

**Universidad de Oriente**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica**  
**Departamento de Telecomunicaciones**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Sistema de Protección para la central  
eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis**

**Autor: Mario Armando Pazos Avila**

**Tutor: M.Sc. Ing. Daniel Iván Garrido Rodríguez**

**Santiago de Cuba**

**Junio, 2015**

**Universidad de Oriente**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica**  
**Departamento de Telecomunicaciones**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Sistema de Protección para la central  
eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis**

**Autor: Mario Armando Pazos Avila**

mario.pazos@tle.fie.uo.edu.cu

**Tutor: M.Sc. Ing. Daniel Iván Garrido Rodríguez**

Facultad de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Electrónica

**Santiago de Cuba**

**Junio, 2015**



## **COMPROMISO DEL AUTOR**

Hago constar que el presente trabajo de diploma es de mi autoría exclusivamente, no constituyendo copia de ningún trabajo realizado anteriormente y las fuentes usadas para la realización del trabajo se encuentran referidas en la bibliografía. Doy mi consentimiento a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización del Tutor o Institución.

---

Firma del Autor

## PENSAMIENTO

*“No es el más fuerte ni el más inteligente el que sobrevive, si no el más capaz de adaptarse a los cambios”*

*Darwin*

## DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, por toda una vida de amor, esfuerzo, sacrificio y entrega.

A mi hermana Náyel, por ser la mejor del mundo y darme dos razones más para vivir.

A mis abuelos, en especial a mi vieja Lola, que estaría muy orgullosa, si supiera lo que sucede.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por 24 años de enseñanza, por su total disposición y siempre mostrarme el camino; gracias por existir.

A mi hermana linda, por siempre estar ahí, no necesito un regalo, tú eres el regalo.

A mis sobrinas Isabela y Gabriela por hacerme sentir orgulloso.

A mis primos Armandito y Marilena por ser los mejores.

A Erlita, Dalgis, Bolaño y todos los trabajadores de la empresa eléctrica de San Luis, que han colaborado hasta en lo más mínimo en este proyecto.

A Félix por su ayuda en todo y por ser un gran amigo

A Eloy, Yordan, José, Manuel, Daniel, Obed, Guachi, Rafa, José Hidalgo y Alexis, por su amistad.

A Alejandro (el pollo) por su excelente trabajo y aporte a esta Tesis.

A la pareja del momento, mi amigo: el loco Lucky y mi hermanita Meryl, por ser especiales y dejarme formar parte de eso; a la exclusiva Tati (Star Croose).

A mi tutor Ing. M.Sc. Daniel Iván Garrido por haberme permitido ser su diplomante y ayudarme a lo largo de mi carrera.

A mi consultante y luego oponente Ing. Argel Montoya Reviya, por su fundamental asistencia en la elaboración de esta tesis.

A mis amigos de toda la vida: Joel y padres, Andrés y Karelia, William, Jorgito y Rosalia, Yandi y Fanta, el Mellizo y Mariela, Alejandro y Leonel, por su apoyo incondicional y el auxilio en los momentos difíciles.

A Laura y madre por ayudarme a hacer todo esto posible.

A mis compañeros en todos los tiempos, Andrés Feria, Arnaldo, Eric, Héctor, Albertico, los Javieres, Remón, Ballester, Rolando Vega, Karel, Liliana, Aismel, Wilson, Máximo, Joerlis y todos con los cuales he tenido la oportunidad de compartir, los buenos y malos momentos.

A Gretel Liz, por ser parte fundamental de este proyecto y de mi vida.

A Maricel y Beto por acogerme en su gran hogar y hacerme sentir parte de él.

A la pulga, por ser el cofre de mis sentimientos en los buenos y malos momentos.

Al Ing. Aishly, al director de la UEB Generación Distribuida y al Ing. Yero por permitirme centrar el tema de mi tesis en una de sus centrales.

A todos los profesores que formaron parte de mi educación, gracias.

A los arquitectos Fidel y Bilmar por su aporte.

En general a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, con sus altos y bajos; desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

## RESUMEN

El presente trabajo constituyó una propuesta de diseño de un Sistema de Protección para la central eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis, Santiago de Cuba, a través de un Sistema de Alarma Contra Intrusos y video vigilancia, mediante un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión. Basados en la Ciencia de Proyecto y en la Dirección Integrada de Proyecto, esta propuesta se dividió en tres fases fundamentales, una primera fase que recoge el marco teórico referencial de los dos sistemas propuestos a implementar, una segunda donde se realizó el levantamiento y caracterización del lugar desde el punto de vista arquitectónico, así como la declaración de los servicios que se ubicarán en cada área y una tercera fase correspondiente al desarrollo de la ingeniería de detalle, basada en la selección del equipamiento a colocar de acuerdo a las necesidades de los sistemas, los planos de diseño de instalación de ambas técnicas, así como la valoración económica de la solución adoptada para cada uno de los sistemas de protección.

**Palabras clave:** Sistema de Protección, Dirección Integrada de Proyecto, Ciencia de Proyecto, Fase.

## *ABSTRACT*

This research constitutes a design proposal of a protection system for the FUEL OIL powerhouse in San Luis, Santiago de Cuba, through an alarm system against intruders and video surveillance with a closed loop system of Television. Based on Science Project and Integrated Project Management, the proposal was divided into three main phases: the first phase includes the theoretical framework of the two systems proposed to be implemented, a second phase where the uprising and characterization was realized from the architectural point of view as well as the declaration of the services that are located in each area, and a third phase for the development of the detailed engineering, based on the selection of the equipment to be placed according to the needs of the systems, the design drawings of the installation of both techniques, as well as the economic assessment of the solution adopted for each protection system.

**Keywords:** Protection System, Integrated Project Management, Science Project, Phase.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1 . MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (FASE I) .....	5
1.1 Sistema de Circuito Cerrado de Televisión IP (CCTV IP).....	5
1.1.1 Componentes de un sistema CCTV sobre IP.....	8
1.1.2 Transmisión .....	18
1.1.3 Grabación.....	22
1.1.4 Gestión y control de video.....	24
1.1.5 Cableado estructurado.....	24
1.2 Sistema de Alarma Contra Intruso .....	28
1.2.1 Partes de un SACI.....	28
1.2.2 Tipos de zonas .....	32
1.2.3 Niveles de armado .....	33
CAPITULO 2 . LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN (FASE II) .....	35
2.1 Descripción general.....	35
2.2 Concepción general.....	36
2.2.1 Concepción arquitectónica. Objeto de obra.....	36
2.3 Concepción de diseño de los sistemas a implementar .....	38
2.3.1 Sistema de CCTV .....	38
2.3.2 Sistema de Alarma Contra Intruso (SACI).....	44
CAPITULO 3 . SOLUCIÓN DE PROYECTO (FASE III).....	46
3.1 Ubicación del local de telecomunicaciones .....	46
3.2 Especificaciones del sistema de CCTV.....	47
3.2.1 Ubicación de las cámaras.....	48
3.2.2 Características de las cámaras del sistema.....	48
3.2.3 Transmisión .....	50
3.2.4 Grabación.....	54
3.2.5 Gestión y control de video.....	57
3.2.6 Conmutador de red para el sistema de CCTV .....	58
3.2.7 Especificaciones de instalación de las cámaras .....	58

3.3	Sistema de Alarma Contra Intruso.....	62
3.3.1	Componentes del sistema.....	63
3.3.2	Cableado del sistema .....	66
3.3.3	Detalles de instalación .....	66
3.4	Análisis económico .....	67
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
	GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	71
	ANEXOS .....	72

## INTRODUCCIÓN

A través de los tiempos, el hombre se ha visto en la necesidad de proteger sus pertenencias, bien por motivos de sustracción por parte de otros individuos, bien por las acciones normales de la naturaleza. Hasta hace poco tiempo, la forma de actuar era bien sencilla. El propio individuo se encargaba de vigilar o establecía mecanismos naturales de protección, para así evitar desagradables sorpresas.

La aparición de la electrónica nos ha permitido un rápido progreso en lo que se refiere al concepto de seguridad, ya que nos proporciona una variedad de posibilidades en los sistemas de seguridad, cada día más amplia y eliminando de esta forma viejos conceptos y formas de vida.

En general podemos definir a un Sistema de Seguridad, como el conjunto de elementos e instalaciones necesarios para proporcionar a las personas y bienes materiales existentes en un local determinado, protección frente a agresiones, tales como robo, atraco, sabotaje e incendio.

Los sistemas de seguridad se utilizan para ofrecer protección a personas bienes e inmuebles, ahorran tiempo y dinero, y en los procesos domésticos e industriales su uso está totalmente generalizado. Son ejemplos, de su aplicación: seguridad en la vivienda; seguridad en los establecimientos; seguridad en las cárceles, centrales nucleares, etc.; seguridad activa contra incendios; control de niveles de líquidos; seguridad en calefacción y cuartos de máquinas; control de gases, presiones, humedad, falta de agua. En general, todos aquellos campos que por el conocimiento de las posibilidades que proporcionan los elementos de seguridad, nos permiten unas determinadas aplicaciones.

Los sistemas de seguridad y protección tienen como principal objetivo evitar, reducir, desviar, transferir y asumir cualquier posible amenaza, riesgo o actos delictivos contra personas, sus intereses y sus derechos bajo objeto de protección, mediante la interrelación de dos requerimientos básicos que son la seguridad física y la seguridad técnica.

El sistema se concibe con la finalidad de prever y dar respuesta a cualquier hecho o incidencia que atente contra propiedades, bienes materiales, de carácter privado o estatal, así como la integridad física de personas.

Los sistemas de vigilancia también son parte de los sistemas de seguridad, los cuales se caracterizan porque no suelen ser autónomos, sino que van compaginados con los sistemas de alarma, por lo general anti intrusismo.

El trabajo de este tipo de sistemas es el de dar seguridad a las personas, vigilar espacios de posible intrusión o controlar ciertas áreas en locales públicos.

El CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) se encarga:

- Evaluar la señal de alarma conjuntamente con la detección del sistema contra intrusos.
- Vigilancia de toda el área perimetral y de los accesos existentes.
- Grabación de imágenes de incidencias.

El Sistema de Alarma Contra Intrusos (SACI):

- En las periferias de las áreas, de indicar la intrusión o tentativa de intrusión.
- En el interior de las mismas alerta frente a movimiento no autorizado.

Ambos forman parte de los subsistemas de corrientes débiles, llamados así por pertenecer a los diferentes métodos de control, comunicación y manejo de la información, sean de voz, datos, video, así como de equipos de conmutación y otros sistemas de administración y seguridad caracterizados por bajas corrientes y voltajes, donde se distribuye o genera la energía para su consumo propio.

El diseño de los diferentes subsistemas resulta ser un Proyecto que recoge los diferentes servicios a implementar y la gestión de los recursos asignados, con el propósito de lograr la calidad requerida.

Existen varias definiciones de **Proyecto**:

Según David I. Cleland y William R. King, en su obra "*Systems Analisis and Project Managemen*": "Proyecto es la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado" [1].

Otra definición de Proyecto, es la dada por el *Project Management Institute*, de los EE.UU. de América, en su "*Project Management Book of Knowledge*" (PMBOK), la que

plantea que: "Proyecto es cualquier realización con punto de comienzo definido y con objetivos definidos mediante los que se identifican, entre otras cosas, la fecha de su terminación" [1].

En general, los Proyectos constituyen actividades multidisciplinarias de duración finita que forman un sistema, destinado a satisfacer los objetivos estratégicos (económicos, operativos y sociales) de una empresa.

El Proyecto por ser un sistema dinámico tiene un ciclo de vida que se define a través de fases:

- **Fase I.** Concepción: se realiza a través del Estudio de Viabilidad, se establecerán tanto las definiciones básicas como las detalles de todo el proyecto.
- **Fase II.** Definición: se determina con la mayor exactitud y en el menor plazo posible toda la definición tecnológica del sistema en sus aspectos globales, así como en lo referente a los subsistemas que lo componen. A la par se determinará el coste de la producción del sistema y su programa de ejecución que incluye la manera y los plazos en que se va a realizar el proyecto. Se fija la calidad y el rendimiento a obtener, así como los recursos para lograrlo. Se incluirá el diseño de los sistemas de retroalimentación para generar la información que permita ajustar la ejecución al programa previsto.
- **Fase III.** Implementación: tiene como función el diseño de detalle, la adquisición, el montaje y la construcción y puesta en marcha de todos los elementos del sistema, utilizando para ellos las normas y definiciones establecidas en todas las fases anteriores [1].
- **Fase IV.** Operación: es la fase productiva de la instalación ya terminada. Corresponde a la puesta en operación y prueba del sistema proyectado.
- **Fase V.** Desactivación o abandono: se hace una revisión final del proyecto y en caso necesario se realiza una restauración de lo afectado/dañado/modificado por el proceso de operación. Debe ser diseñada desde el principio y tratada como un proyecto separado, teniendo en cuenta las mismas fases indicadas anteriormente, tomándola como un subproyecto del principal [1].

La Empresa Eléctrica de Cuba producto de la Revolución Energética que desarrolla en todo el país ha construido Grupos de Generación Eléctrica, que bajo la dirección de la UEB Generación Distribuida se encargan de suministrarle energía a la red nacional. La

misma pretende como parte del Proyecto brindarle seguridad y protección a sus instalaciones debido a su objeto, ubicación e importancia. Uno de estos grupos es la central eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis en Santiago de Cuba.

**Problema a resolver**

Inexistencia de un Sistema de Protección para la central eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis.

**Objeto de estudio**

Sistemas de Protección

Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (SCCTV)

Sistemas de Alarma Contra Intruso (SACI)

**Objetivo**

Realizar la propuesta de diseño de un Sistema de Protección para la central eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis.

## **CAPITULO 1 . MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (FASE I)**

Este capítulo recoge toda la información teórica concerniente a los Sistemas de Alarma Contra Intrusos y al de Circuito Cerrado de Televisión, partes y funcionamiento de cada uno.

### **1.1 Sistema de Circuito Cerrado de Televisión IP (CCTV IP)**

Circuito Cerrado de Televisión es una tecnología de video vigilancia diseñada con el objetivo de supervisar y controlar el eventual registro de la actividad física dentro de un local o ambiente en general.

Se le denomina circuito cerrado porque, a diferencia de la televisión tradicional, este solo permite un acceso limitado y restringido del contenido de las imágenes a algunos usuarios [2].

El sistema puede componerse de una o varias cámaras, conectadas a uno o varios monitores o televisores que se encargan de reproducir las imágenes captadas, pudiendo estas ser almacenadas al mismo tiempo en medios digitales.

Este circuito puede estar compuesto entonces por:

- Elementos digitales captadores de imágenes (cámaras IP).
- Elementos reproductores de imágenes (monitores).
- Elementos digitales grabadores de imágenes.
- Elementos transmisores de la señal de video.
- Elementos de control.

La selección del protocolo de comunicación entre los componentes del CCTV y del medio sobre el cual se transmite debe ajustarse a las necesidades de la aplicación, garantizando así que la inversión se ajuste a lo que en realidad se necesita, es decir, diseñar el sistema acorde a los parámetros de tipo y distancia de la comunicación [2].

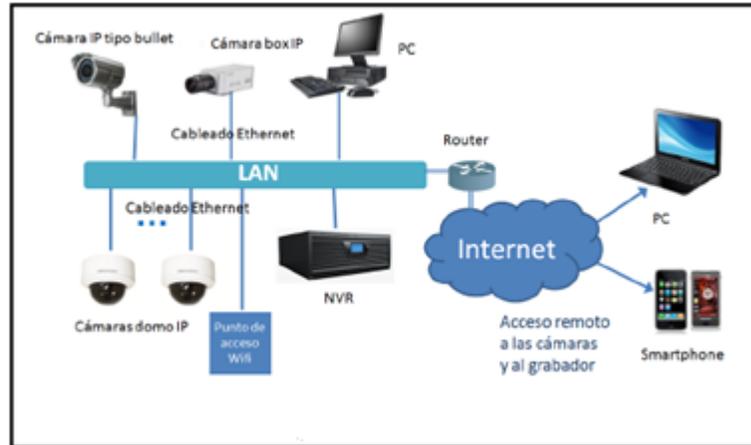


Figura. 1.1. Sistema de CCTV sobre IP.

Un sistema de video vigilancia IP (figura 1.1) es un sistema totalmente digital o sea que no emplea elementos analógicos. Se caracteriza por estar compuesto por cámaras IP o de red, NVR (*Network Video Recorder* o Grabador de Red), posee una etapa de gestión y control de las imágenes y la transmisión de la información se hace a través de la red IP.

En un sistema de este tipo, al transmitirse la señal a través de una red IP, se puede utilizar una PC o un servidor de video estándar para el funcionamiento del software de gestión de video y de ésta manera poder realizar la visualización, grabación y tareas de administración centralizada. La importancia del monitoreo con cámaras IP, es la capacidad de visión del video y sonido en tiempo real.

**Un sistema basado en tecnología IP añade las ventajas siguientes:**

- **Accesibilidad remota:** todos los componentes de un sistema IP, tanto cámaras como los NVR se pueden configurar y gestionar de forma remota. Esto permite visualizar video en tiempo real y grabaciones a todos los usuarios autorizados desde cualquier ubicación en red del mundo.
- **Mejora en la calidad de la imagen:** en los sistemas de CCTV actuales es necesaria una buena resolución de la imagen para ser utilizada en aplicaciones muy concretas como por ejemplo en el reconocimiento de matrículas. Con las cámaras IP Megapíxel se consigue una resolución y una calidad de imagen muy superior a la de las cámaras analógicas. En este sistema la calidad de imagen se mantiene más fácilmente debido a que las imágenes de una cámara IP salen en formato digital y se mantienen en este formato sin conversiones innecesarias y sin degradación de las imágenes en función de la distancia recorrida.

- **Procesamiento digital de la imagen:** los sistemas IP incorporan la capacidad de procesamiento digital de la imagen. Esto permite la posibilidad de grabaciones programadas gestionadas por eventos como detección de movimiento o señales externas provenientes del sistema de alarma, lo que reduce la cantidad de grabaciones sin interés. En los sistemas IP se puede evitar la subjetividad del ojo humano, el sistema es capaz de extraer de forma automática y en tiempo real la información relevante, facilitando la labor del operador. Tanto las cámaras IP como los grabadores analizan de forma constante las entradas para detectar un evento y responder automáticamente a éste con acciones como la grabación de video y el envío de notificaciones de alarma.
- **Infraestructura de red:** un sistema de CCTV IP hace uso del cableado estructurado de red y no necesita cableado específico para su alimentación, utiliza la tecnología PoE (Alimentación a través de Ethernet). La infraestructura de red IP normalmente ya está implementada, por lo que una aplicación de vídeo en red puede aprovechar la infraestructura existente. Las redes IP tanto cableadas como inalámbricas constituyen además alternativas mucho menos caras que el cableado coaxial y de fibra tradicionales utilizados por un sistema analógico, que además necesita cableado adicional para controlar la telemetría y para alimentación.
- **Escalabilidad y flexibilidad:** en un sistema IP se pueden añadir o modificar componentes sin que ello suponga cambios significativos y costosos para la infraestructura de red. Un sistema de video en red puede crecer a la vez que las necesidades del usuario.

El empleo de video en red posee un gran número de aplicaciones dentro y fuera de la seguridad y la vigilancia, ejemplos: aplicaciones educativas; aplicaciones en medicina; monitorización de tráfico; reconocimiento facial; reconocimiento de matrículas; monitorización de procesos industriales; vigilancia de los niños en el hogar, escuelas, parques, guarderías; vigilancia en espacios públicos como calles, aeropuertos; vigilancia en espacios privados como bancos, casinos, comercios, hogares; tele asistencia; etc...

### 1.1.1 Componentes de un sistema CCTV sobre IP

En este sub-epígrafe se tratará más a fondo los componentes del sistema. Para explicar cada componente nos apoyaremos en el diagrama de la figura 1.1.

- **Cámara IP**



Figura 1.2. Cámaras IP.

La calidad de la imagen es, evidentemente, una de las características más importantes de cualquier cámara, si no la más importante. Esto es especialmente cierto en las aplicaciones de vigilancia, seguridad y monitorización remota, en las que puede haber vidas y bienes en juego. Sin embargo, ¿cómo puede garantizarse una buena calidad de la imagen? A diferencia de las cámaras analógicas tradicionales, las cámaras IP no sólo disponen de capacidad de procesamiento para captar y presentar las imágenes, sino también para administrarlas y comprimirlas digitalmente para su transporte a través de la red. La calidad de la imagen puede variar considerablemente y depende de varios factores tales como la elección de un sensor óptico y de imagen, la potencia de procesamiento disponible y el nivel de sofisticación de los algoritmos en el chip de procesamiento.

Una cámara IP puede describirse como una cámara y un ordenador combinados para formar una única unidad [3]. Capta y transmite imágenes directamente a través de una red IP, permitiendo a los usuarios autorizados visualizar, almacenar y gestionar vídeo de forma local o remota, mediante una dirección IP dedicada, un servidor web y protocolos de transmisión de video [4]. La transmisión de la información a través de la red se realiza a dispositivos de red como pueden ser un PC, un NVR, o un Smartphone. Cada usuario autorizado es capaz de controlar y gestionar varias cámaras al mismo tiempo desde cualquier lugar donde haya conexión de red.

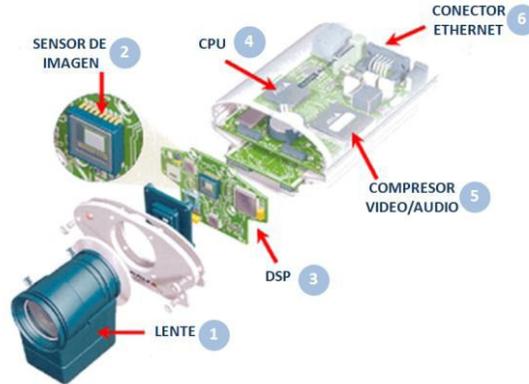


Figura 1.3. Esquema de una cámara IP.

En la figura 1.3 se observan las partes básicas de una cámara IP, estas son: lente, sensor de imagen, procesador de imagen (DSP), unidad central de procesamiento (CPU), etapa de compresión y tarjeta Ethernet que permite la conexión a la red para la transmisión de datos. La mayoría de las cámaras IP actuales incluyen una memoria interna, normalmente una tarjeta SD, que permite almacenar los videos.

1

**Lente:** las lentes son los “ojos” de un sistema de CCTV. Sus funciones son:

- En primer lugar, determinar la escena que se muestra en el monitor (esta es una función de la distancia o longitud focal).
- En segundo lugar, controlar la cantidad de luz que llega al sensor (iris).

Según la distancia focal, las lentes se clasifican en: lentes **fijas** o lentes **vari focales**:

Las lentes de distancia focal variable (**vari focal**), aunque más caras que las fijas son las más usadas porque se puede conseguir un ajuste más preciso de la escena. Este tipo de lentes hace que el sistema de CCTV sea más flexible, porque una misma lente puede ser usada en todas las cámaras de la instalación y ajustarlas de forma precisa para cada escena.

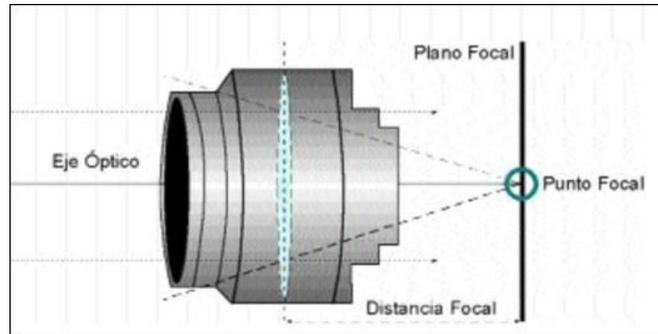


Figura.1.4. Distancia focal de una lente.

La distancia focal (figura 1.4) es la distancia entre el centro de la lente y el sensor de imagen. El punto focal es el punto en el que se coloca el sensor de imagen de la cámara. La distancia focal se mide en milímetros.

Las ópticas con distancia focal pequeñas (angulares) tienen un ángulo de apertura grande, lo que permite observar zonas extensas. Las ópticas con distancia focal grande (teleobjetivos) tienen un ángulo de apertura pequeño, donde el ángulo de visión es estrecho. Un objetivo de 50mm equivaldría al ángulo de visión humano.

Para determinar la distancia focal que vamos a necesitar, es preciso conocer los parámetros del objeto o escenario a enfocar (altura, anchura y distancia).

Otra características de las lentes es la **corrección IR**. El ojo humano es capaz de ver únicamente la parte de "luz visible" del espectro. Más allá de la luz visible está la porción del espectro de infrarrojos (IR).

La luz IR afecta negativamente a la exactitud de la reproducción del color, por esta razón, todas las cámaras en color llevan incluido un filtro de corrección IR para minimizar o eliminar la luz IR que llega al sensor de imagen. Por lo tanto las cámaras a color no necesitan las lentes con corrección IR.

Otro tipo de lente es el **zoom motorizadas**, es el más complejo pero con mayor funcionalidad, debido a que se puede ajustar el valor de la distancia focal de forma remota. Esto significa que una sola lente se puede utilizar para ver una amplia zona, hasta que se detecta un intruso, y en ese mismo momento, hacer un zoom para capturar detalles faciales.

Otro concepto relacionado con las lentes es el **iris**. El iris controla la cantidad de luz que incide sobre la cara del sensor de imagen. La medida de la apertura del iris se hace en

f-stops o número F, que constituye la denominación numérica que especifica el grado de apertura de un diagrama. A mayor f-stop, menor será el grado de apertura del iris.



Figura 1.5. Medidas de apertura del iris.

En la figura 1.5 se pueden observar las distintas aperturas del iris dependiendo del f-stop.

2

**Sensor de imagen:** el sensor de imagen de la cámara se encarga de transformar la luz en señales eléctricas.

Existen dos tipos de tecnologías para la fabricación de sensores para cámaras digitales:

- **CCD** (*Charge Coupled Device*, Dispositivo de Acoplamiento de Carga).
- **CMOS** (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*, Semiconductor de Óxido Metálico Complementario).

Ambos sensores están formados por semiconductores de metal-óxido (MOS) y están distribuidos en forma de matriz.

Su función es la de acumular una carga eléctrica en cada una de las celdas de esta matriz. Estas celdas son los llamados píxeles. La carga eléctrica almacenada en cada píxel, dependerá en todo momento de la cantidad de luz que incida sobre el mismo.

El sensor **CCD** presenta muchas ventajas de calidad, entre la que se destaca una mayor sensibilidad a la luz que los sensores CMOS [4]. Esta mayor sensibilidad a la luz se traduce en mejores imágenes en situaciones de luz escasa.

Una de las limitaciones actuales de los sensores CMOS es su menor sensibilidad a la luz. En condiciones de luz normales esto no supone ningún problema, mientras que en

situaciones de escasa luz el resultado es una imagen muy oscura o una imagen con apariencia granular [4].

El tamaño de un sensor se mide en diagonal y puede ser de 1/4", 1/3", 1/2" o 2/3".

3

**Procesador de imagen:** recibe la imagen digitalizada por parte del sensor y después la procesa para enviarla a la etapa de compresión. Gracias a él se puede mejorar la calidad de una imagen proporcionada por el sensor, a través del ajuste o aplicación de diferentes técnicas y parámetros para conseguir esta mejora. Ejemplos: control del tiempo de exposición, iris y ganancia; compensación de luz de fondo y rango dinámico; algoritmos de mosaico; reducción de ruido; procesamiento del color y mejora de la imagen [5].

4

**CPU:** la CPU de una cámara IP es un chip basado en Linux que controla y administra todas las funciones de la cámara. Gestiona todos los procesos internos de la cámara, como la compresión, envío de las imágenes o gestión de alarmas y avisos.

5

**Etapa de compresión:** la compresión resulta imprescindible para la transmisión de imágenes y video a través de una red IP. La cantidad masiva de datos que supone la transmisión de video sin comprimir a través de una red haría que esta se saturara, por ello desde la aparición de las redes de datos han ido apareciendo algoritmos que procesan la señal para quitarle redundancia en unos casos, y para aplicar filtros que, a costa de perder un mínimo de calidad de imagen, justifican esta pérdida en base a la tasa de compresión conseguida.

Los métodos de compresión más usados en las cámaras IP son: MJPEG, MPEG-4 y H.264.

**MJPG:** (*Motion JPEG*, Movimiento JPG) es el estándar utilizado más habitualmente en sistemas de vídeo IP. Una cámara de red, como una cámara digital de imagen fija, capta las imágenes individuales y las comprime en formato JPEG. La cámara IP puede captar y comprimir, un número determinado de imágenes por segundo y, a continuación, las dispone en una secuencia continua de imágenes a través de una red hasta una estación de visualización. Con una velocidad de imagen de aproximadamente 16 fps y superior, el visualizador percibe una imagen animada a pantalla completa (*full motion video*) [4].

**MPEG-4**: es un conjunto de 27 estándares y protocolos usados para codificación y transmisión de flujos de video/audio en entornos de bajo ancho de banda (hasta 1,5 Mbit/s). Es el primer gran estándar en la transmisión de videos por redes IP, y es usado también en dispositivos móviles y en televisión. El principio básico de MPEG es la comparación de dos imágenes comprimidas que deben transmitirse a través de la red. La primera imagen comprimida se utiliza como fotograma de referencia y únicamente se envían partes de las siguientes imágenes que son distintas de la imagen de referencia. Seguidamente, la estación de visualización de red reconstruye todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y los “datos de diferencias”.

**H.264**: también conocido como MPEG-4 Parte 10, se trata del estándar de nueva generación para la compresión de vídeo digital. H.264 ofrece una mayor resolución de vídeo que MJPEG o MPEG-4 a la misma velocidad de bits y el mismo ancho de banda, o bien la misma calidad de vídeo con una velocidad de bits inferior.

6

**Tarjeta Ethernet**: el chip Ethernet de la cámara IP es el encargado de ofrecer conectividad de red para poder transmitir las imágenes captadas a través de la red IP.

Para compensar la falta de iluminación para la captación, muchas cámaras llevan incorporados leds, iluminación infrarroja e incluso focos térmicos. En el caso de que la cámara no lleve incorporada iluminación se puede utilizar focos de iluminación adicional. Por lo general son de iluminación infrarroja, y dependiendo del modelo, pueden iluminar la escena desde 10m hasta 350m, y con un ángulo de apertura entre 3° y 120° [5].

#### **Otros conceptos a tener en cuenta en la elección de una cámara IP:**

- **Sensibilidad**: la sensibilidad se mide en LUX, e indica la intensidad de luz necesaria para funcionar en condiciones escasas de iluminación. A mayor sensibilidad, el valor de lux será menor. Habitualmente se precisan al menos 200 Lux para capturar imágenes de buena calidad.
- **Resolución**: en las cámaras IP, la resolución se mide en píxel. La resolución de una cámara IP se mide por sus píxeles horizontales y verticales. A mayor número de píxeles, mayor resolución.

En las cámaras IP, se suele trabajar con resoluciones derivadas de la industria informática. El estándar más habitual en informática, y por lo tanto en cámaras IP, es VGA (*Video Graphics Array*, Tabla de Gráficos de Vídeo).

Las actuales tecnologías digitales permiten conseguir cámaras IP cada vez con mayor resolución, la resolución Megapíxel. Esto ha permitido crear nuevos estándar de resolución, que permiten, a su vez, identificar personas y/o objetos al mismo tiempo que se visualiza un área de escenario mayor o sea las cámaras con mayor resolución puede cubrir áreas mayores.

Tabla 1.1. Resoluciones Megapíxeles.

Formato de visualización	Nº Megapíxeles	Píxeles
SXGA	1.3 megapíxeles	1280x1024
SXGA + (EXGA)	1.4 megapíxeles	1400x1050
UXGA	1.9 megapíxeles	1600x1200
WUXGA	2.3 megapíxeles	1920x1200
QXGA	3.1 megapíxeles	2048x1536
WQXGA	4.1 megapíxeles	2560x1600
QSXGA	5.2 megapíxeles	2560x2048

La resolución HDTV se trata de un nuevo estándar de TV, que proporciona una resolución hasta 5 veces mayor que la de un sistema analógico, una mayor fidelidad de color y un formato 16:9 [5]. Las 2 normas HDTV más importantes son las siguientes:

Tabla 1.2. Resoluciones HDTV.

Norma HDTV	Píxeles	Frecuencia Imágenes
SMTPE 296M (HDTV 720P)	1280 x 720	25 imag/seg
SMTPE 296M (HDTV 720P)	1920 x 1080	25 imag/seg

720P (720 líneas de resolución escaneado progresivo)

Algunas cámaras IP Megapíxel soportan estos estándares, tanto en resolución como en número de imágenes por segundo.

- **Conmutación:** aunque las cámaras B/N (blanco/negro) disponen de más sensibilidad y resolución, prácticamente todas las cámaras IP ya son de color. Por este motivo, las cámaras día/noche disponen de sistemas que las hacen funcionar en color durante el día, y conmutan a funcionamiento B/N durante la noche o con poca iluminación, con el fin de conseguir mayor sensibilidad y resolución. Simultáneamente, activan iluminación adicional mediante leds infrarrojos.

Hay tres tipos de conmutación:

**Conmutación electrónica:** la cámara elimina la señal de crominancia de la imagen obtenida.

**Conmutación mecánica:** la cámara intercala un filtro IR entre la óptica y el sensor (el filtro elimina la luz IR durante el día, y se retira para dejarla pasar durante la noche, haciendo la cámara más sensible a la luz infrarroja, proveniente de los leds de iluminación) [5].

**Doble CCD:** es como tener dos cámaras en una, con un CCD optimizado para visión en color y otro optimizado para visión en blanco y negro.

### **Clasificación de las cámaras IP**

Las cámaras IP pueden clasificarse según sean, de instalación interior o exterior, en:



Figura 1.6

Cámara box.

**Cámaras IP box o fijas:** son cámaras que pueden ser de óptica fija o vari focal y que apuntan a un objetivo en específico. Son claramente visibles al igual que la dirección a la que apuntan. Están relegadas prácticamente a sistemas profesionales en los que se requiera una óptica muy específica o para aplicaciones en las que resulte útil que la cámara esté bien visible.



Figura 1.7  
IP mini modo.

**Cámara IP domo fija o mini domo:** constan básicamente de una cámara fija preinstalada en una pequeña carcasa domo. La cámara puede enfocar fácilmente el punto seleccionado en cualquier dirección. La ventaja principal radica en su discreto y disimulado diseño, así como en la dificultad de ver hacia qué dirección apunta la cámara. Son cámaras compactas para instalaciones en interiores o en zonas protegidas. Pueden ser anti vandálicas (IP 65-66).



Figura 1.8  
IP PTZ.

**Cámara IP PTZ:** las cámaras con movimiento vertical/horizontal/zoom poseen la ventaja de obtener una visión panorámica, inclinada, alejada o de cerca de una imagen, manual o automáticamente. Las cámaras PTZ se utilizan principalmente en interiores y en aquellos lugares donde resulte apropiado ver la dirección hacia la cual apunta la cámara.



Figura 1.9.  
IP domo PTZ.

**Cámaras IP domo PTZ:** estas cámaras son bastante discretas y, al mirarlas, no puede determinarse la dirección hacia la cual apunta. En comparación con una cámara PTZ, añade la ventaja de permitir una rotación de 360 grados. Ofrece un funcionamiento continuo en recorridos protegidos donde la cámara se desplaza de forma continua entre unas 10 posiciones predefinidas, un día tras otro. Una cámara puede abarcar una zona donde se precisarían 10 cámaras fijas para llevar a cabo el mismo trabajo. La principal desventaja es que sólo se puede supervisar una ubicación en un momento dado, dejando así las otras 9 posiciones sin supervisar.



Figura 1.10.  
IP PTZ no mecánica.

**Cámaras IP PTZ no mecánicas:** gracias al sensor de megapíxeles, la cámara puede abarcar entre 140 y 360 grados y el usuario puede obtener una visión panorámica, inclinada, alejada o de cerca con la cámara, en cualquier dirección, sin tener que realizar ningún movimiento mecánico. La ventaja principal es que no se produce un desgaste de las piezas móviles.



Figura 1.11

Cámara bullet.

**Cámara bullet:** incorporan el cuerpo de la cámara, más óptica, más cabina, ya que generalmente son para uso en exteriores (IP 65 o 66). La cabina puede llevar incluso extras tales como calefacción o ventilación.

Existen otras versiones de los tipos de cámaras descritas anteriormente entre las que se incluye:

- Versiones a prueba de agresiones, en función de la carcasa de protección que se use.
- Versiones resistentes a las condiciones climáticas, en función de la carcasa de protección que se use.
- Versiones de visión diurna/nocturna, lo que significa que la cámara puede cambiar automática o manualmente entre modo diurno con vídeo en color y modo nocturno con imágenes en blanco y negro en situaciones de poca luz que pueden mejorarse usando iluminadores de infrarrojos [4].

Una vez se ha seleccionado la cámara, el próximo paso es elegir las carcasas y objetivos adecuados y cualquier otro componente importante que sea necesario en el sistema.

**Grado de protección IP:** hace referencia al estándar internacional IEC 60529 Grado de Protección, empleado en los datos técnicos de equipamiento electrónico. Especifica un sistema para clasificar los diferentes grados de protección aportados a los mismos por los contenedores que resguardan los componentes que constituyen el equipo.

**Ej: IPXY**

El símbolo X: indica el nivel de protección contra el ingreso de objetos sólidos.

El símbolo Y: indica el nivel de protección contra el ingreso de agua.

### **Requerimientos de luz de las cámaras**

La razón más habitual de una calidad de imagen pobre es la insuficiencia de luz. Con un nivel de luz muy bajo el nivel de los colores será sombrío y las imágenes borrosas. El nivel de luz se mide en Lux. La luz solar fuerte tiene aproximadamente 100.000 Lux, la luz diurna tiene aproximadamente 10.000 Lux y la luz de una vela tiene aproximadamente 1 Lux. Habitualmente se precisan al menos 200 Lux para capturar imágenes de buena

calidad. Las áreas brillantes deben ser evitadas dado que las imágenes pueden resultar sobre-expuestas y que los objetos aparezcan muy oscuros. Este problema ocurre igualmente cuando se intenta capturar un objeto con luz negra. Una cámara ajusta la exposición para conseguir una buena media de nivel de luz para la imagen, pero el contraste de color entre el objeto y el fondo influye en la exposición.

Para evitar este problema los objetos oscuros pequeños deberían disponerse delante de un fondo oscuro para conseguir el color y el contraste correctos [5].

### **1.1.2 Transmisión**

Para la transmisión de información entre los dispositivos que forman parte de un sistema de CCTV IP cada uno de ellos debe estar conectado a una red de área local (LAN).

Una LAN es un grupo de dispositivos conectados a un área localizada para comunicarse y compartir recursos. Los datos se envían en forma de trama y para su transmisión en una LAN se utilizan las tecnologías Ethernet, Token Ring (802.5) y FDDI, la más utilizada es la Ethernet que está especificada en la norma IEEE 802.3.

El medio de transmisión físico para una LAN por cables implica cables de par trenzado o fibra óptica. Un cable de par trenzado consiste en ocho cables que forman cuatro pares de cables de cobre trenzados, y se utiliza con conectores RJ-45, denominado cable UTP o FTP (en el caso en el que lleve apantallamiento).

La longitud máxima de un cable de par trenzado es de 100m, mientras que para la fibra, el máximo varía entre 10 y 70km, dependiendo del tipo. Dependiendo de si el cable es UTP o fibra óptica las velocidades de transmisión de los datos oscilan entre 100Mbit/s y 10Gbit/s.

Una red Ethernet está compuesta por equipos terminales de datos (DTE) y equipos de comunicación de datos (DCE) y el medio de interconexión (cableado). Los DTE son dispositivos de red que generan el destino de los datos: los PC, enrutadores, las estaciones de trabajo. En el caso de las instalaciones CCTV IP también lo son las cámaras IP y el NVR. Los DCE son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten las tramas dentro de la red; pueden ser: conmutadores, concentradores, repetidores o interfaces de comunicación. Por ejemplo: un módem o una tarjeta de interfaz.

Las tecnologías más usadas en una red Ethernet para CCTV IP son: Fast Ethernet y Gigabit Ethernet (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Tecnologías Ethernet.

Tipos de Ethernet	Ancho de banda	Tipo de cable	Duplex	Distancia máxima
100Base-T	100Mbps	UTP Cat5	Half	100m
100Base-TX	200Mbps	UTP Cat5	Full	100m
100Base-FX	100Mbps	Fibra multimodo	Half	400m
100Base-FX	200Mbps	Fibra multimodo	Full	2km
1000Base-T	1Gbps	UTP Cat5e	Full	100m
1000Base-TX	1Gbps	UTP Cat6	Full	100m
1000Base-SX	1Gbps	Fibra multimodo	Full	550m
1000Base-LX	1Gbps	Fibra monomodo	Full	5km

### **Alimentación a través de Ethernet**

La alimentación a través de Ethernet (*Power over Ethernet, PoE*) es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre al dispositivo de red como, por ejemplo, un teléfono IP o una cámara IP, usando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red en lugar de por cables de alimentación. Elimina la necesidad de utilizar tomas de corriente en las ubicaciones de la cámara.

La norma que define el estándar PoE es la IEEE 802.3af y está diseñado de manera que no haga disminuir el rendimiento de comunicación de los datos en la red o reducir el alcance de la red. La corriente suministrada a través de la infraestructura LAN se activa de forma automática cuando se identifica un terminal compatible y se bloquea ante dispositivos preexistentes que no sean compatibles [4].

El estándar IEEE 802.3af emplea cables de Cat5 convencionales o de categoría superior y asegura que la transferencia de datos no resulte afectada. En dicho estándar, al dispositivo que proporciona alimentación se denomina equipo de suministro eléctrico (PSE). Este puede ser un conmutador o Midspan habilitado para PoE. Al dispositivo que

recibe alimentación se le denomina dispositivo alimentado (PD). Esta función normalmente está integrada en un dispositivo de red, como una cámara, o en un divisor independiente.

Un cable de par trenzado, incluye cuatro pares de cables trenzados. La tecnología PoE puede utilizar dos pares de cables “de repuesto” o solapar el actual con los pares de cables usados para la transmisión de datos. Los conmutadores con PoE integrada, a menudo suministran alimentación mediante los dos pares de cables utilizados para la transmisión de datos, mientras que los Midspans normalmente usan los dos pares de repuesto. Un PD admite ambas opciones.

Según el estándar IEEE 802.3af, un PSE suministra una tensión de 48 VCC con una potencia máxima de 15,4 W por puerto. Considerando que un cable de par trenzado sufre pérdida de potencia, un PD sólo garantiza 12,95 W. El estándar IEEE 802.3af especifica varias categorías de rendimiento para los PD.

Pueden establecerse distintas clases de potencia en función de la norma 802.3af (Tabla 1.4).

Tabla 1.4. Niveles de potencia PoE según la norma 802.3af (Fuente: [4]).

Clase	Nivel de potencia mínimo en PSE	Nivel de potencia máximo de un PD	Uso
0	15.4W	0.44W - 12.95W	predeterminado
1	4.0	0.44W – 3.84W	opcional
2	7.0	3.84W – 6.49W	opcional
3	15.4W	6.49W – 12.95W	opcional
4	Tratado como clase 0		Reservado para usos futuros

Las cámaras de exterior con calefacción o enfriamiento y las cámaras domo PTZ poseen un consumo eléctrico superior a éste, por lo que la funcionalidad PoE resulta menos adecuada [4].

### ¿Cómo usar *Power over Ethernet*?

PoE suministra alimentación directamente desde los puertos de datos a los que están conectados los dispositivos de red. Hoy en día, la mayoría de los fabricantes ofrecen conmutadores de red con soporte PoE incorporado. De no poseer se añade al conmutador el Midspan, que añadirá alimentación al cable de red. Todas las cámaras de red que no disponen de PoE incorporado, pueden integrarse en un sistema PoE usando un *Active Splitter*.

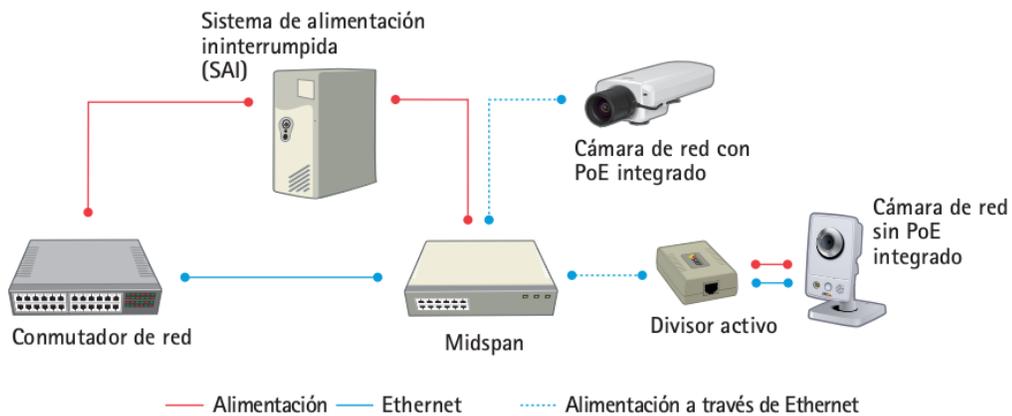


Figura 1.12. Alimentación a través de PoE (Fuente: [4]).

### Ancho de banda de un CCTV IP

En el diseño de un CCTV IP es imprescindible el cálculo del ancho de banda total que necesita la instalación. Es necesario dimensionar adecuadamente el ancho de banda ocupado por las cámaras para no saturar la red. El ancho de banda utilizado por los equipos de una instalación de video vigilancia depende de la configuración en cada uno de ellos de una serie de parámetros.

Estos parámetros son: resolución de la imagen (píxeles), frecuencia de imagen o número de frames por segundo (fps), método de compresión. Actualmente tanto las cámaras como el NVR son elementos activos capaces de modificar los parámetros anteriores para reducir al máximo el ancho de banda utilizado.

La mayoría de empresas y distribuidoras de material de CCTV IP disponen de software para determinar el ancho de banda que el sistema utilizará, basándose en los parámetros de: resolución, frecuencia de imagen, compresión y número de canales (cámaras de la

instalación). Este software también calculará la cantidad de espacio en disco que necesitará la instalación, dato muy importante para la elección del NVR.

### **Seguridad en la red**

Debido a su finalidad como sistema de seguridad, cualquier sistema de video vigilancia IP necesita que las imágenes que transmite no sean interceptadas por terceros. Una cámara IP puede cifrar el vídeo que se envía a la red para asegurarse de que no pueda visualizarse ni interferirse.

Existen varios niveles de seguridad, el primer nivel es la autenticación y la autorización. El usuario o dispositivo se identifica en la red y en el extremo remoto con un nombre de usuario y una contraseña, que se verifican antes de permitir que el dispositivo entre en el sistema. Se puede conseguir privacidad cifrando los datos para evitar que otros usuarios los utilicen o los lean. Los métodos más habituales son HTTPS (Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto) donde se aseguran los propios datos mediante la encriptación. VPN (Red Privada Virtual), una VPN crea un túnel seguro entre los puntos, dentro de la VPN únicamente los dispositivos con la "clave" correcta serán capaces de funcionar dentro de la VPN [4].

#### **1.1.3 Grabación**

Las unidades de almacenamiento de un sistema de CCTV IP son componentes muy importantes de una instalación, ya que se utilizan para monitorizar, grabar, administrar y archivar secuencias de video. En un sistema de video vigilancia IP estas unidades de almacenamiento pueden ser de tres tipos:

- **Almacenamiento en el mismo dispositivo:** normalmente todas las cámaras IP tienen una memoria interna (tarjeta SD o memorias USB) que permiten la grabación de horas y días de video.
- **Almacenamiento en un disco duro:** en el mismo PC en el que se instale el software de control.
- **Almacenamiento en NVR (grabador de video en red):** es el indicado para instalaciones profesionales. El soporte de grabación es, generalmente, un disco duro. Se puede conectar al NVR un monitor TFT-LCD para visualizar las grabaciones, y un teclado especial para controlar el movimiento y/o zooms desde el propio grabador. El NVR puede conectarse en cualquier parte de la LAN. Para la conexión a internet requiere una IP fija, o una configuración adecuada por parte de

personal informático en el caso de que la IP sea dinámica. Para instalaciones en las que se requiera almacenar una cantidad de información relativamente grande es posible la conexión de varios NVR a la red.

### **Funciones del grabador**

Las principales funciones del grabador son: grabación y almacenamiento de las imágenes captadas por las cámaras; control de la motorización y/o zoom de las cámaras; salida para obtener copias seleccionadas de las grabaciones almacenadas (USB, etc.), o grabador de CD; conexión a internet para la visualización, control remoto de todas las funciones y programación de parámetros.

La forma en que se graban las imágenes es configurable por el usuario, e independiente de cada cámara:

- **Grabación continua:** el grabador está grabando durante todo el tiempo.
- **Grabación programada:** sólo se graba en ciertos periodos (hora/día/semana) programados.
- **Grabación por eventos:** el grabador únicamente graba en los momentos de detección de movimiento o de disparo de alarma.
- **Grabación por eventos y por tiempo:** la grabación se realiza cuando se produce algún evento, pero únicamente dentro de unos horarios establecidos.

### **Cálculo de la capacidad de almacenamiento del grabador**

Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento del disco duro debemos tener en cuenta los siguientes factores [6]:

- Número de canales (cámaras) de la instalación.
- Resolución de las cámaras (píxeles).
- Número de frames por segundo (fps).
- Método de compresión.
- Tiempo total de grabación (días)
- Porcentaje de Alarma (%). Este dato se refiere al total del tiempo que va a estar grabando si se tiene en cuenta solo los momentos de activación de alguna alarma. En el caso de grabación continuada este porcentaje sería del 100%.

Al igual que en el cálculo del ancho de banda existen software específicos para calcular la capacidad de almacenamiento total del disco duro. Este dato es importante para saber cuántos discos duros son necesarios.

#### **1.1.4 Gestión y control de video**

En toda instalación de video vigilancia IP es necesario un software específico que realice las funciones de gestión, monitorización, gestión de eventos y configuración de dispositivos. Este software normalmente va incorporado en la compra de un NVR y se instala en cualquier PC de los usuarios autorizados. Cuando no es así, el software va: a) embebido en los mismos elementos de la red (cámaras), para acceder a él basta con teclear la dirección IP del dispositivo en un navegador y se accede al menú que administra toda la configuración de los elementos (este sistema sólo es viable si hay pocas cámaras); b) instalado en el PC que va a controlar, gestionar y grabar las imágenes. Un sistema de gestión de video puede incluir muchas funcionalidades diferentes, que pueden ser:

- Grabación de video.
- Reproducción de video en directo, admite la posibilidad de ver la imagen de varias cámaras al mismo tiempo.
- Reproducción y grabación del audio.
- Gestión de eventos, como detección de movimiento y alarmas.
- Configuración de las cámaras, tanto de los parámetros básicos como resolución, compresión, frecuencia de imagen, cómo parámetros PTZ.
- Funciones de búsqueda y reproducción de videos grabados.
- Control de acceso de usuarios.
- Aplicaciones de video inteligente como la realización de rondas virtuales.
- Mapeo de las cámaras, se crea un mapa gráfico de la instalación vigilada, donde podamos visualizar iconos que representan los diferentes elementos del sistema.
- Envío de alertas por email, en el momento de detección de movimiento o activación de alarmas.
- Visualización en Smartphone, PDA, o similar.

#### **1.1.5 Cableado estructurado**

El cableado estructurado es un método de cableado sistemático [7]. Éste consiste en crear un sistema de cableado organizado que pueda ser fácilmente comprendido por los

instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con cables. Es la infraestructura de cable destinada a transportar, a lo largo y ancho de una instalación, las señales que emite un emisor de algún tipo de señal hasta el correspondiente receptor.

Reglas para garantizar la efectividad y la eficacia de los proyectos de diseños de cableado estructurado:

- **La primera regla es:** buscar una solución de conectividad completa [8]. Una solución óptima para la conectividad de red incluye a todos los sistemas diseñados para conectar, canalizar, administrar e identificar cables en los sistemas de cableado estructurado. Una implementación basada en los estándares está diseñada para admitir tecnologías actuales y futuras.
- **La segunda regla es:** planificar el crecimiento futuro. El número de cables instalados también debe cumplir con requisitos futuros. Deben considerarse las soluciones de Categoría5e, Categoría6 y fibra óptica a fin de asegurar que compensen necesidades futuras. El plan de instalación de la capa física debe ser capaz de funcionar durante 10 años o más [8].
- **La tercera regla es:** mantener la libertad de opción de proveedores. Un sistema no estándar de un único proveedor puede dificultar la posibilidad de realizar traslados, adiciones o cambios en un futuro [8].

### Subsistema de cableado estructurado.

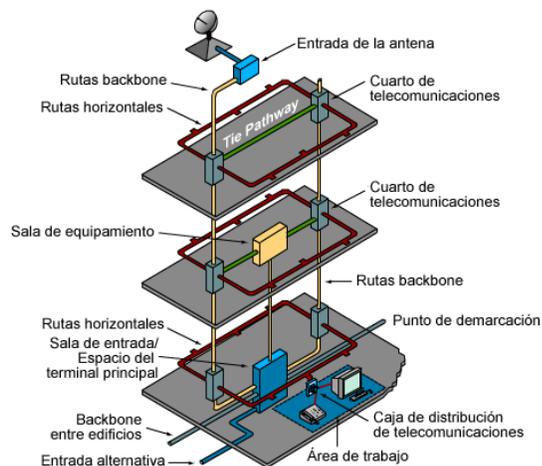


Figura 1.13 Subsistemas de cableado estructurado (Fuente: [8]).

Existen siete subsistemas relacionados con el sistema de cableado estructurado, como se muestra en la figura 1.13:

- **Punto de demarcación:** en la instalación de entrada en el cuarto de equipamientos, es el punto en el que el cableado externo proveniente del proveedor de servicios se conecta al cableado *backbone* interno de la instalación. Representa el límite entre la responsabilidad del proveedor de servicios y la responsabilidad del cliente.
- **Cuarto de equipamiento:** es el centro de la red de voz y datos. Un cuarto de equipamientos es básicamente un cuarto de telecomunicaciones amplio que puede albergar a la trama de distribución principal, los servidores de red, enrutadores, conmutadores, protección de voltaje secundaria, equipos de Internet de alta velocidad, entre otros.
- **Cuarto de telecomunicaciones:** los cuartos de telecomunicaciones son el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones donde se realizan las conexiones para permitir una transición entre el cableado vertical y el cableado horizontal.
- **Cableado vertical:** son los cables de alimentación que están canalizados desde la demarcación hasta los cuartos de equipamientos y luego hacia los cuartos de telecomunicaciones por toda la instalación.
- **Cableado horizontal:** es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende desde las zonas donde están los equipos terminales al cuarto de telecomunicaciones.
- **Área de trabajo:** el área de trabajo se extiende de la toma/conector de telecomunicaciones, hasta el equipo de la estación.
- **Administración de cables:** los dispositivos de administración de cables se usan para tender cables a lo largo de un trayecto de forma ordenada. La administración de cables también simplifica las adiciones y modificaciones de cables en el sistema de cableado.

**Estándares de cableado estructurado de TIA/EIA** (Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones/Asociación de Industrias Electrónicas).

Para garantizar que el cableado sea seguro, esté instalado correctamente y mantenga las calificaciones de rendimiento, se deben cumplir estos estándares durante cualquier instalación o mantenimiento de cableado de voz o datos.

TIA/EIA-568-B.1	Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales: requisitos
TIA/EIA-568-B.2	Componentes del cableado de par trenzado balanceado
TIA/EIA-568-B.3	Componentes del cableado de fibra óptica
TIA/EIA-568-B	Estándares de cableado
TIA/EIA-569-A	Estándar para espacios y rutas de telecomunicaciones en edificios comerciales
TIA/EIA-570-A	Estándar de cableado para telecomunicaciones residenciales y comerciales livianas
TIA/EIA-606	Estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales
TIA/EIA-607	Requisitos de unión y conexión a tierra para telecomunicaciones en edificios comerciales

Figura 1.14 Estándares de cableado estructurado de TIA/EIA (Fuente: [8])

**TIA/EIA-568-B:** el actual estándar de cableado, especifica los requisitos de componentes y transmisión para los medios de telecomunicaciones. El estándar TIA/EIA-568-B se divide en tres secciones separadas: 568-B.1, 568-B.2 y 568-B.3.

- TIA/EIA-568-B.1: especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que brindará soporte a un entorno de múltiples proveedores y múltiples productos.
- TIA/EIA-568-B.1.1: es un apéndice que se aplica al radio de curvatura de cables de conexión UTP de 4 pares y cable de par trenzado blindado (ScTP) de 4 pares.
- TIA/EIA-568-B.2: especifica los componentes del cableado, la transmisión, los modelos de sistema y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado.
- TIA/EIA-568-B.2.1: es un apéndice que especifica los requisitos del cableado de Categoría 6.
- TIA/EIA-568-B.3: especifica los requisitos de componentes y transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica.

**TIA/EIA-569-A:** el estándar de espacios y tendidos para telecomunicaciones en edificios comerciales especifica las prácticas de diseño y construcción en edificios y entre edificios que brindan soporte a equipos y medios de telecomunicaciones.

**TIA/EIA-606-A:** el estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales incluye estándares para el rotulado de cables. Este estándar especifica que cada unidad de terminación de hardware debe tener

un identificador único. También describe los requisitos para el mantenimiento de registros y documentación para administrar la red.

**TIA/EIA-607-A:** el estándar sobre requisitos de enlaces y conexión a tierra para telecomunicaciones en edificios comerciales admite un entorno de múltiples proveedores y múltiples productos e incluye además las prácticas de conexión a tierra para los diversos sistemas que pueden instalarse en la sede del cliente.

## 1.2 Sistema de Alarma Contra Intruso

Un Sistema de Alarma Contra Intrusos (SACI) es un sistema electrónico de seguridad formado por un conjunto de elementos electromecánicos y/o electrónicos relacionados entre sí conectados a un panel de control, que, a través de la información que nos proporcionan, contribuyen al incremento del nivel de seguridad de un determinado entorno. No evitan una intrusión, pero sí son capaces de advertir de ella.

La instalación de estos sistemas ha contribuido a reducir la cantidad de robos y hurtos producidos en los hogares de todo el mundo, presentando no sólo la ventaja directa de la seguridad que brinda a las personas y sus bienes, sino también permitiendo reducir las pérdidas económicas de las empresas, comercios y viviendas.

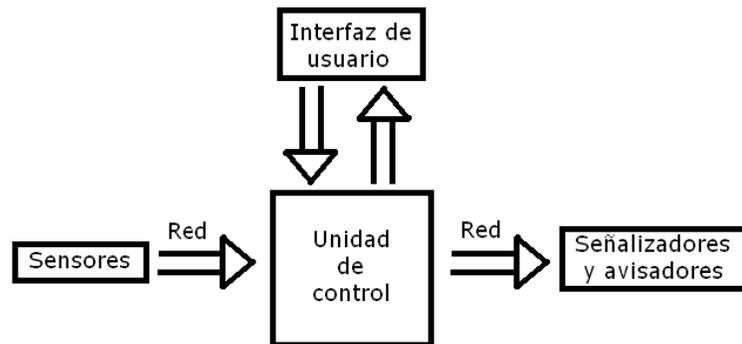


Figura 1.15. Esquema general del sistema de alarma contra intrusos.

### 1.2.1 Partes de un SACI

Estos sistemas de alarmas pueden contener los siguientes elementos (figura 1.16):

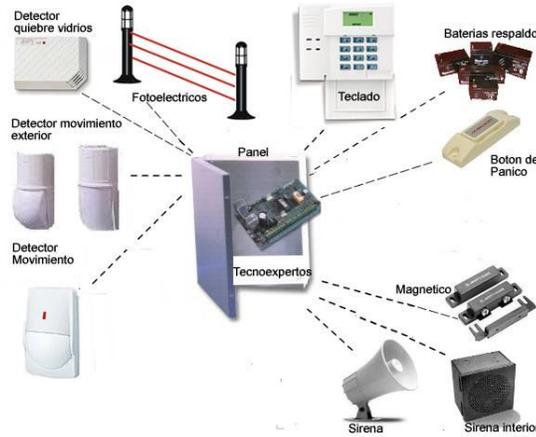


Figura 1.16. Elementos de un sistema de alarma contra intrusos.

- Panel de control
- Consola de activación/desactivación
- Detectores
- Sirena
- Cableado
- Botón de pánico/asalto
- Batería de respaldo

**Panel de control:** la unidad de control es el cerebro de todo el sistema, es donde se programa, arma y desarma el sistema. Recibe los impulsos de los detectores y, tras analizarlos, los transforma oportunamente en señales que envía a los señalizadores o avisadores locales y/o remotos, avisando de la presencia de intrusos en el área protegida. Su capacidad se mide en zonas de detección por lo que podemos encontrar productos de 2 zonas, 6 zonas, 16 zonas, etcétera.

**Consola de activación/desactivación:** esta consola habitualmente contiene un teclado alfanumérico que constituye la interfaz de control al panel de control, permitiendo que el instalador pueda programar el sistema de alarma y que el usuario lo pueda armar y desarmar.

**Sirena:** es un elemento de alarma que advierte de la ocurrencia de una intrusión detectada por el sistema, mediante una señal sonora de alto nivel. Estas sirenas pueden ser de autonomía propia, o sea que pueden funcionar aún se le corte el suministro de corriente alterna o si se pierde la comunicación con la central procesadora. La autonomía depende de la batería, pero por lo general es superior a 48 horas. En algunos casos,

también puede incluir algún tipo de señalización visual, como balizas y destelladores flash).

Además de su función de alertar en los casos en que se ha detectado un intruso, la sirena exterior es un elemento disuasivo de por sí, ya que advierte de la existencia de un sistema de alarma en la instalación.

En todos los casos, estas sirenas emiten un sonido de unos 120 decibeles (equiparable al sonido de una ambulancia) y tienen una protección anti desarme que envía una señal a la central, en los casos en que se pretenda sabotear su correcto funcionamiento.

**Botón de pánico/assalto:** es un dispositivo utilizado para la activación instantánea de una alarma, enviando una señal al panel de control. Equipo de activación manual; y requiere de restablecimiento manual.

**Batería y cargador:** estos elementos sirven para proveer un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida, de manera que ante una falta del suministro eléctrico de la red (normal o provocado por un ladrón), el sistema de alarma contra intrusos continúe brindando protección en forma absolutamente normal.

**Cableado:** es el medio de transmisión que se emplea para unir todos los elementos del sistema de alarma contra intrusos. Generalmente se utilizan dos conductores para alimentación de 12 V y dos conductores para las señales (circuito serie NC (Normalmente Cerrado)).

**Detectores:** son los componentes básicos del sistema electrónico de seguridad. Son los iniciadores de la alarma y su función es vigilar un área determinada, para transmitir una señal al panel de control, cuando detecta una situación de intrusión [9].

Los detectores se dividen, en función de su uso en:

- detectores de uso interior: se usan para recintos cerrados.
- detectores de uso exterior: para la intemperie.

Su diferencia no está solo en que carcasas han de soportar las inclemencias de la intemperie, en un caso sí y en otro no, sino por la capacidad de distinguir entre las variaciones ambientales (no provocadas por el intruso dando lugar a falsas detecciones) y las situaciones de intrusión real.

En función de su ubicación y de la causa desencadenante de la alarma podemos subdividirlos en:

- **Detectores de penetración o perimetrales:** los detectores de penetración controlan el acceso del intruso a través de las aberturas existentes en las paredes que limitan la zona a vigilar, generalmente sus fachadas. Los dispositivos perimetrales protegen puertas, ventanas y muros. Detectan a los intrusos antes que puedan entrar a la instalación.
- **Detectores espaciales o volumétricos:** los detectores volumétricos están diseñados para captar el desplazamiento de un intruso a partir de las perturbaciones que origina dicho desplazamiento en las condiciones ambientales de volumen protegido. Se emplean en lugares abiertos como locales y pasillos. Su función es lograr producir un efecto de protección técnica en profundidad, por lo que se ubican en un lazo de protección independiente a los sensores de penetración.

**Sensores Pasivos:** son aquellos que realizan su detección a partir de la energía emitida por los objetos o cuando se varía el campo local, causado por la energía de un objeto.

**Sensores Activos:** son aquellos que emiten desde el transmisor algún tipo de energía y reciben en el receptor, la energía emitida. Cuando el receptor pierde la señal transmitida convierte este estado en corriente eléctrica que a través de una central de alarmas emite una señal.

**Sensores de Línea de Visión:** son aquellos que requieren de una uniformidad total del terreno para lograr su efecto de detección.

**Sensores Visibles:** son aquellos que se encuentran a la vista de un intruso. Su efecto es disuasivo.

**Detector de haz fotoeléctrico:**



*Figura 1.17. Detectores de haz fotoeléctrico.*

Es un sensor de uso exterior, perimetral, activo, de línea de visión y se encuentra visible. Este tipo de detector consta de dos equipos, un transmisor infrarrojo y un receptor que en

condiciones normales se están "viendo", y al interrumpirse este haz se produce una alarma, cada uno mide entre 20 y 40 cm, dependiendo que sea de 2 o 4 haces.

El diagrama de protección de las barreras es sencillo, son dos o cuatro hilos invisibles perfectamente definidos de 2,5 centímetros de diámetro. Entonces, todo lo adyacente a esos 4 hilos no afecta al diagrama de protección.

Estas barreras tienen dos ventajas:

- **Antimasking** (Anti enmascaramiento): significa que no admiten el tapado u obstrucción dudosa de sus haces para su burla posterior, ya que frente a ello ingresarán de inmediato en la condición de alarma.

- **Anti-pet** (Anti mascota): instaladas a su altura de montaje normal, entre 0,70 a 0,90 metros del suelo, no detectarán mascotas o animales silvestres de menor altura de las de su montaje. Estas barreras tampoco detectan, por ejemplo, el vuelo de pájaros en sentido ascendente o descendente ya que para crear la alarma hay que interceptar en forma simultánea todos sus haces, lo cual no es producido por el vuelo de aves. Adicionalmente, ante aves de gran porte se puede ajustar el tiempo de conmutación de los haces para evitar su detección, esto condicionado a la velocidad de detección de intrusión requerido.

Presenta la limitación de la incapacidad de vencer la densísima niebla a "cielo abierto", que constituye el factor insuperable para las barreras. Vale aclarar que, en caso que en esos lugares el contorno del perímetro cuente con árboles frondosos, las densísimas nieblas quedan atrapadas en sus copas y debajo de ellas solo existirá "densas nieblas", que una buena barrera, con amplificación en la potencia de emisión de la energía infrarroja, tolerará sin problemas y trabajará perfectamente.

## 1.2.2 Tipos de zonas

### Entrada/Salida

Asignada a zonas usadas para entrada y salida. Proporciona un tiempo de entrada cuando se activa este tipo de zona si el panel de control está armado en los modos Total, Parcial, o Parcial-Noche. No proporciona tiempo de entrada si el panel está conectado en modo Parcial-Noche/Máximo.

### **Perímetro**

Asignada a todos los detectores o contactos en ventanas y puertas exteriores poco usadas. Proporciona una alarma instantánea si se activa la zona cuando el panel está armado en los modos Total, Parcial, Parcial-Noche, Instantáneo o Máximo.

### **Ruta de Entrada Interior**

Asignada a zonas cubriendo un área, como un vestíbulo o pasillo por el que uno tiene que pasar al entrar (para llegar hasta el teclado). Proporciona una alarma retardada (usando el tiempo de entrada programado), si primero se activa la zona entrada/salida. En caso contrario este tipo zona proporciona una alarma instantánea. Activa cuando el panel está conectado en modo Total. Anulada automáticamente cuando se conecta el panel en modo Parcial o Parcial-Noche.

### **Zonas de 24 Horas**

Este tipo de zona es asignado para detectores de humo o botones de pánico. No importa si el panel de alarma está armado o desarmado, siempre que sean activadas darán una alarma inmediata.

### **1.2.3 Niveles de armado**

1- Total

3- Instantáneo

2- Parcial

4- Máximo

#### **Total**

Arma el sistema completo (interior y perímetro). Se utiliza cuando nadie vaya a permanecer dentro del local protegido (incluyendo animales). Se generará una alarma si se abre cualquier ventana o puerta, o si se detecta cualquier movimiento dentro del local. Al volver a acceder al local a través de una puerta de entrada/salida, deberá desarmar el sistema antes de que termine el tiempo de entrada para evitar hacer sonar una alarma.

#### **Parcial**

Arma detectores perimetrales, pero los detectores interiores permanecen desarmados. Se utiliza para armar el sistema con personas dentro del local (o si tiene animales que se mueven por el interior del local protegido). Suena la alarma al abrir cualquier ventana protegida o puerta que no sea de entrada/salida. Las personas que accedan al local más

tarde podrán hacerlo a través de una puerta de entrada/salida, pero deberán desarmar el sistema dentro del tiempo asignado de entrada para evitar generar una alarma.

**Instantáneo**

Se conecta igual que el modo Parcial pero con el tiempo de entrada desactivado. Utilizar cuando va a permanecer dentro del local protegido y no se espera que nadie vaya a utilizar una puerta de entrada/salida. Se generará una alarma inmediata si se abre cualquier ventana del perímetro protegida o cualquier puerta, incluyendo las puertas de entrada/salida.

Importante: La conexión en este modo aumenta considerablemente la posibilidad de falsas alarmas.

**Máximo**

Se conecta igual que el modo Total, pero sin tiempo de entrada. Utilizar para conectar/desconectar desde el exterior (Ej. Llave RF).

## CAPITULO 2 . LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN (FASE II)

En este capítulo se realiza una caracterización de la instalación y el levantamiento arquitectónico de la misma, así como la declaración e identificación de los servicios que se ubicarán en cada área.

### 2.1 Descripción general

La instalación actualmente se encuentra ubicada en la Autopista Nacional, km 2 ½, Consejo Popular Estrella Roja, pueblo San Luis, municipio San Luis, provincia Santiago de Cuba. La zona es de muy baja densidad de población y ocupa un área rural antes destinada al cultivo de la caña de azúcar. Todas sus edificaciones son de una sola planta y la mayor parte de su área está destinada a equipamiento mecánico para la generación de electricidad.



Figura 2.1. Ubicación de la Central Eléctrica.

El levantamiento topográfico y diseño arquitectónico fue realizado por la entidad proyectista EMPROY N°15 perteneciente al MICONS de Santiago de Cuba.

## 2.2 Concepción general

La Central Eléctrica FUEL-OIL del municipio San Luis fue concebido como parte de un proyecto de generación eléctrica llevado a cabo por la UEB Generación Distribuido perteneciente a la Empresa Eléctrica de Cuba. La misma tiene como objetivo contribuir a la generación del sistema eléctrico nacional y en caso de desastre, que provoque la caída de la línea y queden aislados de la red nacional, tener la posibilidad de trabajar en isla y continuar proveyendo servicio eléctrico.

El área que ocupa la instalación es de 24 255m<sup>2</sup>.

### 2.2.1 Concepción arquitectónica. Objeto de obra

La instalación se encuentra en un espacio abierto. Urbanísticamente se perciben cuatro manzanas, tres dedicadas a instalaciones mecánicas y una al bloque de oficinas. El bloque de oficinas está definido por volúmenes puros con predominio de la horizontalidad.



*Figura. 2.2. Vista de la Central Eléctrica proyectada.*

Existe un área de control eléctrico y remoto conformado por contenedores elevados sobre un basamento que lo jerarquiza con respecto a las oficinas. Posee un espacio dedicado a la carga y descarga de combustible, así como un sitio para el estacionamiento de vehículos.

Además ostenta tres garitas constituidas volumétricamente por un cubo sobre pilotes, al cual se accede a través de una escalera exteriorizada, obteniéndose una vista

panorámica del área a proteger y una cuarta con las mismas características de los bloques de oficinas.

**Elementos por manzana:**

**Primera manzana:**

- Taller electromecánico-automático
- Parqueo
- Oficinas
- Baños y taquillas
- Área para tanque séptico
- Caseta para bombas
- Cocina comedor
- Casa de bombas de agua
- Tanques de agua contra incendios 100m<sup>3</sup>
- Cisterna 120m<sup>3</sup>
- Control eléctrico
- Control remoto
- Arranque negro

**Segunda manzana:**

- Dos tanques FUEL-OIL 700m<sup>3</sup>
- Bombas de lodo
- Aparcadero
- Estación de bombeo
- Cargadero para lodos y aceites
- Tanque aceite usado 10m<sup>3</sup>
- Tanque aceite limpio 50m<sup>3</sup>
- Tanque purgas y lodos 80m<sup>3</sup>
- Tanques diésel 80m<sup>3</sup>
- Estación de purificación de diésel
- Foso de oleaginosos
- Trampas de combustible

**Tercera manzana:**

- Motores
- Tratamiento de combustible
- Laboratorio químico
- Tratamiento de agua
- Tanque agua tratada 13.5m<sup>3</sup>
- Tanque agua sucia 2m<sup>3</sup>
- Compresores
- Caldera

**Cuarta manzana:**

- Tres transformadores de corriente
- Caseta de celdas-interconexión

### **2.3 Concepción de diseño de los sistemas a implementar**

En el centro no se encuentra desarrollado ningún sistema de corrientes débiles, por lo que tanto el sistema de alarma contra intrusos, como el de video vigilancia constituyen los primeros a realizar. Ambos serán diseñados teniendo en cuenta que la instalación opera las 24 horas del día, los 365 días del año, lo que conlleva a movimiento de personal autorizado en todas las áreas de la instalación durante todo el día.

#### **2.3.1 Sistema de CCTV**

Esta técnica se instala con el objetivo de supervisar y controlar todo el movimiento que se genera a través de todas las áreas de importancia del centro.

Para ello se instalará un sistema de video vigilancia utilizando tecnología IP en su totalidad, el mismo será capaz de visualizar y almacenar en tiempo real imágenes captadas tanto por las cámaras de interior, como las de exterior. La interconexión entre los equipos del sistema se realizará a través de una red LAN.

Las imágenes captadas por las cámaras serán transmitidas hacia equipos locales que posibilitarán su visualización en tiempo real y el almacenamiento en discos duros, para su posterior consulta.

Las cámaras de exterior serán instaladas en postes y deberán poseer una envoltura con un grado de protección mecánica adecuado para el uso en intemperies, que posibilite su funcionamiento en todas las posibles situaciones medio ambientales. Las cámaras de interior serán instaladas en el techo de los locales asignados. Y ambas habrán de ser capaces de funcionar correctamente tanto de día como de noche y en situaciones con poca iluminación.

Se contará con un local donde se ubicarán los equipos de visualización y grabación de las imágenes además del sistema de alimentación ininterrumpida, ofreciendo autonomía energética, para casos donde falle el suministro de la red. Este local no existe actualmente, debido a que no está implementado, ni instalado ningún sistema de corrientes débiles en el centro, por lo que se propondrá su construcción.

## **Aéreas a cubrir por las cámaras de vigilancia:**

### **Exteriores:**

Como la mayoría de los elementos a proteger y supervisar de la instalación se encuentran al aire libre, la mayoría de las cámaras de la instalación serán distribuidas por estas zonas.

- **Entradas principales:**

Por constituir el principal acceso a la central se requiere de una supervisión constante para controlar la entrada y salida a la instalación tanto por la puerta de entrada/salida de personal como por la puerta de entrada/salida de vehículos.



*Figura 2.3. Área de entrada/salida.*

Se propone la instalación de dos cámaras, una encargada de supervisar la puerta entrada/salida de vehículos (se colocará en poste de frente a la puerta de forma que recoja todas las características de los vehículos que acceden al lugar) y otra ubicada en la parte interna del techo de la garita situada a la entrada del centro, la cual recogerá toda información física del personal que accede a la instalación.

- **Primera manzana**

En esta área se quiere controlar el acceso de personal al local de oficinas, porque allí radican documentos importantes del trabajo de la central y del funcionamiento de los equipos eléctricos. Para ello se plantea la ubicación de una cámara en el techo a la entrada de las oficinas con el objetivo de registrar las características físicas del personal que allí acceda.



Figura 2.4. Entrada al local de oficinas.

- **Segunda manzana**

En esta zona se quiere supervisar con una cámara el acceso a los tanques: tanque de aceite usado 10m<sup>3</sup>, tanque de aceite limpio 50m<sup>3</sup>, tanques de diésel 80m<sup>3</sup> y el tanque de purgas y lodo 80m<sup>3</sup>.



Figura 2.5. Área de tanques, carga y descarga de combustible.

Se dispondrá de otra cámara encargada únicamente de visualizar el área donde se ubica: la estación de bombeo, las bombas de lodo y el cargadero para lodos y aceites.



Figura 2.6.Zona de carga y descarga de combustibles.

- **Tercera manzana**

En esta zona es de gran importancia producto de que se encuentran todos los equipos de generación eléctrica, lo que incluye: calderas, compresores, motores, etc.

Se instalarán cámaras que visualizarán:



Figura 2.7.Área de motores, calderas y compresores.

- ✓ Por un lado, el acceso a los paneles de control de las tres calderas, así como el área de tuberías ubicadas entre los motores y las calderas. Además se les brindará la facilidad de observar parte de las puertas de entrada a los contenedores que albergan a los motores, como elemento adicional.
- ✓ Por otro lado, las puertas traseras de acceso a los motores.



Figura 2.8. Puertas traseras de acceso a los motores.

- **Cuarta manzana**

En este espacio se encuentran los tres transformadores principales de la central, objetivos esenciales del sistema. Se requiere la visualización constante de toda esta zona. A los tres estar separados por paredes, se situarán cámaras de tal forma que controlen el acceso a los transformadores tanto por el frente, como por la parte trasera.

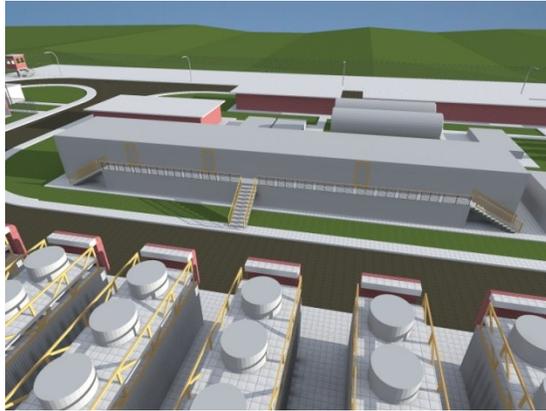


Figura 2.9. Área de transformadores.

Todas las cámaras de exterior van ubicadas en postes, algunos ya existentes empleados para el alumbrado público y otros que se propone el levantamiento, excepto las localizadas en la garita de la entrada, la situada en la entrada a las oficinas y la de la puerta de acceso al local de video vigilancia.

### **Interiores:**

Se ubicarán cámaras de interior en los contenedores de control eléctrico y en el de control remoto, una por contenedor, donde vigilarán el acceso a los mismos, mostrando una descripción detallada de la persona que accede y la manipulación de los controles. La iluminación en la parte de estos contenedores que se pretende vigilar será constante durante todo el día y la noche, debido a que son locales cerrados por lo que la iluminación será controlada.



*Figura 2.10. Locales de control eléctrico y remoto.*

Las cámaras de interior van ubicadas en el techo de los lugares asignados.

### **Local de telecomunicaciones:**

Como en este cuarto se encontrarán todos los equipos de grabación y visualización de la información captadas por las cámaras, es muy importante controlar el acceso al local mediante la identificación física, para ello se propone la instalación de una cámara en la zona de la puerta de acceso al sitio para el reconocimiento físico del personal. Y otra en el interior del local, con el objetivo de controlar estrictamente todo lo que allí sucede. El local poseerá una buena iluminación constante y controlada durante las 24 horas del día, facilitando la visualización de las cámaras.

### **Nivel adecuado de luz**

Tanto en interiores como en exteriores se debe garantizar un nivel de luz igual o mayor a 200 Lux, para garantizar una buena calidad de imagen.

### 2.3.2 Sistema de Alarma Contra Intruso (SACI)

El SACI se encargará de supervisar la entrada ilegal a la instalación a través de las cercas perimetrales y en caso de violación emitir una alarma sonora y lumínica inmediata al acceso del intruso. Además emitirá una alarma instantánea en caso de asalto al local de telecomunicaciones mediante la activación a través de un botón de pánico que deberá ser pulsado por el supervisor del local.

El sistema contará con **un panel de control** que permitirá programar, armar y desarmar el sistema de alarma y **un teclado alfanumérico** ambos ubicados en el local de telecomunicaciones donde concurren todos los servicios, que servirá de interfaz de control al panel de control, permitiendo al instalador la programación del sistema y que el usuario lo pueda armar y desarmar. El panel contará con una capacidad igual o superior a las siete zonas.

Se instalará una **batería y transformador** en el local de telecomunicaciones con el objetivo de lograr un funcionamiento ininterrumpido del sistema en forma normal, en caso de interrupción de la alimentación eléctrica.

Se instalará una **sirena** en el exterior del local de telecomunicaciones con características de autonomía propia y protección contra desarme, con el objetivo de alertar inmediatamente de la intrusión a la instalación. La misma incluirá señalización visual y servirá de elemento disuasivo. La autonomía propia se logra mediante baterías que aseguran el funcionamiento de las sirenas por un periodo mayor a las 48 horas en caso de que falte la alimentación a través de corriente alterna o que se pierda la comunicación con la central procesadora.

El local de telecomunicaciones es un sitio muy importante a proteger con este sistema, debido a que allí se encontrará toda la información almacenada captadas por las cámaras además del panel de control de este sistema. Por tanto se propone la instalación en este local de un **botón de pánico**, para en caso de que se le practique un asalto, el supervisor tenga la posibilidad de alertar enviando una señal al panel de control y generando una activación instantánea de la alarma.

Y finalmente como elemento más importante del sistema se propone la instalación de **detectores de haz fotoeléctrico** ubicados por todo el perímetro de la instalación. Estos constituyen detectores perimetrales activos para exterior, que requieren de línea de visión

y se encontrarán de forma visible. Se ubicarán de forma paralela a la cerca perimetral a una distancia de esta de 1 metros 15 cm.

Las zonas que supervisarán los detectores se configurarán como zonas de **Perímetro**, proporcionando una alarma instantánea si se activa la zona cuando el panel está armado en el modo Instantáneo y en el caso de la zona del local de telecomunicaciones donde se encontrará el botón de pánico se configurará en el modo **Zonas de 24 horas** donde no importa si el panel de alarma está armado o desarmado, siempre que sea activada dará una alarma inmediata. Y se programará el sistema en nivel de armado instantáneo, para que alerte inmediatamente en el momento de la violación del perímetro, sin margen de tiempo.

## CAPITULO 3 . SOLUCIÓN DE PROYECTO (FASE III)

Una vez realizada la caracterización de la central eléctrica y determinadas sus potencialidades para la instalación de los sistemas de seguridad analizados, se hace necesario presentar una solución técnica del sistema de protección en general. En la misma se desarrolla la ingeniería de detalle especificando todas las características técnicas, dimensionales y económicas de la solución adoptada, concretándose en el proyecto de ejecución. Todo el diseño del proyecto se realiza sobre la base de las normas y definiciones establecidas en el capítulo 1 y en los manuales de instalación de los equipos.

### 3.1 Ubicación del local de telecomunicaciones

Para el diseño e implementación del sistema de protección se hace necesario la construcción de un local de telecomunicaciones en la central eléctrica. En el mismo se ubicarán equipos tanto del SACI como del SCCTV.

Se propone la ubicación y construcción del local de telecomunicaciones en la definida primera manzana de la central, a cinco metros del arranque negro situado al lado del control remoto, ocupando un área de 60m<sup>2</sup> y pudiendo alcanzar una altura de hasta 3 m. Se deberá proveer de un sistema de climatización, por medio de un aire convencional para el correcto funcionamiento de los equipos.

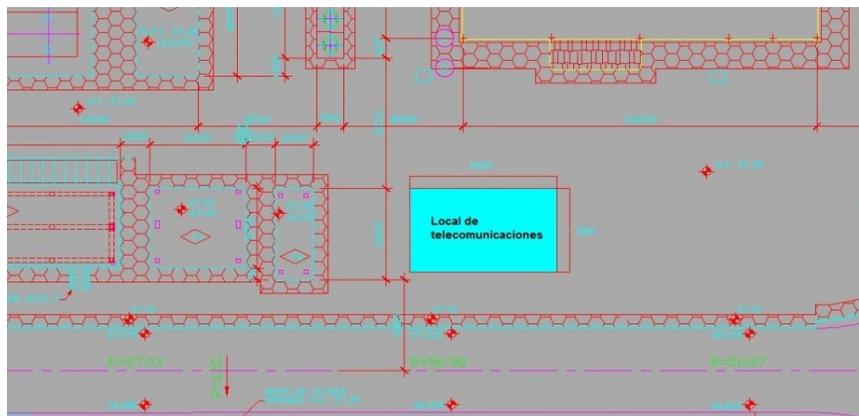


Figura.3.1. Espacio propuesto para el diseño del local de telecomunicaciones.

### 3.2 Especificaciones del sistema de CCTV

Para llevar a cabo la supervisión y protección de las áreas seleccionadas de la central se propone la implementación de un sistema de CCTV IP sobre una red independiente de la de voz y datos, como parte de las especificaciones del diseño de este tipo de técnica.

Para la selección de los componentes y en especial de las cámaras de vigilancia se tuvieron en cuenta las necesidades del sistema de protección. Como proveedor de los productos del sistema se eligió al líder mundial del mercado de video IP (AXIS).

AXIS está especializado en soluciones de vídeo IP profesionales para aplicaciones como vídeo vigilancia, seguridad, monitorización remota y transmisiones de vídeo. Su gama de productos incluye cámaras IP, servidores de vídeo, decodificadores de vídeo, software de gestión de vídeo y un amplio abanico de accesorios de vídeo y audio [5].

Además, esta compañía presenta relaciones económicas con nuestro país y sus productos cumplen perfectamente con las exigencias técnicas de este tipo de proyecto y tienen una amplia presencia en el mercado cubano lo cual no solo garantizaría la escalabilidad del sistema sino también su futuro mantenimiento.

El sistema de CCTV propuesto está constituido por veinte cámaras distribuidas por toda la instalación, doce de ellas ubicadas en poste y ocho en el techo del lugar de establecimiento. Debido a que se quiere con el sistema lograr captar aspectos físicos de las personas con acceso a diferentes lugares, para lograr una identificación de las mismas, las cámaras elegidas se caracterizan por una elevada resolución, en el orden de los megapíxeles.

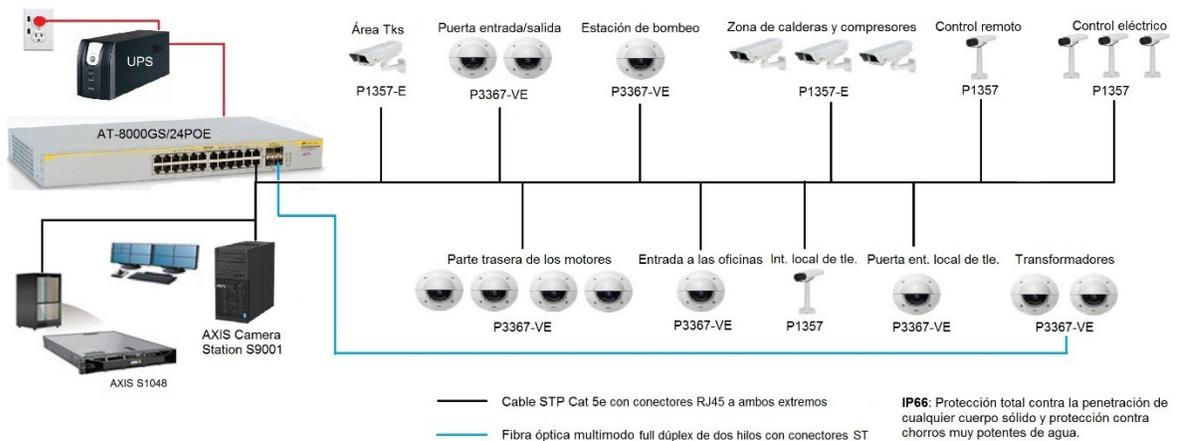


Figura 3.2. Esquema general del CCTV para la central eléctrica.

### 3.2.1 Ubicación de las cámaras

Luego de un análisis de los requerimientos del sistema y de las características de las cámaras a instalar, la distribución de las mismas quedó de la siguiente forma:

Tabla 3.1. Ubicación de las cámaras IP del sistema de CCTV.

Cámara	Modelo	Ubicación
1	P1357-E	Área de los tanque de aceites, diésel, purgas y lodo
2-3	P3367-VE	Puertas de entrada/salida de vehículos y personal respectivamente
4	P3367-VE	Estación de bombeo y cargadero para lodos y aceites
5-6-7	P1357-E	Zona de calderas y compresores
8	P1357	Control remoto
9-10-11	P1357	Control eléctrico
12-13-14-15	P3367-VE	Parte trasera de los contenedores de motores
16-17	P3367-VE	Área de transformadores
18	P3367-VE	Entrada a las oficinas
19	P1357	Interior del local de telecomunicaciones
20	P3367-VE	Sobre la puerta de entrada al local de telecomunicaciones

### 3.2.2 Características de las cámaras del sistema.

El modelo de las cámaras de AXIS fue seleccionado de acuerdo a los requerimientos del sistema de protección como:

- Máximo ángulo horizontal necesario a cubrir.
- Máxima distancia necesaria a captar por las cámaras.
- Resolución necesaria para la identificación del personal.

Tabla 3.2. Características de las cámaras IP del sistema CCTV.

			
<b>Modelo</b>	<b>AXIS P1357</b>	<b>AXIS P1357-E</b>	<b>AXIS P3367-VE</b>
<b>Cámara</b>			
Amplio rango dinámico y Barrido progresivo	Si	Si	Si
Sensor de megapíxel	Si	Si	Si
Tamaño de sensor en megapíxeles	5	5	5
Tamaño de sensor de imagen	1/3.2"	1/3.2"	1/3.2"
Sensor de imagen	CMOS	CMOS	CMOS
Iluminación/sensibilidad de luz mínimo (blanco y negro)	0.04 lux	0.04 lux	0.04 lux
Iluminación/sensibilidad de luz mínimo (color)	0.2 lux	0.2 lux	0.2 lux
<b>Video</b>			
Resolución de vídeo máxima	2592x1944	2592x1944	2592x1944
Fotogramas por segundo máximo	25/30	25/30	30
<b>Lente</b>			
Campo de visión horizontal	92 - 32	80-32	84-30
Apertura	1.2	1.2	1.2
Longitud focal	2.8 - 8 mm	2.8 - 8 mm	3-9 mm
Lentes varifocales	Si	Si	Si
<b>Compresión</b>			
Resolución HDTV	1080p	1080p	1080p

H.264-Motion JPEG	Si	Si	Si
<b>Red</b>			
Clase de PoE	3	3	3
<b>General</b>			
Temperatura de funcionamiento en °C	0 a 50	-40 a 50	-40 a 55
Almacenamiento local (ranura para tarjeta de memoria)	Si	Si	Si
Apto para exteriores-A prueba de agresiones	-	Si	Si
Clasificación IP	-	IP66	IP66

Los modelos de cámara P1357-E y P3367-VE que en el sistema se ubicarán en el exterior presentan grado de protección IP66, lo que significa que tendrán una protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido y protección contra chorros muy potentes de agua o inundaciones.

### 3.2.3 Transmisión

La transmisión de las imágenes captadas por las cámaras se realizará por una red LAN de tecnología *Fast Ethernet* que está especificada en el estándar IEEE 802.3. El diseño de la red tendrá topología de estrella especificado en la norma ANSI/TIA/EIA-568-A.

El medio de transmisión físico que se propone instalar en el caso de 18 de las cámaras es el par trenzado blindado (STP) categoría 5e con un ancho de banda de 100 MHz y empleando conectores RJ45 a ambos extremos de las conexiones. Esta categoría de cable es la compatible con las redes *Fast Ethernet*. La máxima velocidad de transmisión que alcanzará cada cámara de 5 megapíxeles será de 50,46Mbps.

El uso de cables STP es especialmente importante para mantener un alto grado de inmunidad frente a la radiofrecuencia (RF) y a las perturbaciones eléctricas y magnéticas, así como para emitir el mínimo grado posible de radiofrecuencia radiada y conducida [10].

Además es obligatorio usar un cable STP si la cámara se usa al aire libre o si el cable de red se dirige al exterior. Los cables STP también reducen los efectos de relés cercanos,

inversores y cables eléctricos que están tendidos de forma paralela cerca de cables de red [10].

En el caso de las restantes dos cámaras que exceden los 90 metros de longitud de cable normados por la ANSI/TIA/EIA-568-A se empleará cable de fibra óptica multimodo full dúplex de dos hilos con conectores de fibra óptica ST(punta recta), dos por cada conexión. La velocidad máxima de transmisión que permite este tipo de fibra es de 1Gbps.

En el lugar de instalación de las cámaras se convertirán las señales eléctricas en señales de luz a través de un conmutador de medios AXIS T8604 facilitando también la alimentación de las mismas mediante PoE. AXIS T8604 se encarga de llevar la señal Ethernet a una rápida conexión de fibra óptica de larga distancia [11].



Figura 3.3. Conmutador de medios T8640.

### **Alimentación de las cámaras**

Todas las cámaras se alimentarán mediante el estándar PoE IEEE 802.3af, que es un mecanismo para suministrar alimentación eléctrica a los dispositivos de red por medio del mismo cable usado para el tráfico de red, simplificando la instalación y el mantenimiento de la red usando el conmutador como fuente de alimentación central. Este estándar permite un máximo de 15,4W por canal.

Teniendo en cuenta la tabla 1.4 que contiene los niveles de potencia PoE según la norma 802.3af y que todas las cámaras a instalar tienen clase 3 de PoE (nivel de potencia máximo de 6,49W-12,95W), queda demostrado que este tipo de estándar es el adecuado para ofrecer la alimentación adecuada a las cámaras IP del sistema de CCTV.

De las 20 cámaras a instalar 18 se alimentarán directamente del conmutador con capacidad para PoE, estándar IEEE 802.3af a través del cable de red STP. En el caso de las restantes dos cámaras que quedan a más de 90 metros, la alimentación se realizará con PoE a través de Midspans PoE, modelo AXIS T8120, mostrado en la figura 3.4.



Figura 3.4. Midspan T8120.

Los mismos se alimentarán por CA (corriente alterna): 100 – 240 V CA, (50/60 Hz), en una toma cercana al lugar de instalación de las cámaras. Los mismos proporcionan un máximo de 15,4 W máximo por puerto de alimentación.

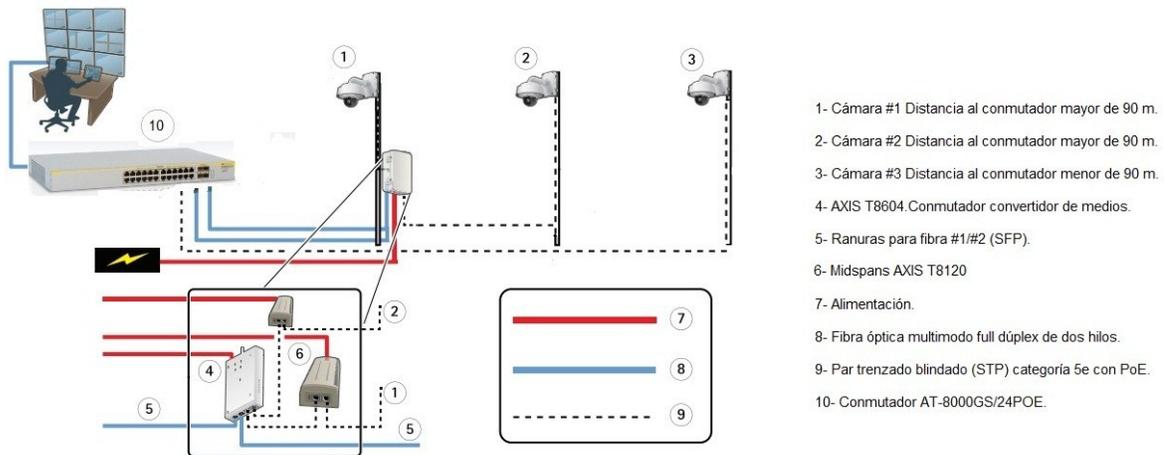


Figura 3.5. Sistema de alimentación de las cámaras.

### **Ancho de banda del sistema**

Para el cálculo del ancho de banda del sistema se empleó el software **IP Video System Design Tool v8.0 (Herramienta de Diseño de Sistema de Video IP versión 8.0)**. Para el cálculo del mismo se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Cantidad de cámaras.
- Resolución de las cámaras.
- Método de Compresión.
- Tamaño del Frame (KB).
- Número de Frame por segundos.

En el caso de las cámaras del sistema admiten dos métodos de compresión, MJPG Y H.264. El cálculo se realizó teniendo en cuenta ambos métodos y que ambos debían de ser para alta calidad.

El software arrojó los resultados siguientes:

Resolución	Compresión	Tamaño Frame*, KB	FPS	Días	Cámaras	Ancho de banda, Mbit/s	Bitrate,kbit/s	Comentario
2592x1944 (5 MP)	MJPG-10 (Calidad Alta)	762	10	7	20	1248,46	62423	Modelos P1357,P1357-E y P3367-VE

Total FPS	Ancho banda, Mbit/s
200	1248,46

Figura 3.6. Cálculo de ancho de banda del sistema de CCTV con método de compresión MJPG (Calidad Alta).

En el caso del sistema con método de compresión MJPG (Calidad Alta) alcanza los 1248,46 Mbps de ancho de banda (figura 3.6).

Resolución	Compresión	Tamaño Frame*, KB	FPS	Días	Cámaras	Ancho de banda, Mbit/s	Bitrate,kbit/s	Comentario
2592x1944 (5 MP)	H.264-10 (Calidad Alta)	72	10	7	20	117,96	5898	Modelos P1357,P1357-E y P3367-VE

Total FPS	Ancho banda, Mbit/s
200	117,96

Figura 3.7. Cálculo de ancho de banda del sistema de CCTV con método de compresión H.264 (Calidad Alta).

En el caso del sistema con método de compresión H.264 (Calidad Alta) alcanza los 117,96 Mbps de ancho de banda (figura 3.7).

Luego de analizar los resultados dados por la solución de los cálculos del software, se pudo evidenciar que el estándar de compresión más adecuado para los propósitos de este sistema sería el H.264 de alta calidad ya que permite mayor resolución ofreciendo menos uso de ancho de banda.

### **Seguridad en la red:**

Como parte de la seguridad de la red, todas las cámaras de AXIS empleadas en el diseño del sistema presentan las siguientes características:

- **Contraseña multinivel:**

El usuario o dispositivo se identifica en la red y en el extremo remoto con un nombre de usuario y una contraseña, que se verifican antes de permitir que el dispositivo entre en el sistema.

- **Filtro de direcciones IP:**

Los productos de video en red proporcionan un filtro de direcciones IP, que concede o deniega los derechos de acceso a las direcciones definidas. Una de las configuraciones habituales de las cámaras de red es la de permitir que únicamente la dirección IP del servidor que hospeda el software de gestión de video pueda acceder a los productos de video en red.

- **Cifrado HTTPS:**

Con el cifrado HTTPS (Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto) se puede conseguir privacidad cifrando los datos para evitar que otros usuarios los utilicen o los lean.

- **IEEE 802.1X:**

Es una norma para el control de acceso a red basada en puertos. Permite la autenticación de dispositivos conectados a un puerto LAN, estableciendo una conexión punto a punto o previniendo el acceso por ese puerto si la autenticación falla. Esto elimina el acceso no autorizado a la red al nivel de la capa de enlace de datos.

### **3.2.4 Grabación**

El sistema diseñado para la central eléctrica FUEL-OIL constará con dos tipos de almacenamiento:

- Almacenamiento local a través de una ranura para tarjeta de memoria ubicada en todas las cámaras del sistema.
- Almacenamiento en NVR (grabador de video en red) que es el indicado para instalaciones profesionales. El soporte de grabación se hará en disco duro.

#### **Funciones del grabador:**

El grabador en este caso se encargará de la grabación y almacenamiento de las imágenes captadas por las cámaras; así como salida para obtener copias seleccionadas de las grabaciones almacenadas (USB, etc.).

El tipo de grabación que se utilizará en el sistema es: la grabación por eventos, en el cual el grabador únicamente grabará en los momentos de detección de movimiento, aunque la cámara estará captando las imágenes constantemente.

La detección de movimiento está integrada en todas las cámaras de red y codificadores de vídeo de Axis. El hecho de grabar únicamente cuando se detecta movimiento ahorra espacio en el disco duro en comparación con otras opciones como grabación continua.

**Cálculo de la capacidad de almacenamiento del grabador:**

Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento del NVR de acuerdo a las características del sistema se empleó el software: **IP Video System Design Tool v8.0.**

Para el cómputo se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Cantidad de cámaras.
- Resolución de las cámaras.
- Método de Compresión.
- Tamaño del Frame (KB).
- Número de Frame por segundos.
- Días de grabación

Para los días de grabación insertados en el software se tuvo en cuenta que las grabaciones se realizarían por eventos, cuando se efectuó detección de movimiento por las cámaras. Por tanto el tiempo de grabación del NVR sería de 168 horas (7 días).

Las simulaciones se realizaron para los dos métodos de compresión que presentan las cámaras y arrojaron los siguientes resultados:

Resolución	Compresión	Tamaño Frame*, KB	FPS	Días	Cámaras	Espacio del disco, GB	Bitrate,kbit/s	Comentario
2592x1944 (5 MP)	MJPG-10 (Calidad Alta)	762	10	7	20	94383,6	62423	Modelos P1357,P1357-E y P3367-VE

Total FPS	Espacio disco,GB
200	94383,6

*Figura 3.8. Cálculo de capacidad de almacenamiento del sistema de CCTV con método de compresión MJPG (Calidad Alta).*

En el caso del sistema con método de compresión MJPG (Calidad Alta) (figura 3.8) se necesita una capacidad de almacenamiento de 94383,6 GB para un período de 168 horas de grabación.

Resolución	Compresión	Tamaño Frame*, KB	FPS	Días	Cámaras	Espacio del disco, GB	Bitrate, kbit/s	Comentario
2592x1944 (5 MP)	H.264-10 (Calidad Alta)	72	10	7	20	8918,1	5898	Modelos P1357, P1357-E y P3367-VE

Total FPS	Espacio disco, GB
200	8918,1

Figura 3.9. Cálculo de capacidad de almacenamiento del sistema de CCTV con método de compresión H.264 (Calidad Alta).

En el caso del sistema con método de compresión H.264 (Calidad Alta) (figura 3.9) se necesita una capacidad de almacenamiento de 8918,1 GB.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos, se observa que el método de compresión más eficiente para el sistema es el H.264 (Alta Calidad), debido a que sin atender contra la calidad de las imágenes captadas por las cámaras requiere menor capacidad de almacenamiento para estas.

Teniendo en cuenta el resultado obtenido se propone utilizar el grabador de red: *AXIS Camera Station S1048 Recorder*, de la serie S10 de AXIS (figura 3.10).



Figura 3.10. Grabador de red AXIS S1048 Recorder.

El mismo ofrece: facilidad de instalación, preconfigurado, hardware optimizado (discos duros y tarjeta gráfica) para satisfacer las demandas de vigilancia de alta definición, amplio soporte y software de gestión de video *AXIS Camera Station* y Sistema Operativo incluido. Además soporta las cámaras de video AXIS de las series AXIS P13 y AXIS P33, entre otras. Este grabador va instalado en un bastidor, al cual se fija y en el cual se cablea.

Ver anexo I: para conocer características técnicas de *Axis S1048 Recorder*.

*Axis Communications* recomienda utilizar la *AXIS S1048* con el terminal de escritorio *AXIS Camera Station S9001*. Esto se debe a que el uso de este grabador no está recomendado

para acceder a vídeo. El cliente *AXIS Camera Station Client* preinstalado está previsto para la configuración inicial, no para su uso habitual.



Figura 3.11. *AXIS Camera Station S9001*.

El *AXIS S9001* es un terminal de escritorio con un cliente *AXIS Camera Station Client* preinstalado. Este terminal se usa para acceder a los vídeos grabados y en directo y para gestionar las cámaras y las grabaciones [12].

### 3.2.5 Gestión y control de vídeo

Para la gestión y el control de los vídeos se utilizará el software *AXIS Camera Station* que viene incluido junto con el grabador de red *AXIS S1048 Recorder*.



Figura 3.12. *Interface del software de gestión y control*.

*AXIS Camera Station* es un software de vigilancia IP que funciona con cámaras de red y servidores de vídeo *AXIS* y proporciona funciones de monitorización de vídeo, de grabación y de gestión de eventos. Los usuarios pueden realizar una grabación de vídeo continua, programada, activada por alarma y/o por detección de movimiento. El software dispone de múltiples funciones de búsqueda de eventos grabados.

### 3.2.6 Conmutador de red para el sistema de CCTV

Para la elección del conmutador, se tuvo presente que, debía soportar todo el tráfico de la red del CCTV, producto a que posee una topología en estrella cuyo centro será el conmutador que debe cumplir con los requerimientos técnicos del sistema. Se tuvo en cuenta la necesidad de conectar, además de cableado UTP, cableado de fibra óptica para las cámaras que se encuentran a una longitud de cable superior a 90 metros del nodo de la red, ya que la norma de cableado estructurado TIA/EIA-568-B1 especifica que la distancia máxima de cableado UTP desde el punto de terminación en el cuarto de telecomunicaciones, hasta la terminación en la toma del área de trabajo (en este caso, el punto donde se encuentra localizada una cámara IP) no debe exceder esta distancia. Y por último que tenía que soportar la tecnología PoE, esencial para la alimentación de las cámaras IP y para la facilitación del cableado del sistema.

Bajo estos criterios se eligió el conmutador AT-8000GS/24POE que es una de las series de conmutadores Allied Telesis de alto desempeño Gigabit Ethernet. El mismo, provee conmutación capa 2 combinada con tecnología PoE (disponible en los 24 puertos) para dispositivos terminales tales como cámaras IP, teléfonos IP y puntos de acceso 802.11n ya que el mismo es compatible con el estándar IEEE 802.3af. Ofrece 24 puertos 10/100/1000 Mbps Ethernet, ranuras para módulos SFP 1Gbps y dos conectores de pila (*stack*) que proveen un ancho de banda de pila de 20Gbps [13] (figura 3.13). Además de todo esto Allied Telesis es compañero de tecnología de AXIS, por lo que sus productos son compatibles entre sí.



Figura 3.13. Conmutador AT-8000GS/24PoE.

Ver Anexo II: para observar propiedades del conmutador AT-8000GS/24POE.

### 3.2.7 Especificaciones de instalación de las cámaras

Se propone la instalación de 20 cámaras ubicadas en áreas estratégicas por toda la central eléctrica. De estas 5 se instalarán en interiores a través de soportes del fabricante AXIS, en el techo de los lugares de ubicación y las restantes 15 se colocarán en los exteriores adosados en postes también con soportes para postes del fabricante AXIS y

compatibles con los modelos de las cámaras. En el caso de la ubicación de una de las cámaras cuya longitud de cable para enviar la información excede los 90 metros normados, se colocará en el poste, cerca de la cámara un gabinete pequeño donde se encontrará un dispositivo AXIS T8604 y dos AXIS T8120 que se encargarán de la conversión de las señales y de la alimentación PoE respectivamente.

El cableado horizontal se distribuirá bajo tierra cumpliendo con las normas de cableado estructurado y a través de tuberías flexibles de 16mm.

### **Simulación del campo de visión de las cámaras y detalles de su instalación.**

La simulación del sistema de CCTV para la central eléctrica se realizó con el software **IP Video System Design Tool v8.0**, con el objetivo de lograr recrear lo más exacto posible, cuál será la cobertura de las cámaras, así como los detalles de las zonas a visualizar que le brindarán al usuario. Para la realización se tuvieron en cuenta aspectos como: el fabricante, modelo de la cámara, resolución, distancia focal, distancia hasta el objeto, altura del objeto y anchura del campo de visión a una distancia específica de la cámara, existen otros detalles que teniendo en cuenta el modelo de la cámara y estos aspectos el software define, como son: tamaño del sensor, inclinación de la cámara, relación de aspecto y ángulo de visión vertical.

El software indica el área de visualización de las cámaras a través de colores, cuyo código se indica en cada una de las figuras siguientes.

### **Cámara: C1 y C4**



Figura 3.14. Área de visualización de las cámaras C1 y C4.

Las cámaras C1 y C2 (figura 3.14) se instalaron con el objetivo de supervisar la carga y descarga de líquidos en la central, así como controlar el acceso a los tanques almacenadores de los mismos.

Ver Anexo III: para detalles de instalación de las cámaras C1 y C4.

### Cámara: C2 y C3

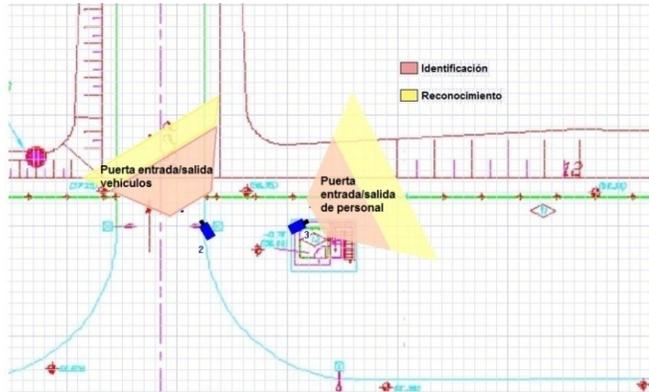


Figura 3.15. Área de visualización de las cámaras C2 y C3.

Ambas cámaras (figura 3.15) controlarán y registrarán todo personal y vehículo que entre o salga de la instalación.

Ver Anexo IV: para detalles de instalación de las cámaras C2 y C3.

### Cámara: C5, C6 y C7

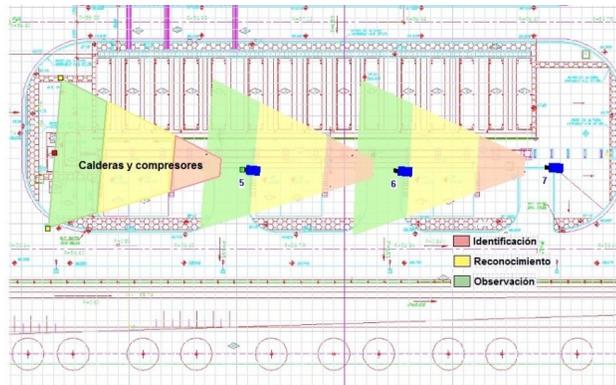


Figura 3.16. Área de visualización de las cámaras C5, C6 y C7.

Estas tres cámaras mostradas en la figura 3.16 se encargarán de registrar todo movimiento tanto en el área de control de las calderas, como en el pasillo intermedio entre estas y los contenedores de los motores.

Ver Anexo V: para características de instalación de las cámaras C5, C6 y C7.

**Cámara: C8, C9, C10, C11**

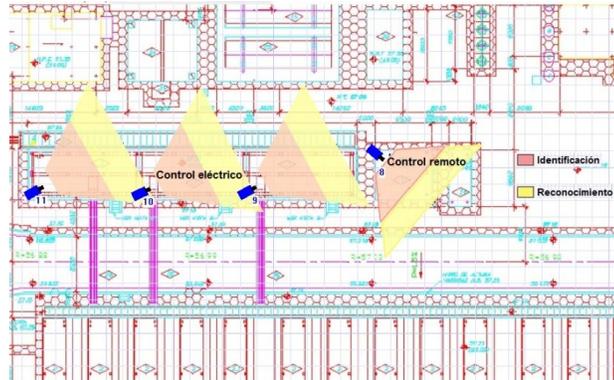


Figura 3.17. Área de visualización de las cámaras C8, C9, C10 y C11.

Las cámaras mostradas en la figura 3.17 ubicadas en los locales de control eléctrico y control remoto, permitirán visualizar detalladamente todo aspecto físico del personal que allí acceda, así como de la actividad que realice.

Ver Anexo VI: para características de instalación de las cámaras C8, C9, C10 y C11.

**Cámaras: C12, C13, C14, C15, C16 y C17**

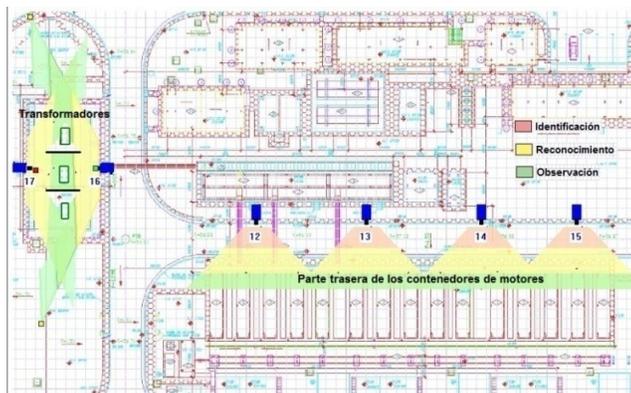


Figura 3.18. Área de visualización de las cámaras C12, C13, C14, C15, C16 y C17.

Esta ubicación de las cámaras expuesta en la figura 3.18, posibilitará registrar todo actividad tanto en las puertas de acceso trasero a los motores, donde se encuentran controles de los mismos, como en el área de transformadores, una de las partes de más importante a supervisar.

Ver Anexo VII: detalles de instalación de las cámaras C12, C13, C14, C15, C16 y C17

### Cámaras: C18, C19, C20

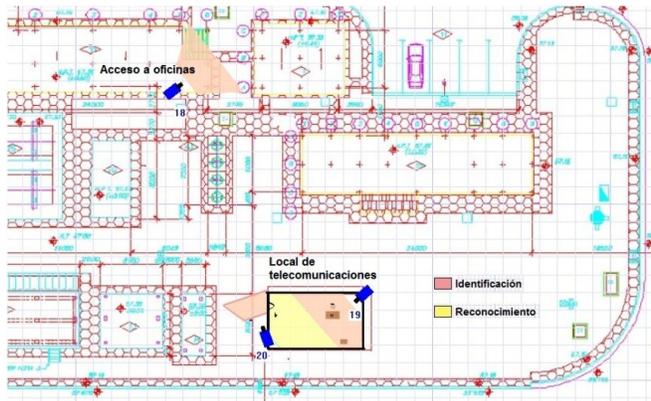


Figura 3.19. Área de visualización de las cámaras C18, C19 y C20.

Por último las cámaras de la figura 3.19 (C18, C19 y C20) se encargarán de registrar todas las características físicas del personal que acceda tanto a las oficinas, como al local de telecomunicaciones. Además C20 le permitirá al operador ubicado en local de telecomunicaciones, visualizar quien desea entrar al local para así permitir o no el acceso.

Ver Anexo VIII: para características de instalación de las cámaras C18, C19 y C20.

### 3.3 Sistema de Alarma Contra Intruso.

Para llevar a cabo el control de acceso no permitido de personal a través del perímetro de la instalación se propone la instalación de un sistema de alarma contra intruso. La detección se realizará mediante detectores de haz fotoeléctrico y una vez realizada, se alertará de la intrusión mediante la emisión de sonido a través de una bocina. Por otra parte se ubicará un botón de pánico en el local de telecomunicaciones, a través del cual el operador ante cualquier incidencia de asalto, alertará de la misma con solo pulsar el botón. El panel de control del sistema, al igual que la interfaz o teclado alfanumérico se ubicarán en el local de telecomunicaciones. Las zonas del sistema se configurarán en el modo **Perímetro**, en el caso de los detectores fotoeléctricos, en el caso del botón de pánico se hará en el modo **Zonas de 24 horas**. El sistema se programará en nivel armado **Instantáneo**.

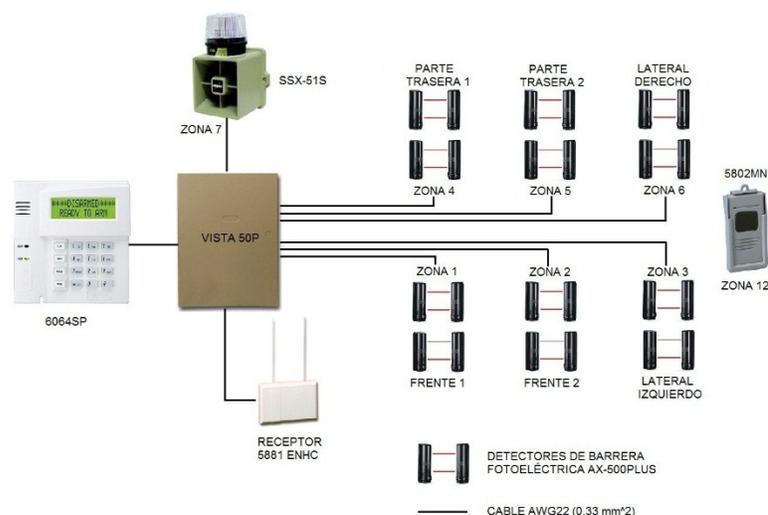


Figura 3.20. Esquema del SACI.

La figura 3.20 muestra el esquema general del SACI. Los fabricantes de productos elegidos para la selección del equipamiento principal del sistema fueron **Honeywell Security**, por parte del panel de control, el teclado y el botón de pánico y **OPTEX** para el caso de los detectores. El equipamiento elegido para el sistema se encuentra homologado en nuestro país actualmente.

### 3.3.1 Componentes del sistema.

#### Panel de control

Para la inspección de todo el sistema se utilizará el panel de control **Vista- 50P** (figura 3.21). El mismo ofrece tres formas de protección: robo, fuego y emergencia, para un total de 8 zonas básicas alambradas. El sistema usa la tecnología del microcomputador para supervisar todas las zonas de protección y estado del sistema, mantiene información apropiada en la pantalla del teclado empleado, e inicia las debidas alarmas [14].

#### Consola alfanumérica

El teclado que se utilizará para servir de interfaz entre el panel de control y el usuario será el **6164SP** mostrado en la figura 3.21. La consola alfanumérica de prestaciones avanzadas es fácil de instalar y utilizar. Los mensajes en español facilitan el control del sistema. Posee una pantalla grande y luminosa de 32 caracteres con mensajes de estado en el idioma local. Las teclas de función de la consola pueden programarse para fuego,

robo o emergencias personales. También incorpora 4 zonas cableadas y 1 relé totalmente programables, gestionadas por el propio teclado [15]. Además de esto posee protección antisabotaje y zumbador incorporado que genera sonidos de aviso durante condiciones de alarma y avería, y también durante los tiempos de entrada/salida.



Figura 3.21. Panel de control Vista 50P con teclado 6064SP.

### Botón de pánico

La comunicación entre el panel de control y el botón de pánico se realizará de forma inalámbrica (figura 3.22). Para la activación de la alarma por parte de este tipo de medio es necesario el uso de dos dispositivos fundamentales; el primero es el **5802MN**, que constituye un transmisor inalámbrico con batería incluida y en este caso el llamado botón de pánico y por otra parte el receptor inalámbrico **5881ENHC**, con una cobertura de hasta 60m en interiores y reconocimiento para transmisores inalámbricos que operan en la frecuencia de los 345MHz.

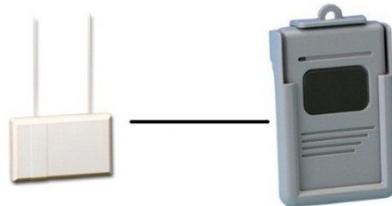


Figura 3.22. Receptor 5881 ENHC y transmisor 5802MN.

Ver Anexo IX: para detalles técnicos del receptor 5881 ENHC

### Batería y transformador

Para lograr un funcionamiento ininterrumpido del sistema se instalará una **batería YUASA NP7-12, de ácido plomo, 12V, 7AH** y para lograr la transformación del voltaje se empleará el **1361 110/16- 40 VA** que constituye un transformador de CA para paneles de

control y fuentes; ambos elementos mostrados en la figura 3.23.



Figura 3.23. Transformador 1361 y batería YUSA NP7-12.

### Sirena

El medio para difundir la activación de una alarma en el sistema será una sirena con estrobo modelo SSX-51S (figura 3.24). Esta es una sirena para exteriores de 15 W de potencia, una salida de sonido de 122 dB y de doble acción NO/NC.



Figura 3.24. Sirena con estrobo SSX-51S.

Ver Anexo X: para detalles técnicos de la SSX-51S

### Detectores fotoeléctricos AX-500PLUS

Para la detección de intrusos a través del perímetro de la central se empleará el detector de barrera fotoeléctrica AX-500PLUS (figura 3.25). Estos detectores son dispositivos de largo alcance y rentables para aplicaciones externas o internas, adecuados para rangos externos de hasta 150m al aire libre [16]. En el caso del receptor posee un sistema de protección a través de un *Tamper* que envía una señal a la central en caso de intento de abrir el dispositivo sin autorización. Para la activación de la alarma se tienen que interrumpir ambos haces del detector al mismo tiempo.

En el caso de estos detectores el transmisor se encarga de enviar los haces hacia el receptor y este en ausencia de estos abre un circuito que normalmente está cerrado y mediante el cual el panel percibe que se interrumpió la comunicación entre ambos dispositivos y activa la alarma. Estos detectores tienen la opción de programar el tiempo

de interrupción de los haces, en este caso se programará para 100ms en el cual el intruso puede interrumpir la barrera trotando a una velocidad de (1.2m/s) y será detectado. Para este sistema, por zonas se instalarán 4 detectores apilados (dos transmisores y dos receptores).



Figura 3.25. Detector de barrera fotoeléctrico AX-500PLUS.

Todos los detectores presentan grado de protección IP54, ofreciéndoles protección frente a polvo y chorros de agua.

Ver Anexo XI: para especificaciones técnicas del detector de barrera fotoeléctrica AX-500PLUS.

### 3.3.2 Cableado del sistema

La comunicación entre los componentes del sistema que se conectan mediante cable se realizará mediante el AWG22 (0.33mm<sup>2</sup>) el cual para un voltaje de trabajo del sistema de 12V CD, permite una distancia de cableado de hasta 400m desde el panel de control hasta los detectores. Toda la distribución del cableado por la central eléctrica se hará a través de tuberías flexibles de 16mm. En el caso del transmisor de los detectores, un par del cable se empleará para la alimentación del mismo directa del panel y en el receptor se utilizarán 3 pares, una para la alimentación a través del panel de control, una para la alarma y otro para el *Tamper*.

Ver Anexo XII: para cableado entre el panel de control y detectores de barrera fotoeléctrica

### 3.3.3 Detalles de instalación

Componentes como el panel de control Vista-50P, el teclado 6164SP y el receptor 5881 ENHC se instalarán en el interior del local de telecomunicaciones adheridos a la pared. El teclado se instalará a una altura de 1.60m sobre el nivel del suelo. En el caso de la sirena, se ubicará en la parte trasera del local de telecomunicaciones a una altura de

2.2m, sobre el nivel del suelo del local.

Para la detección perimetral se instalarán 24 detectores de barrera fotoeléctrica para exteriores, se ubicarán en poste a 0.7m de distancia del suelo y separados a 1.15m de la cerca perimetral. Los detectores, que se encuentran apilados estarán separados a una distancia uno del otro de 20cm.

Ver Anexo XIII: para distribución por zonas de los detectores de barrera fotoeléctrica.

### 3.4 Análisis económico

Para la realización de la valoración económica de todo el proyecto, se tuvieron en cuenta los precios de los materiales definidos en el diseño. Estos importes en el caso de SACI son los ofrecidos por la empresa de Servicios Especializados de Protección, S.A. (SEPSA) y para CCTV son los brindados por la Corporación COPEXTEL S.A.

Tabla 3.3. Valoración económica del proyecto

Equipamiento	Cantidad	UM	Precio CUC	Importe CUC	Precio MN	Importe MN
<b>Sistema de Alarma Contra Intrusos(SACI)</b>						
Panel de control Vista-50P, Honeywell	1	U	257,88	257,88	31,03	31,03
Teclado de control 6164SP, Honeywell	1	U	87,51	87,51	9,02	9,02
Transmisor 5802MN, Honeywell	1	U	32,07	32,07	3,75	3,75
Receptor 16 zonas 5881 ENMC ,Honeywell	1	U	112,97	112,97	10,93	10,93
Sirena SSX-51S, Honeywell	1	U	67,34	67,34	9,19	9,19
Batería NP7-12, YUASA	1	U	18,46	18,46	0,23	0,23
Transformador 1361, Honeywell	1	U	10,21	10,21	1,46	1,46

Barrera fotoeléctrica AX-500PLUS, OPTEx	24	U	357,29	8.574,96	104,5	2.508
Cable intruso (3 pares 6 vías)	3000	m	0,46	1.380	0,022	66
Tubería flexible 16mm	30x100	m	14,2	426	2,43	72,9
<b>Valor total del equipamiento</b>				<b>10.967,40</b>		<b>2.712,51</b>
<b>Sistema CCTV</b>						
Cámara IP AXIS P3367-VE	11	U	705,17	7.756,87	215,88	2.374,88
Cámara IP AXIS P1357-E	4	U	866,76	3.467,04	235,54	942,16
Cámara IP AXIS P1357	5	U	687,24	3.436,20	200,65	1.003,25
Conmutador AT-8000GS/24PoE, Allied Telesis	1	U	1.233,03	1.233,03	572,93	572,93
UPS APC 780w, 120v, 60Hz, 1200VA, UPS780W	1	U	205,6	205,6	95,33	95,33
Terminal de escritorio AXIS S9001	1	U	4.842,88	4.842,88	1.071,39	1.071,39
Grabador de video en red AXIS S1048	1	U	3.218,32	3.218,32	975,21	975,21
Monitor TV LED 46" Modelo 460 EX, SAMSUNG	1	U	1.352,60	1.352,60	909,91	909,91
Convertidor de medios AXIS T8604	1	U	90,33	90,33	30,12	30,12
Midspan PoE AXIS T8120	2	U	43,63	87,26	12,02	24,04
Gabinete tipo Rack (15U)	1	U	289,42	289,42	80,69	80,69
Cable STP Categoría 5e	6x300	m	80,59	483,54	56,51	339,06
Fibra óptica multimodo 2 hilos	300	m	5.275,06	5.275,06	2.340,00	2.340,00
Tubería flexible 16mm	18x100	m	14,2	255,6	2,43	43,74
<b>Valor total del equipamiento</b>				<b>31993,75</b>		<b>10802,71</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Se realizó el diseño del sistema de protección para la central eléctrica FUEL-OIL de la localidad de San Luis.
2. Basados en los resultados obtenidos a partir del software de simulación *IP Video System Design Tool 8.0* se demostró que el sistema de CCTV IP, es la mejor opción para garantizar el control y observación de todo el movimiento de las áreas importantes de la central.
3. Se comprobó que el uso de cámaras megapíxeles en el diseño del proyecto, lo convierte en un sistema de protección más seguro y eficiente, posibilitando la observación de áreas más grandes con mayor cantidad de detalles.
4. Se reafirmó a AXIS Communications como la mejor opción para la selección de los productos del sistema de CCTV.

### Recomendaciones

1. Durante el proceso de puesta en marcha del sistema de protección en la central eléctrica, manejar conjuntamente con este trabajo de diploma, los manuales de instalación de los equipos a utilizar.
2. Seguir las especificaciones de instalación de las cámaras de CCTV arrojadas por el simulador, para su correcta instalación y eficiente funcionamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. d. H. Scasso, Dirección Integrada de Proyecto-DIP-"PROJECT MANAGEMENT", Segunda Edición ed., Madrid: Alianza, 1995.
- [2] V. H. Fillipo Rugeles, W. Olarte Cortes y B. Cañon Zabaleta, *Fundamentos de diseño para un circuito cerrado de televisión*, 2009.
- [3] Axis Communications, *Guía Técnica*, 2009.
- [4] Axis Communications, *¿Qué es una cámara de red?*, 2002.
- [5] Axis Communications, *Guía técnica de video IP*, 2006.
- [6] F. J. G. Mata, *Video vigilancia: CCTV usando video IP*, 2011.
- [7] Cisco Systems, *Top-Down Network Design. A system analysis approach to interprise network design..*
- [8] Cisco, *Suplemento de cableado estructurado*, 2009.
- [9] J. A. R. Pérez, «Diseño de sistema electrónico de alarma anti intrusos para viviendas individuales,» Colombia, 2010.
- [10] Mayo 2015. [En línea]. Available: [www.axis.com](http://www.axis.com).
- [11] *Switch convertidor de medios Axis T8604*, 2014.
- [12] AXIS COMMUNICATIONS, *AXIS S1032/AXIS S1048 Guía de instalación*, 2014.
- [13] Allied Telesis, *AT-8000GS/24POE*, 2013.
- [14] ADEMCO, *Manual de usuario VISTA 50-P*, 1995.
- [15] ADEMCO, *6164SP Consola Alfanumérica*, Madrid.
- [16] OPTEX, *AX-250/500 PLUS INFRARED PHOTOELECTRIC BEAM*.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**CCTV (*Closed Circuit Television* o *Circuito Cerrado de Televisión*):** sistema de vigilancia supervisado.

**DCE:** Equipos de Comunicación de Datos.

**DIP:** Dirección Integrada de Proyectos.

**DTE:** Equipo Terminales de Datos.

**JPEG (*Joint Photographic Experts Group* o *Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía*):** comité de expertos que creó un estándar de compresión y codificación de archivos de imágenes fijas.

**LAN:** *Local Network Área* o Red de Área Local.

**Lux:** unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m<sup>2</sup>.

**MPEG (*Moving Picture Experts Group* o *Grupo de Expertos en Imágenes Móviles*):** grupo de trabajo del ISO/IEC encargado de desarrollar estándares de codificación de audio y video.

**NC (*Normalmente Cerrado*):** se emplea para definir el estado de un circuito eléctrico.

**NVR (*Network Video Recorder* o *Grabador de Video en Red*):** dispositivo que permite grabar y/o visualizar las imágenes procedentes de una o múltiples cámaras.

**PoE (*Power over Ethernet* o *Alimentación a través de Ethernet*):** tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre al dispositivo de red usando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red.

**PTZ (*Pan, Tilt, Zoom* o *Enfocar, Inclinar, Acercar*):** funciones que brindan algunas cámaras de red.

**SACI:** Sistema de Alarma Contra Intruso

## ANEXOS

### Anexo I Características técnicas del grabador de video en red, AXIS S1048.

Aspectos	Detalles
Procesador	Intel® Xeon® E5- 240 7 v2, 2.40GHz,10M Cache, 6.4GT/s QPI, NoTurbo, 4C,80W ,DDR3 - 1333MHz
Memoria	2 x 4GB (4096 MB) UDIMM
Almacenamiento	15 TB, 7200rpm HDD con 64 MB cache y interfaz SATA 6Gb/s, RAID 5
Tarjeta Gráfica	Matrox 200 eR
Unidad de disco óptico	OEM DVD RW
Sistema operativo	Microsoft Windows Professional Embedded 7
Tarjeta de red	On – Board Broadcom 5720 Dual Port Gigabit NIC
Alimentación	Max: 495 W , 100 VAC to 240 VAC
Condiciones de operación	10 °C a 35 °C (50 °F a 95 °F)
Dimensiones	87 x 483 x 611mm
Peso	19.7kg(43.4lb)
Software	AXIS Camera Station 4.x
Compresión de video	H.264 -MJPEG

**Anexo II** Características técnicas del conmutador AT-8000GS/24POE

Aspectos	Detalles
Consumo eléctrico en funcionamiento	AC 100-240V / 50-60Hz
Modo de comunicación	Half-duplex, full-duplex
Protocolos de acceso remoto	Telnet, HTTP
Velocidad de transferencia de dato	10/100/1000 Mbps
Dimensiones (W x D x H)	44cm x 25.7cm x 4.32 cm
Temperatura de operación	(0 - 40) °C
Humedad relativa (no condensada)	(5 - 80) %

**Anexo III** Características de instalación de las cámaras C1 y C4.

ID Cámara	Tamaño CCD	Altura Cam.(m)	Distancia(m)	Ancho CDV(m)	Alto CDV(m)
1	1/3.2 "	5	28	69.97	4
4	1/3.2 "	3	25	22.02	4
Inclinación	Distancia Focal(mm)	Relación Aspecto	Resolución	Fabricante	Modelo
44.7 °	1.87	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357-E
15.9 °	5.26	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE

**Anexo IV** Detalles de instalación de las cámaras C2 y C3

ID Cámara	Tamaño CCD	Altura Cam.(m)	Distancia(m)	Ancho CDV(m)	Alto CDV(m)
2	1/3.2 "	3	9	14.55	3
3	1/3.2 "	2.3	9	17.23	2.2
Inclinación	Distancia Focal(mm)	Relación Aspecto	Resolución	Fabricante	Modelo
29.9°	3	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
35.5°	2.48	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE

**Anexo V** Detalles de instalación de las cámaras C5, C6 y C7.

ID Cámara	Tamaño CCD	Altura Cam.(m)	Distancia(m)	Ancho CDV(m)	Alto CDV(m)
5	1/3.2 "	2.5	35	28	3
6	1/3.2 "	2.5	35	28.02	3
7	1/3.2 "	2.5	35	28.98	3
Inclinación	Distancia Focal(mm)	Relación Aspecto	Resolución	Fabricante	Modelo
0.4°	5.76	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357-E
15.9°	5.76	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357-E
16.4°	5.57	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357-E

**Anexo VI** Características de instalación de las cámaras C8, C9, C10 y C11.

ID Cámara	Tamaño CCD	Altura Cam. (m)	Distancia(m)	Ancho CDV(m)	Alto CDV(m)
8	1/3.2 "	2.5	8	18.02	2
9	1/3.2 "	2.3	11	17	2
10	1/3.2 "	2.3	11	17	2
11	1/3.2 "	2.3	11	17	2
Inclinación	Distancia Focal(mm)	Relación Aspecto	Resolución	Fabricante	Modelo
42.4 °	2.14	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357
31.1 °	3.04	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357
31.1 °	3.04	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357
31.1 °	3.04	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357

**Anexo VII** Detalles de instalación de las cámaras C12, C13, C14, C15, C16 y C17.

ID Cámara	Tamaño CCD	Altura Cam. (m)	Distancia(m)	Ancho CDV(m)	Alto CDV(m)
12	1/3.2 "	3	13	28	3
13	1/3.2 "	3	13	28	3
14	1/3.2 "	3	13	28	3
15	1/3.2 "	3	13	28	3
16	1/3.2 "	4	12	61.25	3
17	1/3.2 "	4	10	55.05	3

Inclinación	Distancia Focal(mm)	Relación Aspecto	Resolución	Fabricante	Modelo
3.2°	2.19	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
3.2°	2.19	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
3.2°	2.19	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
3.2°	2.19	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
65.9°	0.95	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
68.2°	0.9	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE

**Anexo VIII** Características de instalación de las cámaras C18, C19 y C20.

ID Cámara	Tamaño CCD	Altura Cam.(m)	Distancia(m)	Ancho CDV(m)	Alto CDV(m)
18	1/3.2 "	2.5	5	10.01	2
19	1/3.2 "	2.5	10	21.75	2.5
20	1/3.2 "	2.5	4	7.23	2.3
Inclinación	Distancia Focal(mm)	Relación Aspecto	Resolución	Fabricante	Modelo
39.6°	2.57	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE
38.4°	2.18	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P1357
32.8°	3	4:3	2592x1944 (5 MP)	Axis	P3367-VE

**Anexo IX** Especificaciones técnicas del 5881ENHC

<b>Modelo</b>	ENHC
<b>Voltaje de alimentación</b>	12VDC(+) de los terminales del teclado pequeño de control
<b>Corriente</b>	60mA
<b>Temperatura de operación</b>	0-50°C
<b>Interfaz de cableado</b>	RED:12VDC
	GREEN: Datos de salida a control
	YELLOW: Datos de entrada desde control
	BLACK: Tierra(-)
<b>Rango</b>	60m en interiores

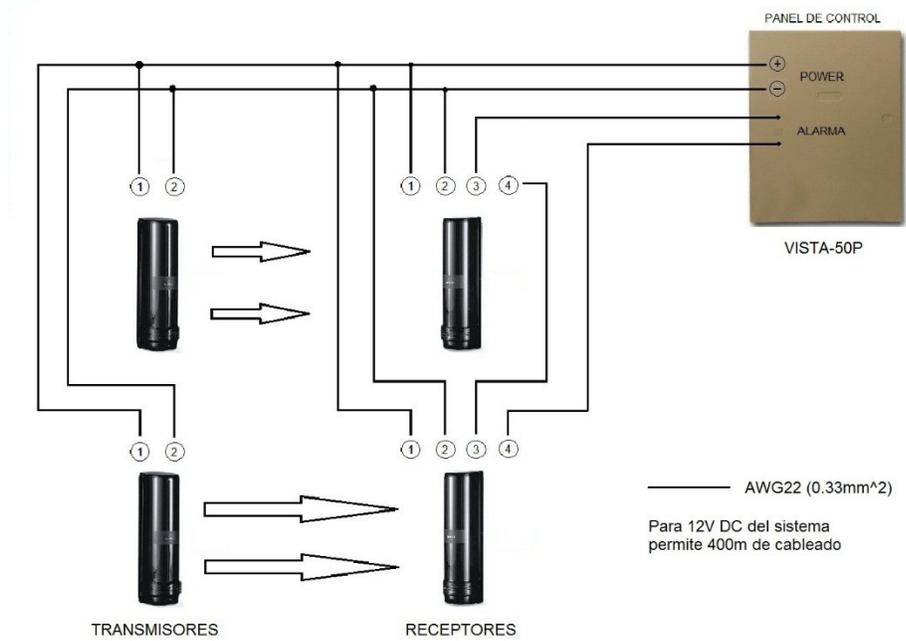
**Anexo X** Detalles técnicos de sirena SSX-51S

<b>Modelo</b>	SSX-51SR
<b>Voltaje de entrada</b>	12V DC
<b>Corriente</b>	0.67A
<b>Rango de voltaje para operación</b>	9.6-14.4V DC
<b>Poder de la luz estroboscópica</b>	60,000
<b>Tasa del destello</b>	20-100 veces/min
<b>Sonido de salida</b>	122dBA
<b>Capacidad de contacto del Tamper</b>	0.3A
<b>Rango de temperatura de operación</b>	(-10°C a 60°C)

**Anexo XI** Especificaciones técnicas del detector de barrera fotoeléctrica AX-500PLUS.

<b>Modelo</b>	AX-500PLUS
<b>Método de detección</b>	Infrarrojo fotoeléctrico
<b>Rango exterior</b>	500ft(150m)
<b>Rango interior</b>	1000ft(300m)
<b>Característica de la barrera</b>	Pulsado infrarrojo
<b>Periodo de interrupción</b>	50-500 msec (seleccionable)
<b>Potencia de alimentación</b>	10.5-30VDC
<b>Corriente del empate (Transmisor+Receptor)</b>	Operación normal: 50mA máx. T:22mA+R:28mA
<b>Periodo de alarma</b>	2seg(±1) nominal
<b>Salida de alarma</b>	28VDC 0.2A máx.
<b>Interruptor del Tamper</b>	N.C. se abre cuando la cubierta es removida (Receptor únicamente)
<b>Temperatura de trabajo</b>	(-25°C a +55°C)
<b>Humedad ambiente</b>	95% máx.
<b>Ángulo de alineación</b>	±10° Vertical, ±90° Horizontal
<b>Montaje</b>	Poste o pared
<b>Prueba a la intemperie</b>	IP54
<b>Peso</b>	(2700g) Transmisor y Receptor

**Anexo XII** Cableado desde al panel de control hasta los detectores de barrera fotoeléctrica.



**Anexo XIII** Distribución por zonas de los detectores de barrera fotoeléctrica

