 4.8	Página Web Cámara3 antes del Streaming
Figura 4.9	Página Web Cámara4 antes del Streaming
Figura 4.10	Página Web Total Cámaras antes del Streaming
Figura 4.11	Página Web Principal después del Streaming
Figura 4.12	Página Web Cámara1 después del Streaming y comportamiento del Servidor
Figura 4.13	Página Web Cámara2 después del Streaming y comportamiento del Servidor
Figura 4.14	Página Web Cámara3 después del Streaming y comportamiento del Servidor
Figura 4.15	Página Web Cámara4 después del Streaming y comportamiento del Servidor
Figura 4.16	Página Web Total Cámaras después del Streaming y comportamiento del Servidor
Figura 4.17	Página Web Principal usando otra PC

- Figura 4.18 Página Web Cámara1 usando otra PC
- Figura 4.19 Página Web Cámara2 usando otra PC
- Figura 4.20 Página Web Cámara3 usando otra PC
- Figura 4.21 Página Web Cámara4 usando otra PC
- Figura 4.22 Página Web Total Cámaras usando otra PC
- Figura 4.23 Total usuarios en Servidor



## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 – Plano de Elevaciones
- Anexo 2 – Plano de Primera Planta
- Anexo 3 – Datos analizados por IP Video Design Tool
- Anexo 4 – Configuración Servidor Streaming
- Anexo 5 – Configuración Servidor Web
- Anexo 6 – Programación Páginas Web





## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la tecnología desarrollada en comunicaciones brinda alternativas innovadoras que pueden ser empleadas en sistemas de vigilancia basados en redes IP. Estos sistemas transmiten datos digitalmente. Dada esta ventaja, los centros educativos, hospitales, aeropuertos, entre otros, están empleando sistemas de video-monitoreo IP. [1]

El Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) necesita de un sistema de video-monitoreo IP para visualizar cada uno de los procesos que se realizan dentro de la Sala de Manufactura en tiempo real por medio del Internet. Entonces, la presente tesis tiene como objetivo diseñar y desarrollar un prototipo del sistema de video-monitoreo IP que permita ver en tiempo real los procesos dentro de la Sala de Manufactura.

En el primer capítulo, se hará mención a la situación en la que se encuentra el CETAM, y de forma más específica, la Sala de Manufactura. Asimismo, se detallarán los procesos que serán monitoreados a través del video-monitoreo IP.

En el segundo capítulo, se describirán las tecnologías empleadas en la actualidad y que se aplicarán para el desarrollo de la tesis tanto para el hardware como software y se explicará el esquema solución propuesto.

En el tercer capítulo, se mencionarán los objetivos de la presente tesis y se definirán las características del sistema, así como también, se hará mención a los costos de los softwares que se emplearán.

Por último, en el cuarto capítulo, se explicará el diseño del sistema de video-monitoreo IP. Este incluirá la ubicación de las cámaras, el diseño de las mismas, de los servidores, describirá el esquema del prototipo y los resultados que se han obtenido.

## CAPÍTULO 1:

### DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE MANUFATURA (CETAM)

Los avances en la tecnología a nivel mundial se han convertido en un elemento clave para el desarrollo de mejores procedimientos en seguridad, educación, entretenimiento, etc. Por tal motivo, mayor cantidad de instituciones educativas implementan servicios de monitoreo que se adecúan a sus necesidades no sólo enfocándose en la enseñanza misma, sino también en publicidad y marketing. [2]

#### 1.1 Descripción del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM)

En marzo del 2000, el CETAM fue inaugurado gracias a la integración de docentes de las especialidades de ingeniería electrónica, industrial, informática y mecánica. Lo cual ha permitido un trabajo interdisciplinario en docencia e investigación de dichas especialidades. Actualmente, se integra la especialidad de ingeniería mecatrónica con la creación de nuevos trabajos de investigación por parte de docentes y alumnos.

El CETAM cuenta con 5 ambientes:

- Sala de Manufactura: sus equipos instalados y organizados forman una fábrica automatizada en pequeña escala, en ella se emplean robots y máquinas de control numérico computarizado (CNC).
- Sala de Cómputo: equipada con 21 computadoras, 10 tableros de control para programación CNC y simulación de procesos de torneado y fresado. Además, tiene licencias de softwares de simulación y diseño como OPECIM, ROBOCELL, Solidworks que permiten experimentar virtualmente el trabajo directo con los equipos.
- Aula: tiene una capacidad para 50 alumnos. Se encuentra equipada con pantalla de proyección, proyector de transparencias, multimedia, proyector de vistas opacas y una computadora con conexión a Internet para uso exclusivo del profesor.

- Sala 1 y 2: son ambientes de pequeño tamaño para trabajos grupales y desarrollo de proyectos. Cuentan con 2 computadoras con conexión a Internet.

### 1.1.1 Procesos realizados en la Sala de Manufactura del CETAM

La sala de manufactura cuenta con un administrador central, un sistema de transporte y seis estaciones de trabajo.

#### a) Administrador central

Controla y supervisa el funcionamiento de las estaciones de trabajo del sistema. Además, la comunicación de ella con cada una de las estaciones se realiza por medio de una red LAN. Por otro lado, en una de las computadoras se puede visualizar la simulación gráfica en 3D del funcionamiento del sistema. (Ver Figura 1.1)



Figura 1.1. Administración central

#### b) Sistema de transporte

Está conformada por una faja transportadora de 18 metros de longitud, la cual transporta los materiales empleando unos dispositivos 'pallets', cuyas paradas son controladas por un controlador lógico programable (PLC – Programmable Logic Controller).

#### c) Estaciones de trabajo

Existen seis estaciones de trabajo dentro de la sala de manufactura, las cuales se detallarán a continuación:

i. Estación 1 – Almacén automatizado

Formado por un sistema automático de descarga y almacenamiento de materiales, 72 alojamientos para almacenar la materia prima, productos intermedios y productos terminados, una unidad lectora de código de barras para identificarlos y, por último, cuenta con un robot de 3 ejes, el cual carga y descarga los materiales. (Ver Figura 1.2)



Figura 1.2. Estación de Almacén automatizado

ii. Estación 2 – Celda de manufactura

Conformada por un torno y una fresadora de control numérico computarizado (CNC). Se alimentan por un robot de 5 ejes que se encuentra montado sobre un transportador lineal. (Ver Figura 1.3)



Figura 1.3. Estación de Celda de Manufactura

iii. Estación 3 – Soldadura y ensamble

Consta de una unidad de soldadura MIG, una cabina de soldar, un robot industrial colocado sobre un transportador lineal y dispositivos de ensamble. En esta estación, el robot ensambla las piezas y las transporta al interior de la cabina para ser soldadas. (Ver Figura 1.4 y Figura 1.5)

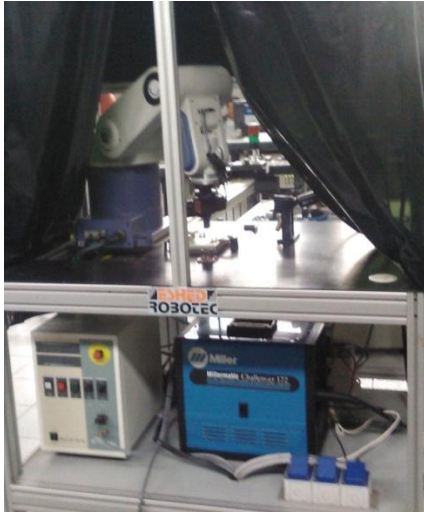


Figura 1.4. Soldadura

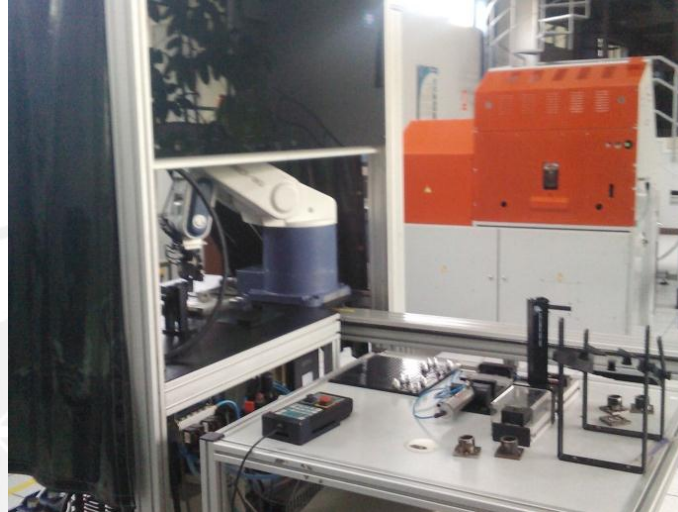


Figura 1.5. Ensamble

iv. Estación 4 – Proyectos

Está compuesta por un robot de estructura abierta, dos alimentadores por gravedad, una pequeña faja transportadora lineal, una mesa rotatoria, sensores de proximidad de tipo óptico (fotoeléctrico) y sensores de contacto. En esta estación, el robot interactúa con los diferentes componentes de la celda para realizar proyectos de automatización. (Ver Figura 1.6)



Figura 1.6. Estación de Proyectos

v. Estación 5 – Control de Calidad

Formada por una máquina de medición por coordenadas (CMM) de control numérico computarizado, la cual es atendida por un robot que recoge las piezas de la banda transportadora y las coloca sobre la superficie de medición. En ella, se realizan mediciones de piezas de hasta 800 Kg. con una precisión de milésima de milímetro. (Ver Figura 1.7)



Figura 1.7. Estación de Control de Calidad

vi. Estación 6 – Ensamble y Control de Calidad

Se realiza el ensamble automático de piezas, utilizando para ello un robot de movimientos horizontales tipo SCARA. Posee los siguientes dispositivos de ensamble: un posicionador de ejes XY, un dispensador de bolitas, un atornillador automático y un dispensador automático de tornillos. (Ver Figura 1.8)

El control de calidad de las piezas se lleva a cabo mediante una cámara de visión y un software de procesamiento e identificación de imágenes.



Figura 1.8. Cámara de Control de Calidad

## 1.2 Necesidades de mejora del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura

Dentro de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM) es conocido porque en él se desarrollan proyectos de investigación, laboratorios del área de automatización, cursos de programación en PLC, entre otros.

La seguridad dentro del CETAM se basa en la presencia de un guardia contratado las 24 horas del día para que vigile la entrada y salida del personal que labora dentro de las instalaciones, provea información a los alumnos que desean hacer uso de la sala de cómputo, aulas o equipos dentro de la sala de manufactura.

Si bien el acceso a los laboratorios se ha modernizado, empleando lectoras de tarjetas de acceso en vez de llaves convencionales, aún no se ha integrado un sistema de seguridad basado en cámaras, ni tampoco se ha agregado otros controles de acceso que lograrían disminuir en gran medida personal de vigilancia en la puerta y alrededores para que así puedan realizar otras funciones como monitorear desde una sala los sucesos alrededor del establecimiento.

Por otro lado, dentro de la sala de manufactura se imparten cursos de automatización industrial quienes generan la posibilidad de desarrollar proyectos como el caso del control automatizado de iluminación durante las horas de clase. También, se puede tener en cuenta un sistema de control de climatización, ya que la temperatura podría incrementarse y dañar el funcionamiento de los dispositivos electrónicos como: brazos robóticos, PLC, computadoras, entre otros, cuyo óptimo funcionamiento depende de este factor.

Asimismo, un sistema de video-monitoreo, además de permitir visualizar los procesos que se pueden realizar en la sala de manufactura, de cómputo o en las aulas, podría servir como un elemento de marketing institucional pues permitiría que personas externas a la universidad tengan conocimiento de los proyectos que se realizan, de los equipos con los que cuenta el laboratorio, que la infraestructura es la adecuada y que los alumnos, al tener todas estas herramientas, son capaces de desarrollarse profesionalmente. [4]

Por lo tanto, existen necesidades dentro del CETAM que podrían solucionarse, ya sea con motivos de automatización, seguridad o marketing institucional. En esta tesis se desarrollará un sistema de video-monitoreo IP que permitirá observar cada uno de los procesos que se realizan dentro de la Sala de Manufactura.

### 1.3 Sistemas de Video-Monitoreo de procesos utilizados actualmente [5, 6]

Un sistema integral de video-monitoreo IP es un componente vital para la supervisión de controles de acceso, seguridad perimetral y, también, es empleado como una herramienta de marketing, para promover el desarrollo de proyectos e investigación dentro de Centros de Investigación o laboratorios en general.

Durante muchos años, se ha utilizado el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), un sistema analógico en sus inicios que, luego, viró hacia la digitalización. Este sistema requiere una infraestructura separada que consiste en cable coaxial, multiplexores, monitores, cámaras analógicas y un costoso e insuficiente sistema de almacenamiento como era el caso de los dispositivos VCR.

Luego, se cambió a un sistema con parte analógica y parte digital empleando los ya usados sistemas CCTV pero con DVRs (grabador de video digital). Es decir, era un sistema analógico con grabación digital. En un DVR, la cinta de video se sustituye por discos duros, pero estos equipos tenían espacio limitado, por lo tanto la grabación era limitada o a su vez se debía usar una velocidad de imagen inferior.

Después, se comenzó a emplear DVR IP en conjunto con el sistema de circuito cerrado de TV. Este sistema parcialmente digital incluía un DVR IP equipado con un puerto Ethernet para conectividad de red. Como el video se digitaliza y comprime en el DVR, se puede transmitir a través de una red informática para que se monitoree en una computadora de forma remota.

Posteriormente, se migró hacia sistemas de video IP que emplean servidores de video. Es así, que se permitió el progreso hacia este tipo de servidores, conmutadores de red y computadoras con software de gestión. Es decir, las cámaras se conectan al servidor de video, donde la información será digitalizada y comprimida. A continuación, el servidor se



conecta a una red y transmite las imágenes a través de un conmutador de red hacia una computadora, donde se almacena en discos duros.

Por último, muchas entidades están migrando hacia una nueva tecnología constituida por los sistemas de video IP que emplean cámaras IP. De esta forma una cámara IP combina la cámara y el procesador en una unidad, lo cual incluye la digitalización y compresión del video. El video se transmite a través de una red IP (Internet Protocol). Estas transmisiones pueden almacenarse o, simplemente, ser observadas en tiempo real aminorando problemas inherentes a medios magnéticos. Así surge el sistema de video-monitoreo IP, el cual provee flexibilidad y escalabilidad completas empleando cámaras de alta resolución, calidad de imagen constante y alimentación eléctrica a través de Ethernet inclusive. [7]



## CAPÍTULO 2:

## DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS APLICADAS EN VIDEO-MONITOREO IP

Este capítulo se enfocará en las tecnologías involucradas para la realización de la tesis. En primer lugar, se dará una breve descripción del video-monitoreo IP, seguido por las características de las cámaras que se emplearán. Posteriormente, se detallará acerca de la tecnología Power over Ethernet (PoE), se describirá la tecnología de streaming y para finalizar se detallará el esquema propuesto para el sistema de video-monitoreo IP a desarrollar en la Sala de Manufactura del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM).

## 2.1. Video-Monitoreo IP [8]

El sistema de video en red o video-monitoreo IP emplea dos formas para transmisión de video y audio digital: una red IP inalámbrica o un cable como red troncal.

Este sistema permite supervisar videos, desde cualquier punto de la red como por ejemplo desde una red de área local (LAN), una red de área extensa (WAN) o a través de la Internet; lo cual, los diferencia de los sistemas de video analógicos que emplean líneas punto a punto.

Los elementos básicos que conforman el sistema de video-monitoreo IP son: router, cámara IP, cables de conexión y servidores. (Ver Figura 2.1)



Figura 2.1. Elementos de sistema de video-monitoreo IP [8]

### 2.1.1. Dirección IP

Es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red del protocolo TCP/IP.

Esta dirección IP puede ser variable, es decir puede cambiar 2 o 3 veces al día inclusive. Sin embargo, debido a que los sitios de Internet necesitan estar permanentemente conectados, emplean una dirección IP fija, no varía con el tiempo.

Entonces, a través de Internet, las computadoras, cámaras y otros dispositivos se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP.

### 2.2. Router [9]

Dispositivo que interconexiona ordenadores y es capaz de seleccionar la ruta que debe seguir la información para llegar al destinatario. Por ello se le denomina “enrutador” o “encaminador”.

### 2.3. Cámaras IP

Las cámaras IP son video-cámaras de vigilancia que envían señales de audio y video; se conectan directamente a un router, a una conexión LAN de la instalación de Internet o a una red doméstica y tienen incorporado un servidor Web para su acceso a Internet desde cualquier parte del mundo.

Se les asigna una dirección IP interna, la cual se digita desde un navegador para acceder a la configuración de dicha cámara y poder visualizar las imágenes, grabar, escuchar, etc.

#### 2.3.1. Estructura Interna de las Cámaras IP

Las cámaras IP están constituidas internamente por sensor de imagen, lentes, procesador de señal, motor de compresión de imagen y una unidad de procesamiento, los cuales pueden ser visualizados en la Figura 2.2. Todos estos componentes permiten gestionar los procesos propios de la cámara como la compresión de imágenes, envío de las

mismas, gestión de alarmas y avisos, así como la gestión de la autorización para visualizar las imágenes.

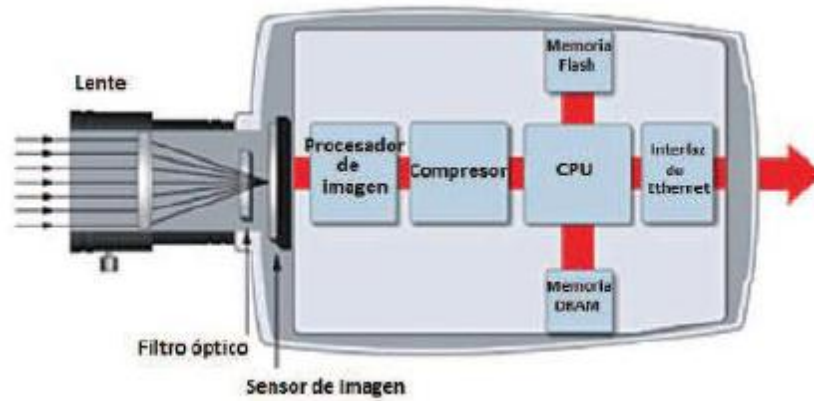


Figura 2.2. Estructura interna de cámara IP [8]

a) Sensores de imagen:

Convierten la imagen en señales electrónicas. El sensor de imagen registra la cantidad de luz y la convierte en un número de electrones correspondiente. Cuando se fabrica una cámara, existen dos tecnologías principales que pueden emplearse para el sensor de imagen: CCD y CMOS. (Ver Figura 2.3)

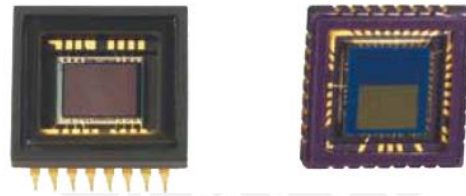


Figura 2.3. Sensores de imagen: CCD (izquierda) y CMOS (derecha) [10]

Los sensores CCD (Dispositivo de acoplamiento de carga) son más caros y complejos para incorporar dentro de las cámaras y consumen hasta 100 veces más energía que un sensor CMOS equivalente. [10]

Los sensores CMOS (Semiconductor de óxido metálico complementario) presentan menor tiempo de lectura para obtener imágenes con mayor resolución. En la actualidad, se emplea una tecnología más especializada y la calidad de los sensores CMOS ha aumentado con gran rapidez.

Por lo tanto, el escenario de la presente tesis propone emplear cámaras con sensores CMOS, ya que pueden lograr lecturas de alta velocidad con alta calidad.

b) Lentes:

Son los ojos de la cámara. Ellas ejecutan 02 funciones principales:

- Determinar la escena que se visualizará en el monitor.
- Controlar la cantidad de luz que alcanza el sensor.

b1) Tipos de Lente:

- Lentes de distancia focal fija: Son el tipo más simple y menos costoso. Su distancia focal requiere un preciso cálculo para la selección de la lente.
- Lentes varifocales: Ofrecen mayor flexibilidad. Permiten el ajuste del campo de visión de forma manual.
- Lentes zoom motorizados: Son las más complejas. Se ajustan remotamente permitiendo la variación de la distancia focal y manteniendo el foco mientras se realiza el seguimiento.

Para el desarrollo de esta tesis, nos enfocaremos en lentes de distancia focal fija para las estaciones de trabajo y administrador central. Por otro lado, para monitorear la red de transporte, se hará uso de lentes varifocales.

b2) Formatos de Lente:

Se clasifican de acuerdo al tamaño de la imagen. Pueden ser de: 1/2", 1/3", 1/4", etc. La variación se debe a que el formato deriva del ratio del diámetro para la imagen disponible producida.

b3) Distancia focal:

Es la distancia entre el centro de la lente y el sensor de imagen. Los rayos de objetos distantes se condensan internamente en la lente, en un punto común del eje óptico. Se mide en milímetros. (Ver Figura 2.4)

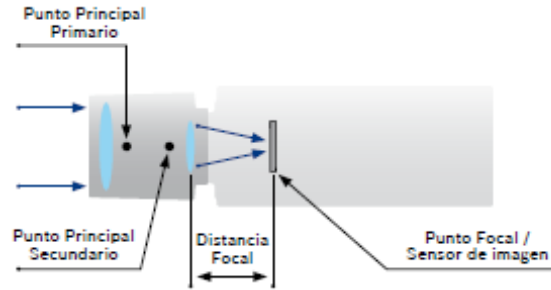


Figura 2.4. Distancia focal [11]

b4) Campo de visión:

Es la medida de cuán grande es el área que una cámara es capaz de observar. Está basado en la cámara y la lente. (Ver Figura 2.5). Se puede calcular de la siguiente forma:

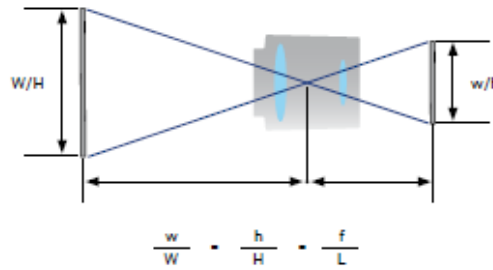


Figura 2.5. Cálculo de campo de visión [11]

Donde:  $W$  = Altura del objeto  $f$  = distancia focal  
 $H$  = Peso del objeto  $L$  = distancia al objeto

$w$  = altura del formato del sensor (1/2= 6.4mm , 1/3=4.8mm, 1/4=3.6mm)

$h$  = peso del formato (1/2= 4.8mm , 1/3=3.6mm, 1/4=2.7mm)

Por ejemplo, si se requiere la imagen de una persona de 1.8 m en un monitor a 6 m de la cámara y se emplea un sensor CCD formato 1/3". Entonces:

$h = 3.6 \text{ mm}$   $H = 1.8 \text{ m} = 1800 \text{ mm}$   $L = 6 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$

Empleando la relación descrita previamente, se obtiene:

$$\frac{h}{H} = \frac{f}{L} \rightarrow \frac{3.6}{1800} = \frac{f}{6000} \rightarrow f = 12 \text{ mm}$$

De esta forma se halla la lente de 12 mm

c) Señal de video:

Las imágenes en movimiento son formadas por imágenes estáticas únicas o cuadros. Las cámaras emplean un generador interno o alimentación AC para sincronizar sus procesos de creación de video en movimiento. En Estados Unidos se emplea 60 Hz (60 ciclos), cada segundo de video contiene 60 campos, que forman 30 cuadros. En Europa y otras regiones emplean 50 Hz (ciclos) por lo que existen 50 campos y 25 cuadros.

d) Procesador de imagen:

Los factores que se deben tomar en cuenta para seleccionar la cámara son: sensibilidad, iluminación y resolución.

- Sensibilidad: Cantidad de luz requerida para proveer una señal estándar de video.
- Iluminación: La regla de oro es darle al dispositivo de video aproximadamente 10 veces la iluminación mínima de la escena.
- Resolución: Medida en la que se puede observar los detalles de la imagen.

e) Formatos de compresión de imagen

Los formatos de compresión existentes afectan directamente al consumo de ancho de banda para un sistema de video-monitoreo. [10]

e1) Motion JPEG (M-JPEG):

Es una secuencia de video digital compuesta por una serie de imágenes JPEG individuales. Una de las ventajas es que una secuencia de video puede conservar la misma calidad garantizada que se determina mediante el nivel de compresión.

e2) MPEG-4 (Moving Picture Experts Group):

Requiere una licencia. Es compatible con aplicaciones de ancho de banda reducido y aplicaciones que requieren imágenes de alta calidad sin limitaciones de frecuencia de imagen y con un ancho de banda virtualmente ilimitado.

e3) H.264:

También conocido como MPEG-4 Parte 10/AVC para Codificación de Video Avanzada. Es el estándar más actual para la codificación de video. Este codificador puede reducir el tamaño de un archivo de video digital en más de un 80% comparado con el formato M-JPEG, y hasta un 50% más comparado con el estándar

#### 2.4. Power over Ethernet (PoE) [12]

Cuando se aplica la tecnología de alimentación a través de Ethernet (PoE), se incorpora alimentación eléctrica a un dispositivo de red como un teléfono IP o cámara IP empleando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red. Es decir, elimina la necesidad de usar tomas de corriente en las ubicaciones de la cámara.

Power over Ethernet se regula en una norma denominada IEEE 802.3af y está diseñado de manera que no disminuya el rendimiento de comunicación de los datos en la red o reducir el alcance de la misma. El estándar proporciona una alimentación de hasta 15.4W en el lado del conmutador, lo cual se traduce en un consumo eléctrico máximo de 12.9W en el lado del dispositivo/cámara, siendo de gran utilidad para cámaras de interior. [13]

La tecnología PoE funciona a través de un cableado de red estándar (categoría 5) para suministrar alimentación directamente desde los puertos de datos a los que están conectados los dispositivos de red. Existen tres métodos para enviar potencia usando Power over Ethernet:

- a) Utilizando pares ociosos: un cable UTP tiene 8 hilos, entorchados en 4 pares. En 10Base-T y 100Base-T sólo 2 pares se emplean para pasar datos, los otros dos quedan libres.
- b) Utilizando los pares que transportan datos: el estándar IEEE 802.3af emplea los pares que transportan datos para llevar la potencia. Este PoE agrega potencia DC a los pares de datos empleando transformadores de señal y potencia derivada.
- c) Combinación de los anteriores: permite que los equipos sean compatibles con los dos métodos mencionados, sin embargo pueden presentarse problemas con errores humanos.



La Figura 2.6 muestra cómo la cámara IP puede recibir alimentación a través de un cable de red y es capaz de seguir funcionando si se produjese un fallo eléctrico.

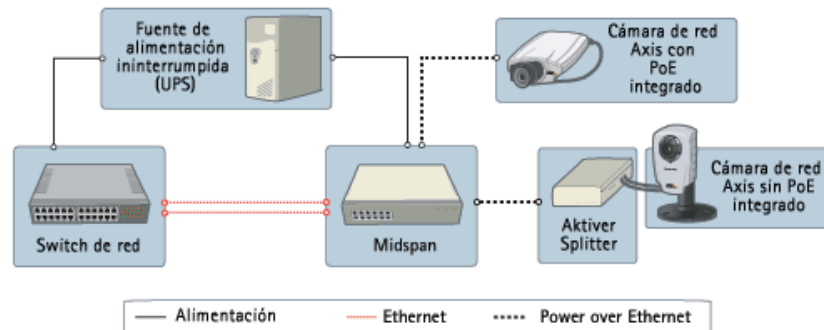


Figura 2.6. Funcionalidad de PoE [12]

## 2.5. Cable de par trenzado [14]

Compuesto por dos aisladores entrelazados para obtener menor interferencia, aumentar potencia de transmisión y disminuir la diafonía de los cables adyacentes. Existen cables apantallados (STP y FTP) y cables sin apantallar (UTP).

A continuación se describirán las categorías del cable UTP por ser el que se usará en la presente tesis.

- Categoría 1 y 2: Cables de telefonía y datos a baja velocidad, hasta 4 Mbps.
- Categoría 3: Transmite datos a 4 Mbps hasta 16 MHz y comunica datos hasta 10Mbps.
- Categoría 4 Transmite datos hasta 16 Mbps, hasta 20 MHz.
- Categoría 5: Transmite datos hasta 100 Mbps, hasta 100 MHz.
- Categoría 5a: Transmite datos hasta 155Mbps, hasta 100 MHz.
- Categoría 5a: Transmite datos hasta 100Mbps. Conocida como 5+ o Cat5e.
- Categoría 6: Transmite datos hasta 250 MHz.
- Categoría 7: Transmite datos hasta 600 MHz.

## 2.6. Tecnologías de Streaming

El Video Streaming es el proceso de enviar contenidos de audio y video a través de una red o Internet, hacia un dispositivo o aplicación de reproducción para su inmediata visualización. Estos contenidos digitales pueden encontrarse en vivo o bajo demanda y hacen uso de la tecnología TCP/IP para el transporte y distribución de información.

El término Streaming en sí es muy genérico ya que cubre un grupo de distintas tecnologías, las más comunes que se emplean en la actualidad se describirán a continuación: [15]

### a) True Streaming:

La señal de video llega en tiempo real y es reproducida automáticamente. Además, la red en la que se transmita el contenido debe tener un ancho de banda suficiente para que cada paquete que transporta el video llegue en su momento y que la visualización sea fluida. Por otro lado, es indispensable contar con protocolos como RTP y RTSP, que se explicarán más adelante.

### b) Download and Play:

La señal de video requerido primero es descargada en su totalidad en el dispositivo de reproducción, el cual se encarga de decodificarlo y mostrarlo. Emplea los mismos protocolos que las páginas WEB como HTTP, FTP encapsulados sobre TCP donde el tiempo de espera depende del tamaño del video deseado y del ancho de banda del usuario.

### c) Progressive Download and Play:

Es una variación de la tecnología previa, en ella ni bien se descarga un segmento del video, se inicia la reproducción y simultáneamente continúa la descarga del contenido restante.

El escenario en el que se propone diseñar la tesis, la tecnología a emplear será la de True Streaming dado que se desea transmitir en tiempo real y apreciar los resultados al instante. Esto implica tomar el cuidado necesario, en el manejo de ancho de banda, de modo que la reproducción en las computadoras de los usuarios sea continua y fluida.

### 2.6.1. Arquitectura de la tecnología Streaming.

La arquitectura de un sistema Streaming está compuesto por cuatro componentes: la captura, codificación y compresión; el servidor; la distribución y entrega; y el reproductor, mostrados en la Figura 2.7.

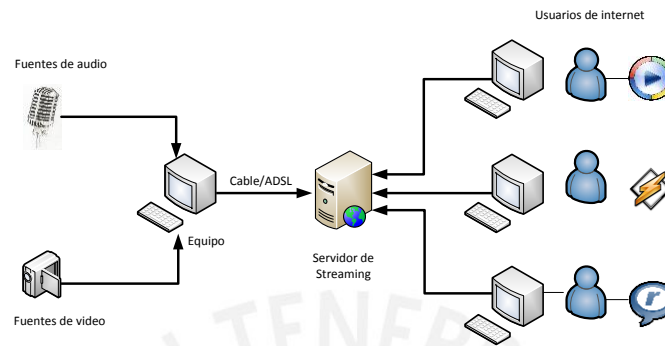


Figura 2.7. Arquitectura de Streaming

La captura, codificación y compresión se realiza en las mismas cámaras IP las cuales permiten que la información sea apta para su distribución por un sistema de streaming. El servidor de streaming es el responsable de la distribución de los contenidos hacia los usuarios. La distribución y entrega de los videos se realiza a través de una red basada en IP, ya sea por medio de una red local o hacia la Internet, busca lograr el menor retardo y jitter (variación de retardo) posible. Para ello se cuenta con protocolos como el RTSP y el RTMP. El reproductor del contenido reside dentro de una PC y debe ser lo más estandarizado posible. Para ello se cuenta con Flash, Windows Media, Quicktime, Silverlight, Unreal, entre otros.

- i. Flash: software multiplataforma, permite la visualización de contenidos multimedia mediante programas navegadores de Web elaborados por desarrollados por Adobe luego de su adquisición. Se basa en transmisión de streaming bidireccional de audio y video que se conecta al servidor Flash Media Server.
- ii. Windows Media: desarrollado por Microsoft. Permite a los archivos de audio y video ser reproducidos en computadoras que tengan a Windows como sistema operativo.
- iii. Quicktime; elaborado por Apple Computers. Inicialmente fue desarrollado para reproducción de media proveniente de CDs. Pero, actualmente se ha convertido

en un formato utilizado y descargado en computadoras con Windows y Mac. No emplea formatos propios para streaming pero sí utiliza códecs de estándar como MPEG-4 y H.264 para la compresión y reproducción de contenidos.

- iv. Silverlight: desarrollado por Microsoft con el objetivo de competir con Adobe Flash Player. Esta aplicación multiplataforma permite su uso fuera de Windows, en navegadores de Internet como Firefox y Safari.
- v. Unreal Streaming Media: Permite la reproducción de archivos en el sistema operativo de Windows. Puede quedar embebido dentro de una página web en navegadores de Internet como Internet Explorer, Firefox, Netscape, Mozilla, Safari, Chrome y Opera.[16]

#### 2.6.2. Protocolos de Streaming [15]

En toda transmisión streaming es necesario que los contenidos viajen por medio de una red TCP/IP para que los usuarios puedan visualizar la información.

- i. RTSP: (Real Time Streaming Protocol) Es un protocolo de nivel de aplicación que controla la entrega de datos en tiempo real. Proporciona una plataforma de control para la entrega de datos bajo demanda en tiempo real como audio y video, los cuales pueden provenir de fuentes en vivo o almacenadas en un servidor.
- ii. RTMP: (Real-Time Messaging Protocol) Es un protocolo de aplicación propietario de alta performance desarrollado por Macromedia. Permite el envío de aplicaciones montadas en Adobe Flash como transmisión de contenidos, video conferencias, streaming y envío de mensajes multimedia sobre Internet.

#### 2.6.3. Servidores de Streaming

Este tipo de servidores están dedicados a realizar el streaming y son ideales para transmitir por Internet y así obtener más tráfico y ancho de banda para el sitio web

- Flash Media Server: Desarrollado por Adobe. Emplea protocolo RTMP para transmitir en tiempo real. Permite streaming de audio/video/data.
- Wowza: Realiza el streaming de audio/video/data.

- Red5: Servidor Open Source (libre), entrega contenido en Flash. Emplea protocolo RTMP para transmitir en tiempo real.
- Unreal Media Server: Se encarga de la transmisión en vivo en sistemas operativos Windows. [16]

## 2.7. Servidores de Web

Los servidores web son programas que se ejecutan en una computadora y esperan peticiones de ejecución que realiza el cliente (navegador web). Son capaces de almacenar los archivos de un sitio y emitirlos por Internet para que el usuario lo visualice desde su navegador web. Es decir, un servidor Web es un como una gran computadora que guarda y trasmite datos a través de Internet según lo que pida el navegador de un visitante. [17]

Existen diversos servidores Web en el mercado, a continuación se listan los más conocidos. [18,19]

- Apache: servidor HTTP de código abierto y multiplataforma. Es robusto, estable, altamente configurable en la creación y gestión de logs, permite colocar múltiples sitios web en una misma máquina. Además, su popularidad facilita el encuentro de manuales y tutoriales.
- Cherokee: servidor de código abierto y multiplataforma. Está financiado por Sun Microsystems. Es eficiente, veloz escalable y modular. Es muy apto para uso en sistemas empotrados
- Microsoft IIS: ofrece servicios para ordenadores que trabajan con sistemas operativos Windows. Brinda la posibilidad de que el ordenador sea un ordenador de tipo FTP (archivos), SMTP (correos electrónicos), HTTP/HTTPS (Internet).

## 2.8. Esquema propuesto para el sistema de Video-Monitoreo IP

El modelo planteado para el sistema de video-monitoreo IP se basa en la implementación de 07 unidades de cámaras IP para visualizar las 6 estaciones de trabajo y el administrador central de la Sala de Manufactura y 01 unidad de cámara tipo domo IP para observar el sistema de transporte y proveer una vista general de lo que sucede dentro del laboratorio, como se observa en la Figura 2.8.

Una vez designadas e instaladas las cámaras, ellas se conectarán a un servidor streaming para preparar la información que será enviada a través de la red IP; luego, por medio de un servidor web, los datos serán transportados y visualizador de forma remota desde la computadora personal del usuario empleando el protocolo TCP/IP.

La selección de las herramientas a emplear para el diseño del sistema de video-monitoreo IP se detallará más adelante. Sin embargo, es necesario recalcar que con ellas se obtendrá una interfaz web que permitirá a los usuarios visualizar las estaciones de trabajo desde la Sala de Manufactura y tener una continua visualización de lo que sucede en la misma haciendo uso del servicio Web.

Cabe mencionar que para fines académicos se requerirá la proyección de estos procesos, el cual se realizará a través de una computadora de control interno en la Sala de Manufactura y se visualizará por medio de un Ecran.

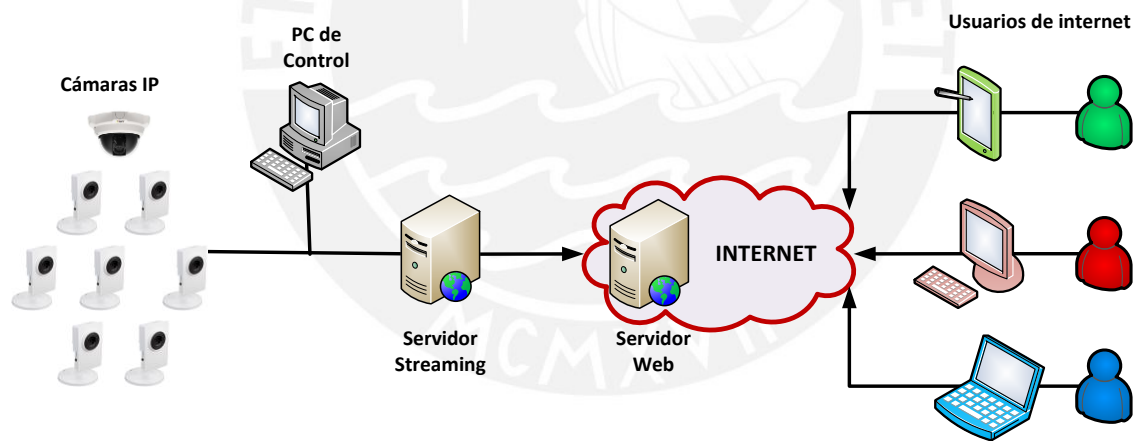


Figura 2.8. Diagrama Solución

## CAPÍTULO 3:

### DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE VIDEO-MONITOREO IP SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DE LA SALA DE MANUFACTURA

En este capítulo se explicará el objetivo general, así como también los objetivos específicos que se desean comprobar durante el desarrollo de la presente tesis. Además, se definirán los requerimientos que el sistema de video-monitoreo IP requiere para un buen funcionamiento.

#### 3.1. Objetivos

##### 3.1.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de video-monitoreo para el Laboratorio de Manufactura del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM) y desarrollar un prototipo de dicho sistema que permita monitorear de forma remota a través de Internet las seis estaciones de trabajo del laboratorio, la estación central y, de manera general, el sistema de transporte.

##### 3.1.2. Objetivos específicos

- Elaborar un sistema de red de video vigilancia para la Sala de Manufactura que cumpla con los requisitos necesarios para satisfacer a los usuarios a bajo costo.
- Analizar y ubicar los puntos más adecuados para la colocación de los dispositivos con el fin de abarcar todo el campo de las estaciones deseadas.
- Comprobar el funcionamiento y efectividad del sistema de monitoreo usando un software especializado y una interfaz de usuario clara y amigable.
- Optimizar el uso de recursos empleando sistemas PoE que logre minimizar costos de instalación y mantenimiento.

### 3.2. Requerimientos de diseño del sistema de monitoreo

Luego de haber realizado un análisis de las tecnologías presentes y de las herramientas disponibles, se ha encontrado ventajas en cada una de las estudiadas. Sin embargo, es necesario realizar una evaluación de algunos aspectos y requerimientos que se deben tomar en cuenta para la elección de las herramientas que mejor se adecúen a las necesidades del sistema.

#### 3.2.1. Cámaras IP

Las cámaras deben asegurar un buen desenvolvimiento para la aplicación de monitorización remota (visualización de imágenes a distancia). Todo esto añadido a las características básicas de una cámara IP como el de trabajar bajo estándares eficientes de compresión, tener un buen desempeño en la captura de imágenes, detectar eventos.

De acuerdo a las características mencionadas, es importante recalcar que existe una gran gama de opciones entre cámaras de distintos fabricantes, es por ello que se debe proceder con el análisis de diversos modelos y marcas cuyas aplicaciones vayan acorde a la necesidad del usuario. [20]

Es indispensable saber qué información se quiere del sistema:

- Detectar: indicar si algo está ocurriendo en el área de interés.
- Reconocer: determinar exactamente qué está ocurriendo.
- Identificar: determinar quién está involucrado en la actividad.

La respuesta afectará la clase de equipamiento que se requerirá. Además, existen otras consideraciones que influyen en el diseño del sistema de video-monitoreo y entre ellas se encuentra definitivamente el presupuesto. Estas incluyen:

- Calidad de imagen requerida
- El tamaño del área de interés a ser observada.
- La luz disponible (puede existir la necesidad de luz suplementaria)
- El ambiente en el cual el equipamiento será utilizado (interior vs. Exterior, estándar vs. Alto riesgo de daño).
- La fuente de alimentación.



Cada uno de estos puntos afecta el diseño, la elección de la cámara adecuada puede parecer un proceso complejo ya que existen demasiados factores a tener en cuenta. Sin embargo, es importante resaltar que todas las cámaras están compuestas por tres elementos básicos: sensor de imagen, lente y circuito de procesamiento de imágenes. Entonces, se puede iniciar la elección basándose en estos componentes y luego profundizar en el uso que se le dé a la cámara.

### 3.2.2. Servidor de Streaming

A través del servidor de streaming se distribuirán los contenidos de video de la cámara IP. Por medio de esta herramienta, la información capturada desde una cámara IP será procesada, comprimida y codificada de modo que pueda ser entregada a los usuarios.

Es necesario que el servidor de streaming a utilizar permita la opción de transmisión de video en tiempo real.

Actualmente, existen diversas soluciones para elaborar un servidor de streaming. Si bien es cierto que la más empleada es Flash Media Server, existen otros softwares que brindan un resultado muy similar a este como Red 5, Wowza Media System y Unreal Media Server.

### 3.2.3. Servidor Web

A través del servidor Web se va a poder distribuir el contenido que transmite el servidor de streaming y que esta pueda ser enviada hacia los usuarios externos al laboratorio quienes querrán visualizar lo que sucede de manera inmediata dentro de la Sala de Manufactura del CETAM.

En la actualidad, existen diversos servidores Web. Se tiene al Apache como el más conocido por los medios. También, se conocen a Cherokee y Microsoft IIS.

### 3.2.4. Ancho de banda requerido

El factor del ancho de banda es un aspecto de suma importancia que se debe considerar para que los usuarios del sistema puedan acceder al contenido y visualizarlos con fluidez, sin interrupciones en la transmisión de video. Por otro lado, no es sólo un requerimiento del sistema de video-monitoreo sino, también, es un requisito que los usuarios deberán

tomar en cuenta, pues deberán tener un mínimo de ancho de banda para poder visualizar las imágenes que se proyectarán desde la Sala de Manufactura.

El ancho de banda se ve afectado por algunas características como:

- Tamaño de la imagen: cada sistema de visualización ofrece distintos tamaños para visualizar las cámaras. A mayor tamaño, mayor es el consumo de ancho de banda.
- Cuadros por segundo (FPS): es el número de fotogramas por segundo que envía el sistema. El mínimo número de fotogramas para ver video en Internet es de 15 fps por cada cámara.

En la actualidad, existen alternativas para la entrega de contenidos de video streaming en distintas velocidades según capacidad del usuario (denominadas métodos de streaming).

El primer método es contar con distintos bit-stream o velocidades de bits de un mismo video, dependiendo de la velocidad de cada usuario, el sistema elige la que mejor se adecúe y pueda enviar de forma eficiente (Ver Figura 3.1). Es una solución simple pues no requiere de mucho procesamiento; sin embargo, es necesario que el sistema cuente con mayor capacidad de memoria pues almacenará el mismo contenido más de una vez dependiendo del número de velocidades que ofrezca.

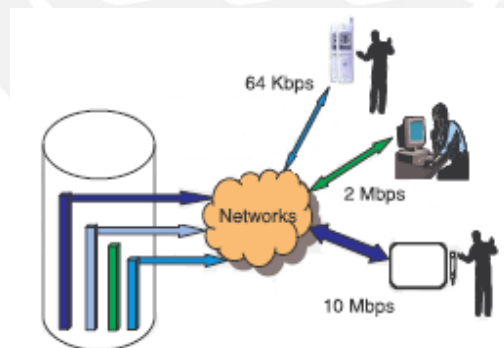


Figura 3.1. Método streaming con video de diferentes velocidades [15]

El segundo método consiste en almacenar un ejemplar del video a transmitir en alta calidad y por medio de un transductor, se disminuye el bit-stream, así se podrá enviar a los usuarios con menor ancho de banda. (Ver Figura 3.2)

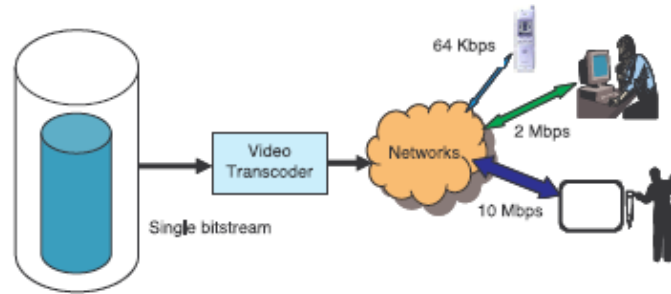


Figura 3.2. Método streaming con transductor de video [15]

### 3.2.5. Códec empleados

Los códecs tienen como función el proceso de compresión aplicando un algoritmo al video original para crear un archivo comprimido y listo para ser transmitido o guardado. Para reproducir dicho archivo, se aplica el algoritmo inverso y se crea un video que incluye el mismo contenido que el video original. Los códec de video de estándares diferentes no suelen ser compatibles entre sí, es decir si un video es comprimido con un estándar no podrá ser descomprimido con un estándar diferente. En la Tabla 3.1 se describirán los diferentes códecs empleados en la actualidad, con su aplicación y cantidad de bit rate.

Códec	Aplicación	Bit Rate
MPEG-1	Video en medios digitales de almacenamiento (CD-ROM)	1.5 Mb/s
MPEG-4	Codificación basada en objetos, contenido sintético, interacción, streaming de video.	Variable
H.264/MPEG.4 Parte 10 (AVC)	Compresión de video mejorada.	Variable

Tabla 3 – 1 Principales códecs en la actualidad [10]

Para el desarrollo de la tesis se va a trabajar con un códec que permita el video Streaming y cuente con un bit rate que permita la reproducción fluida y sin interrupciones de las imágenes. Se tomará en cuenta que las cámaras IP cuentan con el códec incorporado en su sistema; es decir, se elegirá la cámara que cuente con las especificaciones mencionadas.

### 3.2.6. Compatibilidad

Es necesario que el usuario tenga la facilidad de emplear el sistema de video-monitoreo IP desde cualquier navegador de Internet como Internet Explorer, Mozilla, Firefox, Google Chrome, entre otros. Para la ejecución del sistema se instalará un plug-in o extensión, el cual deberá ser ejecutable en la mayoría de exploradores que se usan en la actualidad.

Además es imprescindible que exista compatibilidad entre el servidor de streaming, el servidor Web y la interfaz de usuario que mostrará los elementos para la visualización de las imágenes desde la Sala de Manufactura.

### 3.2.7. Costos

Se debe considerar que, al ser un proyecto para la Sala de Manufactura del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM), el presupuesto para la realización de este no debe ser muy elevado. Debido a ello, se ha considerado trabajar con herramientas que en su mayoría sean gratuitas o de un precio accesible indicado en la Tabla 3.2. Asimismo, estas consideraciones se aplican al servidor de streaming, servidor web y demás componentes.

Software	Precio
Adobe Flash Media Interactive Server	\$4 500
Adobe Flash Media Development Server (Limitado)	Gratuito
Red 5	Gratuito
Wowza Server	\$995
Wowza Development Server (Limitado)	Gratuito
Unreal Media Server	\$695
Unreal Media Server (Limitado)	Gratuito

Tabla 3.2. Lista de precios de las herramientas a emplear

### 3.3. Elección de las herramientas a emplear

Debido a que ya se conocen los requerimientos, planteados en el apartado anterior, que deben contar las herramientas de desarrollo sobre cámaras IP, servidores Streaming y servidores Web; a continuación, dichas herramientas serán seleccionadas y así se podrá dar inicio al diseño y, luego, al desarrollo del prototipo de la solución que se plantea en esta tesis.

### 3.3.1. Análisis de las necesidades de la Sala de Manufactura

Para brindar una interfaz que permita la visualización de las estaciones de trabajo es importante contar con un servidor de video streaming que reproduzca en tiempo real a través de la Web lo que acontece dentro de la Sala de Manufactura. Entonces, surge la necesidad de un servidor capaz de administrar la entrega de los contenidos de video. Este video se obtiene a través de cámaras IP, las cuales codifican y comprimen la imagen en un formato capaz de ser transmitida a través de Internet.

Todo este proceso se realizará en vivo con un retardo mínimo de tiempo. Y contará con una interfaz Web que permita la integración de las herramientas multimedia que se van a desarrollar en esta tesis. Es decir, deberá ser compatible con todas las herramientas a emplear.

Asimismo, para la elección de las cámaras IP se debe emplear una herramienta que sea capaz de incrementar la eficiencia del sistema de video-monitoreo reduciendo los costos, encontrando las mejores ubicaciones para la cámara. Se deberá calcular la distancia focal precisa del lente de la cámara y ángulos de visión. Además, se deberá estimar el ancho de banda de red necesaria para crear sistemas de video-monitoreo con cualquier número de cámaras IP. Sólo se necesitará el ingreso de datos como la altura de instalación, altura del objeto, ancho del mismo, entre otros.

### 3.3.2. Selección de herramientas que integren las necesidades de la Sala de Manufactura.

Las herramientas principales de este trabajo de tesis son el servidor de streaming, el servidor de video y la cámara IP, las cuales conformarán el sistema prototipo propuesto en el Capítulo 2. Por ello, se selecciona el Unreal Media Server, debido a que sus características y funciones se encuentran dentro de los requerimientos y acorde a la tecnología empleada en la actualidad. El único límite para su ejecución es que trabaje con códecs de H.264.

Además, se ha elegido el Servidor Web de Apache, pero como su instalación si bien no es compleja, si es trabajosa, se ha conseguido emplear un servidor independiente de plataforma de código libre: XAMPP, el cual es una herramienta de desarrollo que permite instalar el Apache de manera rápida y sencilla, así como también probar los trabajos

(páginas web, entre otros) en la misma computadora sin necesidad de tener acceso a Internet.

Entre los beneficios que se obtiene al emplear las herramientas de servidor de streaming y web se tienen:

- Soporte de video en vivo.
- Streaming en códec de video H.264.
- Detección automática del ancho de banda y memoria dinámica
- La plataforma al usuario se puede ejecutar en Windows, Mac o Linux

Por otro lado para seleccionar las cámaras IP se empleará la herramienta IP Video System Design Tool, cuya presencia será esencial para calcular la longitud focal del lente, sus ángulos de visión (horizontal y vertical) así como también la inclinación de la cámara y el ancho de banda. En él se ingresarán datos como altura de instalación, distancia hasta el objeto, altura del objeto, ancho del mismo y límite inferior de altura (todos en metros).

#### 3.4. Descripción de la solución

Las cámaras IP estarán ubicadas en distintos puntos dentro de la Sala de Manufactura. Ellas estarán conectadas a una computadora destinada para el soporte del servidor de streaming y servidor web y las herramientas informáticas con las que se trabaje.

Cuando el usuario ingrese a la página Web del sistema de video-monitoreo IP, este automáticamente cargará la interfaz que permitirá la reproducción de las cámaras IP. Cabe mencionar que se podrá observar la cámara que se desee en cualquier momento.

Todos estos servicios se ofrecerán en la interfaz de comunicaciones a través de una plataforma web, cuya programación estará basada en HTML.

## CAPÍTULO 4:

## DISEÑO DE LA RED DE VIDEO-MONITOREO BASADO EN CÁMARAS IP

El diseño de la red de video-monitoreo IP tomará en cuenta la distribución de los equipos del Laboratorio de Manufactura. Debido a que los puntos de luz para la instalación de las cámaras no fueron diseñados e instalados desde un inicio, se empleará el modo más óptimo para poder energizarlas sin variar la infraestructura.

El desarrollo de un prototipo de la red de video-monitoreo a menor escala para las pruebas servirá para la validación del funcionamiento de la misma, contando con la mínima cantidad de elementos para la correcta operación de la solución.

A continuación, se detalla el proceso del diseño de la red de video-monitoreo basado en cámaras IP, así como la validación del prototipo de la solución.

## 4.1. Ubicación de las cámaras IP

La distribución de la ubicación de las cámaras IP se realizó tomando en cuenta los datos recopilados del plano de la Primera Planta y del plano de Elevaciones del CETAM. (Ver Anexos 1, 2 y Figura 4.1)

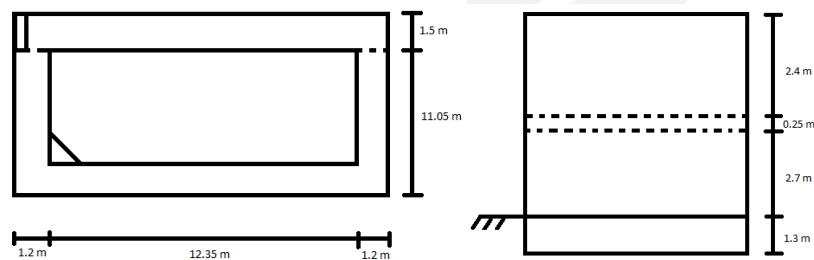


Figura 4.1. Medidas Vista Superior (izquierda), Vista Lateral (derecha)

Se logró obtener los valores internos totales indicados en la Tabla 4.1:

Altura	5.35m
Largo	12.35m
Ancho	11.05m

Tabla 4.1. Tabla de distancias internas

Para poder ubicar las cámaras donde visualizarán los 6 procesos de las estaciones, la estación central y el sistema de transporte, se tomaron las medidas mostradas en la Figura 4.2.

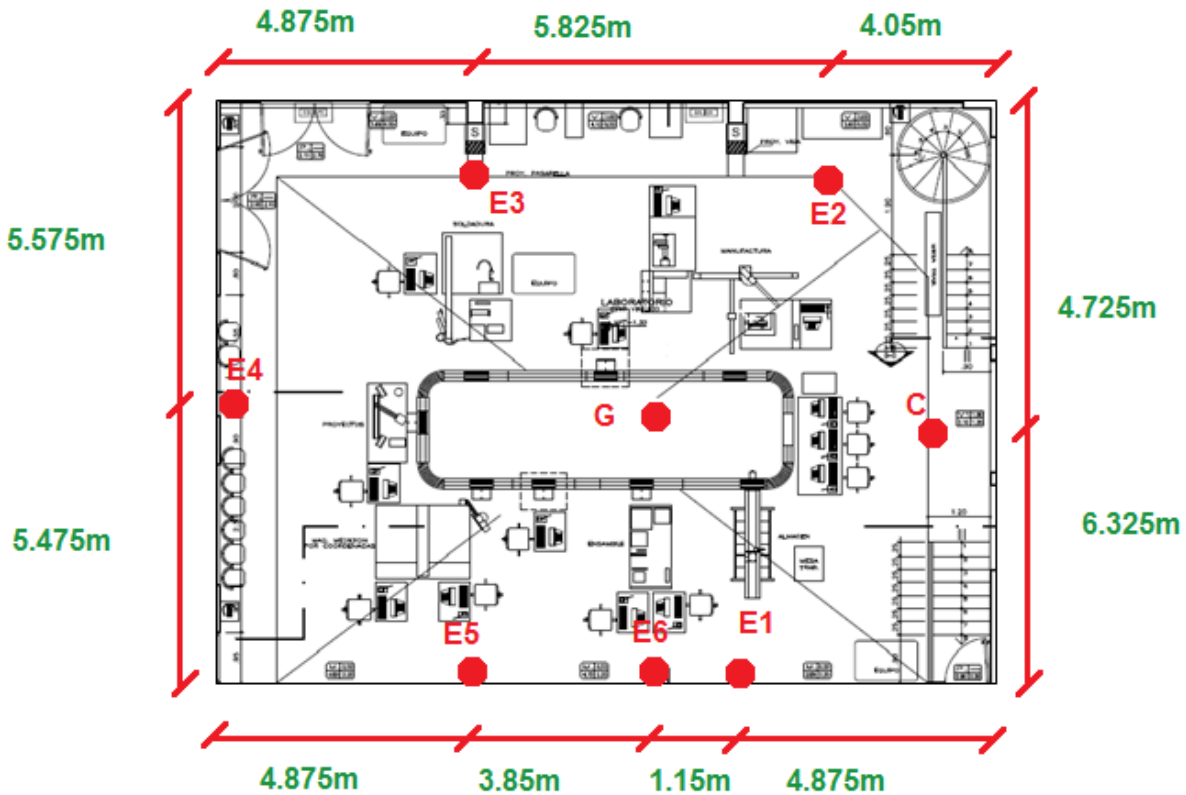


Figura 4.2. Distribución de ubicación de las cámaras IP

Cabe mencionar que 7 de las cámaras (estación central y las 6 estaciones de trabajo) estarán ubicadas a 3.25m del piso, mientras que la cámara para visualizar el sistema de transporte y con la que se obtendrá una vista general de la Sala de Manufactura, estará ubicada a 6.15m de altura.

Para poder ubicar la cámara que tendrá la vista general de todo el laboratorio se consideró las medidas indicadas en la Tabla 4.2:

Altura	6.15m
Largo	12.35m
Ancho	11.05m

Tabla 4.2. Tabla de visión de la cámara general



Cabe mencionar que esta cámara no será igual al de las estaciones ni al del administrador central debido a que poseerá mayor versatilidad pues su campo de visión será el mayor posible, por ende los valores de lente que se hallen posteriormente serán referenciales, pues se empleará un lente varifocal.

#### 4.2. Selección de la cámara para el video-monitoreo IP

Para poder seleccionar la cámara más adecuada se ha establecido que el factor primordial es la longitud focal del lente. Entonces, una vez hallado el lente focal de la cámara se procederá a buscar en el mercado local dispositivos con las características más similares a las requeridas.

##### 4.2.1. Uso del software IP Design Tool para el diseño de la cámara IP

A través del software en mención, se logró obtener los valores del lente focal. Para ello, se ingresó los datos de altura de instalación de la cámara, el tamaño del objeto a monitorear (campo de visión). Al manipular la inclinación de la vista para tener una mejor visión del objeto, se logró obtener los datos del tamaño del lente, la distancia focal (mm), ángulo de visión (horizontal y vertical), así como también se obtuvo los valores de bit rate y ancho de banda. Los resultados se pueden observar en el Anexo 3.

Según el software IP Video Design Tool, se obtuvo los datos mostrados en la Tabla 4.3.

ESTACIÓN	Lente	Distancia Focal	Resolución	Ángulo de Visión		Inclinación	Distancia objeto	Alto x Ancho
				H	V			
E1	1/4"	3mm	800 x 600	61.9	48.4	54.5	1.2	2.1 x 1.5
E2	1/4"	3.5mm	800 x 600	54.4	42.2	60.9	1.2	1.8 x 1.5
E3	1/4"	3.5mm	800 x 600	63.2	49.5	51.3	1.2	2.2 x 1.5
E4	1/4"	3.5mm	800 x 600	54	41.8	71.3	1.2	1.8 x 1.8
E5	1/4"	3.5mm	800 x 600	61.9	48.4	70.4	1.2	2.0 x 1.9
E6	1/4"	3.4mm	800 x 600	55.8	43.3	65.4	1.2	2.1 x 1.6
Central	1/4"	3.5mm	800 x 600	54.4	42.2	60.6	2	1.6 x 2.5
General	1/4"	3mm	800 x 600	61.9	48.4	70.3	4	2 x 6.3

Tabla 4.3. Características de cámaras

Las cámaras de las 6 estaciones y del administrador central cuentan con un ancho de banda igual a 0.74 Mbps, lo cual hace un total de 5.18 Mbps. Para dicho resultado se ha tomado en cuenta que todas contarán con un tamaño de cuadro (Frame size) de 3 Kbits, 30 fps y el modo de compresión de H.264.

Para el cálculo del ancho de banda que se emplea en el programa se ha tomado en cuenta la siguiente ecuación [21]:

$$BW(Mbps) = \frac{Frame\ Size\ (Kb) \times 1024 \times 8 \times fps}{1000000}$$

Para el cálculo del ancho de banda de las cámaras correspondientes a las seis estaciones y el administrador central, se realizó la siguiente operación:

$$BW\ (Mbps) = \frac{3 \times 1024 \times 8 \times 30}{1000000} = 0.74Mbps\ (por\ cámara)$$

Luego, multiplicando el ancho de banda hallado por las siete cámaras a emplear, se obtiene el total de 5.18Mbps mencionado anteriormente.

Para el cálculo del ancho de banda de la cámara correspondiente al sistema de transporte, se realizó la siguiente operación:

$$BW\ (Mbps) = \frac{3 \times 1024 \times 8 \times 30}{1000000} = 0.74Mbps$$

Entonces, se puede decir que el ancho de banda total a emplear con las ocho cámaras IP será de:

$$BW\ (Mbps) = 5.18\ Mbps + 0.74\ Mbps = 5.92\ Mbps$$

#### 4.2.2. Elección de la cámara IP

Con los datos obtenidos de la herramienta IP Video System Design Tool, se ha buscado en el mercado local diferentes marcas y modelos de dispositivos con mayor similitud a las

características requeridas, detallados en la Tabla 4.4 para las cámaras que se emplearán para observar las estaciones de trabajo y la estación central.

Marca	Sensor	Dist. Focal	Resol.	Formato Compresión	Ángulo Visión		FPS	Strea- ming	Costo
					H	V			
Vivotek IP7133	CMOS 1/4"	4.09m m	800 x 600	MPEG-4, MJPEG	49.6	38.2	30	SI	\$200
D-LINK DCS-2130	CMOS 1/4"	3.5mm	800 x 600	MPEG-4, H.264	57.8	37.8	30	SI	\$190
Trendnet TV-IP110WN	CMOS 1/4"	4,6mm	640 x 480	MJPEG	-	-	30	NO	\$100

Tabla 4.4. Lista de cámaras en el mercado

Considerando las especificaciones que cuentan las cámaras descritas en la Tabla 4.4, se puede analizar y comparar las mismas según los requerimientos del sistema.

	VIVOTEK IP7133	D-LINK DCS-2130	TRENDNET TV-IP110WN
Presenta Streaming	SI	SI	NO
Tipo de sensor	CMOS 1/4"	CMOS 1/4"	CMOS 1/4"
Distancia focal cercana al teórico	Alejada de 3.5mm	Posee 3.5mm	Alejada de 3.5mm
Formato de Compresión empleado	MPEG-4, MJPEG	MPEG-4, H.264	MJPEG

Tabla 4.5. Comparación de cámaras en el mercado

Entre las tres cámaras descritas en la Tabla 4.5, se descarta en primera instancia a la marca Trendnet, debido a que no posee protocolo de Streaming, el cual es imprescindible para su transmisión vía Internet.

Entonces, queda por analizar las marcas Vivotek y D-Link. Ambas cuentan con el sensor CMOS y el tamaño de lente de 1/4", poseen formatos de compresión similares. Pero, la diferencia, aparte del costo, se encuentra en la distancia focal. La cámara DCS-2130 es la más idónea con 3.5mm la cual se asemeja a la distancia focal teórica provista por la herramienta IP Video Design Tool, ya que como se mencionó en capítulos anteriores

mientras mayor sea la distancia focal, menor será el campo de visión y por ende no cumplirá con objetivo de visualizar la estación seleccionada.

Por otro lado, se requiere también, visualizar el sistema de transporte, el cual a su vez dará una vista general de toda la Sala de Manufactura. Para ello, se empleará cámaras IP tipo Domo y estará ubicada a 6.15m de altura. A continuación se mostrará en la Tabla 4.6 los datos de marcas y modelos que se encuentran en el mercado para la elección de la cámara más adecuada que poseen sistema Poe para disminuir.

Marca	Sensor	Dist. Focal	Resol.	Formato Compresión	PAN	TILT	FPS	Streaming	Costo
Trendnet TV-IP252P	CMOS 1/4"	4mm	640 x 480	MPEG-4, MJPEG	+175 -175	+80 -80	30	NO	\$223.98
D-LINK DCS-6111	CMOS 1/4"	3.3 - 12 mm	640 x 480	MPEG-4, MJPEG	63 - 18	47 - 13	30	Si	\$489.68
Vivotek FD8134	CMOS 1/4"	3.6mm	1280 x 800	MPEG-4, MJPEG, H.264	56	41	30	Si	\$325.68

Tabla 4.6. Lista de cámaras DOMO en el mercado

Considerando las especificaciones que cuentan las cámaras descritas en la Tabla 4.6, se puede analizar y comparar las mismas según los requerimientos del sistema.

	VIVOTEK FD8134	D-LINK DCS-6111	TRENDNET TV-IP252P
Presenta Streaming	SI	SI	NO
Tipo de sensor	CMOS 1/4"	CMOS 1/4"	CMOS 1/4"
Distancia focal cercana al teórico	Alejada de 3.5mm	Variable	Cerca de 3.5mm
Formato de Compresión empleado	MPEG-4, MJPEG, H.264	MPEG-4, MJPEG	MPEG-4, MJPEG

Tabla 4.7. Comparación de cámaras DOMO en el mercado

Entre las tres cámaras descritas en la Tabla 4.7, se descarta en primera instancia a la marca Trendnet, debido a que no posee protocolo de Streaming, el cual es imprescindible para su transmisión vía Internet.

Los modelos de las dos cámaras propuestas presentan el mismo tipo de sensor y tamaño de lente, pero su variación se concentra en la distancia focal. Si bien los valores de los lentes fijos que ofrece el mercado son muy cercanos al valor obtenido por la herramienta IP Video System Design Tool, dicho valor solo obtendrá una visualización de un determinado objetivo en un espacio reducido, pero se requiere la visualización total de la sala.

Se mencionó previamente que la característica esencial de la cámara Domo es la de poseer lentes varifocales. La cámara D-LINK DCS-6111 es la cual ofrece el tipo de lente necesario y cuenta con el protocolo Streaming solicitado.

Entonces, para la presente tesis se han elegido las cámaras D-LINK DCS-2130 y DCS-6111, cuyos costos son asequibles. Es necesario mencionar que existen otras marcas en el mercado como AXIS, PELCO y SONY, pero al destinar sus equipos al área industrial y/o comercial, los costos de ambas marcas son tan elevados que no se plantean como opción, ya que las cámaras en mención serán empleadas con motivos educativos.

Cabe destacar, que en el presente trabajo de tesis sólo se elaborará un prototipo con cuatro cámaras para verificar su funcionalidad. Todas ellas pertenecerán al grupo de cámaras que visualicen las estaciones de trabajo, mas no el sistema de transporte.

#### 4.3. Diseño del Sistema Streaming

El principal equipo para desarrollar el sistema de Streaming es el servidor de streaming, el cual estará conectado a la computadora, encargada de las cámaras que estarán desplegadas en la Sala de Manufactura, y al que el servidor web enlazará a través de una página web para visualizar el contenido del video en vivo.

	Adobe flash Media Interactive Server	Red 5	Wowza Server	Unreal Media Server
Costo	\$ 4 500	Gratuito	\$ 995	\$ 695
Versión Gratuita	SI	NO	SI	SI
Codec's admitidos	M-JPEG, H.264	H.264	H.264	H.264
Protocolos admitidos	RTMP, RTMPT, RTMPS, RTMPE, RTMPTE	RTMP, RTMPT, RTMPS, RTMPE	RTMP, RTMPT, RTMPS, RTMPE, RTMPTE	RTMP, RTSP, MPEG2-TS, MS-WMPS, UMS
Tipo de Streaming	True Streaming	True Streaming	True Streaming	True Streaming
Plataforma de sistema operativo	Windows	Windows, Linux	Windows, Linux, Mac	Windows, Linux, Mac

Tabla 4.8. Comparación de los servidores de Streaming

Según la tabla 4.8 se puede observar que la similitud entre los servidores de streaming es muy cercana pues admiten los mismos codec's de compresión, protocolos y el tipo de Streaming deseado para la presente tesis. Sin embargo, el Red 5 es eliminado por su alta complejidad en la configuración. Por otro lado, Adobe Flash Media Interactive Server y Wowza Server si bien presentan configuraciones menos complejas, necesitan mayor cantidad de instaladores y apaches por configurar e instalar. En cambio, el Unreal Media Server cuenta con gran facilidad de configuración, la cual puede ser vista en el Anexo 4, su precio es más económico y se puede trabajar sin ningún problema en su versión gratuita.

Entonces, la herramienta a emplear será el servidor de streaming Unreal Media Server, quien gestionará las aplicaciones del servidor web, va a manejar la conexión de todos los usuarios que deseen observar las actividades remotamente.

Por otro lado, se requiere un servidor web para cargar la información que el servidor de streaming transmita y permita a los usuarios visualizar lo que sucede en las estaciones de trabajo de la Sala de Manufactura. Es decir, a partir de este servidor Web, los usuarios externos al CETAM tendrán acceso a las funcionalidades de este. Cabe destacar que el

diseño de la aplicación web no está contemplada en la presente tesis, solamente se trabajará para que el sistema se conecte a partir de un servidor web de prueba.

Es importante mencionar que la configuración de los parámetros del dispositivo de video no se realizará en los servidores de streaming y web, sino por medio de la página web perteneciente a su dirección IP que es provista por el fabricante.

#### 4.3.1. Configuración de los servidores

La herramienta de streaming Unreal Media Server posee dos tipos de configuraciones de acuerdo al tipo de necesidad: broadcast (video previamente grabado) y live broadcast (transmisión de video en vivo).

Este servidor soporta protocolos UMS para realizar streaming en sistemas operativos de Windows, protocolos RTMP/RTMPT para streaming en Flash, protocolos MS Smooth y MS-WMSP que se usan en Silverlight y Windows Media; también, cuenta con Apple HTTP Live streaming para iOS y dispositivos con HLS; por último, cuenta con el protocolo MPEG2-TS para Set-Top boxes.

Cuando se emplean los protocolos HLS, MS Smooth y MPEG2-TS, los reproductores no se conectan al servidor, ellos reciben fragmentos de streaming directamente desde los servidores web o desde las direcciones IP. Por el contrario, empleando streaming con los protocolos RTMP, MS-WMSP y UMS, los reproductores se conectan al servidor.

Este servidor permite true streaming en modos de jale y empuje. El modo jale incluye codificadores RTSP y cámaras IP. El modo empuje incluye codificadores RTMP como Adobe FMLE contenidos en formatos MP4, FLV, ASF, entre otros.

Respecto a la instalación de los servidores, ésta se encuentra detallada en los Anexo 4 y 5. Una vez instalado el servidor de streaming y el servidor web, los archivos HTML deben ser ubicados en la ruta donde se encuentran los archivos de éste último. Es imprescindible dicha ubicación, ya que la página web que haga uso de los recursos de este servidor deberá tener una carpeta dentro de él. Así se podrá generar la conexión necesaria para que los usuarios hagan uso de la herramienta web fuera del laboratorio del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura.

#### 4.4. Desarrollo del Prototipo

Una vez seleccionadas las cámaras IP, terminadas las configuraciones de los servidores de streaming y web. Se procede con la programación de las páginas web que muestren los videos de cada una de las cámaras. (Ver Anexo 6)

Para el prototipo a desarrollar se ha tomado en cuenta el uso de cuatro cámaras IP del modelo seleccionado: DCS-2130. También, se han considerado cuatro inyectores PoE para la alimentación de dichas cámaras y un switch.

Este empleo de recursos permitirá mostrar en pequeña escala, el funcionamiento del sistema propuesto como solución en la presente tesis. A continuación, se muestra en la Figura 4.3., el diagrama del prototipo a emplear.

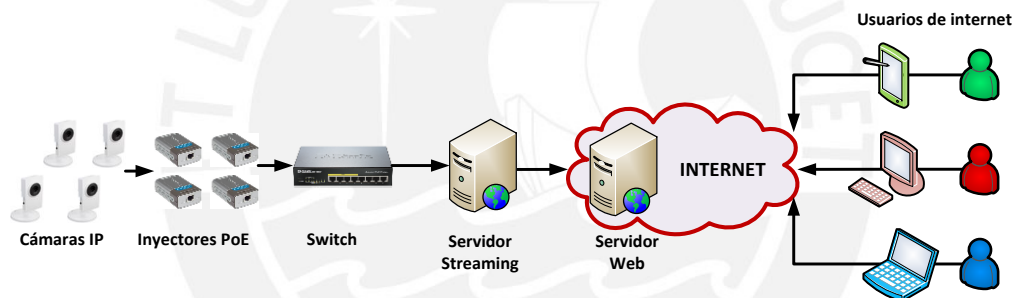


Figura 4.3. Esquema del Prototipo a usar

En la Figura 4.4., se mostrará los videos de las cuatro cámaras IP, empleando el software del fabricante, D-VIEW CAM; el cual es libre, pero está limitado al uso de cámaras de la misma marca, D-LINK.





Figura 4.4. Imagen de cámaras usando D-VIEW CAM

#### 4.5. Pruebas del diseño del sistema de video-monitoreo IP

En la figura 4.5., se muestra el funcionamiento de la página web principal antes del streaming.

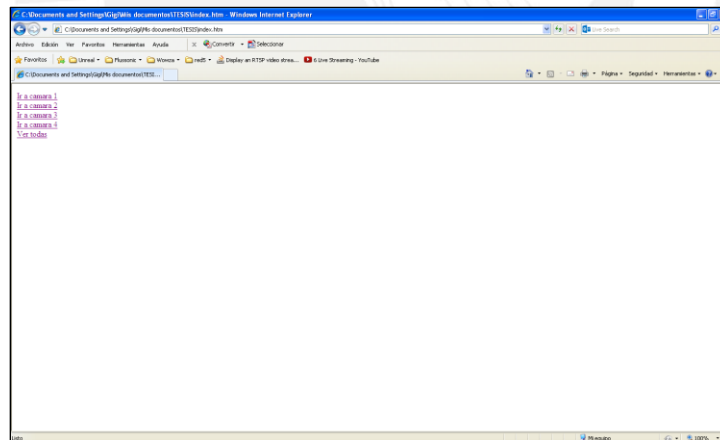


Figura 4.5. Página Web Principal antes del Streaming

En las Figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9. y 4.10 se muestran el funcionamiento de las páginas web para cada una de las cámaras a emplear en el prototipo antes del streaming.

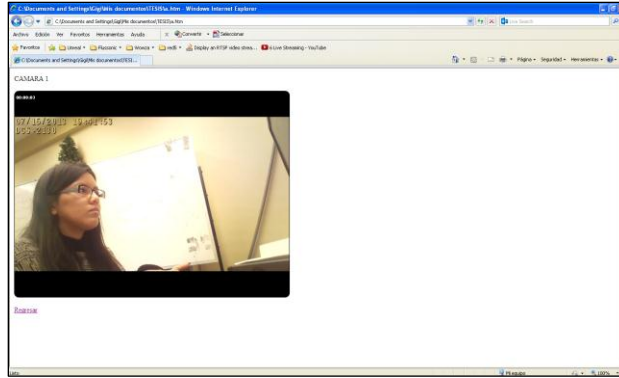


Figura 4.6. Página Web Cámara1 antes del Streaming

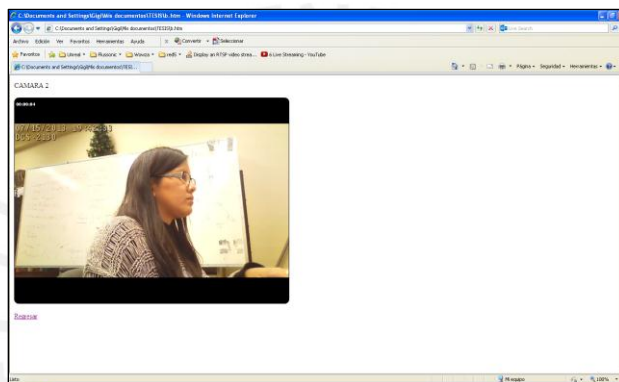


Figura 4.7. Página Web Cámara2 antes del Streaming

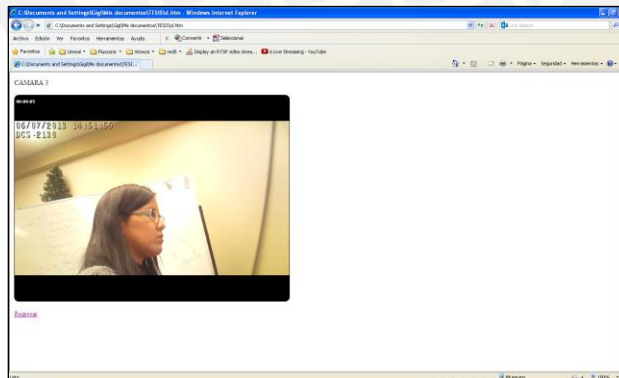


Figura 4.8. Página Web Cámara3 antes del Streaming

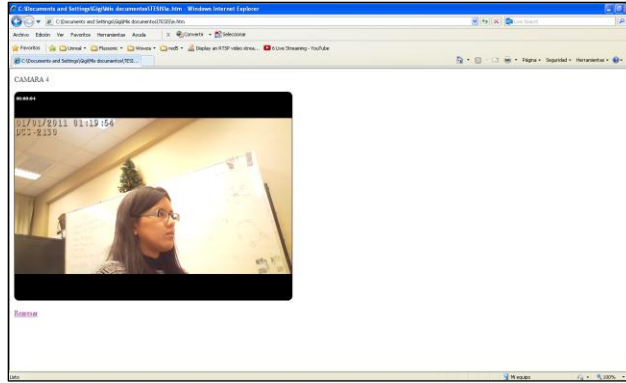


Figura 4.9. Página Web Cámara4 antes del Streaming

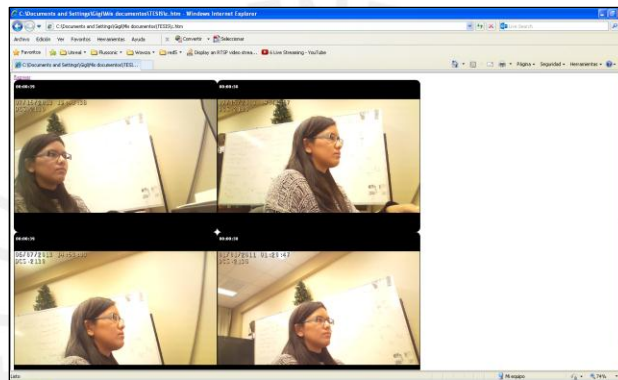


Figura 4.10. Página Web Total Cámaras antes del Streaming

En las Figuras 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 y 4.16 se muestran el streaming de las páginas web diseñadas que contienen la información que las cámaras IP transmiten y cómo se comporta el servidor de Streaming Unreal Media Server.

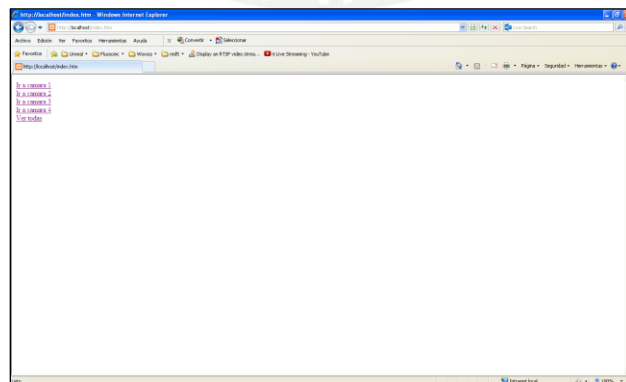


Figura 4.11. Página Web Principal después del Streaming

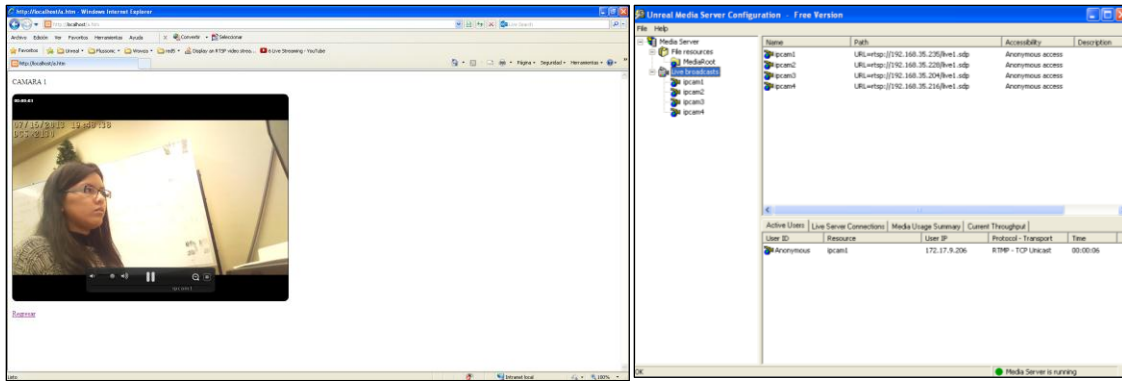


Figura 4.12. Página Web Cámara1 después del Streaming y comportamiento del Servidor

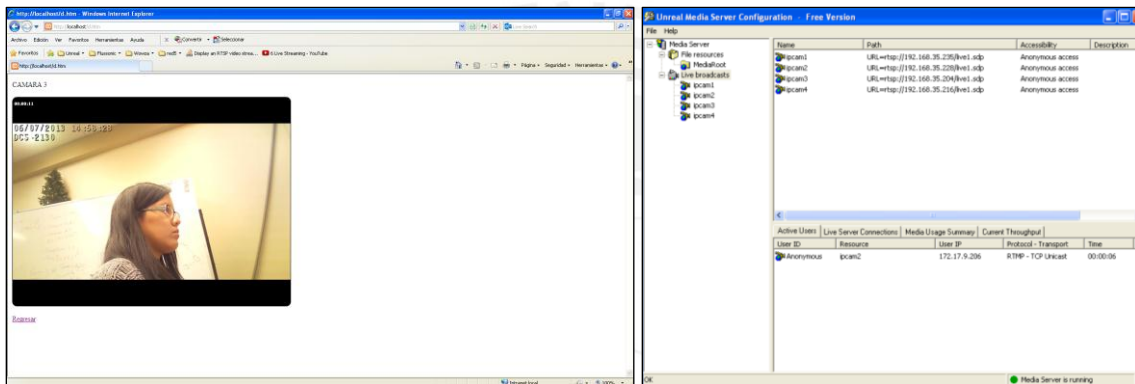


Figura 4.13. Página Web Cámara2 después del Streaming y comportamiento del Servidor

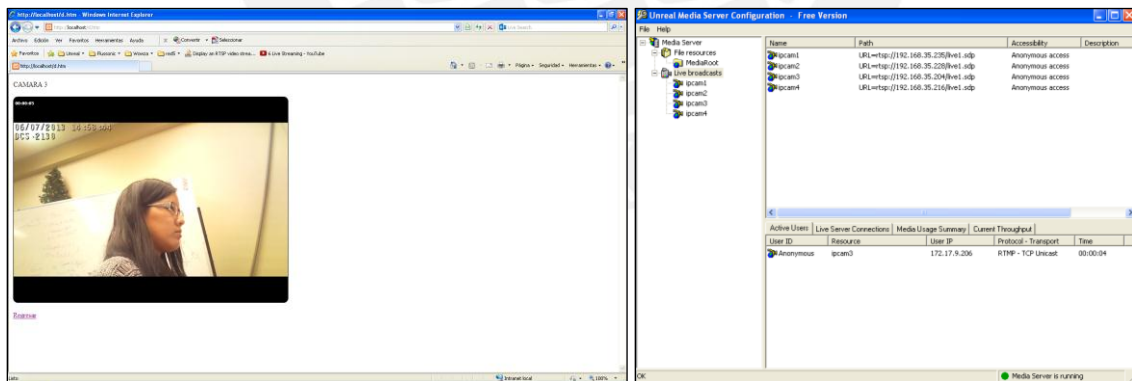


Figura 4.14. Página Web Cámara3 después del Streaming y comportamiento del Servidor

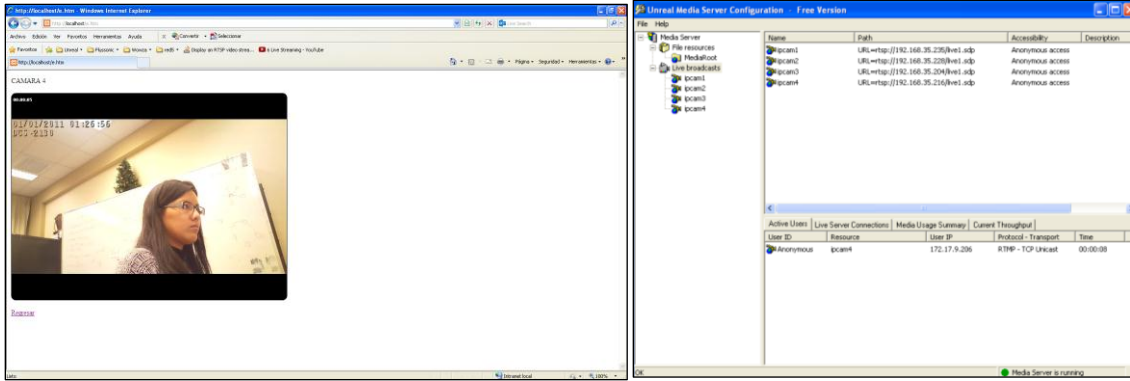


Figura 4.15. Página Web Cámara4 después del Streaming y comportamiento del Servidor

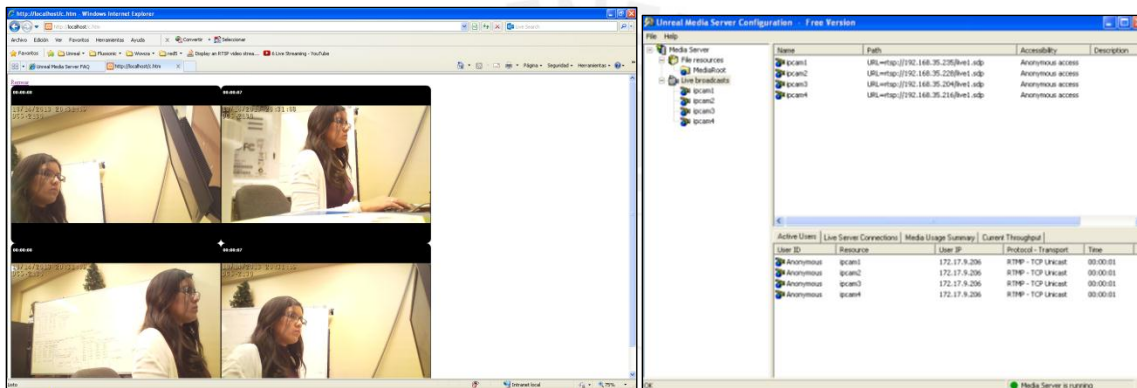


Figura 4.16. Página Web Total Cámaras después del Streaming y comportamiento del Servidor

En las Figuras 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 y 4.22 se mostrarán las imágenes obtenidas empleando una computadora que no sea la propia.

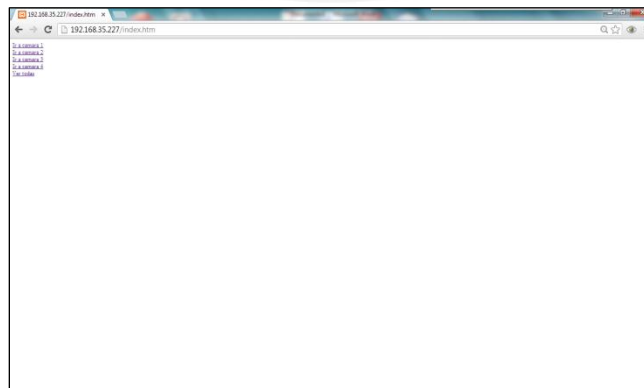


Figura 4.17. Página Web Principal usando otra PC

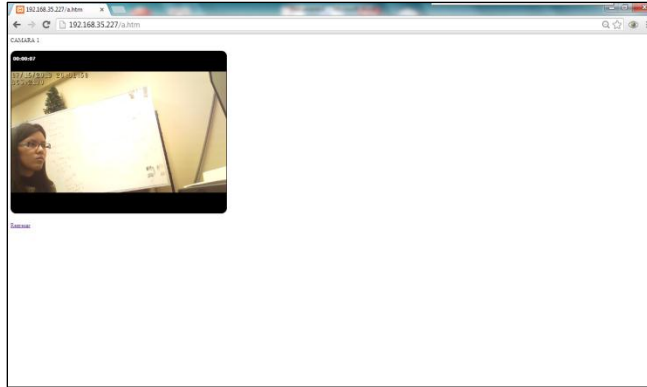


Figura 4.18. Página Web Cámara1 usando otra PC

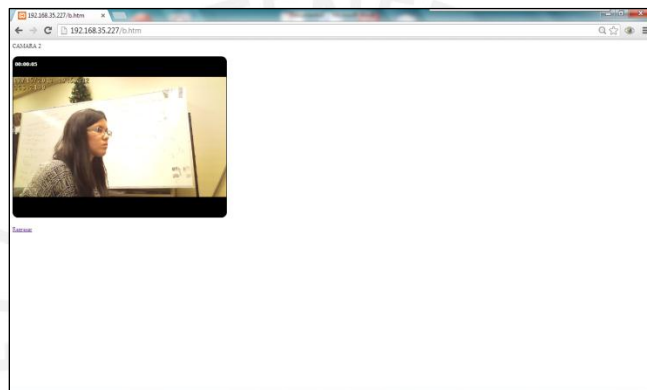


Figura 4.19. Página Web Cámara2 usando otra PC

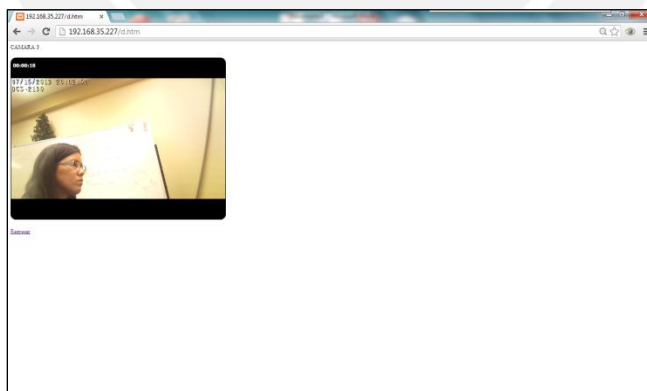


Figura 4.20. Página Web Cámara3 usando otra PC

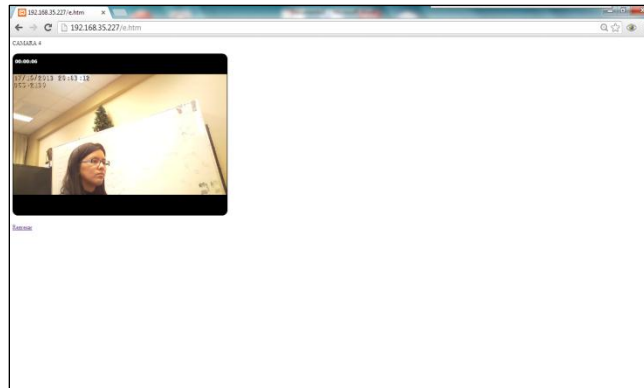


Figura 4.21. Página Web Cámara4 usando otra PC

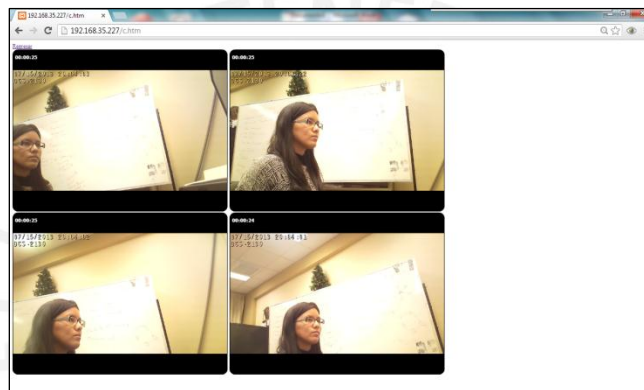


Figura 4.22. Página Web Total Cámaras usando otra PC

El servidor Unreal Media Server, cada vez que un usuario visualiza una cámara, incluso desde cualquier ordenador, muestra la cantidad de veces que uno ingresa a cada una de las cámaras IP.

En la Figura 4.23 se podrá visualizar, la cantidad de usuarios que ingresan a los datos de las cámaras empleando dos computadoras distintas.

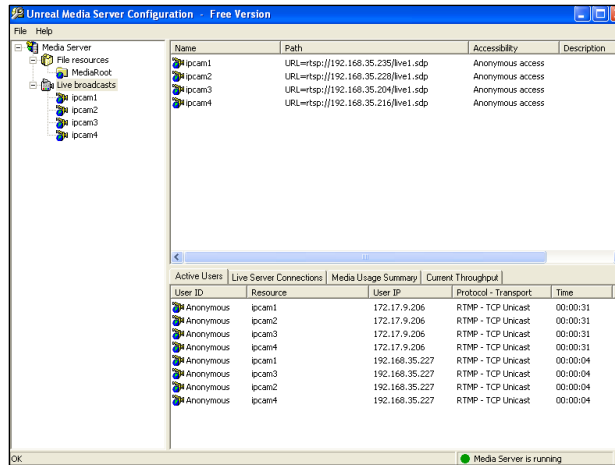


Figura 4.23. Total usuarios en Servidor

Después de realizar las pruebas con las cámaras, se pudo observar ligeros retrasos en la transmisión de video, observados en la Tabla 4.8.

N°	Retraso (s)
Cam 1	1 seg
Cam 2	1 seg
Cam 3	1 seg
Cam 4	2 seg

Tabla 4.9. Tabla retrasos por cámara

Entonces, la transmisión remota de los videos, se realiza de forma real pero con ligeros retrasos. Éstos no afectan de forma significativa al sistema propuesto ya que se observarán estaciones específicas, mas no como herramienta de vigilancia.

Si bien se han probado cuatro cámaras para el sistema prototipo, el Unreal Media Server permite, en su versión libre, la interactuación de 12 usuarios en simultáneo. Este número es idóneo para el prototipo presentado, pero para la integración con la cámara IP Domo, se requerirá la versión base.



## 4.6. Costos

Si bien se emplearán menos dispositivos electrónicos para el desarrollo del prototipo, en la Tabla 4.9 se detallará el costo total que tendrá la presente tesis para su implementación en el Laboratorio de Manufactura del CETAM.

No.	EQUIPO	PRECIO UNIDAD (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
7	Cámara IP DCS-2130 D-LINK	188.80	1321.60
7	Poe Inyector Adapter DWL-P200 D-LINK	65.14	455.95
1	8-Port Gigabit Poe Switch DGS-1008P D-LINK	166.83	166.83
1	Cámara IP-PoE DCS-6112 D-LINK	361.60	361.60
1	Rollo UTP SATRA x 305mt.	117.65	117.65
1	Caja RJ-45 AMP x 100unid.	40.00	40.00
1	Canaleta 39x18 (8cables) x 15unid. c/adhesivo 2mt.	37.00	37.00
1	IP Video Design Tool	00.00	00.00
1	Unreal Media Server	00.00	00.00
1	XAMPP	00.00	00.00
		<b>TOTAL</b>	<b>2500.63</b>

Tabla 4.10. Lista de Precios Final

## CONCLUSIONES

A continuación se muestran las conclusiones a las que se han llegado luego del trabajo realizado:

- Se logró seleccionar el tipo de cámara adecuada para la visualización de las estaciones de trabajo dentro de la Sala de Manufactura del Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM)
- Se realizó un adecuado estudio de cada una de las posibles tecnologías a utilizar, se analizaron las características y requerimientos de la aplicación web y se logró elegir las herramientas para el desarrollo de la interfaz del usuario.
- Se desarrolló una interfaz web basándose en un servidor de streaming y servidor web para el sistema de video-monitoreo IP dentro de la Sala de Manufactura del CETAM.
- Se desarrolló un prototipo considerando los requerimientos esenciales para el uso de las cámaras IP, los inyectores PoE y los servidores.

## RECOMENDACIONES

El diseño desarrollado y comprobado en esta tesis, es únicamente para dentro de los alcances de la RED de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Si se desea transmitir los videos de las cámaras IP a usuarios externos a la universidad, será necesario configurar el acceso por medio de una red IP Pública, la cual puede ser gestionada a través de la Dirección de Informática (DIRINFO).

Las cámaras IP seleccionadas poseen mayor cantidad de aplicaciones que no han sido explotadas en la presente tesis como transmisión por red WiFi, configuración de sensor de detector de presencia, grabación automática según requerimientos y almacenamiento en memoria SD.

En caso, se desee mejorar la calidad de la imagen y disminuir el retardo, se pueden variar los parámetros de zoom, resolución y FPS de las cámaras, a través de la configuración interna de la cámara IP. Sino, se puede emplear softwares que permitan mayor compresión como Adobe Media Encoder.

Si bien esta tesis ha sido desarrollada con fines estrictamente académicos, su uso no queda exento para posibles aplicaciones comerciales que se deseen trabajar en un futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Revista Summa  
2011 “Schneider Electric promueve la herramienta de videovigilancia como herramienta de negocio | Revista Summa”. [Consulta: 2 de Abril, 2013]  
<<http://www.revistasumma.com/caras-y-cosas/18575-schneider-electric-promueve-la-videovigilancia-como-herramienta-de-negocio.html>>
- [2] CHAVEZ , Wilbert  
2006 “Educación a Distancia y las Nuevas Tecnologías IP”. *ELECTRÓNICA – UNMSM*. Lima, número 17, pp.42-47.
- [3] PUCP  
2013 PUCP | Centro de Tecnologías Avanzadas (CETAM)  
<<http://cetam.pucp.edu.pe/>>]
- [4] AYALA, Ramón  
2011 Marketing Institucional o Corporativo  
<<http://www.emagister.com/curso-compendio-marketing-institucional/marketing-160-institucional-corporativo>> [Consulta: 6 de Mayo, 2013]
- [5] LIZANO, Washington; PALACIOS, Kleber; VARGAS, Miguel; LEYTON, Edgar  
2006 “Estudio y Diseño de un Sistema de Vigilancia y Monitoreo de Video en Tiempo Real, sobre una Red IP, para un Terminal de Despacho y Bombeo de Combustible de la Gerencia Regional Sur de PETROCOMERCIAL”. [Consulta: 5 de Diciembre, 2012]  
<<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/665/1/1171.pdf>>
- [6] LAURA, Eugenia  
2011 "Red de vigilancia mediante cámaras IP para el mejoramiento de la seguridad en el Supermercado Express de la ciudad de Ambato". Trabajo de Graduación en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. [Consultado: 25 de Octubre, 2012]  
<<http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/70>>

- [7] BELTRÁN, Carmen  
2011 "Sistema de vigilancia en el tiempo real mediante cámaras IP, para el control de seguridad del Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional - Centro de Formación Industrial Ambato". Trabajo de Graduación en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. [Consultado: 25 de Octubre, 2012]  
<<http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/885>>
- [8] AXIS Communications  
2011 "Network Video – A new Installation". [Consultado: 8 de Diciembre, 2012]  
<[http://www.axis.com/documentation/whitepaper/video/a\\_new\\_installation.pdf](http://www.axis.com/documentation/whitepaper/video/a_new_installation.pdf)>
- [9] AZNAR, Andrés  
2005 "La red Internet. El modelo TCP/IP". *GRUPO ABANTOS FORMACIÓN Y CONSULTORÍA*. España, pp. 62.
- [10] Grass Valley  
2013 "CMOS: Listos para el Broadcast de hoy". [Consultado: 6 de Mayo, 2013]  
<[http://www.grassvalley.com/docs/WhitePapers/broadcast/cameras/ldk3000plus/CAM-4073M-ES\\_CMOS\\_Whitepaper.pdf](http://www.grassvalley.com/docs/WhitePapers/broadcast/cameras/ldk3000plus/CAM-4073M-ES_CMOS_Whitepaper.pdf)>
- [11] AXIS Communications  
2011 "Guía técnica de vídeo IP". [Consultado: 8 de Diciembre, 2012]  
<[http://www.axis.com/files/brochure/bc\\_techguide\\_47850\\_es\\_1305\\_lo.pdf](http://www.axis.com/files/brochure/bc_techguide_47850_es_1305_lo.pdf)>
- [12] Arcesio.net  
2012 "Power Over Ethernet (PoE)". [Consultado: 6 de Mayo, 2013]  
<[www.arcesio.net/ethernet/PoE.ppt](http://www.arcesio.net/ethernet/PoE.ppt)>
- [13] AXIS Communications  
2011 "Alimentación a través de Ethernet – Guía Técnica". [Consultado: 6 de Mayo, 2013]  
<[http://www.axis.com/es/products/video/about\\_networkvideo/poe.htm](http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/poe.htm)>
- [14] OLIVIA, Nuria; CASTRO, Manuel; LOSADA, Pablo  
2006 "Sistemas de cableado estructurado". *ALFAOMEGA GRUPO EDITOR*. Mexico, pp.225.

- [15] RAMOS, Andrew  
2012 "Diseño e implementación de una interfaz multimedia interactiva basada en un servidor de video para un laboratorio remoto virtual". Tesis de Bachiller en Ingeniería de las Telecomunicaciones.
- [16] Unreal Streaming Technologies  
2013 "Unreal Media Server download". [Consultado: 6 de Mayo, 2013]  
<<http://www.umediaserver.net/umediaserver/download.html>>
- [17] Tecnología Pyme  
2008 "Servidores Web en la empresa, ventajas y posibilidades". [Consultado: 7 de Mayo, 2013]  
<<http://www.tecnologiapyme.com/software/servidores-web-en-la-empresa-ventajas-y-posibilidades>>
- [18] BELON, Juan  
2013 "¿Cómo elegir servidor web?". [Consultado: 30 de Junio, 2013]  
<<http://www.slideshare.net/programadorphp/cmo-elegir-servidor-web>>
- [19] BAUTISTA, Diana; BAUTISTA, Jose  
2012 "Servidor Web". [Consultado: 30 de Junio, 2013]  
<<http://www.slideshare.net/josegregoriob/servidor-web-8451426>>
- [20] BOSCH  
2009 "Nota: Cómo seleccionar la cámara correcta". [Consultado: 26 de Noviembre, 2012]  
<<http://ebookbrowse.com/nota-c%C3%B3mo-seleccionar-la-c%C3%A1mara-correcta-marzo2009-pdf-d80002027>>
- [21] JVSG: CCTV Design Software  
2013 "CCTV Bandwith and Storage Space Calculation". [Consultado: 23 de Mayo, 2013]  
<<http://www.jvsg.com/bandwidth-storage-space-calculation/>>