



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD
ELECTRÓNICA, EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DEL EJERCICIO
PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Klaus Wellmann Pop

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD
ELECTRONICA, EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DEL EJERCICIO
PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KLAUS WELLMANN POP

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Byron Odilio Arrivillaga Méndez
EXAMINADOR	Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD
ELECTRÓNICA, EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DEL EJERCICIO
PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 03 de mayo del 2018.


Klaus Weilmann Pop

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 31 de mayo de 2019.
Ref.EPS.DOC.468.05.19.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Klaus Wellmann Pop** de la Carrera de Ingeniería Electrónica, Registro Académico No. **9311926** y CUI **2346 51520 1601**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería y EPS



c.c. Archivo
KIER/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 31 de mayo de 2019.
Ref.EPS.D.225.05.19.

Ing. Otto Fernando Andrino González
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Andrino González:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Klaus Wellmann Pop**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 21 de noviembre de 2018

Señor Director
Ing. Otto Fernando Andrino González
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación del informe final de EPS titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA, EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante **Klaus Wellmann Pop**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador de Electrónica



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF. EIME 33. 2019.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de el estudiante: **KLAUS WELLMANN POP** titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** procede a la autorización del mismo.


Ing. Otto Fernando Andrino González



GUATEMALA, 28 DE JUNIO 2019.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 392.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA, EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **Klaus Wellmann Pop,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, septiembre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme cerrar este ciclo de vida.
Mis padres	Warner Wellmann y Asunción Pop por todo el apoyo, consejos y cariño que me han dado.
Mi esposa	Por su apoyo incondicional para llegar a este momento.
Mis hijas	Mariana y Camila Wellmann por ser la fuente para concluir este ciclo de la vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una fuente importante de valores para Guatemala.
Facultad de Ingeniería	Por ser precursora de talentos para la sociedad guatemalteca.
Lic. Aldo Morales	Por su apoyo incondicional, asesoría y acompañamiento en este proyecto.
Lic. César Ruiz	Por su amistad, consejos y apoyo incondicional.
Ing. Kenneth Estrada	Por su asesoría y apertura en la realización de este proyecto para tener una Unidad de EPS más segura.
Inga. Christa Classon	Por su visión de tener una Unidad de EPS más segura.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. RESEÑA HISTÓRICA Y ASPECTOS GENERALES DE LA UNIDAD DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Reseña histórica.....	1
1.3. Misión	2
1.4. Visión.....	2
1.5. Alcances	2
1.6. Estructura organizacional	4
1.7. Organigrama.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Marco teórico.....	5
2.2. Antecedentes sobre la seguridad electrónica	5
2.2.1. Historia y evolución de los sistemas de intrusión.....	7
2.2.2. Historia y evolución de los sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).....	10
2.2.3. Historia y evolución de los sistemas de detección de incendio	13

2.3.	Antecedentes investigativos sobre la seguridad electrónica en la Universidad de San Carlos de Guatemala	15
2.4.	Conceptos de seguridad	18
2.5.	La seguridad como una necesidad básica	19
2.6.	La seguridad electrónica y su relación con la gestión del riesgo	19
2.7.	Factores de riesgo y su relación con la seguridad electrónica.....	20
2.8.	Análisis de riesgos	22
2.9.	Método Mosler	22
2.9.1.	Fase 1, definición del riesgo.....	24
2.9.2.	Fase 2, criterios del análisis de riesgo	24
2.9.3.	Fase 3, evaluación del riesgo.....	27
2.9.4.	Fase 4, calculo y clasificación del riesgo.....	27
2.10.	Tipos de seguridad y su relación con la seguridad electrónica.....	28
2.11.	Seguridad electrónica.....	29
2.12.	Clasificación de los sistemas de seguridad electrónica.....	29
2.12.1.	Por su alcance o magnitud	29
2.12.2.	Por su aplicación	30
2.13.	Sistemas de seguridad para la detección de incendios.....	31
2.13.1.	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA)	32
2.13.2.	Alcance de la Norma NFPA 72.....	32
2.13.3.	Propósito de la Norma NFPA 72	32
2.13.4.	Clasificación de los sistemas de alarma de incendio de acuerdo a la Norma NFPA 72	32
2.14.	Componentes de un sistema de detección de incendios	33
2.15.	Detectores según la etapa del fuego.....	35

2.16.	Tipos de humo detectores	36
2.16.1.	Ópticos fotoeléctricos haz reflejado en ángulo recto.....	37
2.16.2.	Ópticos fotoeléctricos haz reflejado por difusión de luz	37
2.16.3.	Iónicos	39
2.16.4.	Detectores de llama	42
2.16.5.	Infrarrojos.....	44
2.16.6.	Ultravioleta.....	44
2.16.7.	Detectores de temperatura o térmicos	46
2.17.	Características determinantes en la elección del detector	47
2.17.1.	Circuito clase B.....	48
2.17.2.	Circuito tipo A	50
2.17.3.	Cableado de los detectores	51
2.17.4.	Guía de montaje de los detectores	52
2.18.	Sistemas de seguridad electrónica robo e intrusión	53
2.18.1.	Central de monitoreo	55
2.18.2.	Detectores de un sistema de intrusión.....	56
2.18.3.	Tipos de iniciadores.....	59
2.18.3.1.	Detector de movimiento	60
2.18.3.2.	Detectores pasivos infrarrojos (PIR)	60
2.18.3.3.	Doble movimiento	63
2.18.3.4.	Tecnología cuádruple	64
2.18.3.5.	Doble tecnología.....	64
2.18.3.6.	Los infrarrojos de techo o bien llamados 360 grados	66
2.19.	Sistemas de seguridad electrónica video vigilancia y CCTV (Circuito Cerrado de Televisión)	68
2.19.1.	Cámaras	69

2.19.2.	Cuerpo de la cámara.....	72
2.19.3.	Lente de la cámara.....	73
2.19.4.	Distancia o longitud focal del lente	74
2.19.5.	Dispositivos de grabación.....	77
3.	PROCESO METODOLÓGICO	79
3.1.	Metodología	79
3.2.	Informe análisis de riesgo	81
3.2.1.	Amenazas de la zona	84
3.2.2.	Matriz de riesgos	84
3.2.3.	Análisis y clasificación de los riesgos en las diferentes áreas de las instalaciones de EPS	85
3.2.4.	Tratamiento de los riesgo y amenazas por medio de la seguridad electrónica.....	86
3.3.	Etapa de diseño	87
3.3.1.	Diseño del sistema detección de incendio.....	88
3.3.2.	Diseño del sistema contra robo e intrusión.....	91
3.3.3.	Diseño del sistema de video vigilancia CCTV	94
3.3.3.1.	Selección del sistema.....	95
3.3.3.2.	Plano de instalaciones con medidas	96
3.3.3.3.	Estudio de iluminación.....	96
3.3.3.4.	Criterio para selección de análogo o IP.....	97
3.3.3.5.	Cálculo de lente de acuerdo a ubicaciones seleccionadas.....	97
3.3.3.6.	Determinación del calibre para alimentación eléctrica	98
3.3.3.7.	Condiciones especiales WDR, DNR y temperatura	99

3.3.3.8.	Nivel de protección de los equipos	100
3.3.3.9.	Simulación con IPC Tester	100
3.3.3.10.	Simulación con software 3D JVSG CCTV	101
3.3.3.11.	Dispositivo de grabación.....	113
3.3.4.	Diseño del sistema de control de acceso	115
4.	IMPLEMENTACIÓN O ENTREGABLES DEL PROYECTO	121
4.1.	Plano de las instalaciones	121
4.2.	Planos de ubicación de los elementos que componen cada subsistema.	122
4.3.	Arquitectura gráfica de la implementación.....	125
4.4.	Diagramas de implementación	126
4.5.	Montaje del proyecto	129
4.6.	Resumen final de los costos del proyecto	139
	CONCLUSIONES	141
	RECOMENDACIONES	143
	BIBLIOGRAFÍA.....	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado EPS ..	4
2.	Evolución de las generaciones de los sistemas de seguridad..... electrónica.....	6
3.	Evolución de los sistemas de alarma	10
4.	Evolución de los sistemas de Circuito Cerrado de Televisión CCTV ...	12
5.	Evolución de los sistemas de detección de incendios.....	15
6.	Pirámide de Maslow	19
7.	Clasificación de los factores de riesgo	21
8.	Fases del método Mosler	24
9.	Tipos de seguridad.....	28
10.	Clasificación de los sistemas de seguridad electrónica por su alcance o magnitud.....	30
11.	Clasificación de los sistemas de seguridad electrónica por su aplicación.....	31
12.	Clasificación de los sistemas de incendio	33
13.	Componentes de un sistema automático de detección de incendios ...	34
14.	Mapa conceptual de los sistemas de detección de incendios	35
15.	Tipo de detección en función al fuego.....	36
16.	Funcionamiento de un detector fotoeléctrico ángulo recto	37
17.	Funcionamiento de un detector óptico por difusión	38
18.	Comportamiento del haz lumínico y partículas en sensores de detección de humo.....	39

19.	Disminución de corriente en el crecimiento de partículas combinadas comparadas a una corriente fija	40
20.	Carga, distribución y combinación de iones con partículas de combustión.....	41
21.	Ejemplo gráfico del funcionamiento de un detector iónico	42
22.	Espectro electromagnético y fracción donde las llamas emiten una gran fuente de energía.....	43
23.	Vista real de un detector doble tecnología IR/UV	45
24.	Circuito tipo B.....	49
25.	Circuito tipo A.....	50
26.	Opciones de cableado.....	51
27.	Montaje y distribución de detectores	52
28.	Elementos que integran un sistema de robo e intrusión.....	53
29.	Mapa de concepto de los sistemas de robo e intrusión.....	54
30.	Fases de disuasión, activación e intervención	55
31.	Funcionamiento de una central de monitoreo	56
32.	Clasificación de los detectores de acuerdo a su ubicación	59
33.	Comparativo de señales de radiación para la detección	61
34.	Cambio de polaridad en sensores piroléctricos.....	62
35.	Patrón de detección de un PIR y lente Fresnel	62
36.	Patrón doble detección y activación por pulsos.....	63
37.	Patrón de detección tecnología cuatro sensores piroléctricos.....	64
38.	Patrón de radiación infrarrojo y microondas.....	65
39.	Patrón de detección de un PIR triple tecnología	66
40.	Patrón de detección de un pasivo 360 grados	67
41.	Funcionamiento de un contacto magnético	68
42.	Composición de un sistema de video vigilancia CCTV.....	69
43.	Modelo de funcionamiento de un sensor de carga acoplada	70
44.	Modelo de funcionamiento de un sensor CMOS y vista real.....	71

45.	Comparativo entre CCD y CMOS	72
46.	Norma CEI 60529.....	73
47.	Ejemplo de diferentes formatos de imagen.....	73
48.	Ejemplo gráfico de la distancia focal.....	74
49.	Etapas del proyecto de seguridad electrónica	80
50.	Fundamentos de la delimitación del proyecto.....	81
51.	Dron y tomas aéreas de las instalaciones de EPS	82
52.	Diagrama del metodo Mosler de acciones realizadas y resultados del análisis de riesgo.....	83
53.	Diagramación de las amenazas de la zona	84
54.	Priorización de amenazas y recomendaciones de intervención.....	87
55.	Vista real del sensor óptico fotoeléctrico y diagrama de conexión.....	90
56.	Vista real del panel vista 48LA y su diagrama de conexión	91
57.	Vista real contacto magnético y batería 12VDC 4AH	92
58.	Diagrama de conexión de un IS3035 y vista real de un sensor de movimiento dual y diagrama de conexión.....	93
59.	Vista real de consola numérica 6148SP	93
60.	Vista real del IPC Tester	94
61.	Software de diseño 3D JVSG CCTV	95
62.	Plano de las instalaciones de EPS de Ingeniería y cantidad lux en las diferentes ubicaciones	96
63.	Modelos de cámaras seleccionadas.....	98
64.	Consumo por dispositivo.....	99
65.	Cálculo de calibre para suministro eléctrico.....	99
66.	Simulación de cámaras con equipo IPC Tester	101
67.	Simulación de instalación de monitor 43 pulgadas Smart TV	102
68.	Simulación cámara 1 parqueo principal	103
69.	Simulación cámara recepción.....	104
70.	Simulación cámara ingreso principal	105

71.	Simulación cámara pasillo.....	106
72.	Simulación cámara ingreso secundario.....	107
73.	Simulación parqueo catedráticos 1	108
74.	Simulación parqueo catedráticos 2	109
75.	Simulación cámara parte trasera del edificio.....	110
76.	Simulación cámara ingreso principal 2.....	111
77.	Simulación cámara ingreso y parqueo principal	112
78.	Vista real de un DVR Hikvision modelo DS-7116HGHI-F1.....	114
79.	Descripción del panel del DVR DS-7116HGHI-F1	114
80.	Terminales para conectar módulo de relé para el control de acceso ...	116
81.	Guía para conción de <i>dip switch</i>	117
82.	Vista real de un módulo de relés 4204 Ademco y diagrama de conexión.....	118
83.	Vista real de la fuente AD12612.....	118
84.	Vista real y diagrama de conexión del botón liberador SD-7201GC- PE1.....	119
85.	Vista real de una chapa electromagnética 350 libras y diagrama de conexión.....	119
86.	Plano de las instalaciones de EPS	121
87.	Plano de ubicación de los dispositivos que conforman el sistema de detección de incendios e intrusión	122
88.	Plano de ubicación de los dispositivos que conforman el sistema de video vigilancia CCTV	123
89.	Plano de ubicación de los dispositivos que conforman el sistema de control de acceso.....	124
90.	Sistema de video vigilancia CCTV.....	125
91.	Sistema contra intrusión y detección de incendio.....	125
92.	Diagrama de implementación del sistema de video vigilancia CCTV ...	126

93.	Diagrama de implementación del sistema de detección de incendio e intrusión.....	127
94.	Diagrama de implementación del control de acceso	128

TABLAS

I.	Investigaciones relacionadas con términos que se utilizan en la seguridad electrónica.	17
II.	Parámetros base para la elección del detector	47
III.	Clasificación por parámetro de altura.....	47
IV.	Señales de un sistema de intrusión	57
V.	Resumen de la metodología de Mosler.....	85
VI.	Clasificación de las áreas a proteger	86
VII.	Resumen de parámetros observados y determinados para la elección de los elementos del sistema de detección de incendio.....	89
VIII.	Resultado de distancia focal y lente seleccionado	97
IX.	Matriz de decisión para cálculo de almacenamiento de un disco duro.....	115
X.	Cálculo de la capacidad del disco duro utilizado.....	115
XI.	Zonificación sistema de detección de incendio e intrusión.....	129
XII.	Formato de comprobación de funcionamiento y puesta en marcha del proyecto	135
XIII.	Inventario del equipo instalado, incendio, CCTV, intrusión y acceso ...	136
XIV.	Inventario de equipo, incendio, intrusión, CCTV y control de acceso ..	137
XV.	Costos asociados al proyecto	139

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HD	Alta definición
AH	Amperios hora
NFPA	Asociación nacional de protección contra fuego
UTP	Cable de par trenzado
AWG	Calibre de cable estadounidense
CCTV	Circuito cerrado de televisión
DVR	<i>Digital video recorder</i> (grabador digital de video)
CDD	Dispositivo de carga aplicada
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
H.264	Estándar de alta compresión
AES	Estándar de encriptación avanzada
FPS	Fotogramas por segundo
IP	<i>Internet protocol</i> (protocolo de internet)
TVL	Líneas de televisión
MB	Mega byte
mm	Milímetro
FSK	Modulación por desplazamiento de frecuencia
S/N	Relación de señal y ruido
CMOS	Semiconductor complementario de óxido metálico
GPRS	Servicio general de paquetes vía radio
DTMF	Sistema multifrecuencial
TB	Tera byte
VDC	Voltaje de corriente directa

GLOSARIO

Ademco	Compañía de servicios de seguridad con sede en Singapur que vende servicios de monitoreo, servicios de seguridad de personal, administración de seguridad unificada y software de seguridad empresaria.
Axis	Fabricante de cámaras con tecnología IP.
Contact ID	Formato de comunicación de los paneles de alarmas.
Ethernet	Estándar de redes locales para computadores.
Fresnel	Físico francés Augustin-Jean Fresnel, inventor el lente de Fresnel.
Hikvision	Fabricante chino y el proveedor más grande del mundo de productos de videovigilancia.
Honeywell	Multinacional estadounidense que produce una variedad de productos de consumo, servicios de ingeniería y sistemas aeroespaciales.
Maslow	Psicólogo estadounidense conocido como uno de los fundadores y principales exponentes de la psicología humanista.

Micra	Es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro.
Microcontrolador	Circuito integrado programable.
Micrómetros	Instrumento para medir con gran precisión cantidades lineales o angulares muy pequeñas.
Microondas	Ondas electromagnéticas; generalmente de entre 300 MHz y 30 GHz.
Mosler	Método que tiene por objeto la identificación, análisis y evaluación de los factores que pueden influir en la manifestación y materialización de un riesgo.
<i>Notifier</i>	Fabricante de sistemas de alarma contra incendios.
Piroelectrico	Sensores pasivos de infrarrojos.
Varifocal	Objetivo da medida entre la mínima distancia focal y la máxima distancia focal.
Vista 48LA	Panel de alarma para aplicaciones residenciales, negocios u oficinas.

RESUMEN

En Guatemala los índices de violencia y delincuencia han incrementado a nivel residencial, comercial y otros sectores de la sociedad guatemalteca, no siendo excepción el sector estudiantil y académico. Por ende en la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde a diario se escuchan historias de vehículos violentados, robos, delincuencia común, entre otros. Aunque no se tienen estadísticas claras de los niveles de delincuencia dentro del campus universitario, es evidente que el riesgo existe para todas las áreas comunes y administrativas.

Con el objetivo primordial de proteger las vidas humanas, bienes materiales e inmuebles, y tomando en cuenta que La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) cumple con los indicadores básicos para identificar que deben tomarse medidas de prevención y disuasión en temas de seguridad a corto tiempo, por lo que es importante listar los puntos que refuerzan aún más la decisión implementar acciones de seguridad no tradicionales en esta Unidad: flujo de vidas humanas (alumnos, autoridades, catedráticos y empleados administrativos), que alberga bienes de alto valor, en el interior y exterior, que se encuentra dentro de la categoría de área administrativa y es un bien inmueble que debe protegerse, es un área retirada que la hace vulnerable en el edificio y sus alrededores que cuenta con medidas de seguridad tradicionales.

Con estos indicadores como punto de partida, se hace importante buscar medios alternos de seguridad para prevención y disuasión de estos riesgos evidentes.

Aunque, el concepto de seguridad es muy amplio se sentrará en una de sus aristas, la seguridad electrónica, que es una alternativa eficiente para la cobertura de los indicadores iniciales de riesgo mencionados anteriormente.

Actualmente, la seguridad electrónica ha ido potenciando su utilidad, convirtiéndose en uno de los elementos primordiales de vigilancia, ya que los sistemas de seguridad electrónica son aquellos que permiten, a través del uso de componentes tecnológicos interconectados entre sí, y gestionados desde una o varias unidades centrales, aumentar el grado de protección de cualquier instalación y proteger a las personas o bienes que se encuentren en el interior o exterior.

En todo tipo de instalaciones, la Seguridad Electrónica consiste en un sistema compuesto de subsistemas de circuito cerrado de televisión, control de alarmas, control de acceso y protección contra incendios, los cuales, además de producir un efecto disuasivo, ayudan a los administradores a vigilar de manera local o remota.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño de requisitos y especificaciones técnicas necesarias para llevar a cabo la implementación y puesta en marcha de los sistemas de seguridad electrónica en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Ingeniería, en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Evaluar las tecnologías, comparativo de especificaciones, cálculos y diseño de configuraciones de los sistemas de seguridad electrónica.
2. Elaborar planos que incluyan ubicación de elementos, rutas de cableado, con los cálculos necesarios detallados, y esquemas exactos de todos los subsistemas de seguridad electrónica.
3. Instalar los sistemas de seguridad electrónica.

INTRODUCCIÓN

El principio básico de la seguridad es el resguardo de las vidas humanas y bienes materiales, tanto en prevención como en disuasión. Lo anterior da la pauta para hacer el planteamiento de un proyecto que cumpla con la unión de los objetivos del Ejercicio Profesional Supervisado, buscando un beneficio para aquellas entidades no lucrativas y con enfoque social, donde puedan aplicarse los conocimientos adquiridos, como un aporte que permita interpretar y actuar objetivamente ante la problemática y realidad nacional.

Siendo la Universidad de San Carlos de Guatemala una entidad no lucrativa y con enfoque social, en el que día a día sus estudiantes, docentes y personal administrativo, así como las instalaciones y bienes, se ven vulnerables ante la realidad nacional de la inseguridad, se deben tomar acciones concretas para enfrentar esta problemática que pudiera estar afectando a ciertos sectores de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Como todo proyecto siempre debe delimitarse y enfocarse en la búsqueda de alternativas o soluciones, se decidió trabajar el proyecto directamente en la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado, que consistió en el diseño e implementación de los sistemas de seguridad electrónica para resguardar, prevenir y tener métodos de disuasión, que permitan fortalecer la seguridad de las vidas humanas, bienes inmuebles y materiales, logrando esto, mediante una donación de diferentes sistemas: sistema de alarma de intrusión local, sistema de control de acceso para el ingreso principal y otra ubicación que se defina en los estudios iniciales, circuito cerrado de televisión, y un sistema de detectores automáticos de humo para la generación de alarma por

incendios, este último sistema permitirá a la Unidad de EPS iniciar el camino para cumplimiento del Artículo 135 (detectores automáticos) del Acuerdo Gubernativo 229-2014, del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

1. RESEÑA HISTÓRICA Y ASPECTOS GENERALES DE LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

1.1. Antecedentes

La Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es la unidad oficial encargada de administrar y darle seguimiento a los programas del Ejercicio Profesional Supervisado de Graduación de la Facultad de Ingeniería, en coordinación con las diferentes escuelas.

1.2. Reseña histórica

- 1966 con las reformas de Córdoba, Argentina.
- 1970 se inicia el EPS en la USAC, en Odontología.
- 1972 en la Facultad de Ingeniería se empieza a concebir la idea del EPS.
- 1974 se crea una unidad que madure esa idea.
- 1976 el Terremoto de ese año hace que el EPS sea involucrado totalmente al pensum.
- 1977 se inicia el ciclo de las introducciones a la práctica de ingeniería.
- En 1980 se crean las prácticas primarias, dentro del contexto de Prácticas Iniciales, Prácticas Intermedias y Prácticas Finales.
- 1984 con la masividad estudiantil se cambian los contenidos de los cursos del PP y de los IPI.
- 2000 se cambia la modalidad en los IPI.
- 2005 finaliza el ciclo PP e IPI I y II.

- 2006 en el segundo semestre nueva modalidad de prácticas de ingeniería, iniciales, intermedias y finales.

1.3. Misión

Complementar y fortalecer la formación académica de los estudiantes de las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la realización de las Prácticas de Ingeniería y el Ejercicio Profesional Supervisado, aplicando los conocimientos, habilidades (destrezas) y criterios adquiridos durante la formación académica a problemas reales a los que se enfrentará, adquiriendo conciencia de la realidad nacional, formándose como un futuro profesional comprometido con el desarrollo del país, en su entorno social y ecológico.

1.4. Visión

Ser la dependencia de la Facultad de Ingeniería que complemente la formación profesional de los estudiantes de las diferentes especialidades de la Ingeniería, para que integren los conocimientos, habilidades (destrezas) y criterios adquiridos durante su carrera, con el fin de formar profesionales con principios éticos y excelencia académica comprometidos a integrarse en los diversos sectores de la sociedad.

1.5. Alcances

Los objetivos de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se definen en los siguientes subtítulos.

- Objetivo general

Sistematizar y enriquecer los conocimientos del estudiante al interpretar objetivamente la realidad nacional, mediante la confrontación cotidiana de la teoría con la práctica.

- Objetivos específicos

- Participar en las diferentes comunidades, instituciones y empresas asignadas como centros de prácticas a través del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala; dándole prioridad a aquellas que realicen actividades no lucrativas o que realicen funciones de interés social.
- Generar un proceso de participación y autogestión en las comunidades, instituciones y empresas, a fin de promover o fortalecer su organización como instrumento para el impulso del desarrollo social permanentemente y sostenible.
- Fortalecer la formación profesional de los futuros egresados, mediante un trabajo supervisado que integre y aplique los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Contribuir a que los estudiantes desarrollen la capacidad de análisis e interpretación de la problemática nacional.
- Promover las actividades de docencia, investigación y extensión universitaria con participación interinstitucional en el ámbito nacional.

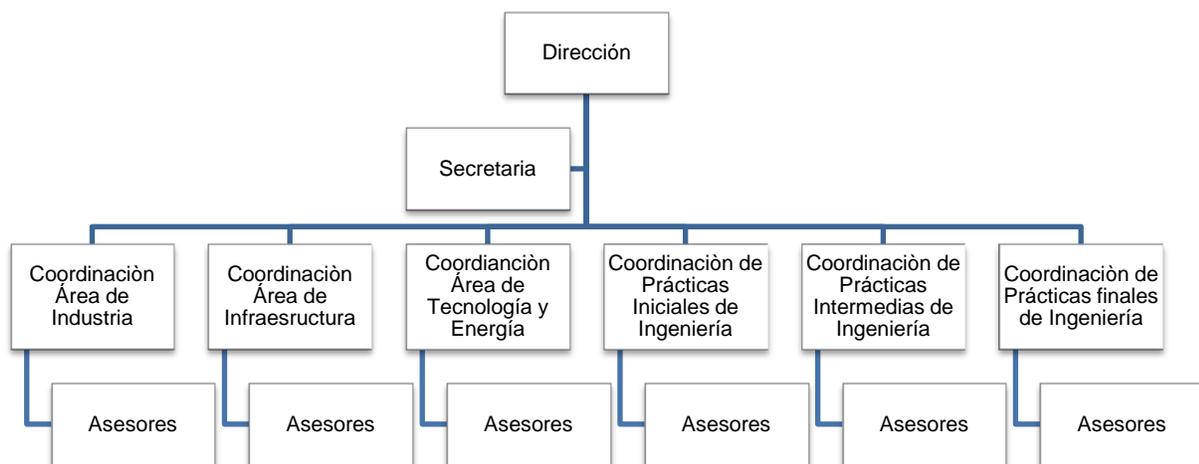
1.6. Estructura organizacional

La Unidad de EPS, cuenta con una estructura organizacional jerárquica, en donde el primer nivel lo constituye el Director de la Unidad de EPS, en el segundo nivel los coordinadores de cada área y en el tercer nivel se encuentran los Asesores-Supervisores.

1.7. Organigrama

A Continuación se presenta el organigrama de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado EPS.

Figura 1. **Organigrama de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado EPS**



Fuente: Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado

<http://eps.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/ejemplo/organigrama>. Consulta: 20 de septiembre de 2018.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico

En este apartado se establecen los antecedentes, bases y criterios para la fase técnica, la cual contempla todo lo referente a los sistemas de seguridad electrónica, los subsistemas que la integran, principios de funcionamiento, interconexión de los elementos o componentes tecnológicos para optimizar y aumentar el grado de protección de cualquier instalación, proteger a las personas o bienes que se encuentren en el interior o exterior.

2.2. Antecedentes sobre la seguridad electrónica

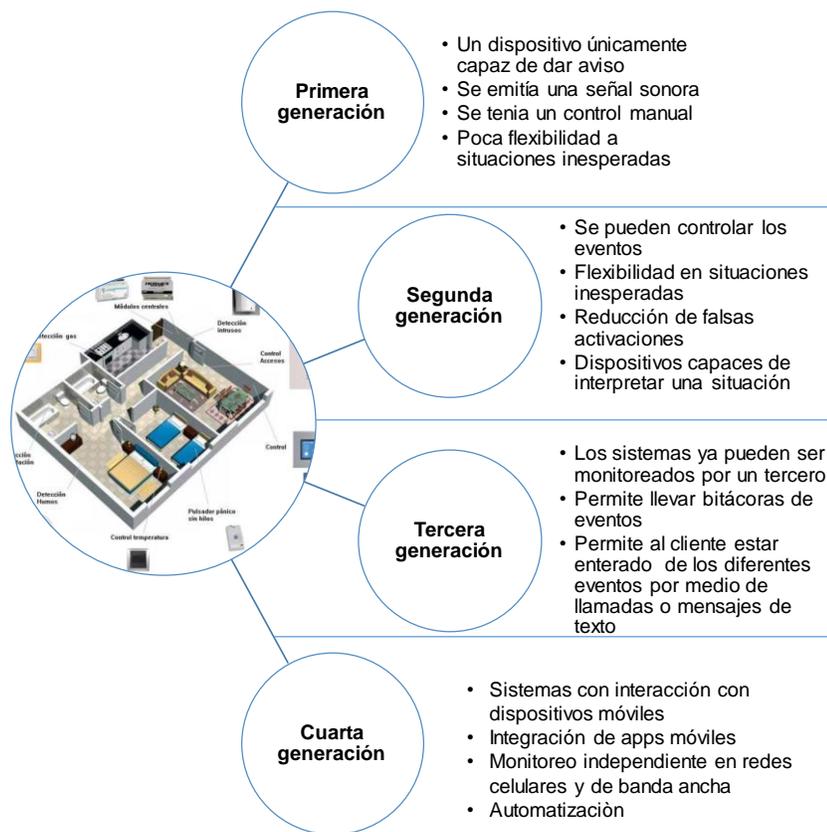
Existen diferentes tipos de seguridad, dentro de estos se encuentra la seguridad electrónica, esta ha ido potenciando su utilidad, convirtiéndose en uno de los elementos primordiales de vigilancia. Los sistemas de seguridad electrónica son aquellos que permiten, a través del uso de componentes tecnológicos interconectados entre si gestionados desde una o varias unidades centrales, aumentar el grado de servicio de cualquier tipo de instalación y proteger personas o bienes que se encuentran en su interior".¹

Como se describe en la etapa introductoria, la seguridad electrónica es un sistema compuesto o integrado de subsistemas, que van desde de circuito cerrado de televisión, control de alarmas, control de acceso y protección contra

¹ RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito cerrado de televisión y seguridad electrónica*. p. 18.

incendios, los cuales, además de producir un efecto disuasivo, ayudan a los administradores a vigilar de manera local o remota.

Figura 2. **Evolución de las generaciones de los sistemas de seguridad electrónica**



Fuente: elaboración propia.

La figura 2 permite ver la evolución que se ha tenido para este tipo de tecnología, la variación mostrada depende del grado de complejidad que involucra cada generación, esto muestra lo importante que es la seguridad electrónica hoy a nivel mundial como herramienta de disuasión y prevención de

riesgos previamente identificados, en todos los niveles de los segmentos de mercado.

2.2.1. Historia y evolución de los sistemas de intrusión

Tomando como base la integración antes mencionada, se inicia con algunos datos históricos de cómo se originaron y cómo han ido evolucionando los diferentes subsistemas de seguridad electrónica, “el concepto de seguridad se remonta a miles de años atrás, cuando los perros se usaban para alertar a las personas sobre intrusos y protegerse con armas letales era la norma. Hoy, la seguridad se ha vuelto extremadamente elaborada gracias a los avances tecnológicos y las innovaciones.”.²

De acuerdo con datos históricos al personaje llamado el Señor Tildesley, a quien se le atribuye ser el creador del primer sistema de intrusión o mejor llamado en su época la alarma mecánica, ya que con su modelo básico colocó un sistema de campanas integrado mecánicamente con el pasador de una puerta, dando como resultado que al abrir la puerta se activaba el mecanismo y hacía un tintineo dando un aviso de que alguien estaba queriendo ingresar.

Tuvieron que transcurrir más de cien años para que el legendario Augustus Pope, en los años mil ochocientos hiciera los primeros acercamientos y explorara como integrar la electricidad en el sistema mecánico creado por Tildesley, el revolucionario descubrimiento de Pope consistía en incluir imanes en la solución, el sistema lograba interconectar puertas y ventanas activando una campanilla al cerrarse un circuito eléctrico, lo más innovador de esta versión básica de una alarma de la actualidad es que el sistema de campanas

² RISCO GROUP. <https://alarm.riscogroup.com/es/blog/evolucion-de-los-sistemas-de-alarma-una-breve-historia-de-la-seguridad-domestica-moderna>. Consulta: 20 de septiembre de 2018.

no dejaba de sonar aunque se volvieran a cerrar las puertas o ventanas vulneradas.

Estole permitió a Pope, hacer la solicitud de patente de su sistema, que evitaba la intrusión de personas no autorizadas. El veintiuno de julio de mil ochocientos cincuenta y tres, Pope recibió la primera patente de un sistema antirrobo.

En la historia mundial siempre han existido inventores, dando estos la oportunidad a personas con una visión empresarial a masificar los productos innovadores, tal es el caso de Edwin Holmes quien en el año mil ochocientos cincuenta y siete, negocio con Pope, logrando adquirir la patente del primer sistema de intrusión, paso seguido inició el proceso de producir masivamente el diseño de Pope, cuarenta y ocho años más tarde la compañía norteamericana de telecomunicaciones con siglas en ingles AT&T, buscando la diversificación de sus líneas de negocio, compró la compañía a Holmes Burglar, esta transacción se puede considerar una de las más importantes en la historia y antecedentes de los sistemas de intrusión, ya que marcó el inicio de la integración con el mundo de las telecomunicaciones, básicamente AT&T, integró al sistema de alarma un novedoso sistema automático de llamadas de emergencia a los entes más importantes como la policía y bomberos.

La evolución de los sistemas de alarmas ha sido lento desde sus inicios, tal como lo muestran las fechas de los hitos más importantes del desarrollo de la tecnología, esto se demuestra ya que luego de casi sesenta y cinco años se incluyeron los sensores de movimiento con la funcionalidad de ondas de ultrasonido, dando inicio a una década de estudios y avances para crear una versión con variables de activación automática, logrando diez años más tarde en mil novecientos ochenta, adicionar otra tecnología para la mejorar la

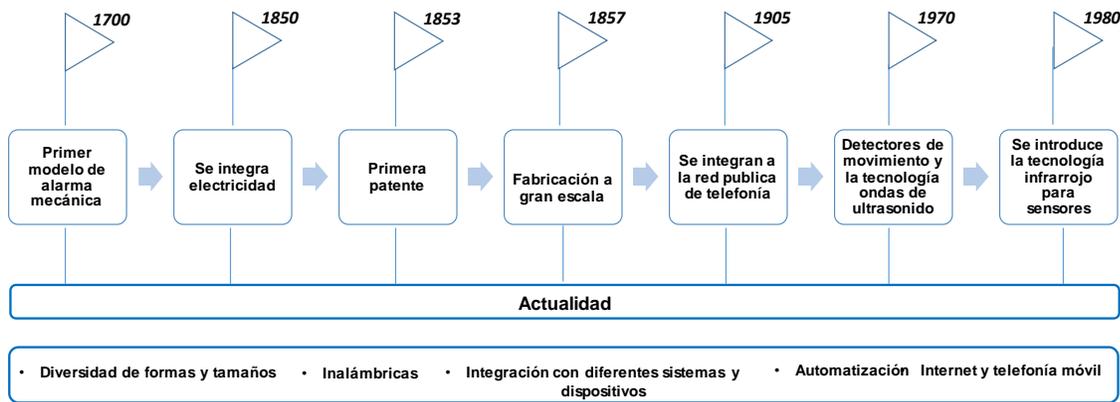
detección de intrusos, logrando así el sistema infrarrojo, para reducir las falsas activaciones.

En la actualidad el mercado a nivel mundial cuenta con una variedad de marcas y diseños de sistemas de alarmas, lo que ha permitido al consumidor de los diferentes segmentos contar con soluciones a nivel residencial, industrial, corporativo y otras, que integren dispositivos con diferentes objetivos de actuación, como sensores de humo, fotoceldas, detectores de ruptura de vidrio y de inundación, entre otros.

“El cambio actual en la fabricación de alarmas antirrobo hace que la alarma antirrobo crezca y se adapte para convertirse en un único sistema desde el que administrar una casa completa; integrando la seguridad, la calefacción, la iluminación, el agua, entre otros, todo en un sistema llamado inteligente. Estos están diseñados y creados para ser controlados remotamente por los propietarios de casas o negocios desde teléfonos inteligentes, tabletas y PC, lo que significa que, en estos días, su hogar está realmente en sus manos.”³

³ RISCO GROUP. <https://alarm.riscogroup.com/es/blog/evolucion-de-los-sistemas-de-alarma-una-breve-historia-de-la-seguridad-domestica-moderna>. Consulta: 20 de septiembre de 2018.

Figura 3. Evolución de los sistemas de alarma



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Historia y evolución de los sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

Al igual que los sistemas de intrusión han sufrido una evolución con el pasar de los años, se realizará una retrospectiva de los sistemas de video vigilancia o conocidos en el mercado como sistemas de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), en 1942, en Alemania, la empresa Siemens desarrollo el primer circuito cerrado de televisión, era un sistema bastante sencillo que se limitaba a cámaras en blanco y negro con una muy baja resolución, a pesar que, en su momento era una tecnología innovadora, sus costes eran elevados, ya que si se instalaban cinco cámaras se debería contar con cinco monitores independientes, aunque, en sus inicios fueron tecnologías de uso militar, con el pasar de los años alrededor de los sesentas y setentas, se inició la comercialización en Estados Unidos e Inglaterra.

La empresa Vericon en 1949, comercializo el primer sistema de video vigilancia, con limitaciones, entre ellas que los sistemas no disponían de un sistema de grabación o almacenamiento de la información, en 1951, se

desarrolló la tecnología que permitía grabar y almacenar en una cinta de video, a este nuevo desarrollo se le dio el nombre de VTR (grabador video en cinta).

“Los primeros sistemas de vigilancia electrónica funcionaban de manera análoga por medio de un cable coaxial (cobre) y emitían una señal sinusoidal entre + 0,5 y -0,5 voltios, estas cámaras enviaban una señal al monitor de control, a través de este cable, que por lo general creaba mucha interferencia, lo que provocaba que las imágenes llegaran distorsionadas y de mala calidad, la calidad de la imagen se media (LTV) líneas de televisión”.⁴

En 1970 una vertiginosa evolución de los desarrollos tecnológicos se incluyó una caja de conmutación que permitía al operador cambiar de cámara desde su centro de monitoreo, adicionaron multiplexores, que permitían ver en un monitor hasta cuatro cámaras que al mismo tiempo contaban con mayor fiabilidad y resolución, así como posibilidades de interactuar con otros equipos. Aun con todas estas bondades se tenían limitantes como ver o grabar eventos simultáneos, el tiempo de búsqueda de un evento era demasiado tardado y no existía la posibilidad de tener una gestión remota, para los años noventa se incorporó al portafolio de tecnologías la versión del DVR (grabador digital de video), este novedoso sistema permitía grabar imágenes a una resolución mucho mayor que con los sistemas de cinta.

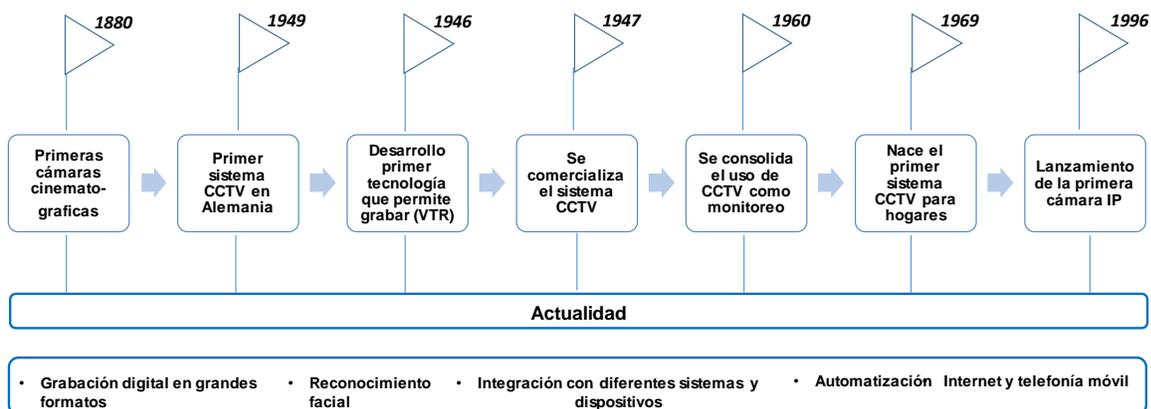
Después de 1990, surge el lanzamiento de la tecnología IP (Internet Protocol), como resultado de esto se desarrolló la primera cámara IP la neyete 200 desarrollada por una empresa llamada Axis, esto sería la punta del iceberg, dando paso a la integración de la informática, mutando de lo analógico.

⁴ Cat Colombia Soluciones. <http://catcolombiasoluciones.com/index.php/actualidad/76-la-evolucion-de-los-sistemas-de-seguridad-electronica>. Consulta: 20 de septiembre de 2018.

“Las mejoras aportadas por la informática en estos sistemas han sido increíbles, desde la grabación digital de gran calidad, control de las cámaras a través de la red, el VMD (*Video Motion Detection*), agilidad a la hora de buscar eventos en las grabaciones, sistemas que interactúan con el entorno o activación de redes, reconocimiento facial, entre otros.”⁵

En la actualidad se han desarrollado conceptos de almacenamiento que son llamados en la Nube, pero estos nuevos desarrollos y versatilidades en los equipos traen consigo mayores riesgos, tal como lo muestra la IFSEC, ente encargado de reunir a los mayores expositores a nivel mundial, en el encuentro del 2017, se determinó que todos los sistemas en la Nube y los DVR, son vulnerables a intrusiones, ahora el nuevo reto a desafiar es la seguridad cibernética en los nuevos sistemas de video vigilancia.

Figura 4. **Evolución de los sistemas de Circuito Cerrado de Televisión CCTV**



Fuente: elaboración propia.

⁵ Cat Colombia Soluciones. <http://catcolombiasolutions.com/index.php/actualidad/76-la-evolucion-de-los-sistemas-de-seguridad-electronica>. Consulta: 20 de septiembre de 2018.

2.2.3. Historia y evolución de los sistemas de detección de incendio

Los sistemas de alarma contra incendios han existido desde 1658, cuando los hombres solían caminar por las calles en busca de incendios. Solían llevar baldes en escaleras y timbres para advertir a la gente sobre cualquier incendio, las alarmas eléctricas fueron inventadas en 1800 tenían un termóstato que detectaba el calor y accionan el sistema del rociador para apagar el fuego.

La historia de la ingeniería de la detección de incendios se remonta a la antigua Roma, donde se contaba con un normativo de construcción y de regulación de materiales con alta resistencia al fuego, en el siglo XII en Londres se crea el concepto de barreras corta fuegos, entre el siglo XVIII y XIX, en Gran Bretaña como en los Estados Unidos de América, surge un nuevo concepto, la ingeniería contra la protección de incendios donde se evidencia que es necesario el desarrollo de nuevas tecnologías.

A inicios del siglo XX se dan incendios de grandes proporciones en los Estados Unidos de América, con sendas de pérdidas de vidas humanas, motivo principal por el cual se creó el Comité para la Protección de Vidas NFPA (*Committee on Safety to Life*)

Se tiene conocimiento que el primer sistema de incendios fue instalado en Boston en 1851, utilizando el sistema telegráfico como medio de comunicación, siendo hasta 1877 que se integra a la red pública de telecomunicaciones.

Un elemento muy importante en los sistemas de detección de incendio, es el dispositivo que es capaz de completar el proceso de interpretación, las variables del entorno para la notificación anticipada de lo que está sucediendo,

se habla de los detectores de humo, en 1725, Pieter Von Musschenborek desarrolló el primer detector de temperatura fija, su principio de funcionamiento era un pirómetro que activaba la actividad sonora de forma mecánica, más de cien años después, Alexander Ross construyó el primer detector termoeléctrico, que su funcionamiento básico era un fusible que se fundía a determinada temperatura, paso seguido activaba la alarma contra incendios.

Otros historiadores hacen referencia que en 1891 fue inventado el primer dispositivo por Francis Robbins Upton, quien se dice era uno de los socios de Thomas Alba Edison, aunque no se tienen evidencia de este descubrimiento, es importante dejarlo plasmado como referencia para quienes se interesen en un estudio histórico posterior.

No fue sino hasta 1902 que el Ingeniero Electricista George Andrew Darby patentó el llamado indicador eléctrico de calor y alarma de incendios.

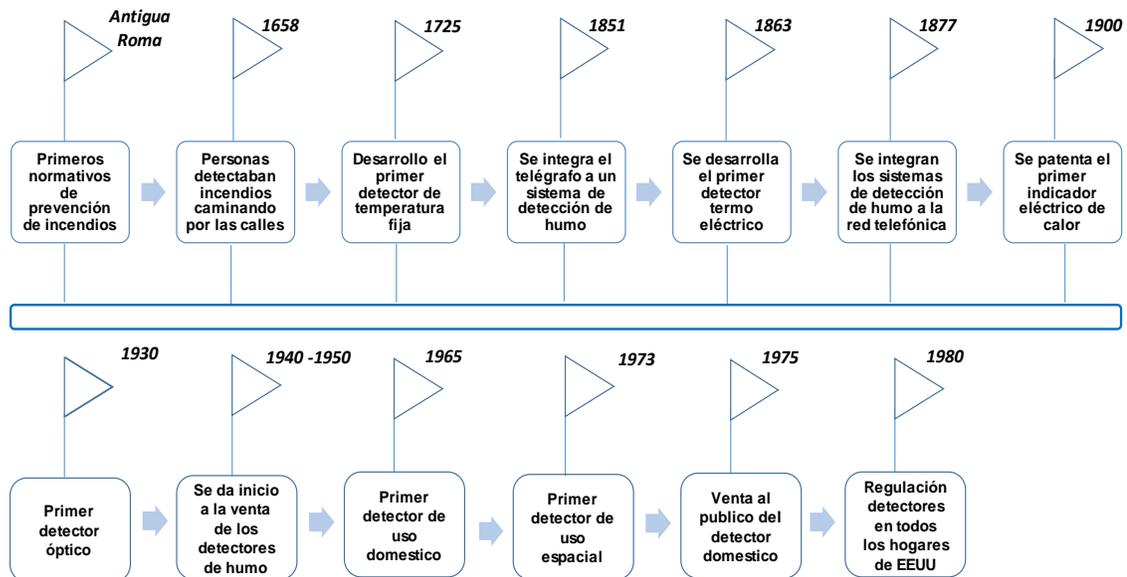
En su intento por inventar un sensor que fuera capaz de detectar gas venenoso, el físico Walter Jaeger en 1930 y después de un intento fallido por accidente, descubrió que su dispositivo era capaz de memorizar partículas de humo.

Todos estos inventos han sido de gran utilidad para la humanidad, pero históricamente se ha denotado que en sus inicios, todos estos son excesivamente caros y el acceso es muy limitado a la población mundial, esto se demuestra revisando los datos históricos, ya que, entre 1940 y 1950 se inició con la comercialización de los sistemas de detección de humo, no fue sino hasta 1965 que se inventó un detector de uso doméstico, y este logro se les atribuye a Duane D. Pearsall y Stanley Bennett Peterson, aunque el invento

prometía ser un producto que se podía producir y comercializar a gran escala, tuvieron que pasar diez años para que Sears lo sacara para venta al público.

Debido al surgimiento de las normativas para los hogares, en 1980 se establece que todos los hogares en Estados Unidos deben contar con un sistema de detección de humo.

Figura 5. Evolución de los sistemas de detección de incendios



Fuente: elaboración propia.

2.3. Antecedentes investigativos sobre la seguridad electrónica en la Universidad de San Carlos de Guatemala

En este apartado se hará un breve análisis de cuántos trabajos de investigación sobre la seguridad electrónica o proyectos de implementación se han realizado en las diferentes facultades de la comunidad universitaria.

Se analizó el catálogo en línea de la biblioteca central, identificando palabras claves que se relacionan con los diferentes temas tratados en este documento, así como un análisis de cada documento publicado y su profundidad en el estudio de los subsistemas electrónicos de seguridad.

Los resultados que se muestran en la tabla I, da parámetros importantes sobre el tratamiento que se le ha dado a la seguridad electrónica dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala, solamente se encontraron que veinte títulos tienen alguna relación con palabras relacionadas al tema, no teniendo estas un enfoque alto o relacionamiento directo con este tipo de proyectos, el contar con tan pocas investigaciones dado el universo de libros e investigaciones albergados en la biblioteca central da un indicador sumamente bajo sobre investigaciones de este tipo.

Es evidente que los trabajos listados tienen un enfoque descriptivo y solamente uno está enfocado en buscar una solución en la Universidad de San Carlos, derivado de este análisis observamos que el presente proyecto es innovador, porque integra los cuatro sub sistemas más importantes: intrusión, video vigilancia, control de acceso, detección de incendios, en una misma instalación y sobre todo no es un trabajo de graduación que se queda en un simple análisis o diseño.

Tabla I. Investigaciones relacionadas con términos que se utilizan en la seguridad electrónica

No.	Documento	Año	Facultad	Profundidad de analisis tecnologico	Enfoque de Seguridad Electronica	Sistema
1	Sistemas de prevención de incendios en edificios	1975	Ingeniería Civil	Bajo	Alto	INCENDIO
2	Protección contra incendios en edificios	1977	Ingeniería Civil	Bajo	Alto	INCENDIO
3	Codificación y decodificación de señales de audio, video y datos, conceptos y desarrollo de una aplicación específica.	1991	Ingeniería	Medio	Bajo	CCTV
4	Seguridad contra incendio en edificios de gran altura : análisis de la situación actual de edificios de gran altura en la ciudad de Guatemala	1991	Arquitectura	Bajo	Alto	INCENDIO
5	Automatización del sistema contra incendios de la terminal Esso del Puerto de San José mediante Simatic S5-100U.	1994	Ingeniería Mecanica Electrica	Medio	Alto	INCENDIO
6	Diagnóstico del funcionamiento técnico del circuito cerrado de televisión en Retahuleu	1995	Ciencias de la Comunicación	Bajo	Alto	CCTV
7	Guía de protección contra incendios en la industria	1996	Ingeniería Industrial	Bajo	Alto	INCENDIO
8	Propuesta de un sistema de vigilancia utilizando la detección de movimiento en una secuencia de imágenes captadas por cámara de video digital	2005	Ingeniería Electronica	Alto	Alto	CCTV
9	Análisis, evaluación y recomendación de los formatos de video digital : MJPEG, MPEG X y OGM.	2006	Ingeniería	Alto	Medio	CCTV
10	Propuesta para la implementación de un sistema de video vigilancia IP inalámbrica, en el centro de Antigua Guatemala	2009	Ingeniería Ciencias y Sistemas	Alto	Alto	CCTV
11	Sistemas de multimedia para vigilancia y monitoreo que utilizan multiplexor y la técnica de video	2009	Ingeniería Ciencias y Sistemas	Alto	Alto	CCTV
12	Ampliación y automatización del sistema de distribución de red contra incendio de una planta de panificación	2009	Ingeniería Mecanica	Medio	Alto	INCENDIO
13	Análisis constitucional del procedimiento para imponer y cobrar multas impuestas a conductores por la municipalidad de Guatemala; basándose en imágenes de cámaras de video ubicadas en semáforos.	2011	Derecho	Bajo	Bajo	CCTV
14	El consumidor ante el uso de cámaras de video vigilancia privados y la falta de regulación particular.	2012	Derecho	Bajo	Bajo	CCTV
15	Criterios, diseño y Cálculo de sistemas de protección contra incendios	2012	Arquitectura	Bajo	Alto	INCENDIO
16	Diseño de un sistema de control de temperatura y detección de humo con el microcontrolador PIC 16F887, utilizando tecnología inalámbrica Bluetooth para la sal de servidores del Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería, USAC	2014	Ingeniería Electronica	Alto	Alto	INCENDIO
17	Diseño de domotización y control de acceso del Laboratorio de Electrónica en la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.	2014	Ingeniero Electronico	Alto	Alto	CONTROL DE ACCESO
18	Uso del protocolo 1-Wire con comprobación de redundancia ciclica aplicado a la medición de temperatura y control de acceso	2015	Ingeniero Electronico	Alto	Bajo	CONTROL DE ACCESO
19	Abusos y malos tratos a los niños por parte de docentes en las escuelas públicas estatales y la necesidad que se instalen con carácter obligatorio cámaras de video vigilancia	2016	Derecho	Bajo	Bajo	CCTV
20	Guía instalación de sistema de alarma en Escuela Oficial Urbana Mixta colonia San Pedro El Pito, Escuintla	2016	Pedagogia y Administración Educativa	Bajo	Alto	INTRUSIÓN

Fuente: elaboración propia.

2.4. Conceptos de seguridad

En este apartado se dará algunas citas de diferentes autores que nos dan los diferentes conceptos de seguridad, lo que permitirá definir una definición:

- “El concepto de seguridad es muy amplio y abarca muchos campos, entre los cuales destacan la seguridad personal y la seguridad de bienes inmuebles y objetos de valor”⁶
- “Seguridad, en un sentido objetivo, mide la ausencia de amenazas a los valores adquiridos en un sentido subjetivo, la ausencia de temor sobre el ataque de dichos valores” ⁷
- “El término seguridad se puede definir de manera cotidiana a la ausencia de riesgo o confianza en alguien o algo, en términos generales se define seguridad como el estado de bienestar que percibe y disfruta el ser humano. Desde un punto de vista científico, se define la seguridad como, ciencia interdisciplinaria que está encargada de evaluar, estudiar y gestionar los riesgos que se encuentra sometido una persona, un bien o el ambiente”⁸

Haciendo una interpretación de cada uno de los conceptos anteriores, se puede definir la seguridad como la interacción de la sensación de confianza y libertad de cualquier persona en el entorno que lo rodea y en todo lo relacionado a sus acciones privadas, así como sus bienes tangibles e intangibles.

⁶ BJORN, Moller. *Conceptos sobre seguridad*. p.769.

⁷ RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad Electrónica*. p.18.

⁸ MORILLO DE DIEGO, Amelia. *Seguridad y prevención de riesgos en el almacén*. p. 3.

2.5. La seguridad como una necesidad básica

De acuerdo a la pirámide de Maslow la seguridad es un factor importante en el ser humano que consciente o inconscientemente, busca cumplir, por esto, es importante que cualquier acción que se tome en seguridad electrónica su objetivo primordial sea cubrir la necesidad que tienen las personas de resguardar la vida, bienes materiales, prácticamente la solución tecnológica debe transmitir seguridad y bienestar a las personas en su entorno.

Figura 6. Pirámide de Maslow



Fuente: Maslow. <https://www.psicologia-online.com/piramide-de-maslow-ejemplos-practicos-de-cada-nivel-3832.html>. Consulta: mayo de 2018.

2.6. La seguridad electrónica y su relación con la gestión del riesgo

Al hablar de la gestión del riesgo y la seguridad, surgen algunas unas interrogantes, ¿qué concepto antecede a cuál?, ¿se debe gestionar el riesgo para tener una mejor seguridad? o ¿se debe tener una buena base en la seguridad para gestionar el riesgo?, ¿Qué relación tienen estas interrogantes

ante un proyecto de seguridad electrónica?, estas y otras se aclararán en este apartado.

Muchos investigadores de esta materia indican, que la gestión de la información se encuentra en la gestión de riesgos, que se considera uno de los aspectos básicos de los estándares de seguridad.

Por otro lado, si se analizan los riesgos y se valoran los esfuerzos para la aplicación de medidas de seguridad en la disuasión o eliminación de los riesgos, minimizando la existencia de una amenaza o la aparición de la misma con las consecuencias de un carácter mínimo aceptable, se puede hablar que los sistemas de seguridad electrónica pueden ser una opción viable.

Como toda medida de seguridad, el campo de la electrónica en algunos de sus subsistemas, actúan de un modo disuasorio, ya que ningún sistema puede garantizar por completo la no ocurrencia de un evento, pero si la reducción a niveles bajos las consecuencias de estos los eventos no deseados. Siendo esta la idea básica de la gestión de riesgos.

2.7. Factores de riesgo y su relación con la seguridad electrónica

En un proyecto de seguridad electrónica es muy importante identificar los diferentes tipos o factores de riesgo ya que de esto dependerá la propuesta técnica para la mitigación o reducción de los mismos.

Figura 7. Clasificación de los factores de riesgo

Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonómicos	Mecánico	Ambientales	Psicosociales
<ul style="list-style-type: none"> • Ruido y vibraciones • Temperaturas extremas • Humedad • Radiaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalación • Absorción • Ingestión 	<ul style="list-style-type: none"> • Virus • Bacterias • Hongos • Parásitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Posturas inadecuadas • Levantamiento de pesos • Movimientos repetitivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos de altura • Superficies inseguras • Mal uso de herramientas • Equipos defectuosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia • Tempestad • Inundaciones • Desastres naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés • Fatiga laboral • Hastío • Monotonía • Psicomaticas

Fuente: elaboración propia.

Es muy importante no crear confusión, ya que muchos de estos conceptos se utilizan en la seguridad e higiene industrial, pero algunos de ellos son importantes ya que su naturaleza se ve afectada o activada por eventos que pueden disuadirse con la seguridad electrónica y sus subsistemas, tal es el caso del factor físico; temperaturas extremas, estas se pueden producir como consecuencia de un incendio y se puede aplicar los principios de detección de incendio ópticos o algorítmicos.

Para el caso de los factores psicosociales, uno de los más importantes y que guarda una relación directa con la seguridad electrónica es el estrés, ya que este factor se ve activado por el miedo a ser asaltado, que le roben sus pertenencias de alto valor, sensación de no estar protegido, en este caso se pueden aplicar los sistemas de intrusión, con sensores de detección infrarrojos, microondas, mixtos o de doble tecnología.

En caso de tener un factor de riesgo ambiental como la inundación, se puede integrar al sistema de intrusión un sensor de detección de inundación, en el caso de los factores biológicos como lo son: laboratorios donde se manejan

pruebas con bacterias y virus, se aplica el control de acceso con la tecnología de biometría para la restricción de acceso.

Por último, se puede hablar de como los sistemas de video vigilancia pueden minimizar algunos factores de riesgo antes mencionados, por medio del monitoreo en línea y del procesamiento de imágenes en tiempo real, se puede detectar empleados activando factores de riesgo mecánicos, ergonómicos incluso químicos.

2.8. Analisis de riesgos

El análisis de riesgo previo, es el primer paso para determinar los factores de riesgo que mas afectarán el proyecto, habiendo identificado, analizado y clasificado cada uno de estos, así como su relación con la seguridad electrónica, se evaluarán los diferentes tipos de análisis de riesgos y se definirá cual es el más adecuado para realizar un estudio previo a un proyecto con equipo electrónico de seguridad.

2.9. Método Mosler

Este tipo de método puede considerarse uno de los más completos ya que permite analizar cada factor de riesgo por separado, asignar una valoración de ocurrencia y así calcular el nivel de riesgo del proyecto, por lo que el proyecto de la implementación de elementos de seguridad electrónica en las instalaciones de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado utilizará la herramienta cualitativa llamada método Mosler,

Cualquier entidad ya sea pública, estatal o privada puede verse afectada por fallas en muchos aspectos y esto no excluye la seguridad, y este campo

tampoco queda aislado del desarrollo de métodos científicos para la implementación de sistemas de video vigilancia o alarmas, entre otros.

Una herramienta valiosa es un análisis de riesgos, estos básicamente estudian las posibilidades y consecuencias de diferentes factores de riesgo.

Existen distintos métodos para realizar un análisis de riesgos, ya sea cualitativos, cuantitativos o semicuantitativos, y entre estos está el método Mosler que es del tipo cualitativo y es utilizado para ayudar a identificar, por medio de un análisis y así evaluar cuáles son los factores de riesgo, esto con el único propósito de tratar de mitigarlo o reducirlo.

Algunos de estos son:

- Entrevistas estructuradas
- Técnica Delphi
- Método Montecarlo
- Mosler

En la seguridad Mosler es uno de los desarrollos científicos de mayor difusión, es el de la aplicación de métodos combinados de estadística y probabilidad, mediante los cuales, a través de un esquema de matrices, se miden la frecuencia, la magnitud, y el efecto de un probable siniestro. En un objetivo específico a proteger y por un tiempo determinado, permite diseñar políticas de seguridad para ese objetivo, utilizando aparentemente, una incontrovertible base científica.⁹

⁹ Foro de seguridad. <http://www.forodeseguridad.com/artic/segcorp/7220.htm>. Consulta: 20 de septiembre

El método Mosler se realiza por etapas o fases siendo ellas cuatro, siendo las siguientes:

Figura 8. **Fases del método Mosler**



Fuente: elaboración propia.

2.9.1. Fase 1, definición del riesgo

En esta etapa se define el riesgo, el objeto, su localización y el daño a que se expone el área a proteger, tomamos en cuenta la inversión, accidentes y otros riesgos que puedan darse.

2.9.2. Fase 2, criterios del análisis de riesgo

Para esta etapa se utilizan una serie de criterios que pueden ir desde lo más bajo hasta lo más alto, según sea el caso siendo estos

Función (simbolizado por la letra F) mide cuál es la consecuencia o daño con la capacidad de alterar las actividades se pondera de 1 al 5, en la escala de muy levemente grave, hasta muy grave:

- 1 equivale a daño muy leve

- 2 equivale a daño Leve
- 3 equivale a daño mediano
- 4 equivale a daño grave
- 5 equivale a daño muy grave

Sustitución (S) mide la facilidad con la que pueden reponer o sustituir los recursos en caso si se llega a materializar algún riesgo o daño y se pondera de 1 al 5, en la escala de muy fácilmente, hasta muy difícilmente:

- 1 se sustituye muy fácilmente
- 2 se sustituye fácilmente
- 3 se sustituye sin muchas dificultades
- 4 difícilmente se sustituye
- 5 muy difícilmente se sustituye

Criterio de la profundidad o de la perturbación (simbolizado por la letra P) se mide los efectos psicológicos y la perturbación en función que algún riesgo se logre materializar y cuya consecuencia se pondera de 1 al 5, en la escala muy leves, hasta muy graves.

- 1 perturbaciones o efectos muy leves
- 2 perturbaciones o efectos leves
- 3 perturbaciones o efectos limitadas
- 4 perturbaciones o efectos graves
- 5 perturbaciones o efectos muy graves

Criterio de extensión (simbolizado por la letra E) mide si alcance de los perjuicios, es a nivel geográfico y se pondera de 1 al 5.

- 1 de carácter individual
- 2 de carácter local
- 3 de carácter regional
- 4 de carácter nacional
- 5 de carácter internacional

Criterio de agresión (simbolizado por la letra A) aquí se mide la posibilidad que el riesgo o peligro se materialice se pondera de 1 al 5, en la escala muy reducida, hasta muy elevada.

- 1 agresión muy baja
- 2 agresión baja
- 3 agresión normal
- 4 agresión alta
- 5 agresión muy alta

Criterio de vulnerabilidad (simbolizado por la letra V) aquí se considera la posibilidad de los daños o perjuicios que se puedan producir a raíz del riesgo una vez concretado y se pondera de 1 al 5, en la escala muy baja, hasta muy Alta.

- 1 vulnerabilidad muy baja
- 2 vulnerabilidad baja
- 3 vulnerabilidad normal
- 4 vulnerabilidad alta
- 5 vulnerabilidad

2.9.3. Fase 3, evaluación del riesgo

Esta etapa es básicamente la función del análisis de los datos de la fase 2 y los resultados se calculan así:

Cálculo del riesgo C se realiza con los datos adquiridos, con la siguiente fórmula:

I = es importancia del suceso

$$I = F \times S$$

D = son los Daños ocasionados

$$D = P \times E$$

$$C = I + D$$

Cálculo de la Probabilidad PR, este se obtiene con los datos de criterio.

A. = criterio de agresión

V. = criterio de vulnerabilidad

$$PR = A \times V$$

Este parámetro del riesgo ER Se obtiene al multiplicar los valores de C (riesgo) y PR (cálculo de Probabilidad).

$$ER = C \times PR$$

2.9.4. Fase 4, cálculo y clasificación del riesgo

En esta etapa es donde se obtiene el valor final del riesgo estimado mediante la comparación con la de criterios de valoración de la valoración del

riesgo, es sumamente importante tomar en cuenta y entender que, aunque el resultado es en números, esta escala es netamente cualitativa.

2.10. Tipos de seguridad y su relación con la seguridad electrónica

Como se ha observado hasta este apartado el concepto de seguridad es universal, pero dependiendo del campo de aplicación hay subcategorías de la seguridad, por lo que se presenta un esquema de los diferentes tipos:

Figura 9. Tipos de seguridad



Fuente: elaboración propia.

Uno de los hitos importantes de la seguridad electrónica, es su capacidad modular, esto significa que los subsistemas y elementos que la componen pueden adecuarse a cualquier tipo de seguridad. Los diferentes tipos de seguridad que se muestran en la figura 8, siempre incluyen soluciones de tipo

electrónico, ya sea en intrusión, control de acceso o detección de incendio, o bien la integración de todos.

2.11. Seguridad electrónica

Es la relación que tienen todos los productos y servicios basados en dispositivos electrónicos con la capacidad de detección automática, visualización y traslado de la información por los diferentes medios de comunicación hacia un dispositivo capaz de entender la información enviada decodificarla y presentarla en un formato amigable para el usuario, complementando planes de seguridad previamente diseñados.

2.12. Clasificación de los sistemas de seguridad electrónica

En la actualidad hay diferentes conceptos para clasificar estos sistemas, algunos autores los clasifican por seguridad en instalaciones y seguridad privada, otros por su alcance y magnitud o bien por su aplicación, para efectos prácticos revisaremos los dos criterios de clasificación.

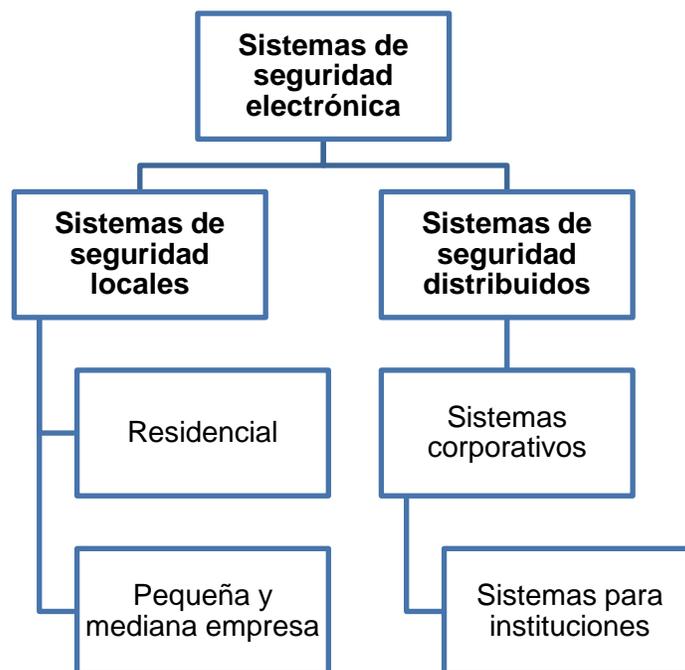
2.12.1. Por su alcance o magnitud

Esta clasificación tiene dos subcategorías: sistemas locales, son sistemas básicos orientados al segmento residencial o la pequeña y mediana empresa y por su magnitud o alcance no son manipulados por una única persona.

La siguiente categoría son los sistemas distribuidos, estos son de grandes magnitudes y las tecnologías a utilizar son de alta gama donde se utiliza la integración hacia un software administrador, sus características es que son

administrables remotamente porque cuentan con varias sucursales, en una misma zona, ciudad, país o en diferentes continentes.

Figura 10. **Clasificación de los sistemas de seguridad electrónica por su alcance o magnitud**

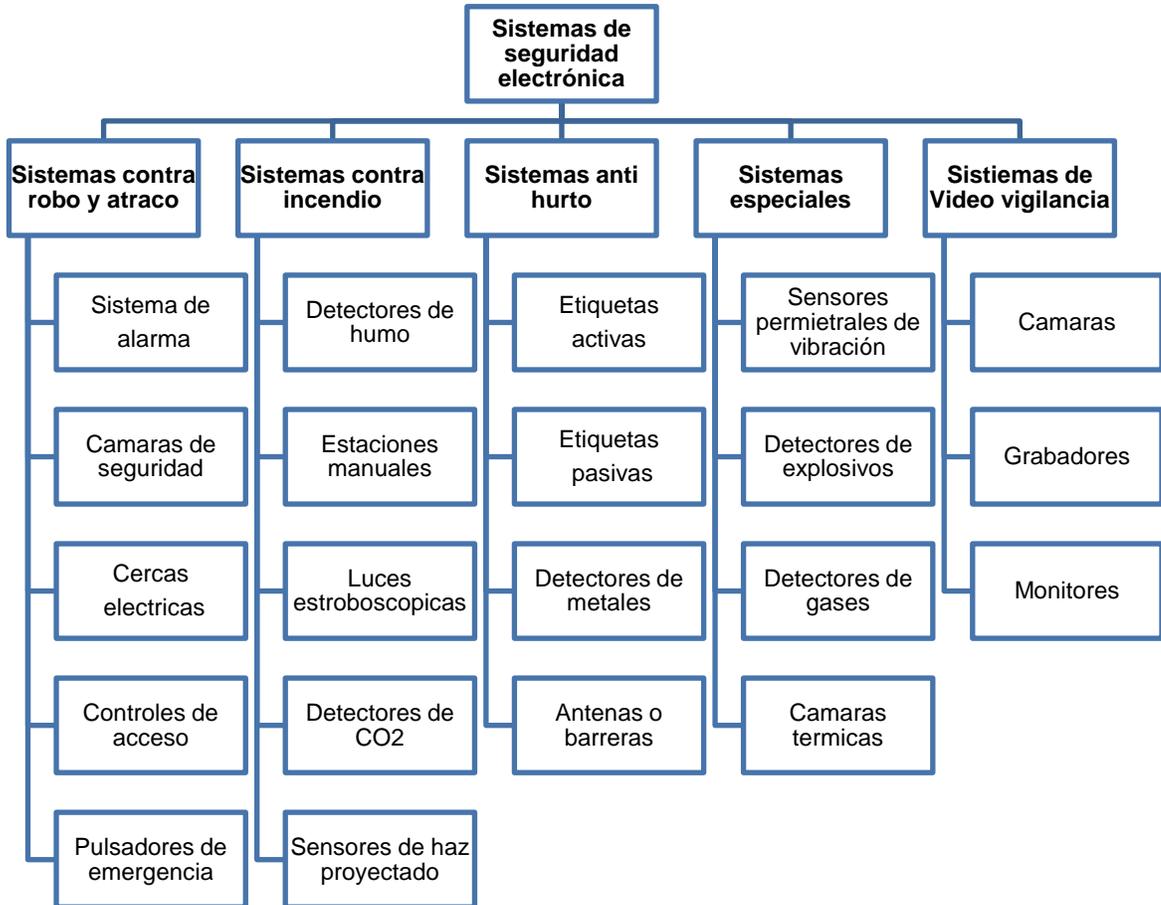


Fuente: elaboración propia.

2.12.2. Por su aplicación

La clasificación de los sistemas de seguridad electrónica por su aplicación se describe en la figura 11.

Figura 11. **Clasificación de los sistemas de seguridad electrónica por su aplicación**



Fuente: elaboración propia.

2.13. **Sistemas de seguridad para la detección de incendios**

“La función principal de un sistema de detección automática de incendio es la de identificar un conato en el plazo de tiempo más breve posible para que

se puedan tomar las medidas de seguridad y acciones necesarias en cada caso”¹⁰

2.13.1. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA)

Esta asociación es la encargada de normar todo lo relacionado a la prevención de incendios, dar certificaciones y dictar capacitaciones sobre la instalación de los medios que interactúan en esta categoría, así como los requisitos mínimos para la implementación de la seguridad contra estos eventos.

2.13.2. Alcance de la Norma NFPA 72

“Este código abarca la aplicación, instalación, desempeño y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio y sus componentes”.¹¹

2.13.3. Propósito de la Norma NFPA 72

“El propósito de este código consiste en definir los medios para el inicio, transmisión, notificación y anuncio de señales; los niveles de desempeño; y la confiabilidad de los diversos tipos de sistemas de alarma de incendio”.¹²

2.13.4. Clasificación de los sistemas de alarma de incendio de acuerdo a la Norma NFPA 72

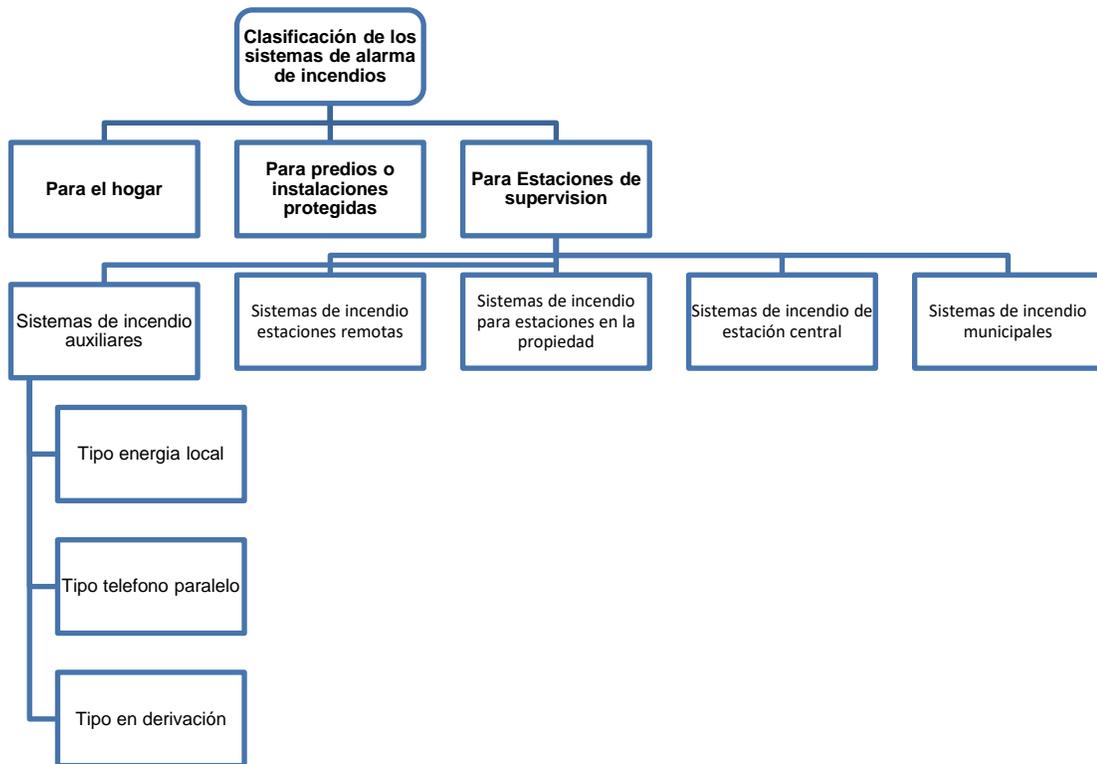
En los siguientes subtítulos se describe la clasificación de los sistemas de alarma.

¹⁰ NFPA 72, Código Nacional de alarmas de incendio. p.10

¹¹ *Ibíd.*

¹² *Ibíd.*

Figura 12. **Clasificación de los sistemas de incendio**

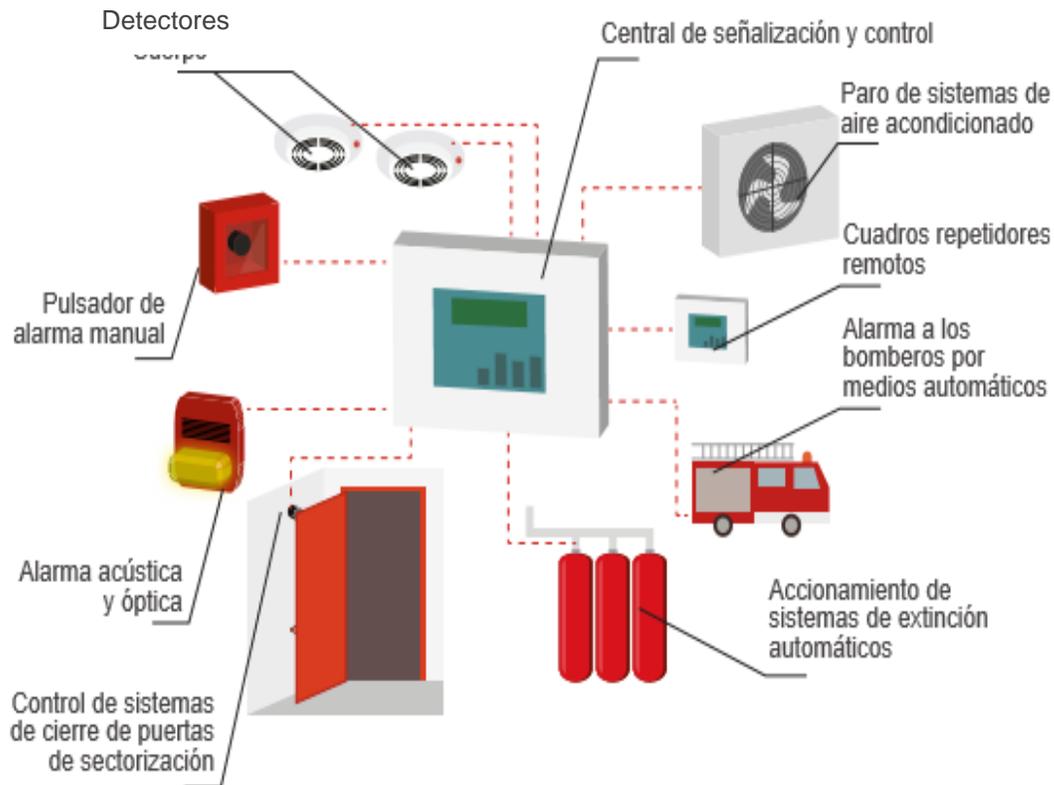


Fuente: elaboración propia.

2.14. **Componentes de un sistema de detección de incendios**

En este apartado se hará una descripción de los componentes electrónicos de un sistema de detección, los diferentes tipos de elementos y sus clasificaciones de acuerdo a las variables físicas, químicas y otras que apliquen, todo lo descrito es importante, ya que respaldan los criterios de selección para la etapa de diseño e implementación del proyecto.

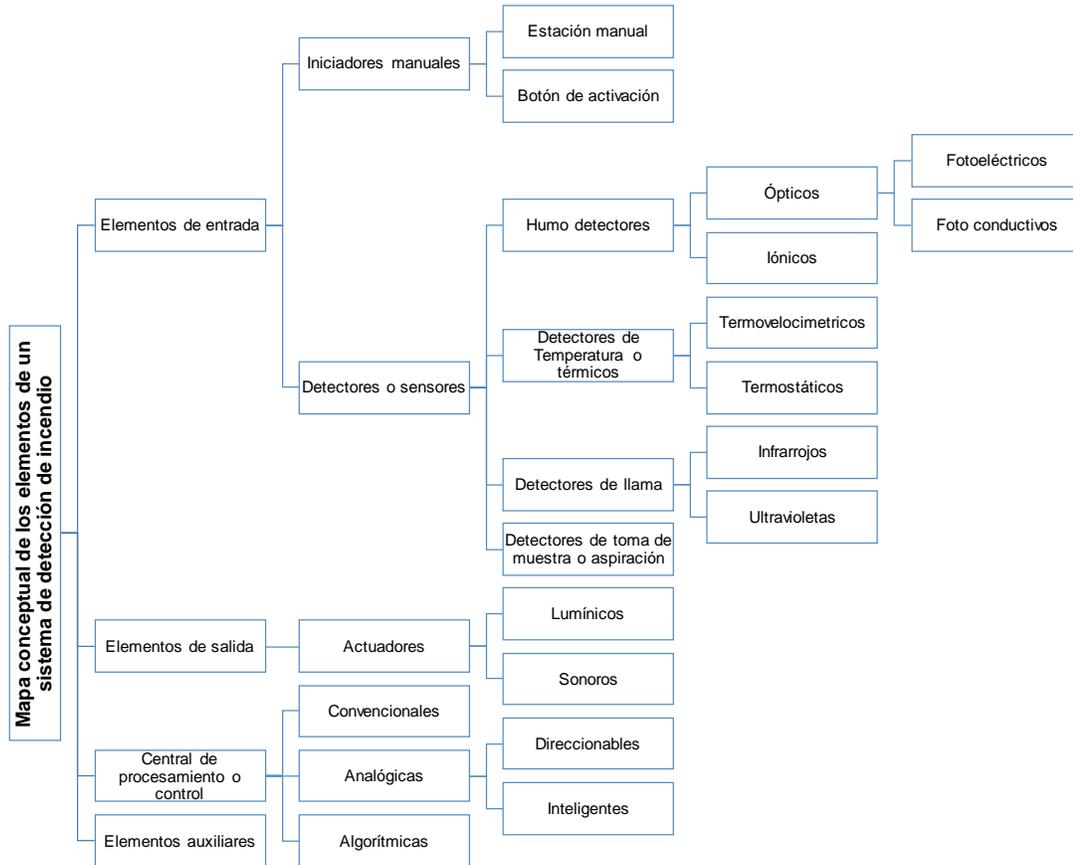
Figura 13. **Componentes de un sistema automático de detección de incendios**



Fuente: ESPUGLAS VIDAL, Joan Pau. *Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios*. p. 7

Para entender un poco más los sistemas de detección de incendios a continuación vemos un mapa conceptual que nos ayudará a tener claridad y las bases fundamentadas para la etapa del diseño.

Figura 14. Mapa conceptual de los sistemas de detección de incendios



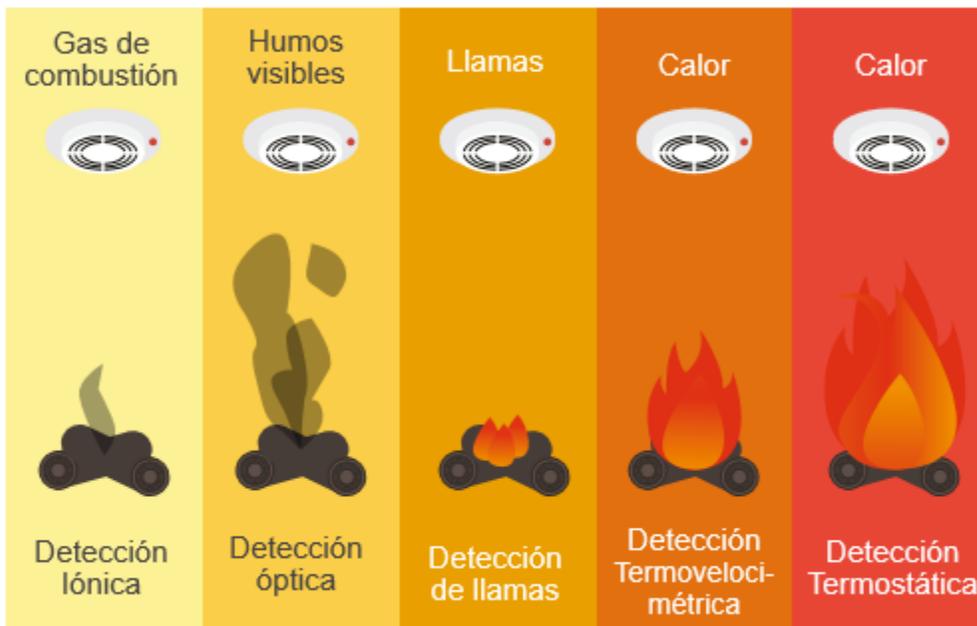
Fuente: elaboración propia.

2.15. Detectores según la etapa del fuego

Los detectores de incendios están diseñados usualmente para detectar una o más de las tres características del fuego: el humo, el calor y la radiación (llama). Cada tipo de detector corresponde a los distintos tipos de fuego con una sensibilidad diferente. Existen también detectores multisensores que combinan la detección simultánea de varias magnitudes, por ejemplo:

temperatura, humo y gases de combustión como el CO (monóxido de carbono).¹³

Figura 15. Tipo de detección en función al fuego



Fuente: ESPUGLAS VIDAL, Joan Pau. *Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios*. p. 11

2.16. Tipos de humo detectores

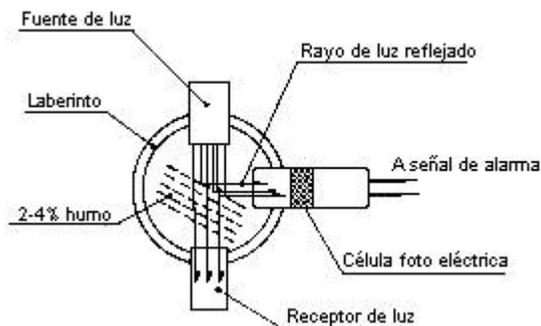
Son aquellos que son susceptibles al resultado de las partículas de combustión que se encuentran en el ambiente.

¹³ ESPUGLAS VIDAL, Joan Pau. *Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios*. p. 11

2.16.1. Ópticos fotoeléctricos haz reflejado en ángulo recto

Están diseñados para la detección de humos en la fase lenta, la teoría del funcionamiento está basada en la emisión de un haz de luz hacia un receptor, ambos en una cámara con entradas de aire y una célula fotoeléctrica que en un estado de reposo no entra en contacto con la emisión lumínica interna. Al momento de la detección de las partículas de humo la luz emitida es interrumpida sufriendo una difracción hacia la célula fotoeléctrica aumentando la intensidad en la misma y activando una señal de alarma.

Figura 16. **Funcionamiento de un detector fotoeléctrico ángulo recto**



Fuente: www.mincotur.gob.es, http://www.mincotur.gob.es/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_215.pdf. Consulta 21 de septiembre de 2018.

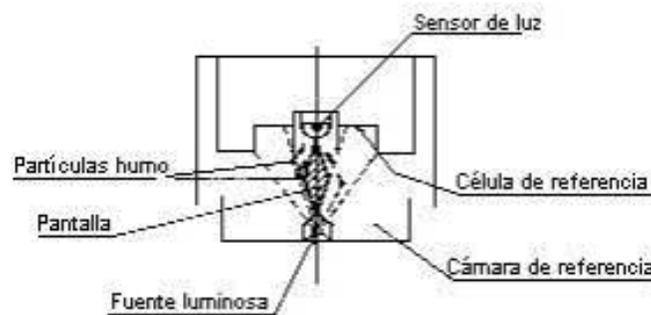
[//www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_215.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_215.pdf). Consulta 21 de septiembre de 2018.

2.16.2. Ópticos fotoeléctricos haz reflejado por difusión de luz

A diferencia del anterior, en condiciones normales sin presencia de las partículas de humo, tanto el emisor, receptor y célula fotoeléctrica están alineadas en un mismo ángulo, el haz luminoso nunca alcanza al elemento receptivo ya que existe una pantalla que evita este contacto, en el momento en

que se da una combustión en la etapa lenta las micro partículas entran en la cámara de medición se produce una refracción, deflexión y difracción, haciendo que la luz emitida llegue al elemento.

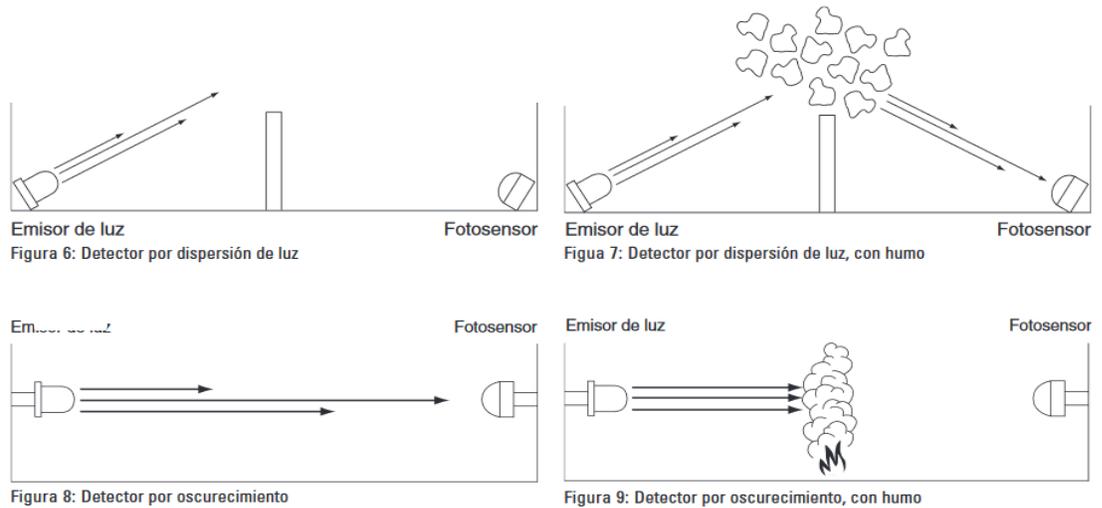
Figura 17. **Funcionamiento de un detector óptico por difusión**



Fuente: Detector Óptico. www.mincoutur.gob.es,
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_215.pdf, consulta 21 de septiembre de 2018.

Los detectores ópticos pueden utilizarse en instalaciones donde los materiales en riesgo de generar un incendio, en su etapa inicial generen más partículas de humo que llamas, esto se llama detección en la etapa lenta de la combustión. Se recomiendan para oficinas y hogares de proporciones no muy grandes.

Figura 18. **Comportamiento del haz lumínico y partículas en sensores de detección de humo**



Fuente: Partículas en sensores.

http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. Consulta 21 de septiembre de 2018.

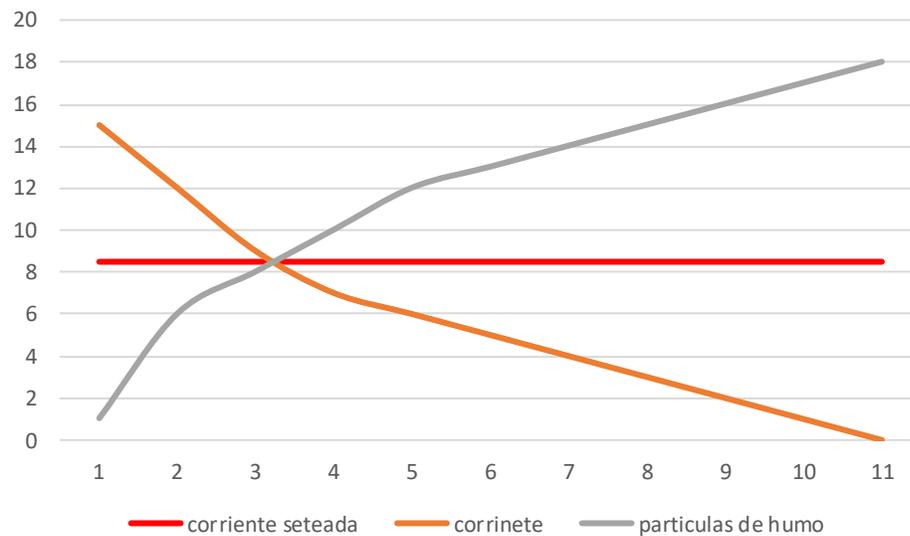
2.16.3. Iónicos

Su funcionamiento se basa en el principio de una cámara de ionización, esta consta de dos placas eléctricamente cargadas y un material 241, material que ioniza las partículas de aire entre las placas.

El material radioactivo emite partículas que colisionan con las moléculas de aire, como resultado de esta acción algunas se convierten en iones positivos y otras en negativos, tomando en cuenta que las placas de la cámara están polarizadas, existe una fuerza de atracción de las moléculas con sus nuevas cargas, esta ionización genera una pequeña corriente que es medida por un circuito electrónico relacionado a las placas.

Las partículas del proceso de combustión tienen una mayor dimensión a los iones que se encuentran en la cámara, por lo tanto entran en colisión y se genera una recombinación entre las existentes y las nuevas partículas generando que algunas se carguen positiva y negativamente, esta nueva combinación es mayor en cantidad a las que se encuentran en la cámara, por lo que la corriente tiende a disminuir y generar una señal de alarma, a continuación se muestra gráficamente estos procesos de ionización.

Figura 19. **Disminución de corriente en el crecimiento de partículas combinadas comparadas a una corriente fija**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Carga, distribución y combinación de iones con partículas de combustión**

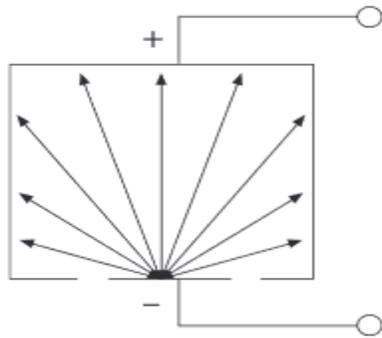


Figura 1: Forma de emisión de partículas

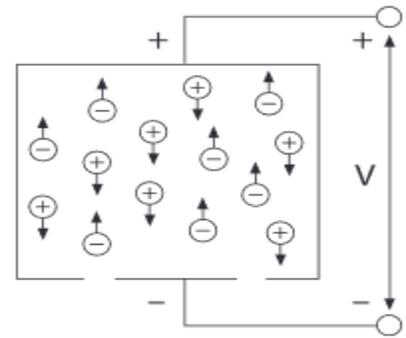


Figura 2: Distribución de iones

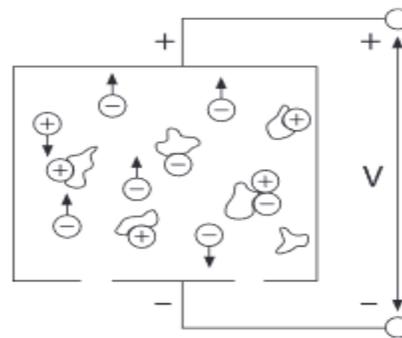
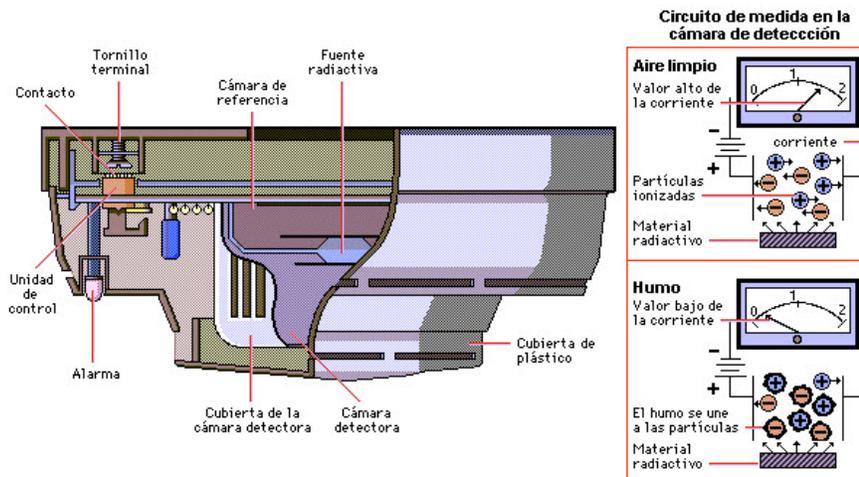


Figura 3: Distribución de iones y partículas de combustión

Fuente: Iones. www.eadelectronics.com,
http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf, consulta 21 de
septiembre de 2018.

Figura 21. **Ejemplo gráfico del funcionamiento de un detector iónico**



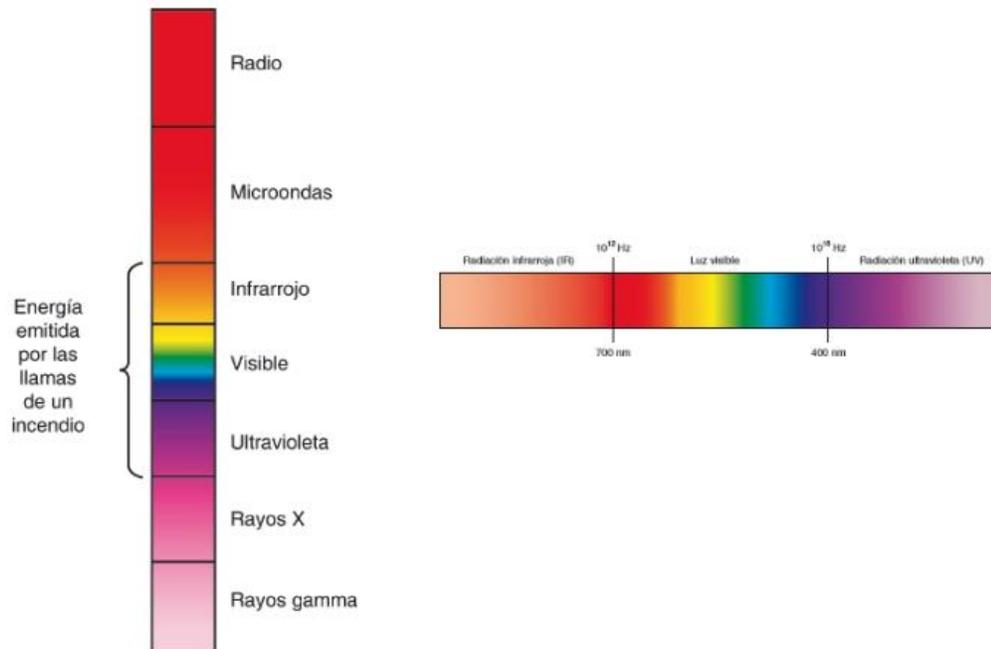
Fuente: <https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/115001439092--C%C3%B3mo-funcionan-los-detectores-Kidde-%C3%ADonicos-GSA-IPHS->. Consulta 25 de septiembre 2018.

Son ideales para la detección temprana ya que su acción rápida en la detección del humo los hace altamente eficaces, básicamente detectan la etapa inicial de la combustión en proporciones de 0,1 a 0,3 micras. Las desventajas que tienen es su afectación por el exceso de humedad, insectos o fuentes de aire muy fuertes, pero todas estas variables pueden disminuirse con una buena instalación y cumpliendo con las normas establecidas.

2.16.4. Detectores de llama

Diseñados para trabajar en las etapas finales del incendio, si se hace una revisión del espectro electromagnético en este momento es cuando se genera una gran fuente de energía, esta radiación electromagnética puede llegar a ser de tipo infrarrojo (IR) o ultravioleta (UV), esta es la variable determinante para medir el umbral de estos detectores.

Figura 22. **Espectro electromagnético y fracción donde las llamas emiten una gran fuente de energía**



Fuente: RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad electrónica*. p. 45.

Los detectores de llamas están diseñados para operar en condiciones extremas y en instalaciones de alto riesgo que requieren un bajo índice de falsas alarmas. Están constituidos por una fotorresistencia ultra sensible, emisora de la señal de alarma hacia la central de procesamiento al momento de la detección, esta va acompañada de un núcleo con un microprocesador que está cubierto por varios filtros que únicamente permiten pasar las radiaciones infrarrojas o ultravioletas, logrando con esto reducir los falsos positivos.

Por su nivel de detección los detectores de llamas se pueden dividir en dos:

2.16.5. Infrarrojos

En estos los filtros solamente dejan pasar las radiaciones IR de las llamas.

2.16.6. Ultra violeta

Los filtros colocados únicamente dejan pasar las radiaciones UV de las llamas.

Debido a los ambientes extremos y delicados donde se encuentra su uso, cabe resaltar la siguiente pregunta ¿qué es más importante?, ¿una detección temprana o una tecnología capaz de ser inmune a las falsas alarmas?. Por lo que, se han creado los detectores de doble tecnología IR-UV. Lo expuesto hasta este momento indica que el uso de estos equipos es ideal para gasolineras, almacenes de grandes dimensiones que resguarden materiales altamente inflamables.

La instalación debe evitarse a toda costa la exposición a fuentes de rayos X así como exposición a equipos de soldadura, la temperatura óptima de operación es entre -10 y 60 grados centígrados.

Figura 23. **Vista real de un detector doble tecnología IR/UV**



Fuente: RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad electrónica*. p. 46.

En todo el recorrido de este documento y sobre todo en la sección de detectores se ha hecho una descripción de las diferentes etapas del fuego, desde el humo, vapores, llama, así como los equipos que han sido diseñados para cada una de estas fases, dentro del desarrollo del incendio hay una variable que no hay que dejar pasar por alto, la temperatura, por lo que es muy importante hacer referencia a esta variable, para completar los disparadores de las diferentes tecnologías, con esto en nuestra fase de desarrollo podremos tomar la mejor decisión ya que tendrá la información suficiente sobre variables, tecnologías, tipos de edificaciones, amplitud de aplicación, entre otros.

2.16.7. Detectores de temperatura o térmicos

Son dispositivos que responden ante un incremento de la energía interna de un evento de incendio, que es transferida hacia el dispositivo de detección y en su proceso comparativo al sobrepasar el umbral envía una señal de alerta. Por su operatividad los detectores se pueden clasificar por su rapidez en el incremento de temperatura o bien por un punto de referencia de fijo, en la ingeniería de incendios son conocidos como termovelocimétricos y térmicos.

Un parámetro básico al cual se debe hacer mención para este tipo de detectores es que nunca los utilice para sustituir los de detección por humo, por lo que deben combinarse para tener un mejor rendimiento y fiabilidad de la instalación.

Los termovelocimétricos se activan cuando la temperatura ambiente se incrementa aceleradamente en un rango de 2 – 5 °C/minuto y 20 – 25 °C/m, su funcionamiento se basa en una termistancia o microprocesador que se activan al incremento de temperatura, son llamados detectores de gradiente de temperatura.

Los termostáticos, se activan cuando la temperatura ambiente supera el punto fijado para disparo de alarma, regularmente se sitúa en 58 °C u 85 °C, su funcionamiento se basa en un contacto bimetálico, que se vuelve curvo por la conductividad térmica, son llamados de temperatura fija o máxima temperatura.

2.17. Características determinantes en la elección del detector

Dentro de las características o parámetros determinantes de la elección de un detector está el tipo de conexión y supervisión constante en el funcionamiento, normalmente existen dos y cuatro hilos, los primeros se energizan por el mismo circuito por el que se envía la señal de alarma, esto genera una dependencia a que los detectores sean compatibles con el panel de control.

Tabla II. **Parámetros base para la elección del detector**

Tipo de detector	Sensibilidad (gral)	Fiabilidad	Mantenimiento	Estabilidad
De gases (iónicos)	Alta	Media	Medio	Media
Óptico de humos	Media	Media	Medio	Media
Temperatura fija	Baja	Alta	Bajo	Alta
Termovelocimétrico	Media	Media	Bajo	Alta
De llamas: Ultravioleta	Alta	Media	Medio	Media
Infrarrojo	Media	Media	Medio	Baja

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Clasificación por parámetro de altura**

ALTURA DEL RECINTO EN METROS	DETECTOR DE HUMO	DETECTOR DE TEMPERATURA FIJA	DETECTOR DE TEMPERATURA FIJA Y POR GRADIENTE	DETECTOR DE LLAMA
Hasta 20	No apto	No apto	No apto	Apto
Hasta 12	Apto	No apto	No apto	Apto
Hasta 7.5	Apto	No apto	Apto	Apto
Hasta 6	Apto	No apto	Apto	Apto
Hasta 4.5	Apto	Apto	Apto	Apto

Fuente: elaboración propia.

Los detectores de cuatro hilos utilizan dos para alimentación y los restantes para el envío de activación de alarma, como no toman alimentación eléctrica del circuito de iniciación del panel de control, la compatibilidad eléctrica de estos detectores está relacionada a la fuente de alimentación a la que están conectados.

Para detectores tetrafilares es requisito usar un relé de supervisión de alimentación eléctrica al final de la línea. Con voltaje presente, los contactos del relé están cerrados y conectados en serie con una resistencia de extremo de línea instalada después del último dispositivo de iniciación de alarma. Si se interrumpiera la alimentación eléctrica en cualquier punto del circuito, el relé de desenergizará y se anunciará una condición de falla.¹⁴

Se debe tomar en cuenta que la Norma NFPA 72 clasifica la conexión de los detectores en circuitos tipo B o tipo A.

2.17.1. Circuito clase B

Los circuitos Clase B pueden diferenciar entre un cortocircuito (estado de alarma) y una apertura de circuito (condición de falla).

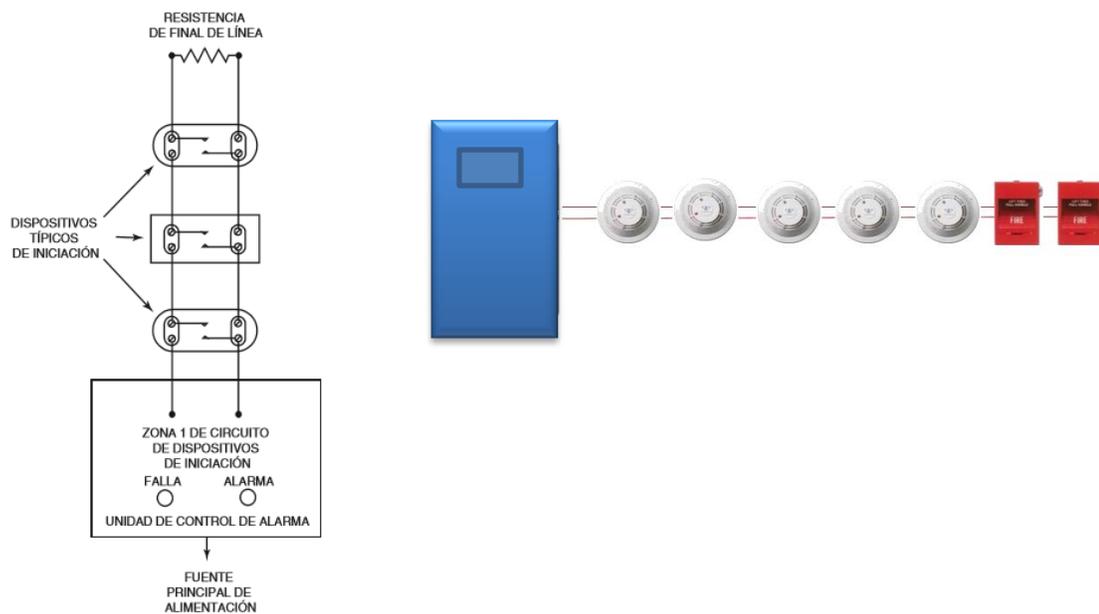
Este tipo de circuito se supervisa haciendo circular una corriente baja e instalando una resistencia en el extremo de línea.

¹⁴ [www.eadelectronics.com, http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf](http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf). Consulta: 21 de septiembre de 2018.

Las variaciones en más o en menos de esta corriente de supervisión son captadas en el panel de control de alarma, adonde se emitirá un aviso de alarma si la corriente aumenta o un aviso de falla si la corriente disminuye.

Una apertura de circuito en Clase B anula eléctricamente todos los dispositivos conectados después del punto de apertura.¹⁵

Figura 24. **Circuito tipo B**



Fuente: Circuitos. http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. Consulta: 21 de septiembre de 2018.

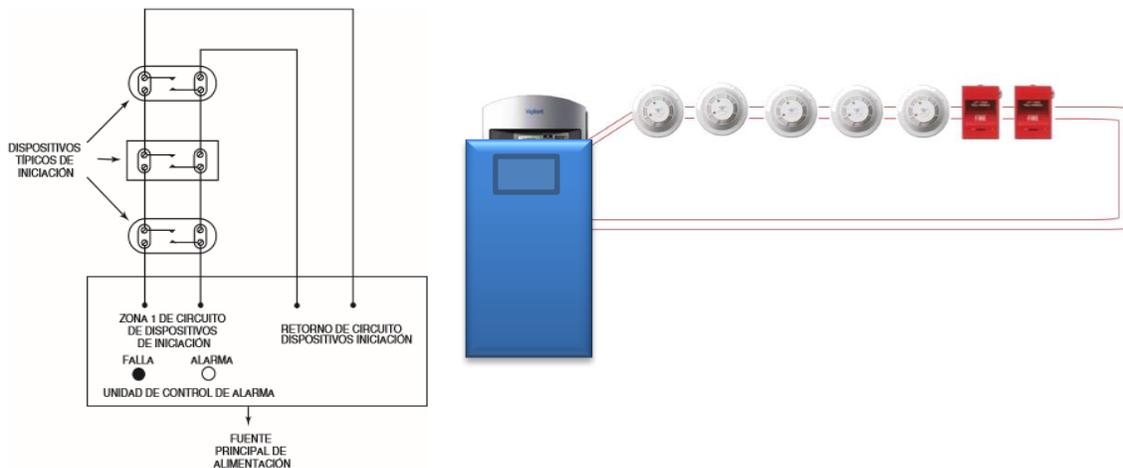
¹⁵ www.eadelectronics.com, http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. Consulta: 21 de septiembre de 2018.

2.17.2. Circuito tipo A

Estos tienen la capacidad de diferenciar apertura del bucle o un cortocircuito, para este tipo de circuito la resistencia al final de línea ya está en el panel central de control, como podemos observar en la figura 25, la conexión inicia en el panel y finaliza en el panel, en otras palabras, hay un retorno. Tomando en consideración que habrá cuatro hilos por circuito habrá que revisar muy bien lo aspectos técnicos antes de iniciar una conexión de este tipo.

Para estos casos es muy importante continuar con la supervisión del panel sobre alimentación eléctrica, los hilos adicionales permiten hacerlo, de tal forma que se interpretará una apertura de circuito de esta forma los dispositivos podrán seguir funcionando, aunque exista una condición de corto circuito o apertura.

Figura 25. Circuito tipo A

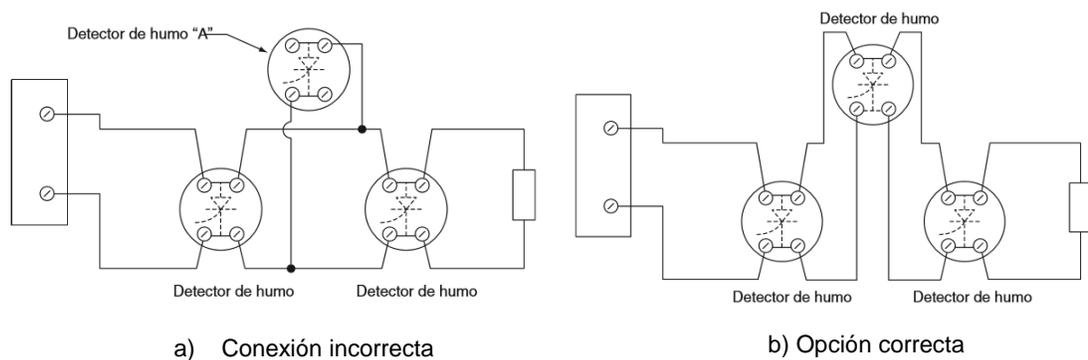


Fuente: Circuitos. http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. Consulta: 21 de septiembre de 2018.

2.17.3. Cableado de los detectores

La primera recomendación es seguir las indicaciones de las hojas técnicas de los proveedores, de no seguir las instrucciones podremos tener un mal funcionamiento de los detectores, estos sistemas son muy delicados ya que de una buena o mala instalación depende la vida de las personas al no activarse un dispositivo por una mala técnica de conexión. A continuación, veremos la forma tradicional de conectar los errores que comenten algunos instaladores no experimentados.

Figura 26. Opciones de cableado



Fuente: Cableados. http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. Consulta: 21 de septiembre de 2018.

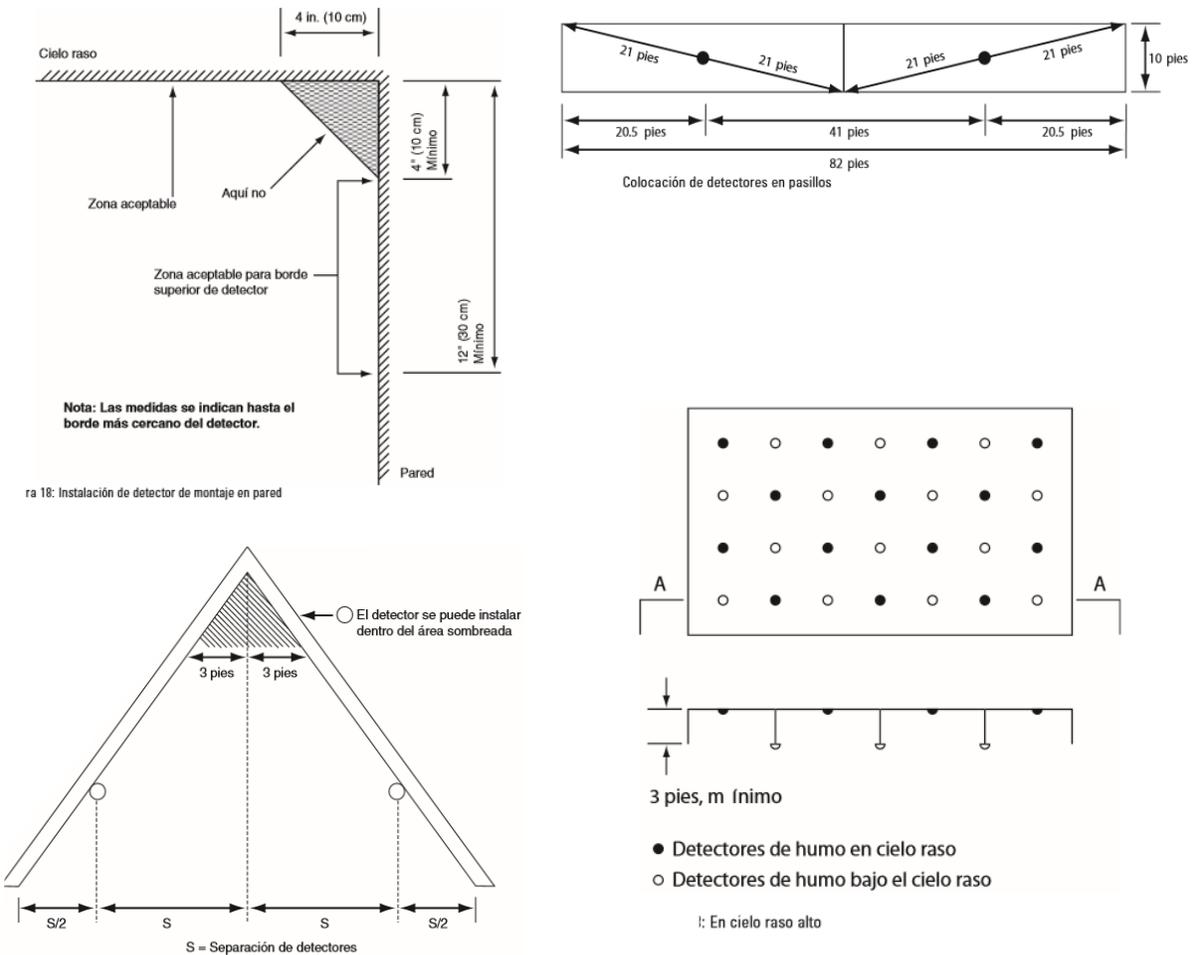
La conexión de la figura 28, opción a), es llamada derivación "T" y es el error más común de los instaladores, ya que, si se genera una desconexión después del ramal derivado, no se producirá ninguna señal de alarma.

Por el contrario, en la opción b, cualquier desconexión que exista hará que se genere una falta de supervisión alertando el panel central.

2.17.4. Guía de montaje de los detectores

Siempre deben tomarse en cuenta las recomendaciones del fabricante y las normas NFP72, las recomendaciones aquí propuestas están basadas en humo detectores.

Figura 27. Montaje y distribución de detectores



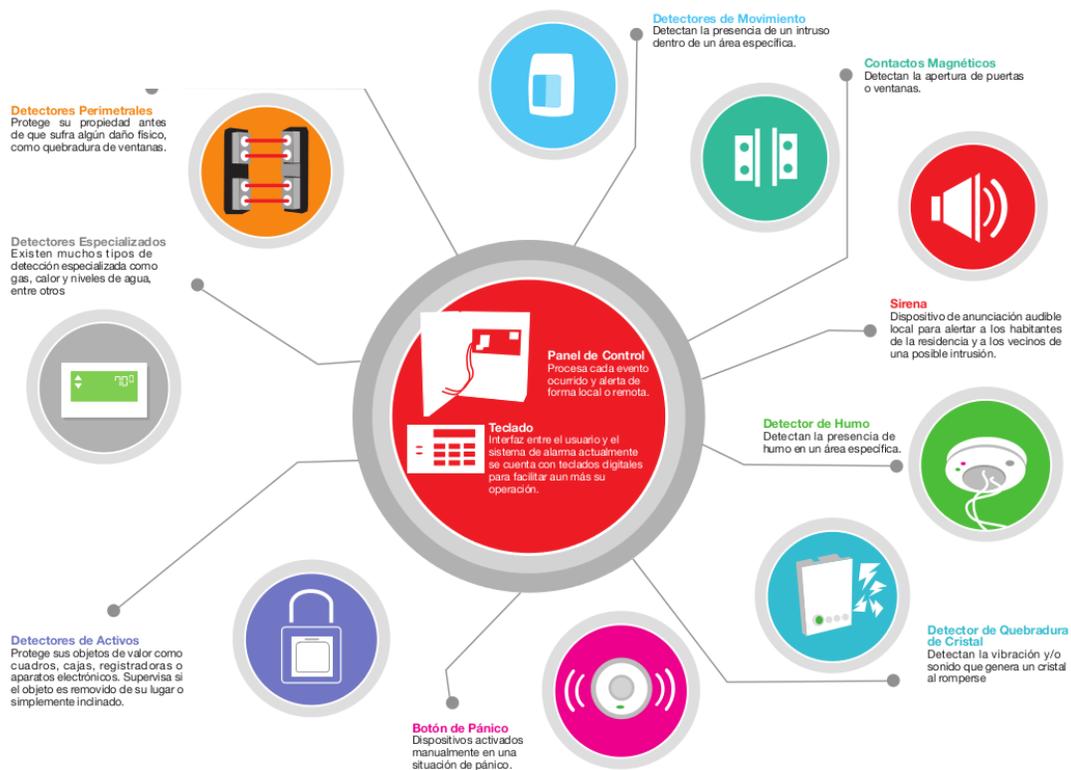
Fuente: Montaje y distribución.

http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. Consulta: 21 de septiembre de 2018.

2.18. Sistemas de seguridad electrónica robo e intrusión

En este apartado se hará una descripción de los componentes electrónicos de un sistema de intrusión, los diferentes tipos de elementos y sus clasificaciones de acuerdo a las variables físicas, estructurales y otras que apliquen, todo lo aquí descrito es importante, ya que respaldan los criterios de selección para la etapa de diseño e implementación del proyecto.

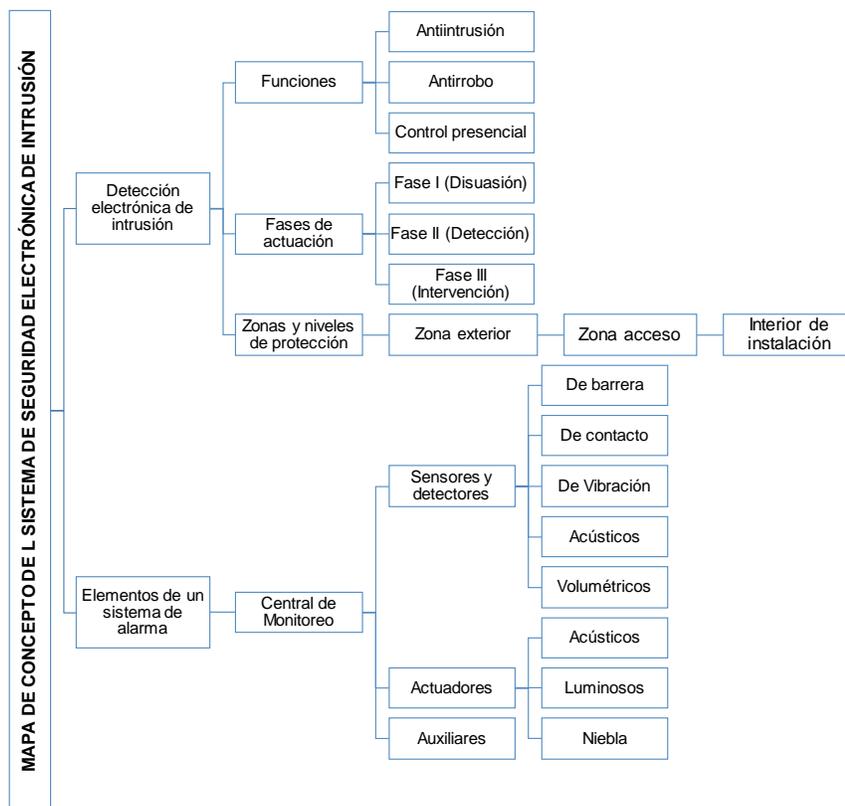
Figura 28. Elementos que integran un sistema de robo e intrusión



Fuente: Sistemas de control.<http://staccess.com.mx/de-que-elementos-se-compone-un-sistema-de-alarma>. Consulta: 1 de octubre.

Para entender un poco más los sistemas de alarma contra intrusión a continuación vemos un mapa conceptual que nos ayudará a tener claridad y las bases fundamentadas para la etapa del diseño.

Figura 29. **Mapa de concepto de los sistemas de robo e intrusión**



Fuente: elaboración propia.

Un sistema electrónico contra robo e intrusión es aquel que combina una serie de elementos con funciones específicas para la cobertura de siniestros en instalaciones de pequeño, mediano o gran tamaño, las funciones mínimas que debe cumplir un sistema de este tipo son: anti intrusión, control de presencia, antirrobo y en algunos casos control de acceso.

Las instalaciones en las que se implemente un sistema de alarma deben cumplir con la fase I que es la disuasión, esto se logra colocando rótulos en una parte visible de las instalaciones a proteger, en la fase II que es la detección se debe cumplir con las dos condiciones básicas, activación de los elementos detectores y avisadores audibles o lumínicos de las áreas internas y externas, es muy importante que la segunda condición básica se cumpla con la conexión a una central de monitoreo de alarmas ya que estos ejecutarán un protocolo específico y generan una solicitud de reacción de patrulla o fuerzas de seguridad pública, cumpliendo así con la fase III que es la verificación o intervención.

Figura 30. **Fases de disuasión, activación e intervención**



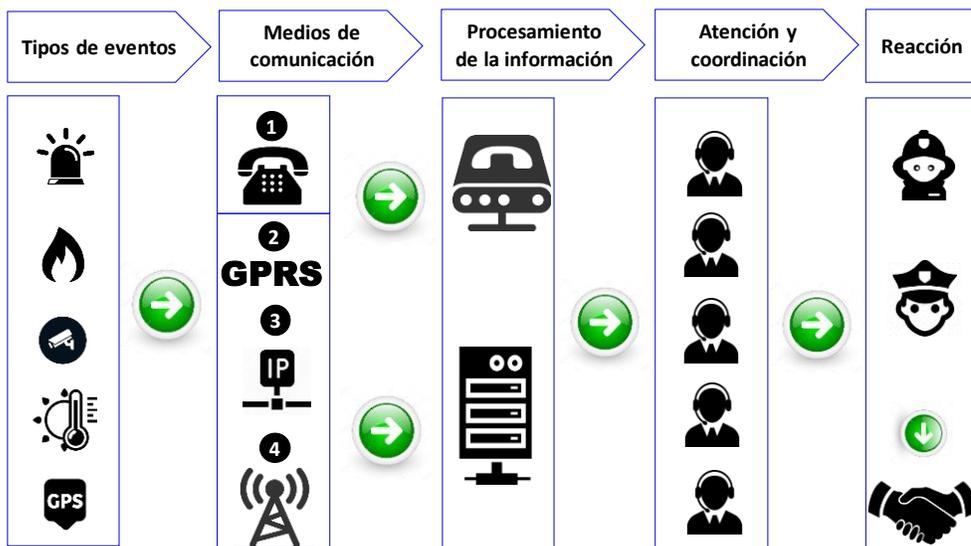
Fuente: elaboración propia

2.18.1. Central de monitoreo

Las centrales de monitoreo son aquellas que constan de un receptor de señales enviadas por los sistemas de alarma ubicados en casa del cliente bajo los formatos, DTMF (Contact ID), Pulso (Extended) y FSK (SIA), siendo este receptor el encargado de la decodificación de los datos enviados trasladándolos a un programa de gestión de alarmas siendo este el encargado de presentar en una forma amigable y específica para la toma de decisiones en cada evento

presentado. Los medios de comunicación con los que se realiza este envío de información es por medio telefónico, GPRS o bien ethernet.

Figura 31. **Funcionamiento de una central de monitoreo**



Fuente: elaboración propia.

2.18.2. Detectores de un sistema de intrusión

Estos son los iniciadores de todo el sistema y su reacción puede deberse a variaciones de funcionamiento eléctrico, dentro de estas podemos mencionar un contacto normalmente abierto a cerrado o viceversa, incremento o disminución de la resistencia, los detectores pueden ser manuales o automáticos, otra clasificación es de acuerdo a la fuente de alimentación, si es externa se les llama activos y si la energía es proporcionada por el panel de alarma son llamados pasivos.

Los parámetros más importantes del funcionamiento dependen del diseño, algunos detectores tienen la capacidad de recibir señales o bien emitir señales para informar su estado.

Tabla IV. **Señales de un sistema de intrusión**

Señales de Alarma	Señales de verificación	Señales sin operativo
Emergencia	Informativas	Apertura
Pánico	Apertura irregular	Cierre
Apertura con coacción	Falta de apertura	Cierre temprano
Robo	Falta de cierre	Test
Fuego	Bypass de zona	Restauraciones
Sabotaje (sistema armado)	Sabotaje (sistema desarmado)	
Emergencia médica	Falta de Test (sistema desarmado)	
Fallo sistema armado	Fallo sistema desarmado	
Falta de test		
Fallo de batería		
Fallo de línea telefónica		
Restauración todas las anteriores		

Fuente: elaboración propia.

Las señales de ingreso son las proporcionadas por el panel central hacia los dispositivos, estas pueden ser:

- Alimentación, si esta baja de su nivel necesario para el funcionamiento emite una señal de alarma.
- Supervisión o control, como su nombre lo indica permite verificar constantemente el estado del detector.
- El panel central tiene la capacidad de poder enviar señales de prueba al dispositivo para verificar su funcionamiento.

Las señales de salida son las que proporcionan los dispositivos, estas pueden ser:

- Cuando tenemos un contacto normalmente cerrado y pasa a un estado abierto se genera una señal de alarma hacia el panel central, de igual forma los detectores son capaces de autoanalizarse y enviar la información.
- Si un detector es manipulado, hay un corte de algún conductor se genera una señal de sabotaje.
- Por un mal funcionamiento del dispositivo se puede generar una señal de fallo.

Debemos tomar en cuenta los factores de operación ya que estos nos darán información del funcionamiento, todo lo referente a la tasa de probabilidad de detección se le llama índice de detección, otro es la tolerancia a las falsas activaciones, este factor debe tenerse muy claro a la hora de tomar la decisión de un detector ya que esto generara en el futuro un gasto excesivo en envío de patrullas o bien falta de veracidad de la información, se representa como el “coeficiente que relaciona el número de señales accidentales producidas en el mes o por año de funcionamiento.

Este indicador se puede relacionar con la inmunidad a la lluvia, la nieve, el viento, y otras fuentes de alarma que presenta el detector ¹⁶

El factor que especifica el espacio y el funcionamiento en el cual la detección es segura, independientemente de las dispersiones externas.

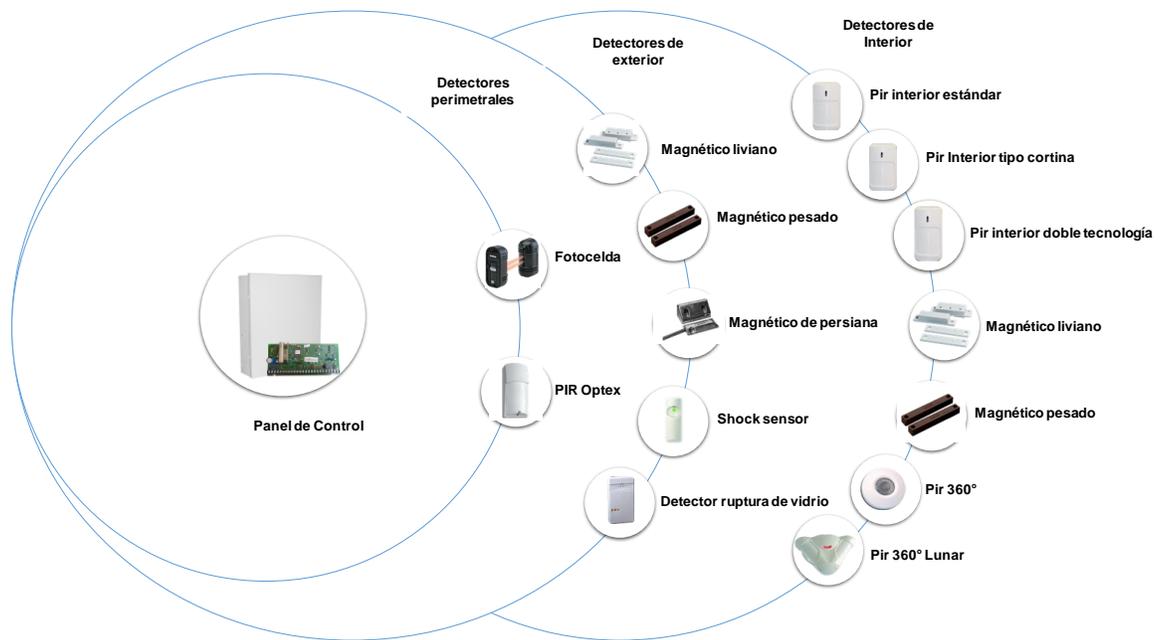
¹⁶ RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad Electrónica*. p. 131

La probabilidad de detección guarda relación con el alcance efectivo, el alcance útil y el alcance de trabajo del detector, a esto le llamamos Índice de detección.”¹⁷

2.18.3. Tipos de iniciadores

Los tipos de indicadores se describen en los siguientes subtítulos

Figura 32. Clasificación de los detectores de acuerdo a su ubicación



Fuente: elaboración propia.

¹⁷ RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad Electrónica*. p. 132.

2.18.3.1. Detector de movimiento

Son elementos usados para detección de intrusos en interiores, trabajan mayormente detectando la variación de temperatura infrarroja. Son capaces de mantener vigilado un recinto detectando el movimiento de cualquier posible intruso que entre en el espacio cubierto. Principalmente, pueden ser de tipo infrarrojo, microondas o mixtos de dos de estas tecnologías. Algunos de ellos admiten protección para evitar sabotaje. Se dispone de dos tipos pasivo, usando sensor piroeléctrico y los de doble tecnología que combinan elemento piroeléctrico con microondas.¹⁸

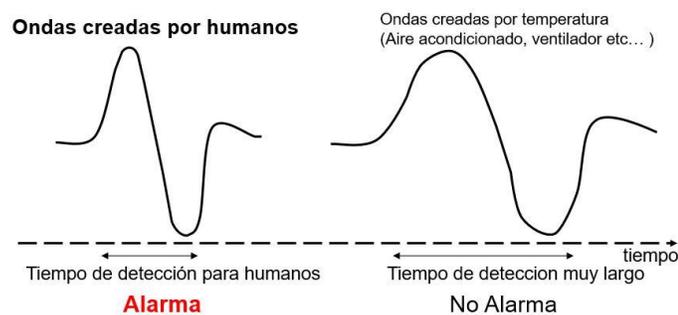
2.18.3.2. Detectores pasivos infrarrojos (PIR)

Basan su funcionamiento en el principio de la radiación infrarroja, esta es un tipo de radiación electromagnética o bien llamada radiación térmica, que por su longitud de onda se encuentra situada dentro de la luz visible y las microondas, pero su relación de frecuencia es a la inversa. Su rango de longitud de onda va desde los 0,7 hasta los 1 000 micrómetros, tomando en cuenta que todos los cuerpos emiten una radiación infrarroja cuando alcanzan 273 grados centígrados, los pasivos infrarrojos reaccionan ante la presencia de la radiación de los seres humanos y los animales, inicialmente cuando se instalan determinan la radiación a su alrededor, tienen la capacidad de filtrar la radiación entre 5 a 14 micrómetros que es donde se encuentra la radiación humana a 36 grados centígrados.

¹⁸ LEÓN ROCA, Cesar Juan. *Circuito Diseño de un sistema de seguridad electrónica para una institución bancaria*. p. 131.

El PIR está compuesto de un sensor piroeléctrico que en conjunto con un transistor de efecto campo FET que amplifica la señal eléctrica cuando existe un cambio en la variación de la radiación, esto acompañado de un lente Fresnell que divide el área protegida en sectores, cuando se cumplen las características del evento como amplitud, frecuencia o duración se activa un relé enviando la información al panel de control generando una alarma por cambio de estado.

Figura 33. **Comparativo de señales de radiación para la detección**

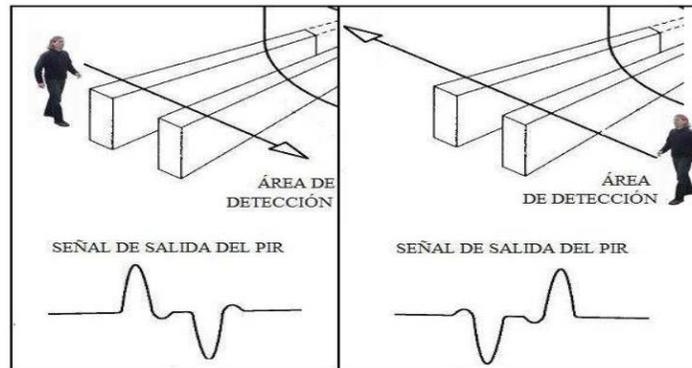


Fuente: Señales de radiación. <https://www.hommaxistemas.com/optex-serie-cdx-detectores-movimiento-grado-3/>. Consulta: 30 de octubre 2018.

“Cuando una persona pasa frente al sensor, cada uno de los elementos se activa en forma secuencial y generan un cambio de tensión eléctrica, el cual puede ser positivo o negativo dependiendo de la dirección en que se pase. Al ser opuestas las polaridades de los sensores, necesariamente los pulsos generados serán de diferente polaridad”¹⁹

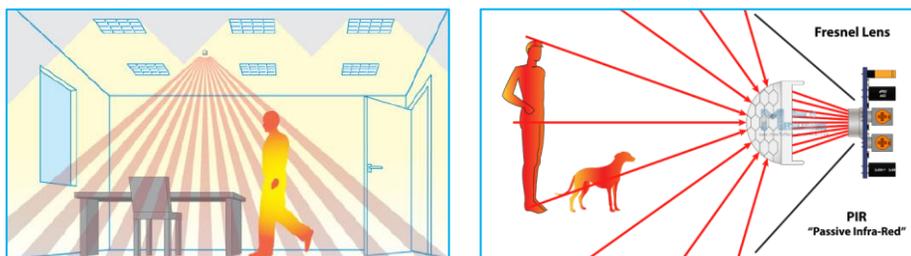
¹⁹ QUINGA QUISHEPE, Amparo Leonor. *Diseño y construcción de un prototipo contador de personas para sitios cerrados, utilizando sensores PIR (Piroelectric Infrared Radial) y Sensores de ultrasonido* Consulta 30 de octubre 2018, p. 118.

Figura 34. **Cambio de polaridad en sensores piroeléctricos**



Fuente: QUINGA QUISHEPE, Amparo Leonor. *Diseño y construcción de un prototipo contador de personas para sitios cerrados, utilizando sensores PIR (Piroelectric Infrared Radial) y Sensores de ultrasonido*, Consulta: 30 de octubre 2018. p18.

Figura 35. **Patrón de detección de un PIR y lente Fresnell**



Fuente: GORMAZ GONZALEZ, Isidoro. *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares de edificios*.

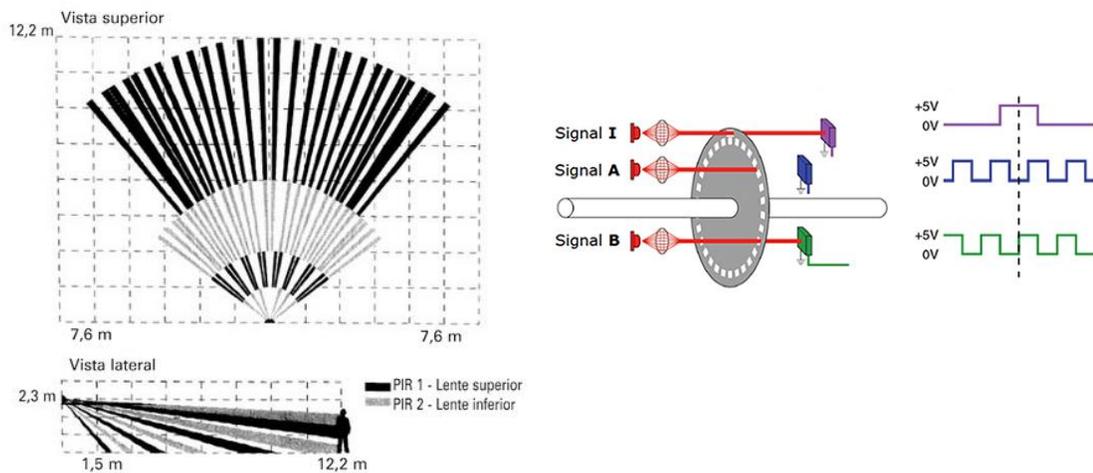
Con el fin de eliminar las falsas alarmas los fabricantes se han dado a la tarea de diseñar diferentes métodos y tecnologías para afinar las señales recibidas, dentro de estas podemos mencionar:

2.18.3.3. Doble movimiento

El detector consta de dos sensores piroeléctricos uno inferior otro superior y un filtro de luz, con esto se logra que el censado simultáneo no sea una condición de disparo de alarma, sin embargo, una secuencia de ingreso de señales hace que se pongan en un estado activo de emisión de alarma.

En el detector normal si existe una detección fuera del patrón se genera una alarma, por lo que se diseñó un patrón con contador de pulsos, donde cada pulso es una detección y se puede programar de dos hasta cuatro pulsos para la reducción de las falsas alarmas.

Figura 36. Patrón doble detección y activación por pulsos



Fuente: GORMAZ GONZALEZ, Isidoro. *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares de edificios.*

Existen diferentes tecnologías de detección, que permiten discriminar mascotas, mayor seguridad ante sabotajes, mejor calidad de detección entre

otros, a continuación, daremos breve explicación de cada uno de estos desarrollos.

2.18.3.4. Tecnología cuádruple

Es un detector que consta de cuatro sensores piroeléctricos en un mismo infrarrojo con detección independiente, pero simultánea para darse la condición de disparo.

Figura 37. **Patrón de detección tecnología cuatro sensores piroeléctricos**



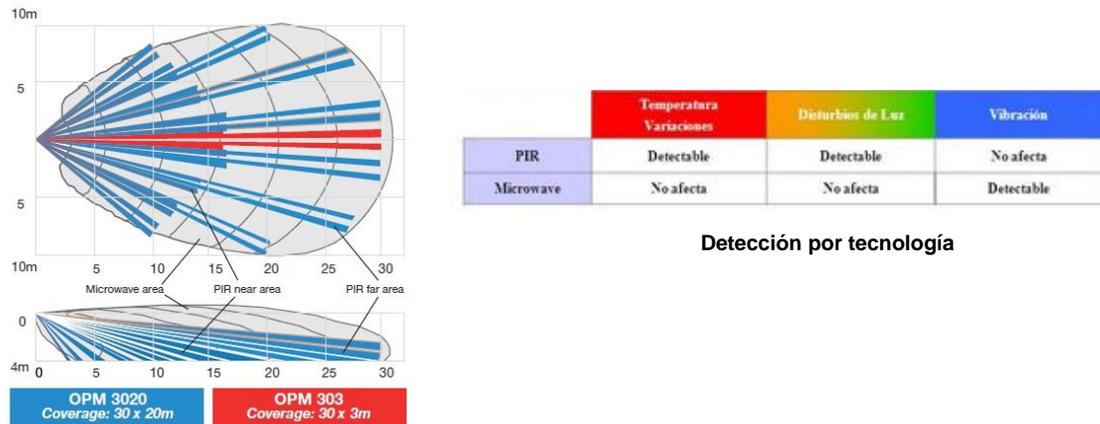
Fuente: Sensores piroeléctricos. http://www.rnds.com.ar/articulos/015/RNDS_100W.pdf, 20 octubre 2018.

2.18.3.5. Doble tecnología

Tienen la capacidad de detección por medio microondas e infrarrojo en un solo dispositivo, con una administración interna que regula la no intervención de las microondas en otras áreas de cobertura, este tipo de detectores permite poder individualizar o dejar en funcionamiento solamente la detección por infrarrojo, consta de tres *leds* indicadores, rojo condición de alarma, amarillo infrarrojo y verde microondas.

Su uso es recomendado para instalaciones donde las variaciones de temperatura son generadoras de falsas alarmas.

Figura 38. Patrón de radiación infrarrojo y microondas



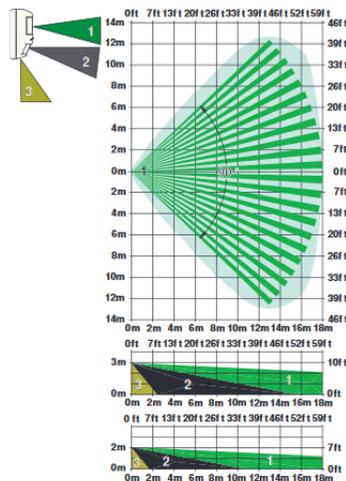
Fuente: Radiación.

<http://www.sicuralia.com/sensor%20volumetrico%20Doble%20Tecnologia.htm>. Consulta: 20 de octubre 2018.

Las mascotas el mayor enemigo de los detectores de intrusión, la tecnología antimascotas está diseñada para discriminar todas detecciones de radiación de cuerpos menores a cuarenta y cinco kilogramos.

Cuando un detector por medio de su microcontrolador es capaz de administrar y almacenar patrones de detección para luego compararlos y definir si existe o no un patrón fuera de lo que tiene establecido generando un estado de alarma se denomina triple tecnología. Muy recomendado para exteriores ya que consta de dos detectores infrarrojos con una detección de microondas

Figura 39. Patrón de detección de un PIR triple tecnología



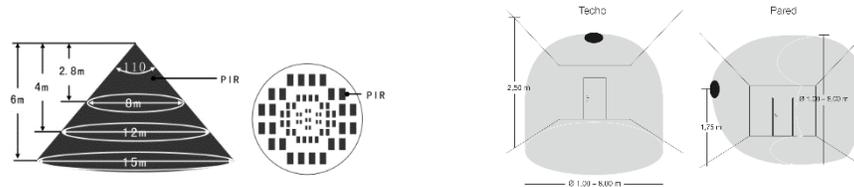
Fuente: <http://tripletecnologia.com>.

[//resource.boschsecurity.us/documents/ISC_PDL1_WA18x_Data_sheet_esAR_9007201864357771.pdf](http://resource.boschsecurity.us/documents/ISC_PDL1_WA18x_Data_sheet_esAR_9007201864357771.pdf). Consulta: 20 octubre 2018.

2.18.3.6. Los infrarrojos de techo o bien llamados 360 grados

Están diseñados para cuando tenemos instalaciones donde no tenemos libertad de detección, por ejemplo; bodegas donde se estiban materiales, estos tienen un patrón de detección en círculos concéntricos volumétricos en forma de cono con vértice en el detector y base en el piso.

Figura 40. Patrón de detección de un pasivo 360 grados



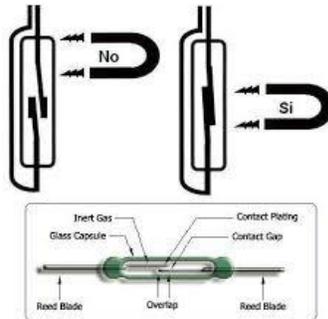
Fuente: Patrón de detección. www.calytel.com, <https://www.calytel.com/detector-de-techo-pir-360-optex-c2x18676012>. Consulta: 20 octubre 2018.

Así podemos continuar mencionando muchas más tecnologías para los detectores PIR, pero en su mayoría son una combinación de las ya mencionadas con uno o más componentes de los soportados en esta sección.

Una protección adicional son los detectores de ruptura de vidrio, cuando existe un quiebre de cristal su frecuencia se sitúa entre los tres y nueve Khz, están dotados con un micrófono que capta esta frecuencia al detectar el sonido particular entra en estado activo generando una señal de alarma al panel central.

El dispositivo más sencillo pero muy versátil para la apertura de puertas es el contacto magnético, que depende del tipo de encapsulado o aplicación se puede clasificar en liviano, extrafuerte o de persiana. Está dividido en dos partes, un imán y un relé activado por un campo magnético o bien llamado *reed switch* en un estado normalmente abierto, este interruptor está compuesto por dos contactos ferrosos encerrados al vacío que al entrar en contacto con el campo eléctrico por la dureza de sus componentes entra en un estado normalmente cerrado enviando así una señal de alarma al panel de control.

Figura 41. **Funcionamiento de un contacto magnético**



Fuente: Contacto magnético. <https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/3981-que-son-los-interruptor-magnetico-reed-switch-0689593949974.html>. Consulta: 30 de octubre del 2018.

2.19. Sistemas de seguridad electrónica video vigilancia y CCTV (Circuito Cerrado de Televisión)

Toda solución de video vigilancia, se hace importante, el hacer el estudio teórico, previo para definir la tecnología por medio de la cual serán distribuidas las señales eléctricas que contienen las imágenes captadas, así como los diferentes componentes de amplificación o distribuidores de señal, de igual forma se deben estudiar los transductores de video que realizan una función inversa, es decir, recuperan la señal eléctrica de video y la convierten de nuevo en imagen.

Es muy importante establecer la diferencia entre video vigilancia y circuito cerrado de televisión, cuando el sistema de CCTV cuenta con un dispositivo de grabación de las imágenes generadas por los elementos que lo componen se convierte en un sistema de video vigilancia y es un sistema de protección activa, por su función de captación, visualización control, grabación y almacenamiento.

Figura 42. **Composición de un sistema de video vigilancia CCTV**



Fuente: RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad electrónica*. p. 176.

2.19.1. Cámaras

El funcionamiento de las cámaras se basa en la captación de imágenes de una zona donde está enfocada u orientada, estas imágenes ingresan y son expuestas a un efecto óptico de descomposición de la luz, logrando con esto la transformación que dejará el paso libre para que el dispositivo captador fabricado de materiales semiconductores de metalóxido y estructurados en forma de matriz, estas divisiones dependiendo de la intensidad de la luz que incide en cada celda se registrará una acumulación de carga ya que se basan en el efecto fotoeléctrico.

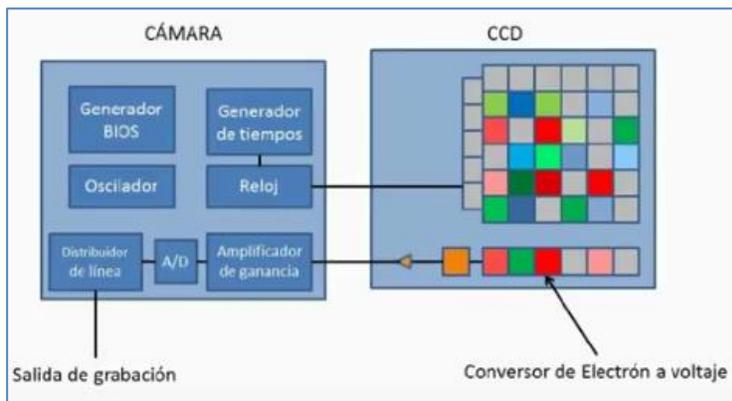
El dispositivo captador es capaz de leer en esta información convirtiendo las cargas en voltaje, entregando una señal analógica para que se realice un procesamiento de digitalización y se pueda mostrar en un monitor.

Los dispositivos captadores de acuerdo a su tecnología pueden separarse en CCD (Dispositivo de carga acoplada) y tecnología CMOS (Semiconductor complementario de metalóxido).

El tamaño del sensor hace parte fundamental de la calidad de imagen que vamos a obtener, entre más grande sea el tamaño del sensor mayores serán los captadores para una misma resolución y mayor será nuestra calidad de captura, es decir, podremos obtener una imagen con menos ruido en condiciones de luz desfavorables.

En el mercado se obtienen con facilidad los tamaños de 1/4 y 1/3 siendo este último el de mayor tamaño y el ideal.

Figura 43. **Modelo de funcionamiento de un sensor de carga acoplada y vista real**



Fuente: Sensor de carga acoplada. <https://www.youtube.com/watch?v=frnc8SS5VeQ>.

Consulta: 4 de noviembre 2018.

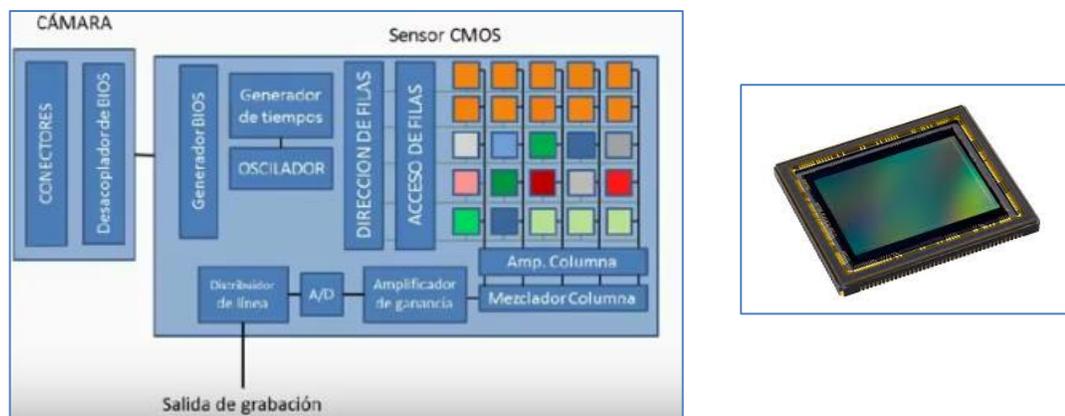
Los captadores tipo CMOS, los fotones que recibe cada celda son convertidos en carga eléctrica y en voltaje en la misma celda receptora, de esta

manera al contrario que en los CCD, las celdas son totalmente independientes de sus vecinas.

Al contrario que el CCD, el sensor CMOS realiza la digitalización píxel a píxel, ello conlleva que el resultado que entrega a la circuitería de la cámara este ya digitalizado.

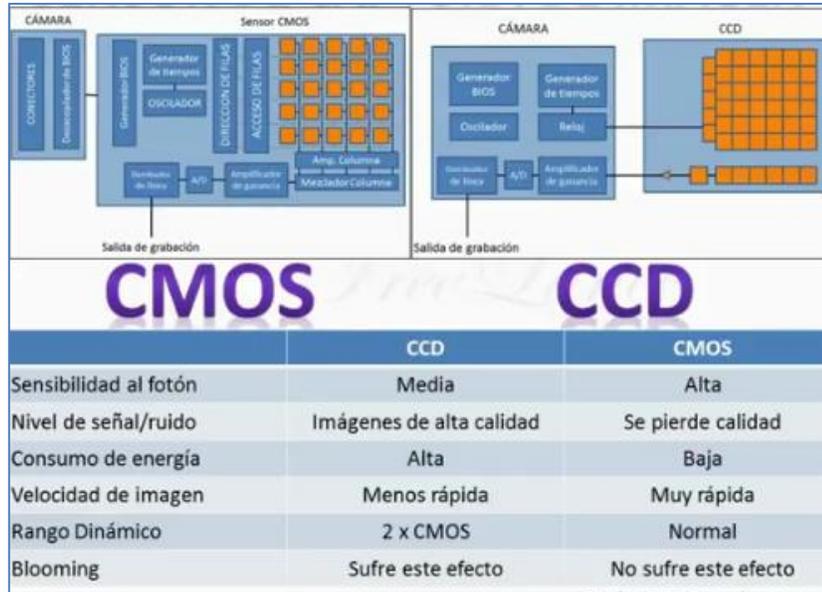
En resumen, CCD obtiene más calidad de imagen a costa de un tamaño mayor y consumo más elevado. Por su lado CMOS es superior en integración y bajo consumo a costa de perder calidad de imagen en situaciones de poca luz.

Figura 44. **Modelo de funcionamiento de un sensor CMOS y vista real**



Fuente: Sensor CMOS. <https://www.youtube.com/watch?v=frnc8SS5VeQ>. Consulta: 4 de noviembre 2018.

Figura 45. Comparativo entre CCD y CMOS



Fuente: Comparaciones CCD-CMOS. <https://www.youtube.com/watch?v=frnc8SS5VeQ>.

Consulta: 4 de noviembre 2018

2.19.2. Cuerpo de la cámara

En el cuerpo de la cámara se ubican todas las tarjetas electrónicas necesarias para la captura de la imagen y recepción de energía. Los puntos de conexión para la salida de video, alimentación y funciones adicionales se ubican en la parte posterior del cuerpo de la cámara, lo importante en este caso es el tipo de protección, este parámetro lo regula la norma CEI 60529 que describe el nivel de ingreso de materiales, agua a los encapsulados de equipo electrónico.

Figura 46. **Norma CEI 60529**



Fuente: Norma CEI, Comisión de Electrotecnia Internacional.

2.19.3. **Lente de la cámara**

El lente se podría definir como los ojos de la cámara, por medio de este se logra el enfoque de las imágenes, pero la nitidez de la imagen depende de algunas características que revisaremos a continuación.

El formato o tamaño de la imagen, da el dimensionamiento de la imagen que el lente es capaz de dar, se mide en pulgadas y puede ser de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{1}{4}$ ".

Figura 47. **Ejemplo de diferentes formatos de imagen**

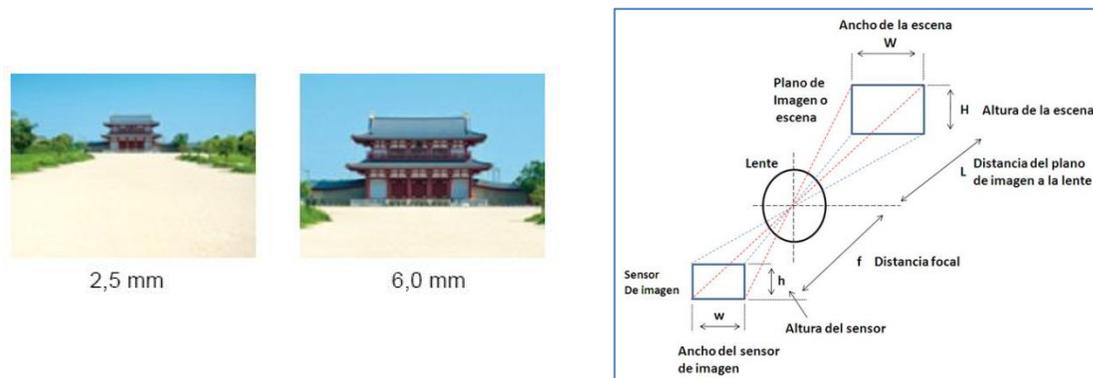


Fuente: RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad electrónica*. p. 178.

2.19.4. Distancia o longitud focal del lente

Es la relación de distancia que existen entre el punto focal de concentración de luz y el dispositivo concentrador, en consecuencia, podemos decir que a mayor distancia focal mayor será la imagen mostrada o viceversa. Esta distancia se mide en milímetros los más utilizados en CCTV son de 2,5mm a 50 mm.

Figura 48. Ejemplo gráfico de la distancia focal



Fuente: RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Julián. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad electrónica*. p. 178.

A una distancia conocida y ancho del objeto a visualizar, podemos determinar de forma aproximada la distancia a la que debe estar instalada la cámara, utilizando la siguiente fórmula:

$$f = \frac{h \times D}{H}$$

Donde:

f = es la distancia focal

h = es la anchura del elemento CCD (mm)

D = es la distancia de la posición del objeto a visualizar

H = es anchura del objeto a visualizar

Podemos decir que a menor distancia focal mayor es el campo visual, si esta se encuentra en el rango de los 2,8 mm a los 4 mm, se les llama gran angular y si son mayores a los 6 mm se les llama lente telescópica, este concepto obedece al de ángulo visor.

Otra característica base para determinar el tipo de lente es la luminosidad, es la cantidad de luz que puede transmitir la lente y teóricamente se obtiene de dividir la distancia focal entre la apertura máxima que proporciona y se presentan en formato $f1.0$ y $f1.6$, esta apertura puede clasificarse en fija o variable.

Las aperturas variables son llamadas varifocales, permiten variar la distancia focal y el ángulo de apertura por medio de un zoom motorizado, alejando o acercando determinado objeto,

Es importante mencionar que todas las cámaras cuentan con un Iris, que es el encargado de regular la iluminación, en el mercado se encuentran Iris fijo, estos se utilizan cuando la iluminación es constante, Iris cuando hay variaciones de la luz, por otro lado, cuando tenemos una ubicación de la cámara en el exterior es recomendable utilizar auto iris ya que con su función realiza una función estabilizadora de la luz que ingresa.

Las cámaras deben contar características muy puntuales para su mejor funcionamiento, dentro de estas podemos mencionar:

- **Sensibilidad:** proporciona la capacidad de reproducción de imágenes de video en condiciones de baja iluminación. Es la cantidad de iluminación mínima de una escena para obtener la señal de video. La sensibilidad se mide en LUX. Las cámaras blanco y negro tienen en general una sensibilidad de 0,01 LUX. En cambio, las cámaras color tienen una sensibilidad aproximada de 0,1 a 1 LUX.
- **Resolución:** es la medida de la calidad con que se reproducen los detalles finos de una escena. Cuantos más píxeles posea el CCD mejor será la resolución de la cámara. Las cámaras estándar tienen 380 líneas de resolución (TVL), mientras que las cámaras profesionales van de las 420 a las 550, llegando hasta 720 o 1080 actualmente TVL.
- Cuando debe visualizarse una escena o un objeto que tiene una luz brillante detrás, deberá seleccionarse una cámara que posea compensación de luz trasera o BLC (*Back-Light Compensation*). Si la cámara está instalada en un ambiente interior, enfocada hacia una puerta de entrada o una ventana y no posee esta función, el reflejo del sol o luz diurna hacen que la imagen en el monitor, sea una silueta negra cuando una persona entre por la puerta o pase frente a la ventana.
- **AES (Shutter Electrónico Automático):** el obturador automático electrónico o AES (Automatic Electronic Shutter en inglés) es el mecanismo que ajusta automáticamente el obturador de la cámara para compensar cambios repentinos en los niveles de iluminación. Si una cámara de CCTV que no posee esta característica, al aumentar la intensidad lumínica en un

ambiente la imagen resultante quedaría sobreexpuesta, haciendo difícil la apreciación de los detalles.

- AGC (Control Ajuste de Ganancia): el Control Automático de Ganancia, cuyas siglas en inglés son AGC (*Automatic Gain Control*), permite ajustar automáticamente la sensibilidad del elemento sensor, regulando la intensidad de la señal para mostrar una imagen balanceada
- Relación Señal /Ruido (S/N *Signal Noise*): mide la inmunidad a ruido eléctrico proveniente de la línea de alimentación. Las normas recomiendan 46 dB como mínimo.

2.19.5. Dispositivos de grabación

En todo sistema de video vigilancia existen los dispositivos de grabación, estos permiten la revisión posterior de la grabación son configurables con diferentes parámetros que le dan una versatilidad, esto permite tener información aun cuando no hay una persona monitoreando las cámaras de seguridad.

Por su tecnología se clasifican en grabadores de disco digitales (DVR) y grabadores digitales en red (NVR), estos deben cumplir con las características mínimas que se mencionan a continuación:

- Capacidad de almacenamiento: esta puede variar entre 500GB hasta 4TB, existen algunos modelos que permiten un arreglo de discos o ampliación de discos.

- Número de canales: son las entradas y salidas analógicas de video los valores más comerciales son 4, 8, 16 canales.
- Formato de codificación de la información del video: NTSC, PAL, VGA, Spot, HDMI, etc.
- Formato de compresión de video: estos equipos utilizan MPEG2, MPEG4, y actualmente el formato de alta definición H.264 / MPEG-4AVC.
- Niveles de calidad de grabación: se pueden encontrar en el mercado HD, Full HD, HQ y SHQ entre otros.
- Formato de compresión del audio: pueden ser MP3 lo más común, pero también puede encontrarse formatos acc, wma, o wav.
- Velocidad de actualización de la grabación: esta es medida en fps (frames por segundo), las más comunes están dentro de 100, 200, 400 fps o ips.
- Resolución de grabación: las más comunes son 720 x 256, 720 x 576 o 704 x 576.
- Modo de grabación: este es un parámetro que permite grabar por espacios programados, grabación continuada o bien por video sensor mejor llamada por movimiento.

3. PROCESO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

Para este proyecto se trabajó sobre el método cualitativo utilizando la herramienta de comparación llamada Método Mosler, debido a la carencia de valores numéricos o monetarios era el que mejor se adaptaba y este se basa en la combinación de la probabilidad, la estadística y a través de matices esquemáticas donde podemos medir tanto la frecuencia, magnitud y los efectos que puede provocar un hecho delictivo, permitiéndonos actuar a tiempo, prevenir riesgos futuros al proteger la vida de las personas, inmuebles y bienes de forma metódica, obtener el resultado de una evaluación correcta de forma científica y no empírica como realizan muchas empresas de seguridad sus evaluaciones aún en la actualidad.

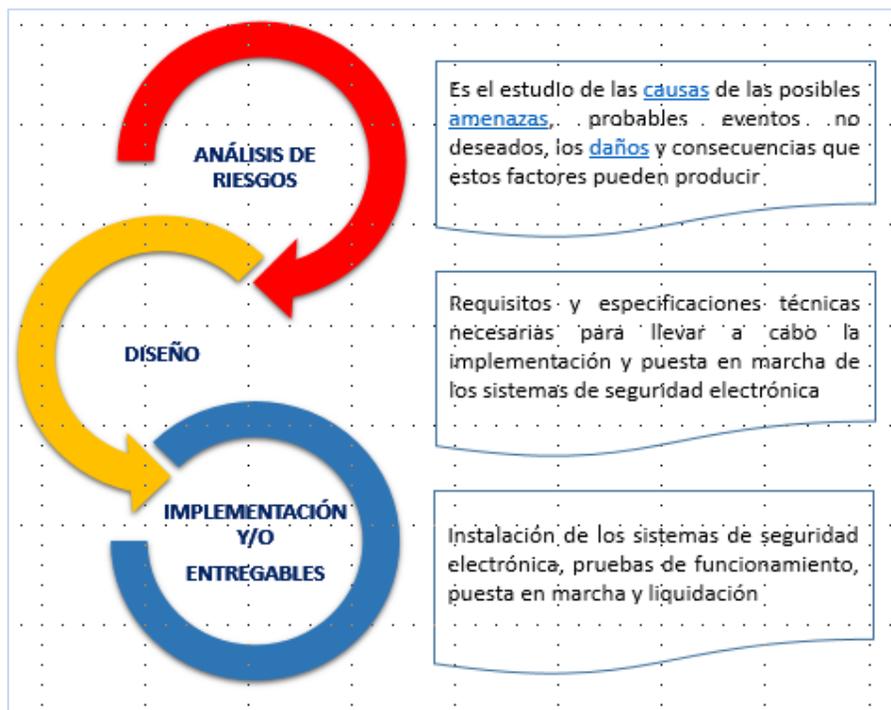
En todo proyecto es importante una fase de investigación de la situación actual, para determinar las acciones a tomar, las etapas fueron una investigación teórica y bibliográfica, como se puede observar en la sección 2.2, del capítulo dos (Antecedentes investigativos sobre la seguridad electrónica en la Universidad de San Carlos de Guatemala), se hizo una búsqueda en todo el repositorio de la biblioteca central de la Universidad de San Carlos para determinar la cantidad de estudios realizados o relacionados en el campo de la seguridad electrónica, aplicados y ejecutados en las instalaciones de la universidad.

De igual forma se realizó una exhaustiva investigación bibliográfica en revistas, libros, hojas de datos técnicas, páginas web de fabricantes y tesis de proyectos relacionados con el tema a nivel mundial.

Se utilizaron métodos de simulación tridimensional y herramientas de medición, visualización en tiempo real para la confirmación de los métodos de simulación por medio de software y métodos de análisis de grabación de video aéreo, en algunos sistemas se utilizaron métodos tradicionales de cálculo de variables para algunas de las soluciones a implementar.

En todo proyecto de seguridad electrónica es importante cumplir con las fases del proyecto.

Figura 49. **Etapas del proyecto de seguridad electrónica**



Fuente: elaboración propia.

3.2. Informe análisis de riesgo

En esta etapa se tiene como objetivo principal, la recopilación y análisis de información, con un estudio previo de las características y necesidades de las instalaciones donde se realizará la implementación del proyecto de los sistemas de seguridad electrónica.

Figura 50. Fundamentos de la delimitación del proyecto



Fuente: elaboración propia.

La etapa inicial del análisis de riesgos es determinar las causas por lo que recopilar información de riesgos, realizando un análisis de riesgo de la infraestructura y sus alrededores es importante previo a cualquier proyecto de seguridad, esta información se obtuvo por medio de un estudio de campo recorriendo las instalaciones interna y externamente, para complementar el estudio se realizaron sobre vuelos con un *Dron Phantom 4* y se tomaron fotografías aéreas.

Figura 51. **Dron y tomas aéreas de las instalaciones de EPS**



Fuente: Instalaciones de EPS de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Una vez se obtiene la información, es necesario analizar y delimitar riesgos que puedan ser mitigados por la seguridad electrónica, estudiar planos para definir areas internas o externas zonas a proteger, así como investigar

sobre tecnologías y sistemas de seguridad electrónica aplicables con que se logrará definir las bases para la fase de diseño.

Lo anterior para elaborar los entregables de la fase inicial del proyecto, un informe del análisis de riesgo de la infraestructura y sus alrededores del area de EPS, asi como, elaborar informe de los riesgos a mitigar en el proyecto y definir que sistemas de seguridad electrónica se aplicarán en la etapa de diseño.

Figura 52. **Diagrama del método Mosler de acciones realizadas y resultados del análisis de riesgo**

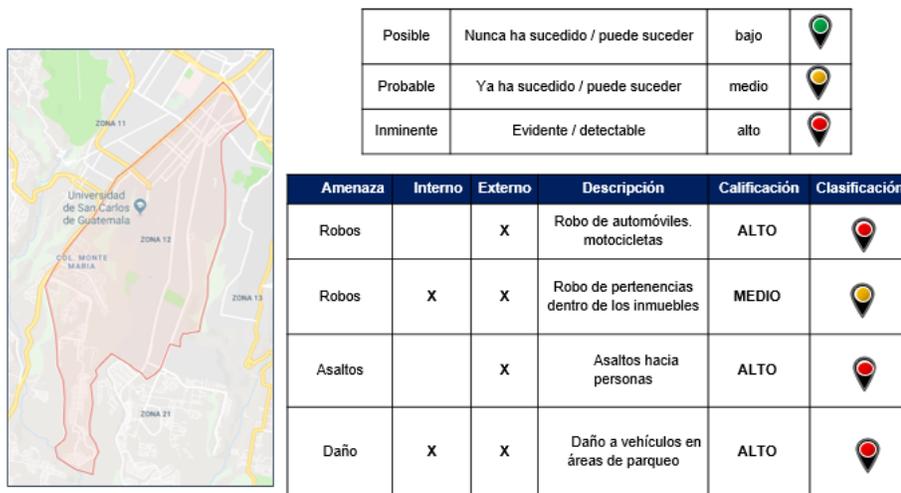


Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Amenazas de la zona

Para poder determinar las amenazas de la zona se realizó una investigación sobre publicaciones realizadas en páginas web de noticieros, periódicos, redes sociales a nivel nacional como internacional, así como un estudio de campo donde se revisaron las amenazas de la zona.

Figura 53. Diagrama de las amenazas de la zona



Fuente: elaboración propia.

Esta muestra la clasificación de los niveles, descripción, clasificación y calificación de las amenazas de acuerdo a su entorno.

3.2.2. Matriz de riesgos

La matriz de riesgos se realizó utilizando las puntuaciones del método de Mosler, básicamente es un resumen de la metodología aplicada, se aprecia

cómo se realizaron los cálculos sobre los diferentes criterios explicados en el capítulo dos.

Tabla V. **Resumen de la metodología de Mosler**

TIPO DE RIESGO	ANÁLISIS DE RIESGO					
	Función	Sustitución	Profundidad	Extensión	Agresión	Vulnerabilidad
Robo de automóviles.	5	5	5	3	3	5
Robo de motocicletas	5	5	5	3	3	5
Robo de pertenencias del personal que labora en el área	4	4	4	1	5	3
Robo de pertenencias institucionales	5	5	4	4	5	3
Asaltos hacia el personal que labora en el área	5	3	4	1	5	5
Daño a vehículos en las áreas de parqueo	4	3	4	2	5	5

TIPO DE RIESGO	ANÁLISIS DE RIESGOS					RIESGO
	I F X S	D P X E	C I + D	PR A X V	ER C X PR	
Robo de automóviles.	25	15	40	15	600	ALTO
Robo de motocicletas	25	15	40	15	600	ALTO
Robo de pertenencias del personal que labora en el área	16	4	20	15	300	MEDIO
Robo de pertenencias institucionales	25	16	41	15	615	ALTO
Asaltos hacia el personal que labora en el área	15	4	19	25	475	MEDIO
Daño a vehículos en las áreas de parqueo	12	8	20	25	500	MEDIO

Puntaje	Riesgo
Riesgo Bajo	Entre 1 y 200
Riesgo Medio	201 a 600
Riesgo Alto	601 o más

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Análisis y clasificación de los riesgos en las diferentes áreas de las instalaciones de EPS

Para poder determinar las áreas a proteger, se definieron estas mismas y se clasificaron de acuerdo a su nivel de amenaza, el tipo de entorno en que se clasifica, esto nos da la herramienta para el tratamiento de los riesgos por medio de la seguridad electrónica

Tabla VI. Clasificación de las áreas a proteger

Ubicación	Amenaza	Interno	Externo	Calificación	Clasificación	Descripción
Áreas perimetrales	Intrusión.		X	Inminente.		El área perimetral izquierda se encuentra una malla muy baja que impide el ingreso de personas o sustracción de información o daño hacia el personal o vehículos por esta área, mientras que del lado derecho no hay absolutamente nada que pueda impedir que se materialice un hecho delictivo
Accesos	Intrusión.		X	Inminente.		Se cuenta con 2 portones de metal uno es para acceso principal donde ingresa el personal que labora y usuarios, no cuenta con una garita de seguridad y/o presencia de seguridad armada. El segundo portón no es del área de ...
Parqueo	Robo	X	X	Inminente.		Existen varias áreas de parqueo, pero no cuentan con ningún control de que vehículo ingresa o de cómo se parquea lo cual constituye un riesgo latente y potencial
	Daño					
Oficinas administrativas	Robo de información o bienes	X	X	Inminente.		Las oficinas tienen 2 ingresos, ninguno posee control para ingresar o un medio disuasivo al ya estar dentro pueda detener un hecho delictivo desde intrusión, vandalismo por descontento hasta robo de tesis, equipo electrónico o bienes del personal

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Tratamiento de los riesgo y amenazas por medio de la seguridad electrónica

Como hemos observado, a través de diferentes métodos y técnicas utilizadas en el proceso de este proyecto se definió qué subsistemas de la seguridad electrónica se adaptan de la mejor manera para intervenir el riesgo y priorizar las amenazas de las instalaciones.

Figura 54. **Priorización de amenazas y recomendaciones de intervención**



Fuente: elaboración propia.

Para la presentación de los resultados del análisis de riesgo se realizó una presentación presencial, con documentación de respaldo a las autoridades de la unidad de EPS donde se explicó todo lo relacionado al análisis de riesgo y se presentaron las propuestas de los diferentes subsistemas.

3.3. Etapa de diseño

Esta etapa tiene como objetivo realizar el diseño de requisitos, especificaciones técnicas necesarias para llevar a cabo la implementación y puesta en marcha de los sistemas de seguridad electrónica, así como mitigar o definir los sistemas disuasorios de los riesgos que se definen en las conclusiones del informe general de análisis de riesgos.

Dentro de las acciones a realizar esta evaluación de las tecnologías, comparativo de especificaciones, cálculos y diseño de configuraciones de los sistemas de seguridad electrónica.

Elaboración de los planos de la Unidad de EPS, con las especificaciones reales de los productos a instalar, con la arquitectura y configuración exacta que se requiere, planos que incluyan ubicación de elementos, con los cálculos necesarios, detalladas, y esquemas exactos.

La figura 45, nos da la pauta para iniciar con la etapa de diseño ya que se establecen las ubicaciones específicas de las instalaciones, así como las recomendaciones de los subsistemas para y el tratamiento del riesgo para las diferentes áreas.

3.3.1. Diseño del sistema detección de incendio

El resumen de amenazas y priorización nos indica que en la parte interna de las oficinas administrativas se recomienda la instalación de un sistema de detección de incendio, basados en los resultados de la matriz de riesgo y la inspección ocular de las instalaciones, tomando en cuenta materiales inflamables en infraestructura o almacenaje, se presenta la tabla IV el resumen:

Tabla VII. **Resumen de parámetros observados y determinados para la elección de los elementos del sistema de detección de incendio**

		Materiales inflamables	Gas combustión	Humos visibles	Altura (metros)	Largo (metros)	Ancho (metros)
Area administrativa	Recepción	Papel	N/A	SI	2.65	3.85	4.3
	Lobby	N/A	N/A	N/A	2.65	3.8	4.3
	Oficina de dirección	Papel	N/A	SI	2.65	4.3	4.59
	Salon de catedraticos	Papel	N/A	SI	2.65	11.58	9.54
	Escritorios catedraticos pasillo	Papel	N/A	SI	2.65	3.18	3.18
	Computo	Papel	N/A	SI	2.65	7.4	5.86
	Salon de clase	N/A	N/A	N/A	2.65	5.53	5.07
Area de parqueos	Parqueo catedraticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Parqueo publico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Perimetro	Parte trasera	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Accesos	Ingreso vehicular principal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Ingreso vehicular trasero	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

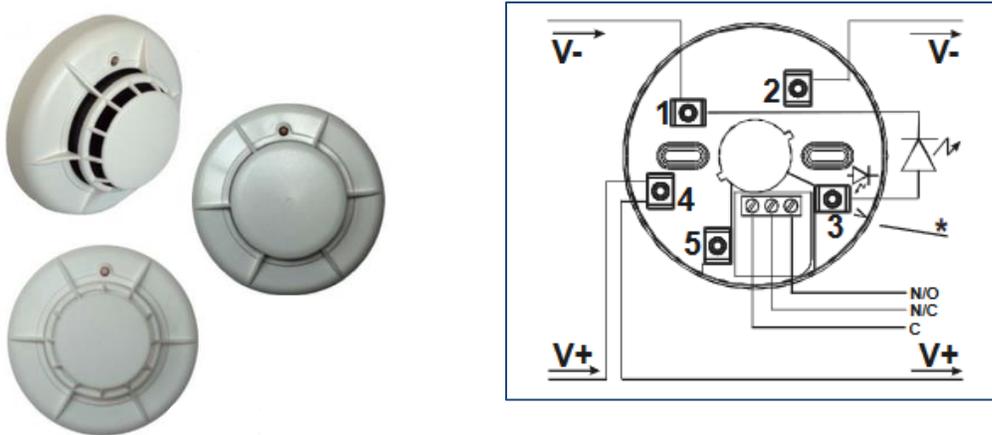
Fuente: elaboración propia.

En su mayoría las instalaciones de EPS almacenan una gran cantidad de papel, pudiéndose observar que es el único material inflamable, por su naturaleza en su etapa inicial al momento de una combustión genera humos visibles, todas las instalaciones están en el rango de altura de los 2,65 metros y el rango máximo de detección de un humo detector es de 12 metros de altura y 9 metros de radio, todas las áreas donde se presenta el humo visible, están debidamente cubiertas colocando un dispositivo, podemos observar que en el área de catedráticos si se coloca un detector tendríamos un margen mínimo de no cobertura, sin embargo, por el patrón de expansión del fuego en forma de nube el área de no cobertura no es significativa por la capacidad del detector de identificar rápidamente el humo.

En cumplimiento con la norma NFP 72, con el análisis anterior y tomando en cuenta la variable precio nos decidiremos por el detector marca *System Sensor* modelo ECO 1003 del fabricante *Notifier de Honeywell*, este es un detector de tipo óptico fotoeléctrico, este modelo es compatible con el panel de

control Vista 48 LA. Las características técnicas están adicionadas en la sección de anexos hojas técnicas de dispositivos.

Figura 55. **Vista real del sensor óptico fotoeléctrico y diagrama de conexión**



Fuente: Sensor óptico. <https://notifier.it/catalogo.asp?id=23&ln=eng>. Consulta: 31 de octubre 2018.

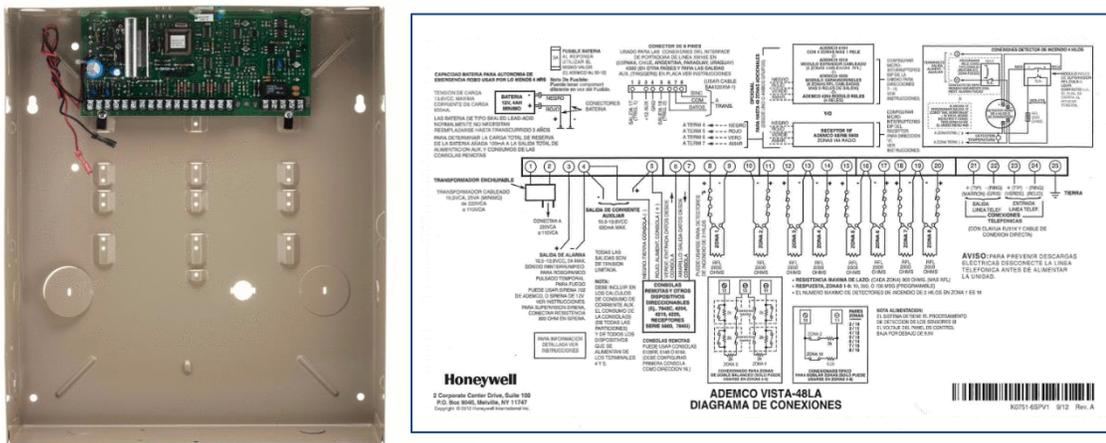
Tomando como base la tabla V, podemos concluir que no es necesaria la instalación de un sistema de supresión de incendios, esto respaldado con el Artículo 135 (Detectores Automáticos) del Acuerdo Gubernativo 229-2014, del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, por lo que nos centraremos únicamente en la instalación de cinco los humos detectores, de la base obtenida en el marco teórico, sabemos que estos al entrar en un modo de alerta envían una señal a la central procesadora de señales o de control.

Para controlar los humos detectores necesitamos un panel de control que maneje un mínimo de ocho zonas cableadas y puedan conectarse diferentes tipos de iniciadores, así como un actuador en caso de alarma, acceso a una

consola remota de programación o administración, conexiones de línea telefónica, entrada de transformador para energizar el sistema, opción de conectar una batería de respaldo, capacidad de poder ampliar hasta cuarenta ocho zonas en caso de un crecimiento a futuro.

Luego de realizar una investigación bibliográfica de marcas de alta, baja y media gama en el mercado guatemalteco, se tomó la decisión de trabajar con el panel de control Vista 48 versión LA, se ajusta a las necesidades actuales de cobertura y apertura de expansión de ser necesario.

Figura 56. **Visa real del panel vista 48LA y su diagrama de conexión**



Fuente: Panel vista 48LA. www.honeywell.com, Consulta: 20 octubre 2018.

3.3.2. **Diseño del sistema contra robo e intrusión**

Para este subsistema, se analizaron las diferentes áreas de las instalaciones de EPS, aunque el análisis de riesgo evidencia que es necesario cubrir todas las zonas de alta vulnerabilidad por intrusión, se acordó en reunión con autoridades universitarias que solamente se cubriría el área que tiene mayor riesgo, la oficina de la Dirección de EPS.

Las medidas en metros de la oficina son altura 2,65, largo 4,3 y ancho de 4,59, se tienen ventanales que permiten el ingreso de luz natural, por estar a orillas de un bosque existe la alta posibilidad de plagas que pudieran causar falsas alarmas, por el nivel de seguridad se hace necesaria considerar un detector PIR de doble tecnología, infrarrojo más microondas con esto se reducirá al máximo las activaciones falsas.

En el mercado existen diferentes marcas, pero guardando la compatibilidad y homogeneidad en marca, nos decidimos por el IS3035 de *Honeywell*, detector PIR cableado con tecnología dual con capacidad de detección de 2 hasta 12 metros y con capacidad de discriminar mascotas menores de 45 kilogramos.

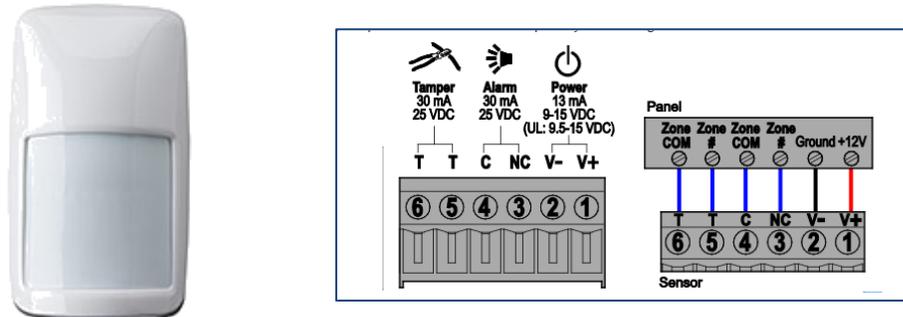
Para el ingreso principal de la oficina se consideró un contacto magnético liviano 7939 de *Honeywell* normalmente cerrado y encapsulado. Un elemento importante de considerar es la batería de respaldo, de acuerdo al estándar del panel vista 48LA, se debe tener como mínimo 12V, 4AH gel, con un alto grado de descarga, cero mantenimiento y elevado número de ciclos de vida.

Figura 57. **Vista real contacto magnético y batería 12VDC 4AH**



Fuente: Contacto magnético. www.honeywell.com, Consulta: 21 octubre del 2018.

Figura 58. **Diagrama de conexión de un IS3035 y vista real de un sensor de movimiento dual y diagrama de conexión**



Fuente: Diagrama conexión. www.honeywell.com, Consulta: 21 octubre del 2018.

Para toda solución de alarma debe contar con una consola de programación con capacidad de verificar y controlar el sistema, para nuestro caso conservando la homogeneidad de la marca se decidió por consola de numérica 6148SP que es una consola remota direccionable y totalmente compatible con el panel Vista 48LA.

Figura 59. **Vista real de consola numérica 6148SP**



Fuente: Consola numérica. www.honywell.com, Consulta: 21 octubre del 2018.

3.3.3. Diseño del sistema de video vigilancia CCTV

Aunque pareciera sencillo implementar un sistema de video vigilancia, no lo es, ya que se debe tener un conocimiento eficiente del funcionamiento y parámetros para iniciar la etapa de diseño profesional, según estadísticas el 90 % de sistemas instalados sin el diseño previo resultan ser frustrantes a la hora de verificar las grabaciones, cantidad de días, fallas, entre otros.

El diseño del sistema de video vigilancia se realizó, en tres modalidades, simulación en sitio con un probador de video CCTV conocido en el mercado como IPC Tester de la marca Epcom con dos modelos diferentes de cámaras haciendo un comparativo de funcionamiento de cada una, poderosa herramienta para soportar cualquier diseño de un sistema de video vigilancia.

Figura 60. Vista real del IPC Tester



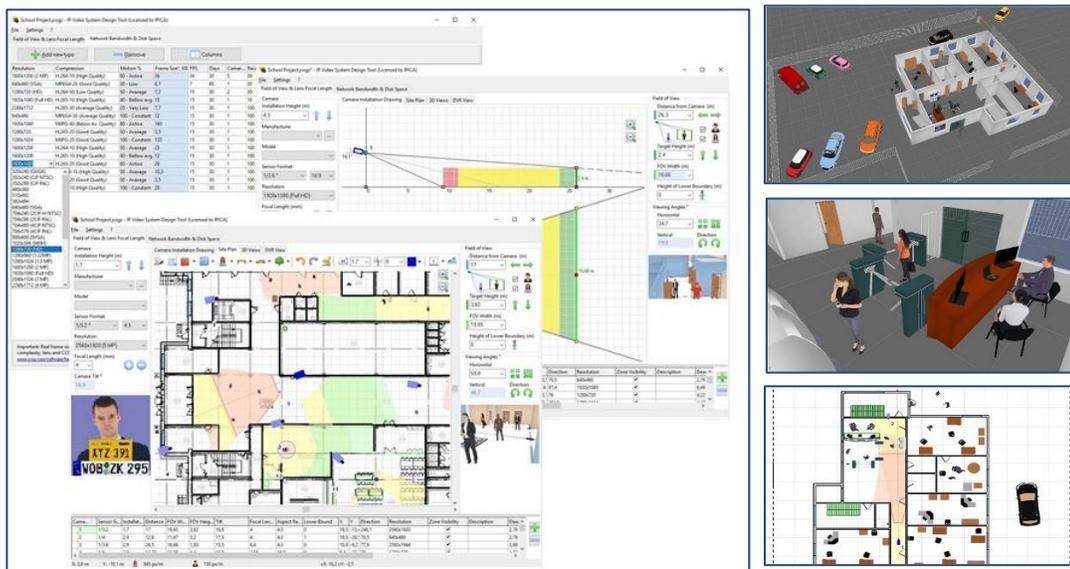
Fuente: Tester. www.epcom.com, Consulta: 30 de octubre 2018.

Una simulación por medio de software, utilizando el reconocido a nivel mundial JVSG CCTV Design Software, recomendado por su versatilidad reduciendo riesgos a nivel de diseño, esta herramienta permite trabajar sobre el

plano real de las instalaciones, simular el mobiliario y personas en movimiento, todo en 3D (tres dimensiones) dando una vista casi real.

Cuenta con diferentes opciones de cálculo para la capacidad de almacenamiento del disco duro, campo de vista, distancia focal, resolución de las cámaras, determinar las zonas muertas para mejorar seguridad por medio del modelado en 2D y 3D.

Figura 61. Software de diseño 3D JVSG CCTV



Fuente: Diseño 3D. <http://www.jvsg.com>. Consulta: 31 de octubre del 2010.

3.3.3.1. Selección del sistema

Cada sistema debe ser diseñado de acuerdo su entorno, deben tomarse ciertos criterios en consideración, sensibilidad, resolución, alcance de captación, ángulo de alcance, tipo de lente, apertura del lente, distancia focal, entre otros.

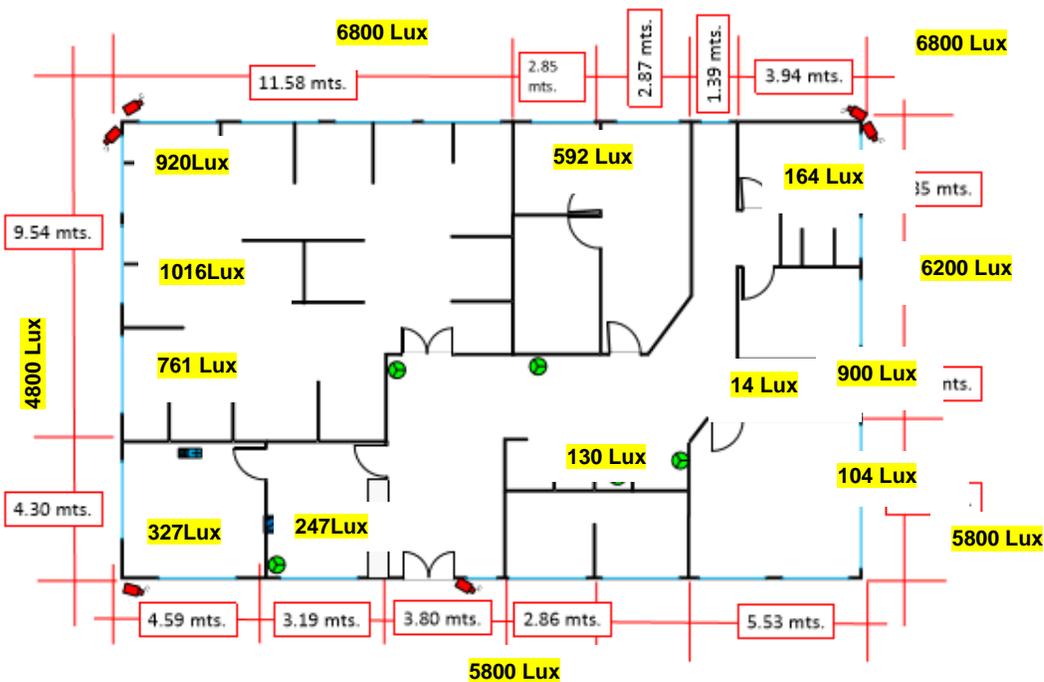
3.3.3.2. Plano de instalaciones con medidas

El primer paso para el diseño del sistema es determinar las ubicaciones a proteger, se logró haciendo una medición y realización del plano de las instalaciones de EPS con sus medidas correspondientes.

3.3.3.3. Estudio de iluminación

El estudio se realizó con un App de celular móvil especial para medir los Lux, el estudio se realizó en el horario de las 16:00, considerando esta hora la más crítica.

Figura 62. Plano de las instalaciones de EPS de Ingeniería y cantidad lux en las diferentes ubicaciones



Fuente: elaboración propia.

3.3.3.4. Criterio para selección de análogo o IP

El criterio utilizado fue el principio Johnson: monitoreo, detección reconocimiento o identificación, debido a que el propósito no es el control de personal sino solo como un medio disuasivo, por lo que se optó por una cámara que es solo para detección y reconocimiento, otro punto que se validó es que no es necesario ver las cámaras remotamente.

3.3.3.5. Cálculo de lente de acuerdo a ubicaciones seleccionadas

Para calcular la distancia focal se utiliza la fórmula:

$$\text{distancia Focal (mm)} = (\text{tamaño de sensor} \times \text{distancia}) / \text{ancho de escena}$$

Tabla VIII. Resultado de distancia focal y lente seleccionado

No.	Ubicación	Distancia Focal	Tamaño del sensor	Distancia (metros)	Ancho de la escena (metros)	Lente aproximado de la cámara	Lente Seleccionado
1	Recepción	4.13	3	11	8	3.6 mm a 4.2 mm	3.6 mm
2	Puerta 1	4.20	3	7	5	3.6 mm	3.6 mm
3	Puerta 2	3.60	3	6	5	3.6 mm a 4.2 mm	3.6 mm
4	Archivos	4.20	3	7	5	3.6 mm a 4.2 mm	3.6 mm
5	Archivos 2	4.20	3	7	5	3.6 mm a 4.2 mm	3.6 mm
6	Ingreso exterior	4.50	3	15	10	3.6 mm a 6 mm	varifocal
7	Parqueo	5.00	3	30	18	3.6 mm a 6 mm	varifocal
8	Parqueo lateral	5.00	3	15	9	3.6 mm a 4.2 mm	varifocal
9	Parqueo atrás 1	3.75	3	10	8	3.6 mm a 4.2 mm	varifocal
10	Parqueo atrás 2	3.75	3	10	8	3.6 mm a 4.2 mm	varifocal
11	Fondo	4.50	3	30	20	3.6 mm a 4.2 mm	varifocal

Fuente: elaboración propia.

Este es uno de los pasos más importantes ya que nos permite realizar la selección de las cámaras a utilizar en el proyecto, de acuerdo a los resultados mostrados en la tabla VI y revisando las diferentes tecnologías en el mercado se solicitaron tres cotizaciones a diferentes proveedores y marcas que coincidieran con los requerimientos, por precio, versatilidad y respaldo en el

mercado guatemalteco nos decidimos por la marca *Hikvision*, los modelos que se adecúan a nuestra solución son los siguientes; (para ver especificaciones más detalladas consultar sección de anexos, hojas técnicas de dispositivos).

Figura 63. Modelos de cámaras seleccionadas

TIPO	MODELO	VISTA REAL
BALA	DS-2CE16D7T-IT5	
MINI DOMO	DS-2CE56C0T-IRPF	

Fuente: www.hikvision.com. Consulta: 2 de octubre 2018.

3.3.3.6. Determinación del calibre para alimentación eléctrica

Cálculos de atenuación de la señal de video, datos y alimentación, para escoger el mejor medio de transmisión en cada caso vs. disponibilidad y costo.

Por disponibilidad y el tipo de conector para reducir el ruido se utilizó cable UTP Cat 5 en todas las cámaras para video y para voltaje cable SPT 2X18 AWG, todos los trabajos de cableado fueron en interior.

Figura 64. Consumo por dispositivo

CAMARA	TIPO	MODELO	V	A	W
1	BALA	DS-2CE16D7T-IT5	12 VDC	0.4167	5
2	BALA	DS-2CE16D7T-IT5	12 VDC	0.4167	5
3	BALA	DS-2CE16D7T-IT5	12 VDC	0.4167	5
4	BALA	DS-2CE16D7T-IT5	12 VDC	0.4167	5
5	BALA	DS-2CE16D7T-IT5	12 VDC	0.4167	5
6	BALA	DS-2CE16D7T-IT5	12 VDC	0.4167	5
7	MINI DOMO	DS-2CE56C0T-IR	12 VDC	0.3333	4
8	MINI DOMO	DS-2CE56D0T-IRF	12 VDC	0.3333	4
9	MINI DOMO	DS-2CE56D0T-IRPF	12 VDC	0.3333	4
10	MINI DOMO	DS-2CE56D0T-IRPF	12 VDC	0.3333	4
11	MINI DOMO	DS-2CE56D0T-IRPF	12 VDC	0.3333	4
A	DVR	DS-7116HGHI-F1	120 AC	0.1667	20
B	MONITOR		120 AC	1.2500	150

Fuente: elaboración propia.

Figura 65. Cálculo de calibre para suministro eléctrico

Calibre de alambre vs distancia en m												
Corriente (A)	6 m	15 m	22 m	30 m	45 m	60 m	75 m	90 m	120 m	150 m	300 m	
0,25	22	22	22	22	22	22	18	18	18	18	16	
0,50	22	22	22	22	22	18	18	18	18	16	14	
0,75	22	22	22	22	18	18	18	16	14	12		
1,00	22	22	22	18	18	18	16	14	12			
1,50	22	22	18	18	18	16	14	12				
2,00	22	18	18	18	16	14	12					
2,50	22	18	16	14	12							
3,00	18	16	14	12								
3,50	18	14	12									

Fuente: http://www.powerstream.com/Wire_Size.htm, Consulta: 02 octubre 2018.

3.3.3.7. Condiciones especiales WDR, DNR y temperatura

Condiciones que se tomaron en cuenta para al rango dinámico, la temperatura del color, la relación señal a ruido y el rango de temperatura o humedad que debe soportar, se tomó en consideración las áreas especialmente las externas para colocar cámaras con rango dinámico (WDR por sus siglas en ingles), ya que el nivel de iluminación afectaba la visualización de las cámaras.

En relación a la señal y ruido las cámaras instaladas poseen DNR (*digital noise reduction*), por lo que, no era necesario desarrollar ningún cálculo adicional a que se colocaron conectores tipo video balun, para el acoplamiento de las señales de video con cable UTP Cat 5 de 100 ohms y evitar interferencias en las cámaras que se instalaron, que operan entre el rango de temperatura de -40 °C to 60 °C, mientras la temperatura registrada los días que se hicieron las visitas oscilaron entre los 17° y 24° (6 de junio 2018), 17° y 26° (2 de julio 2018), 17° y 25° (18 de julio 2018).

3.3.3.8. Nivel de protección de los equipos

El nivel de protección de los equipos que tiene que ver con la humedad, y el nivel de protección que deben de tener los equipos para evitar daños, básicamente podemos decir que todas las cámaras son IP 66, para evitar algún daño, a pesar que se instalaron algunas en el interior del inmueble se desconoce la condensación de humedad que pueda haber en el lugar o si tienen alguna gotera, las cámaras pueden funcionar hasta con un 90° de humedad no condensada en el lugar.

3.3.3.9. Simulación con IPC Tester

En el IPC Tester, se pueden conectar las cámaras directamente, este provee los 12VDC para su funcionamiento, a través de su pantalla permite de proyectar la imagen y poder confirmar que los dispositivos escogidos por medios teóricos sean en la práctica los adecuados, para esta simulación se utilizaron los modelos que se determinaron en la sección 3.3.3.5, se solicitó al proveedor un demo de estos equipos para probarlos en sitio, con esto se pudo confirmar el funcionamiento, lo que nos dio el respaldo para confirmar la compra de las cámaras elegidas.

Figura 66. Simulación de cámaras con equipo IPC Tester

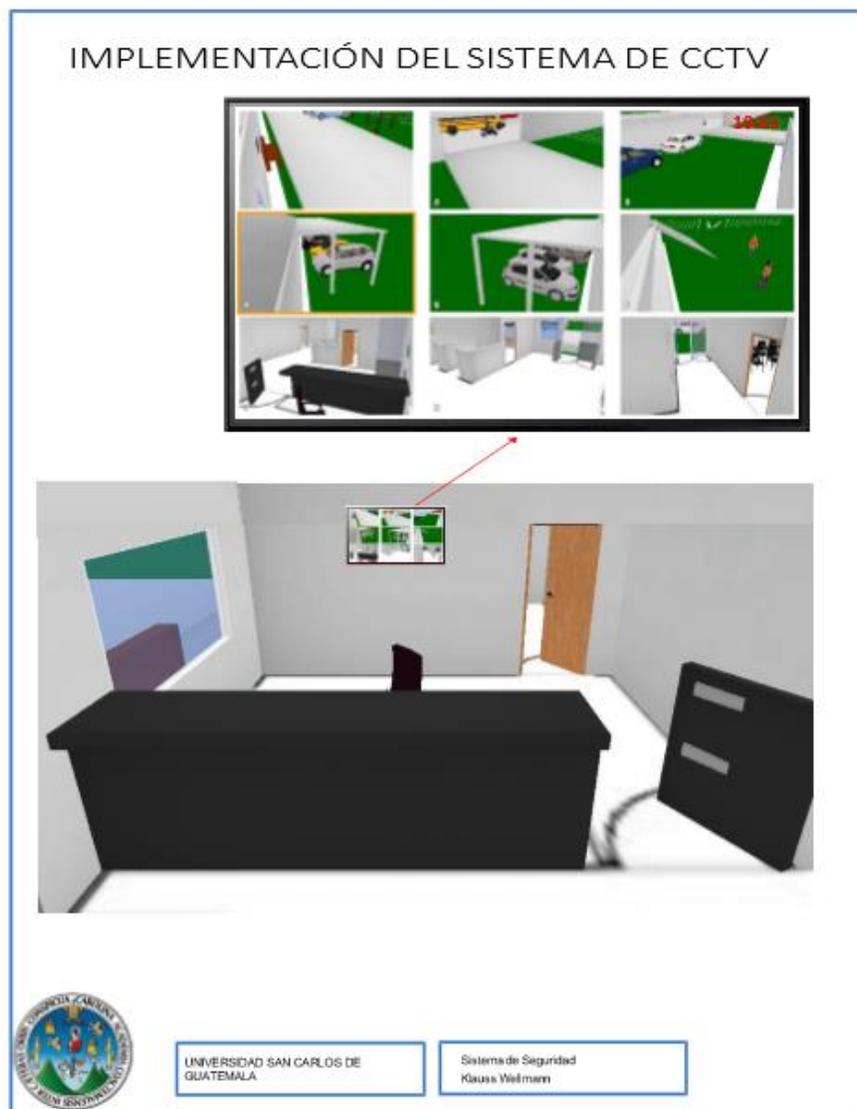


Fuente: Instalaciones de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3.3.10. Simulación con software 3D JVSG CCTV

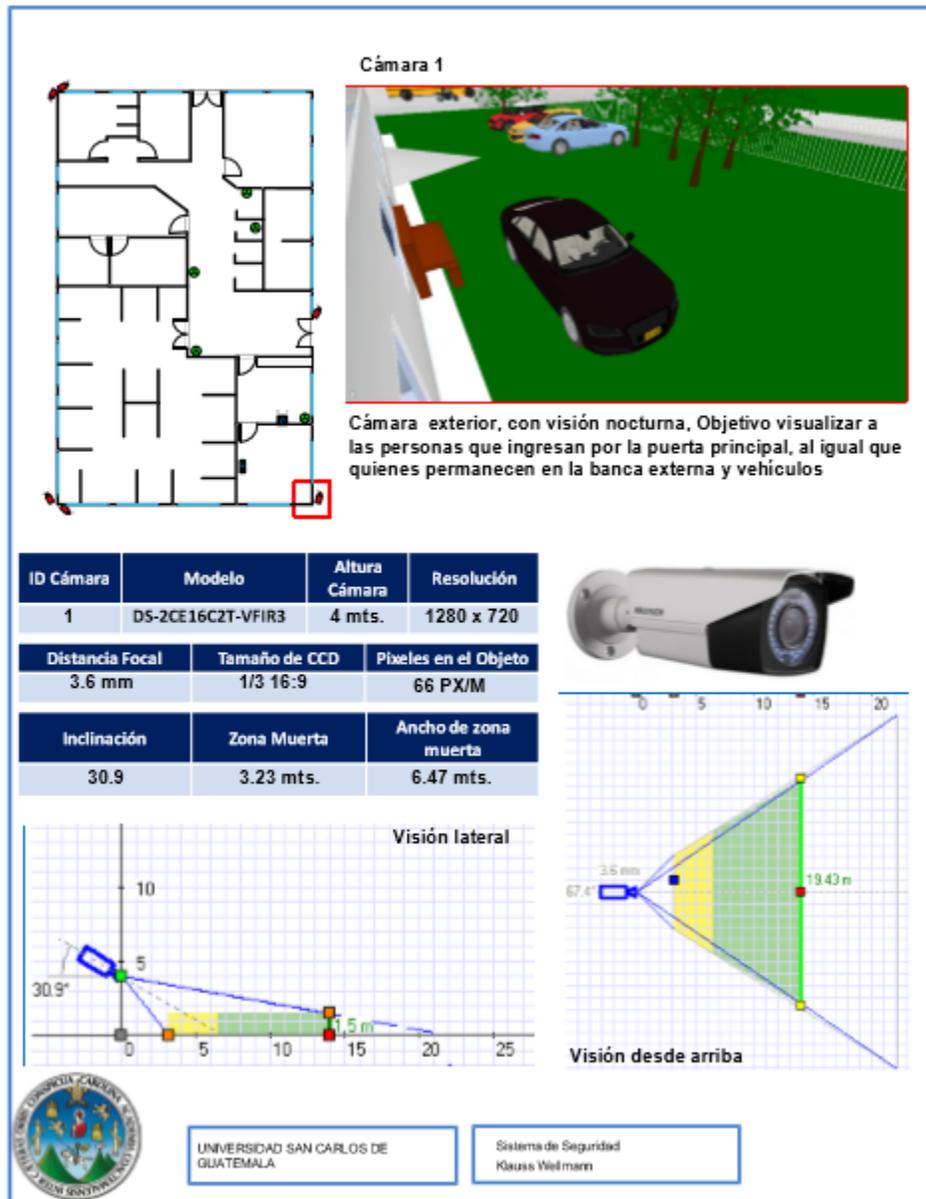
Para esta etapa se utilizaron los parámetros de las cámaras seleccionadas logrando hacer una simulación en 3D de la cobertura.

Figura 67. Simulación de instalación de monitor 43 pulgadas Smart TV



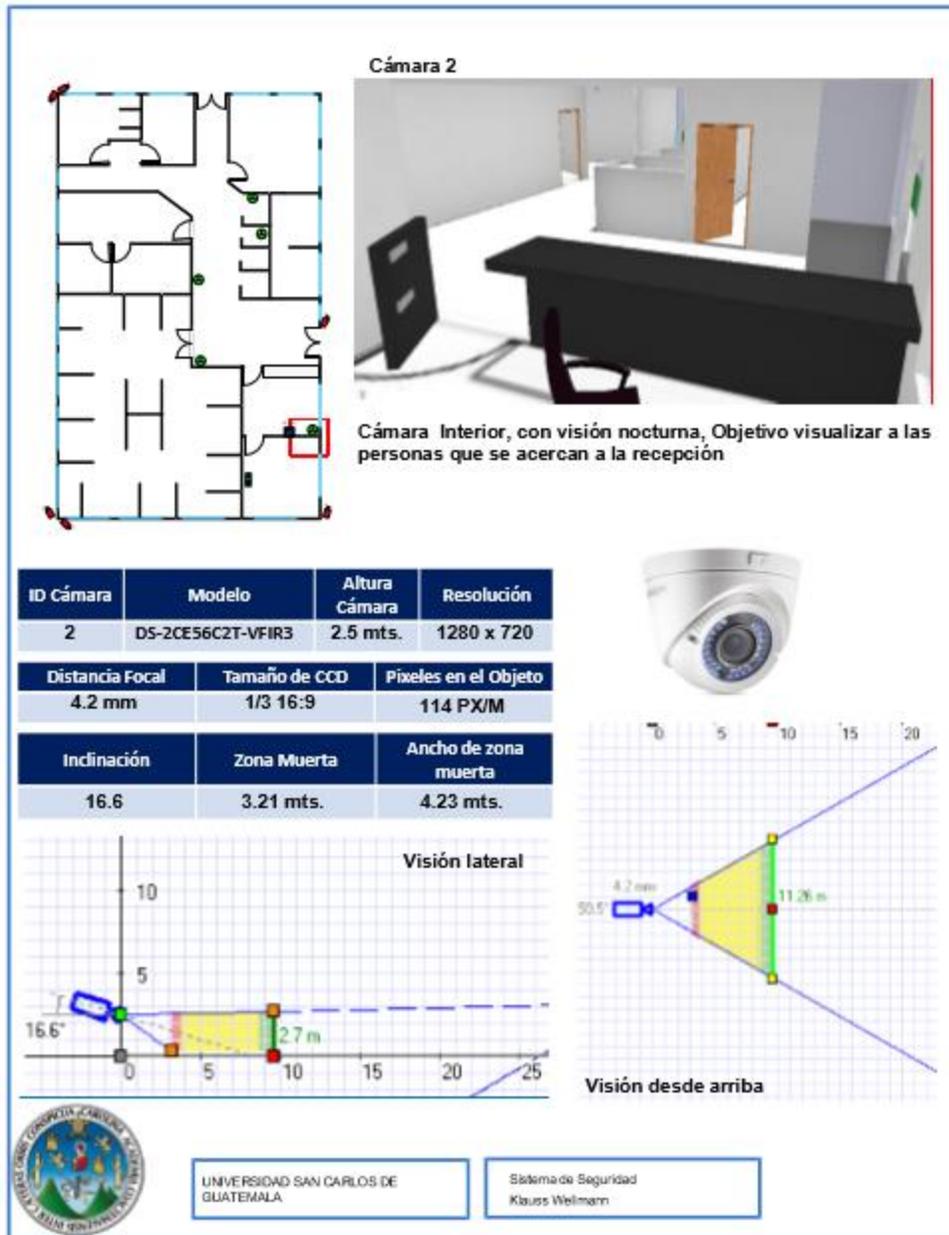
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 68. Simulación cámara 1 parqueo principal



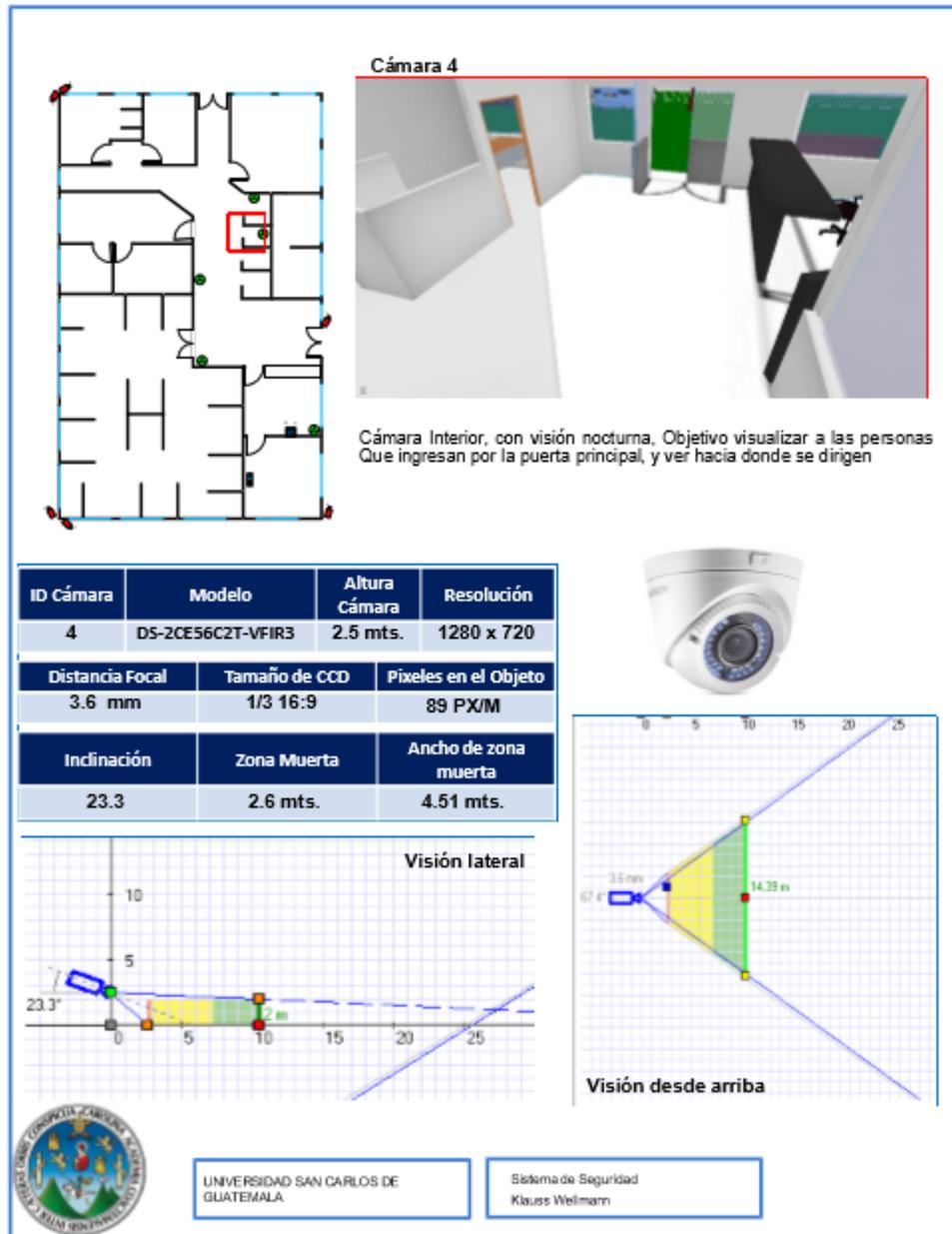
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 69. Simulación cámara recepción



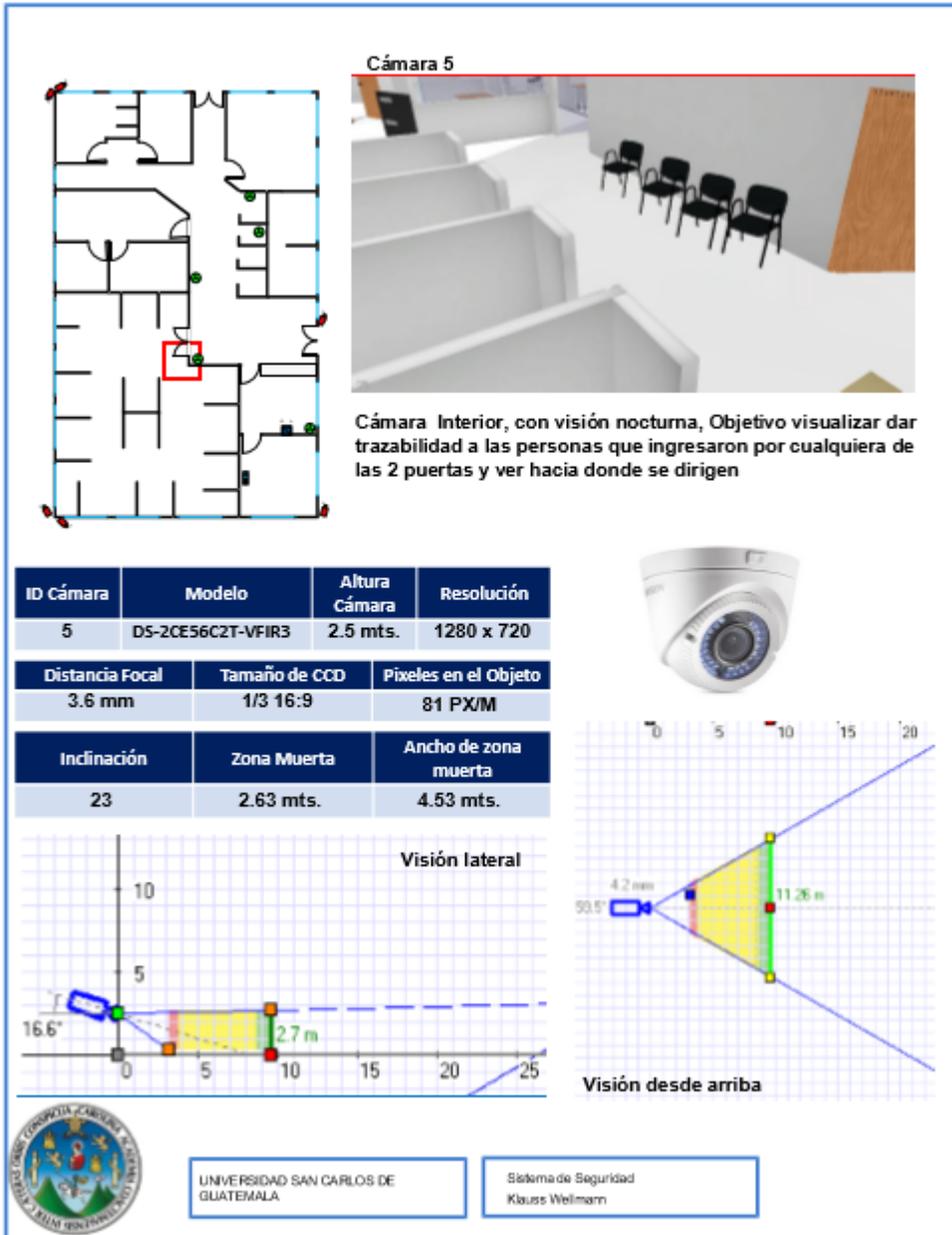
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 70. Simulación cámara ingreso principal



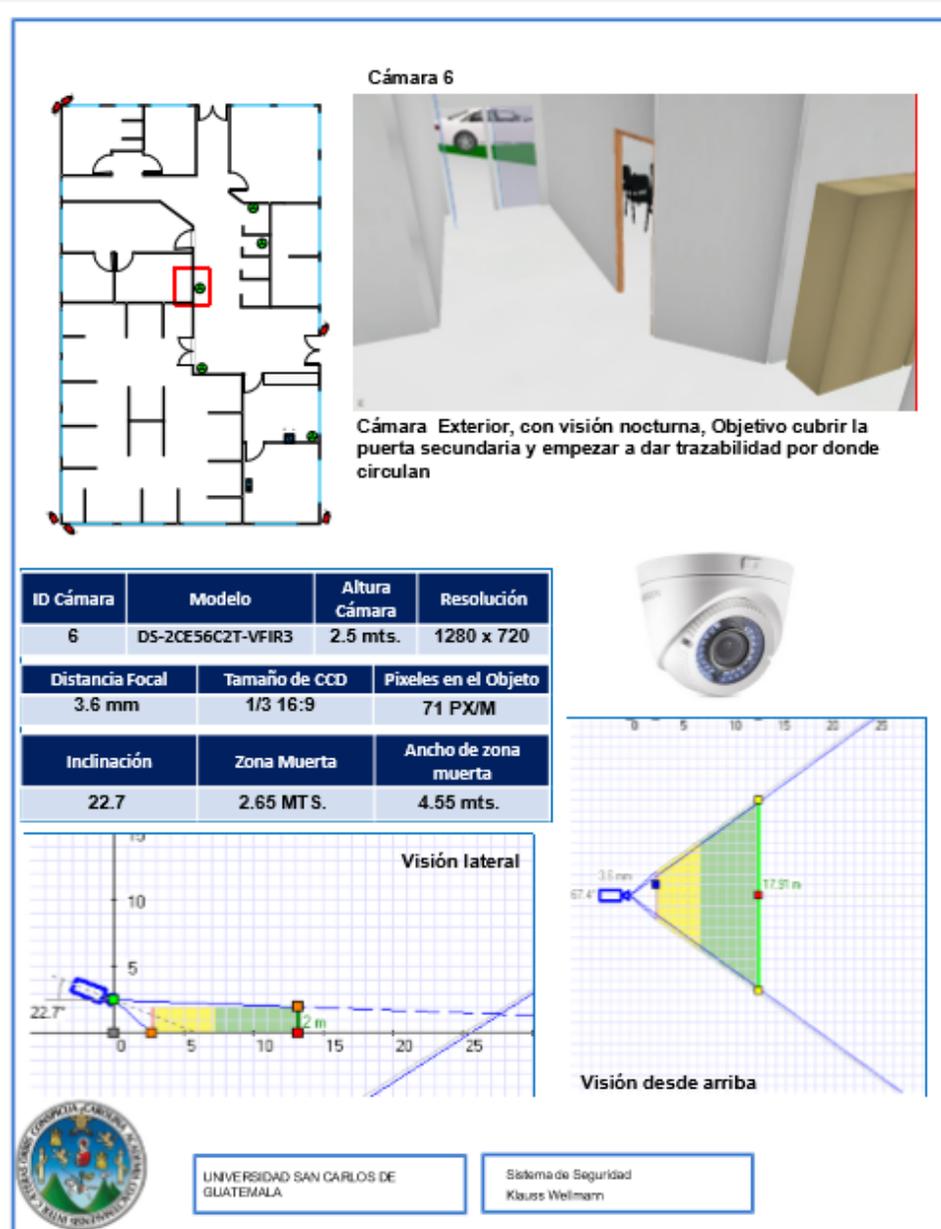
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 71. Simulación cámara pasillo



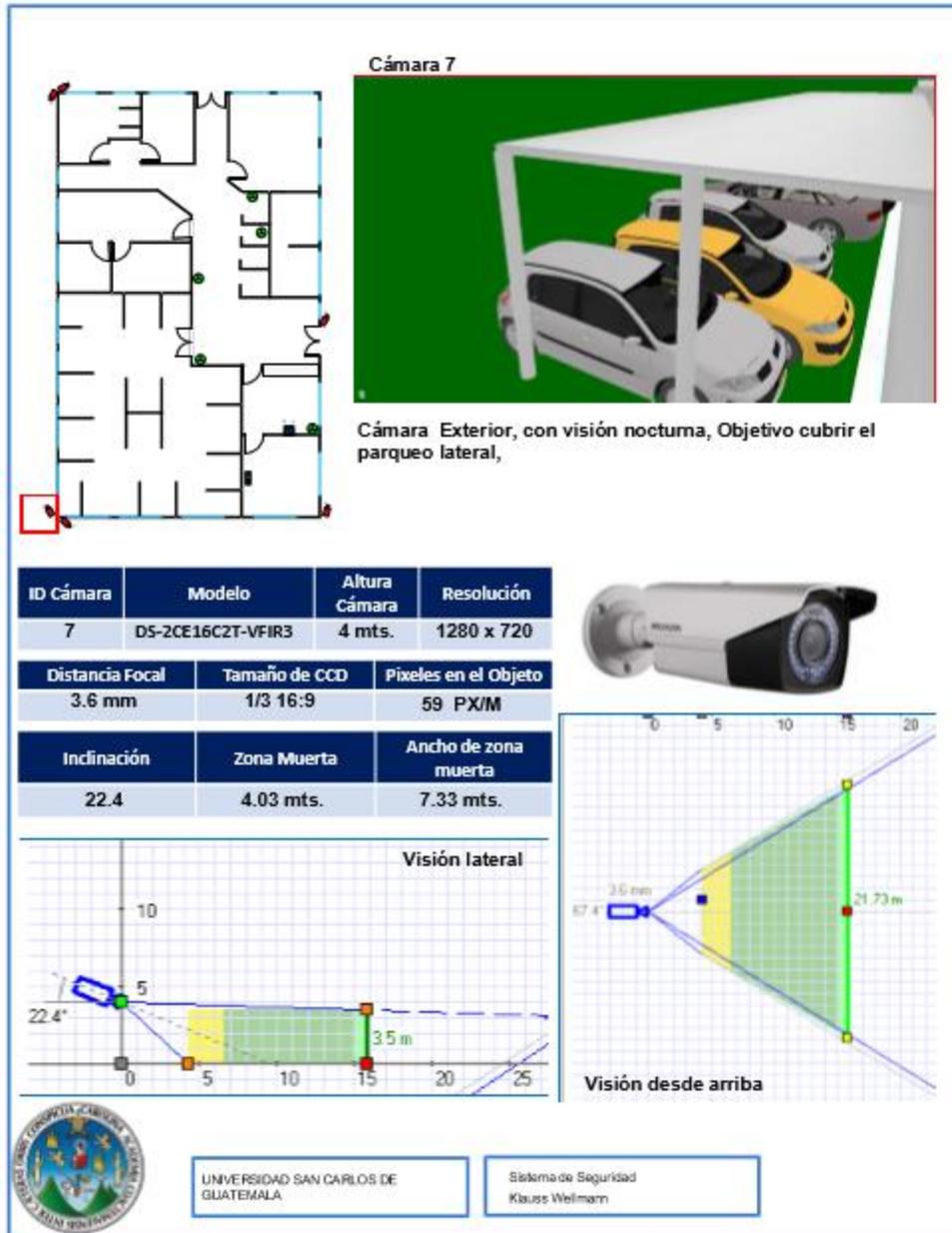
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 72. Simulación cámara ingreso secundario



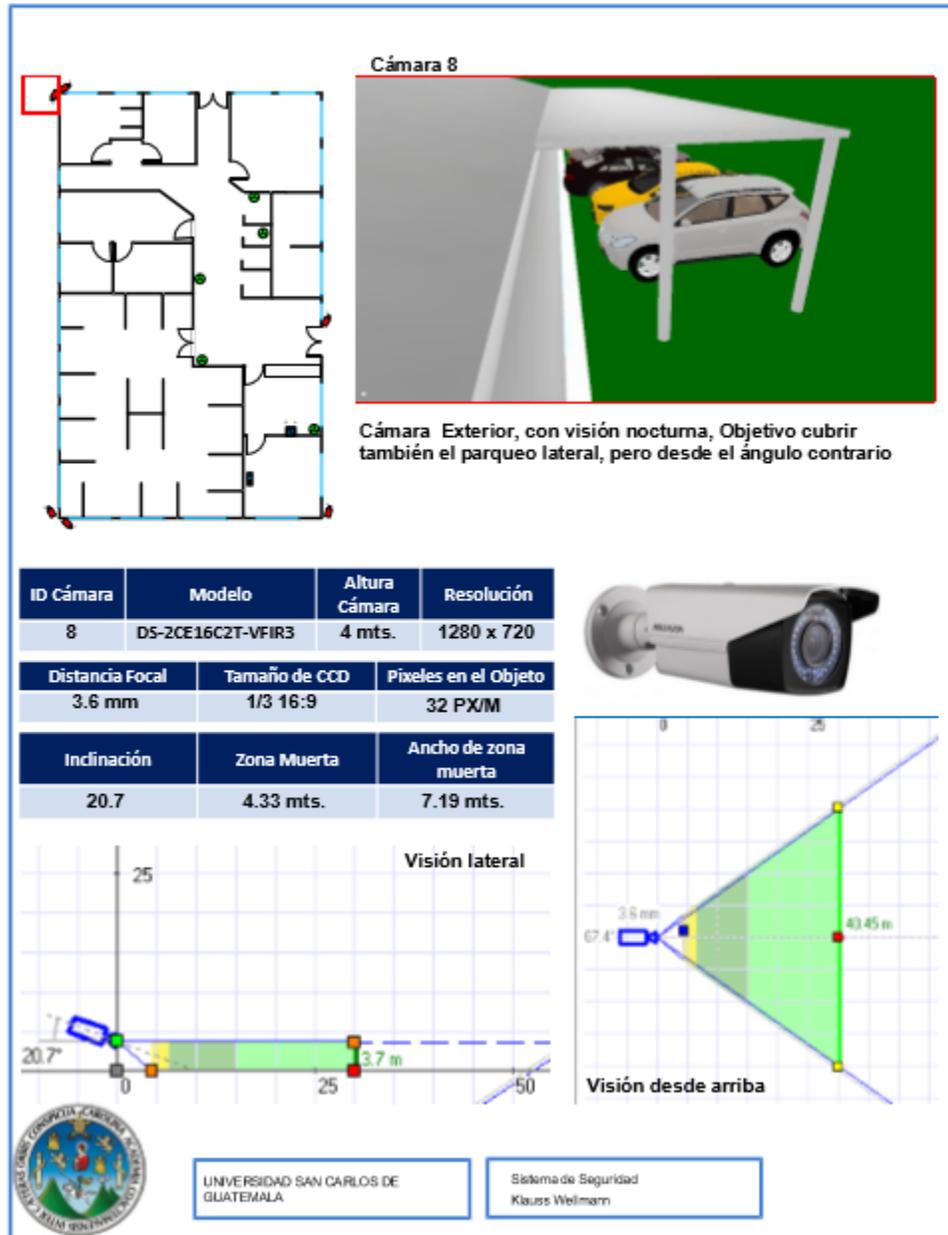
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 73. Simulación parqueo catedráticos 1



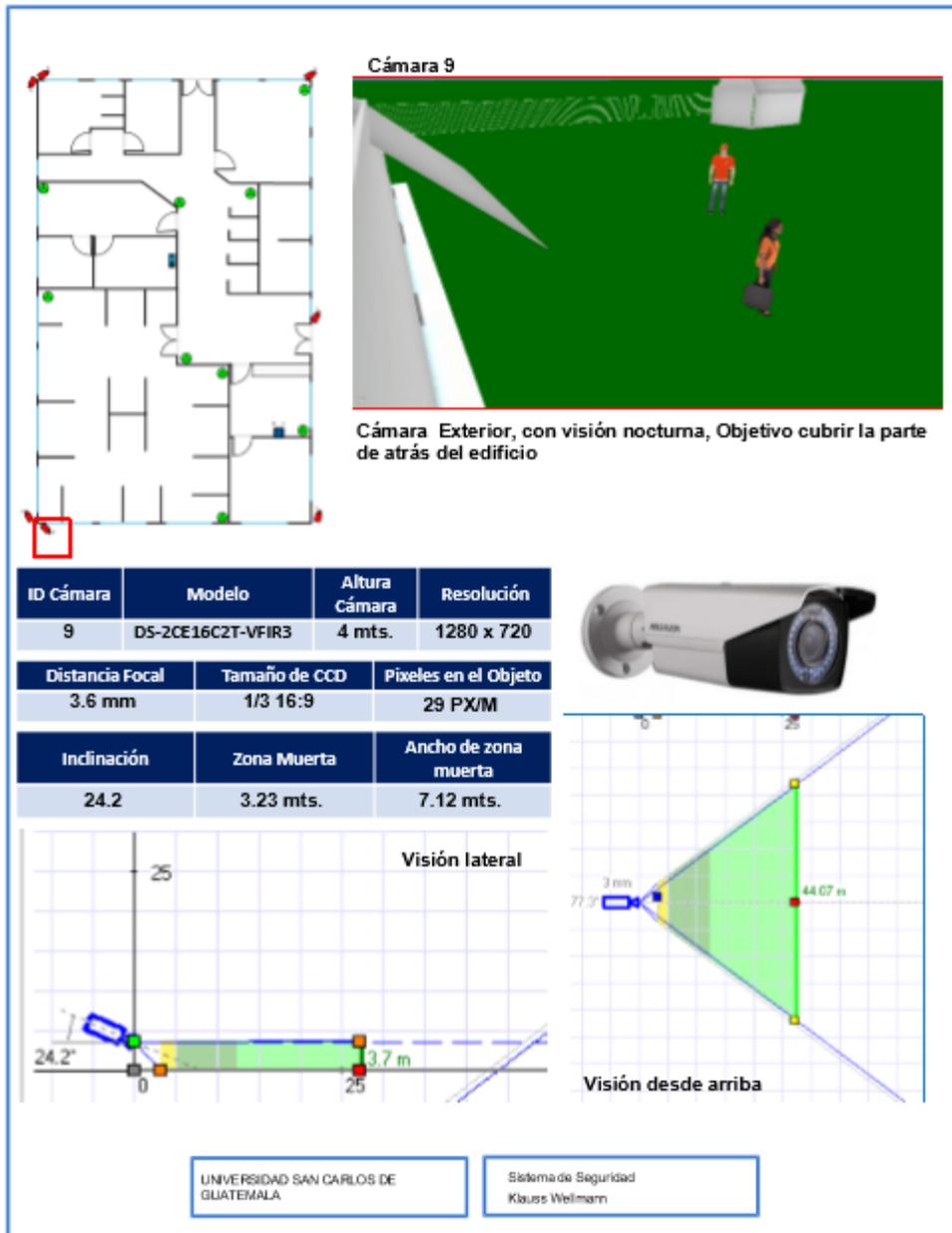
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 74. Simulación parqueo catedráticos 2



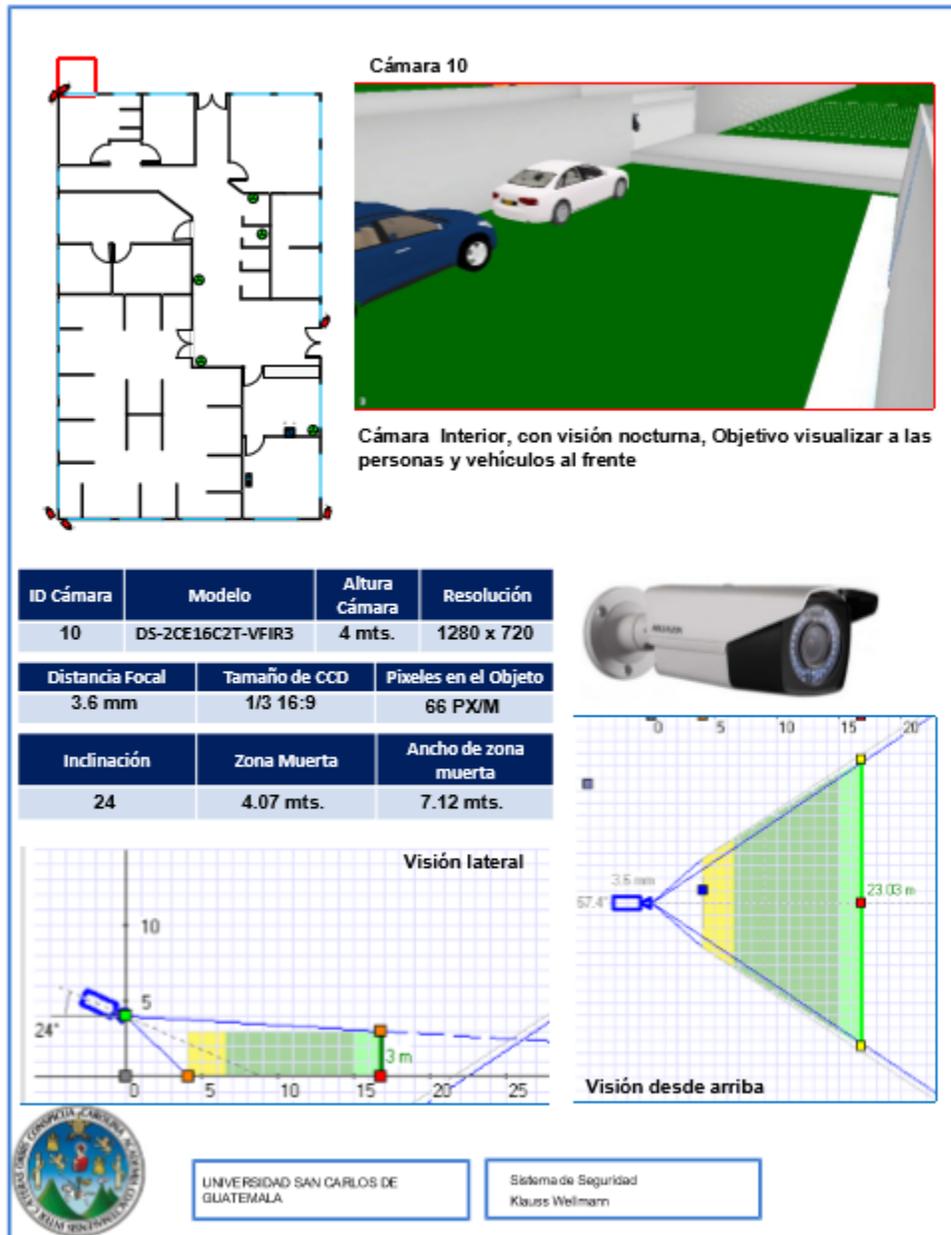
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 75. Simulación cámara parte trasera del edificio



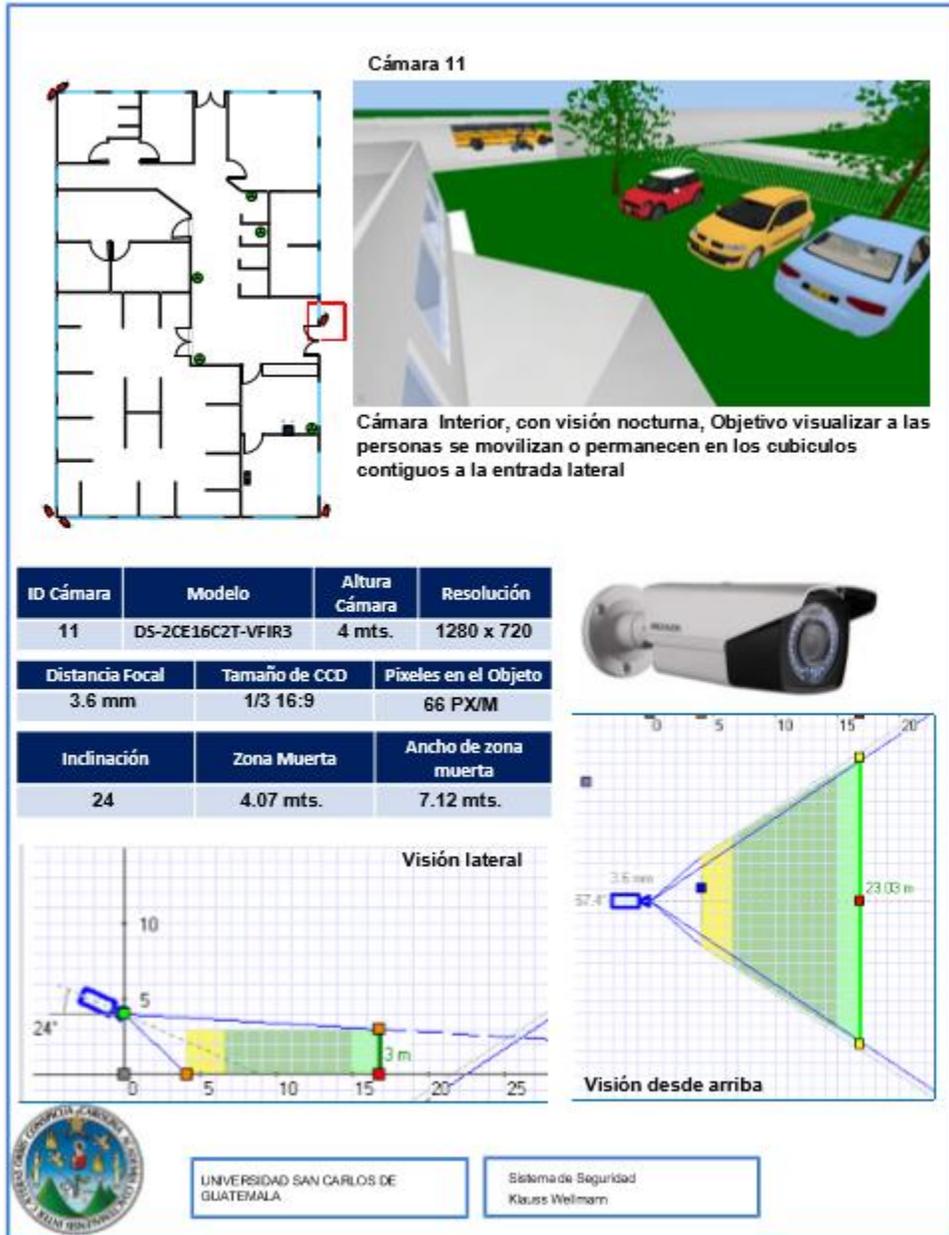
Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 76. Simulación cámara ingreso principal 2



Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

Figura 77. Simulación cámara ingreso y parqueo principal



Fuente: Software 3D JVSG CCTV.

3.3.3.11. Dispositivo de grabación

En una implementación de este tipo, la estandarización y compatibilidad de las marcas es fundamental para evitar un incremento en el costo a futuro, tomando en cuenta esto se buscó un DVR marca *Hikvisión*, una vez se ha tomado la decisión de los modelos de las cámaras ya contamos con suficiente información para definir el modelo de grabador digital.

Como punto de partida debemos saber el número de entradas analógicas que debe tener nuestro equipo, para nuestro caso y considerando una posible expansión escogeremos el dispositivo con 16 canales de ingreso,

Factores importantes que se tomaron en cuenta para tomar la decisión del modelo a instalar fueron, detección de movimiento multizona, zoom digital en visualización y grabación, soporte múltiples tipos de grabación, en tiempo real, grabación manual, video sensor, alarma externa, video sensor y alarma, video sensor o alarma, búsqueda inteligente de grabaciones por detección de movimiento, grabación con sobre escritura automática.

En relación a la velocidad de captura representada en las características técnicas por FPS (frames por segundo) la cantidad de cámaras y una prevención por un posible crecimiento del equipo, debe manejar un mínimo de 30 fps por cámara, referente a la resolución el equipo debe tener la capacidad de soportar entre 720 y 1028 pixeles.

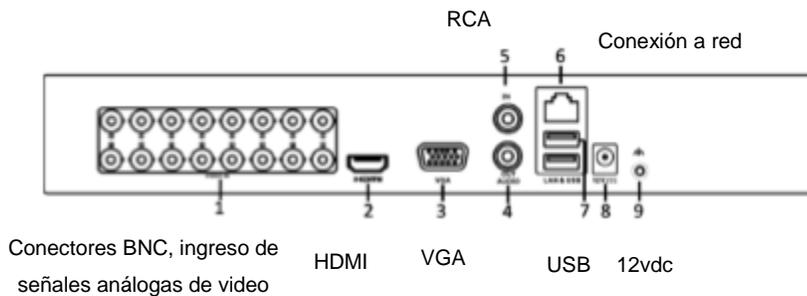
Relacionando cada uno de los aspectos considerados en este apartado, cuidando la homogeneidad, compatibilidad de la marca y el cumplimiento de las características básicas que necesitamos para esta solución se tomó la decisión por el DVR *Hikvisión* DS-7116HGHI-F1.

Figura 78. Vista real de un DVR *Hikvision* modelo DS-7116HGHI-F1



Fuente: www.hikvision.com, Consulta: 28 octubre 2018.

Figura 79. Descripción del panel del DVR DS-7116HGHI-F1



Fuente: www.hikvisión.com, Consulta: 28 de octubre 2018.

Dentro de las condiciones a considerar es la capacidad de almacenamiento del DVR, esto va con una relación muy estrecha a los formatos de compresión que es capaz de manejar el dispositivo ya que estos son los que definen la calidad de la grabación, este formato puede ser confiable a nivel del software de gestión del DVR, por lo que se definió con las autoridades cuál debe ser el modo de grabación y en que horarios se grabaría continuamente,

por movimiento, se definió que durante el horario laboral se grabaría continuamente en este formato 12 x 5 x 11, horas por días por cantidad de cámaras de lunes a viernes, el día sábado 6 x 5 x 11, para los días restantes la grabación se hará por movimiento, tomando como base la siguiente y el formato de compresión podemos calcular la capacidad de almacenamiento de nuestro disco duro.

Tabla IX. **Matriz de decisión para cálculo de almacenamiento de un disco duro**

Resolution	Image quality	1	2	3	4	5	6	7	8
Record (MB)	720P	2700	2109	1814	1518	1223	928	632	337
	WD1	1170	878	702	585	514	456	411	365
	WHD1	731	549	438	365	320	285	257	229
	WCIF	456	343	274	229	199	178	160	143
	D1	900	675	540	450	395	351	316	281
	HD1	562	422	337	281	246	219	198	176
	CIF	351	264	211	176	153	137	123	110

Fuente: <https://tecnosinergiamx.com/2015/08/31/aprende-a-calcular-la-capacidad-del-disco-duro-en-grabadores-ahd-y-hd-tvi/>, Consulta: 20 de octubre 2018.

Tabla X. **Calculo de la capacidad el disco duro utilizado**

INTERVALO	DIAS	HORAS	CAMARAS	MB	FPS	Resolución	MB	TB
LUNES A VIERNES	26	10	11	337	30	720	963820	1.0
SABADO	4	4	11	337	30	720	59312	0.1
							TOTAL	1.0

Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Diseño del sistema de control de acceso

Tomando en consideración que el panel vista 48 tiene la opción en sus terminales 4 a 7, de poder integrar consolas u otros dispositivos direccionables y en busca de tener un sistema de acceso de bajo costo, pero bien respaldado,

se planificó utilizar las salidas antes mencionadas para controlar un módulo de relés y así controlar la apertura o cierre de la puerta principal de la oficina de dirección de EPS, la consola 6148SP prácticamente es utilizada como teclado para la activación o desactivación de la chapa electromagnética, por medio de una clave previamente programada.

Esto se logra tomando la alimentación del punto de conexión 4 - 5, las recomendaciones del fabricante indica que el voltaje que se puede proveer es de 10,5 a 13,8 VDC y una corriente 600 mA máxima. Esta operación se logra complementando con las terminales 6 - 7, estas permiten la entrada y salida de datos, administrando la información por medio de programación interna y previamente controlada en los campos indicados.

Figura 80. **Terminales para conectar módulo de relé para el control de acceso**

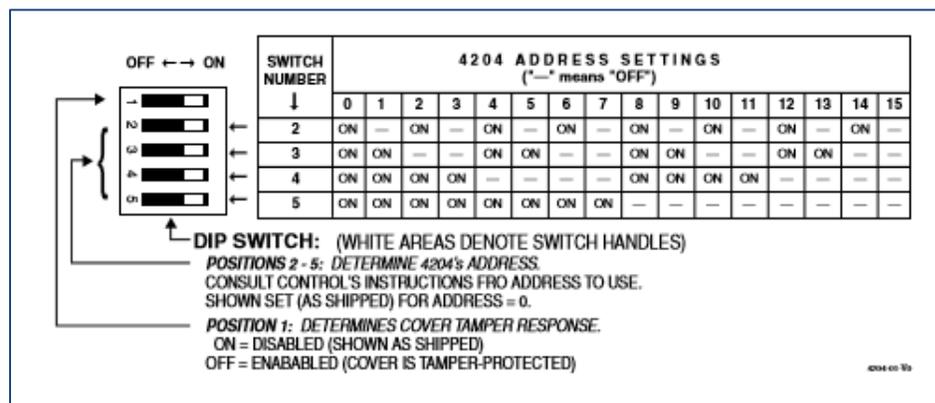


Fuente: Guía para conexión. www.honeywell.com, Consulta: 20 octubre 2018.

Se utilizó un módulo de relés Ademco 4204 de *Honeywell*, es confiable por medio de *switch* para asignar las direcciones de programación, luego de esto se programó el campo de salida al igual que el campo de entrada por medio de la consola numérica.

Luego de programadas la dirección y los campos antes mencionados debemos programar que el módulo de relé de un pulso que será el que permita el paso de corriente o no a la chapa electromagnética, esto se logrará al registrar la clave correcta. Por otro lado, es importante que, al momento de querer liberar la chapa por medio de un botón liberador, se programe una entrada que será la que envíe en una condición lógica programable de nuevo la instrucción para que el relé programado quite la energía a la chapa.

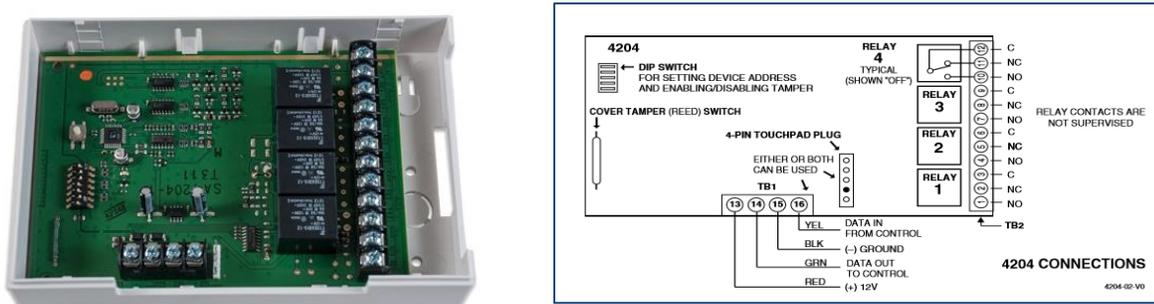
Figura 81. Guía para conexión de *dip switch*



Fuente: Guía para conexión.

<https://ftp3.syscom.mx/usuarios/yhermosillo/HONEYWELL/M%C3%B3dulos%20de%20expansi%C3%B3n/4204%20installation-setup-guide.pdf>. Consulta: 20 de octubre 2018.

Figura 82. **Vista real de un módulo de relés 4204 Ademco y diagrama de conexión**

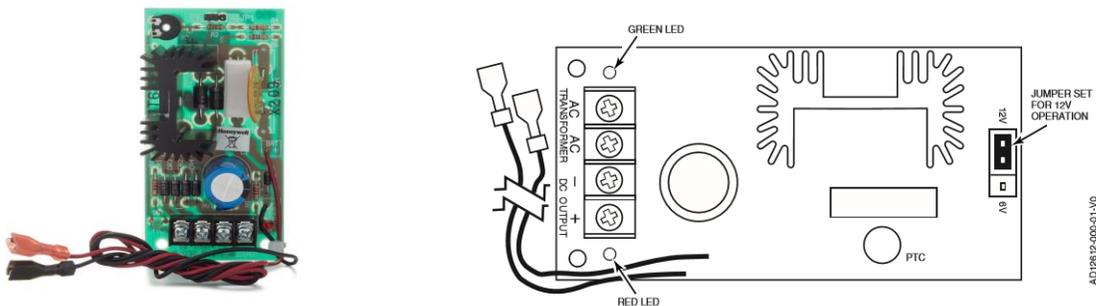


Fuente: Módulo de relés

<https://ftp3.syscom.mx/usuarios/yhermosillo/HONEYWELL/M%C3%B3dulos%20de%20expansi%C3%B3n/4204%20installation-setup-guide.pdf>. Consulta: 20 de octubre 2018.

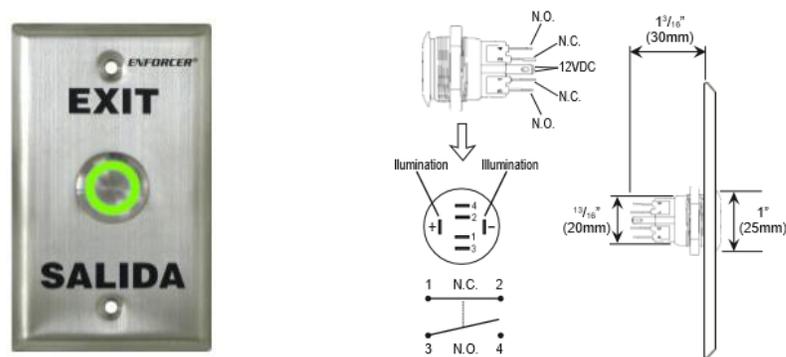
La solución debe contar con un botón liberador por la parte interna de la oficina de la dirección de EPS, este botón hará que la chapa electromagnética se desenergice logrando una apertura manual, el sistema de acceso deberá contar con una fuente que sea capaz de proveer 12 VDC de salida con un mínimo de 1,2 amperios y contar con la capacidad de tener una batería de respaldo, por lo anterior, y buscando guardar la estandarización de la marca se decidió utilizar la fuente AD12612 Ademco de *Honeywell*.

Figura 83. **Vista real de la fuente AD12612**



Fuente: Fuente AD12612. www.honeywell.com. Consulta 20 de octubre 2018.

Figura 84. **Vista real y diagrama de conexión del botón liberador SD-7201GC-PE1**



Fuente: Liberador SD7201GC PE1. <http://www.seco-larm.com/>, Consulta: 20 octubre del 2018.

Por ultimo como parte de la solución se necesita instalar una chapa electromagnética, que sea capaz de enclavar la puerta principal de la dirección de EPS, tomando en cuenta que la puerta tiene un marco de aluminio y centro de vidrio, por lo que la fuerza de retención no deberá ser muy alta esto en concordancia con el peso que en este caso es de 0,8 kilogramos.

Figura 85. **Vista real de una chapa electromagnética 350 libras y diagrama de conexión**



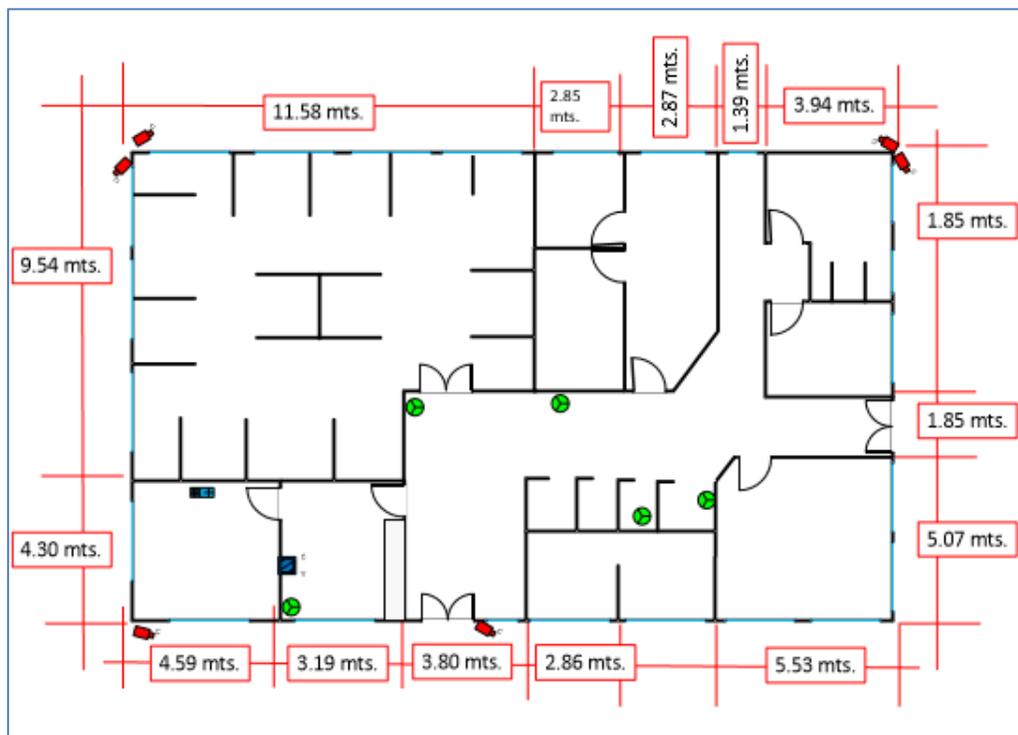
Fuente: Chapa electromagnética. <https://www.syscom.mx/>, Consulta: 20 de octubre 2018.

4. IMPLEMENTACIÓN O ENTREGABLES DEL PROYECTO

4.1. Plano de las instalaciones

Luego de realizada la etapa de diseño se hace indispensable la implementación del proyecto, esta es la última fase donde básicamente se presentan los planos de las instalaciones y de ubicación de los objetivos, así como diagramas de conexión y otros. El plano de las instalaciones se describe en la figura 86.

Figura 86. Plano de las instalaciones de EPS



Fuente: elaboración propia.

4.2. Planos de ubicación de los elementos que componen cada subsistema

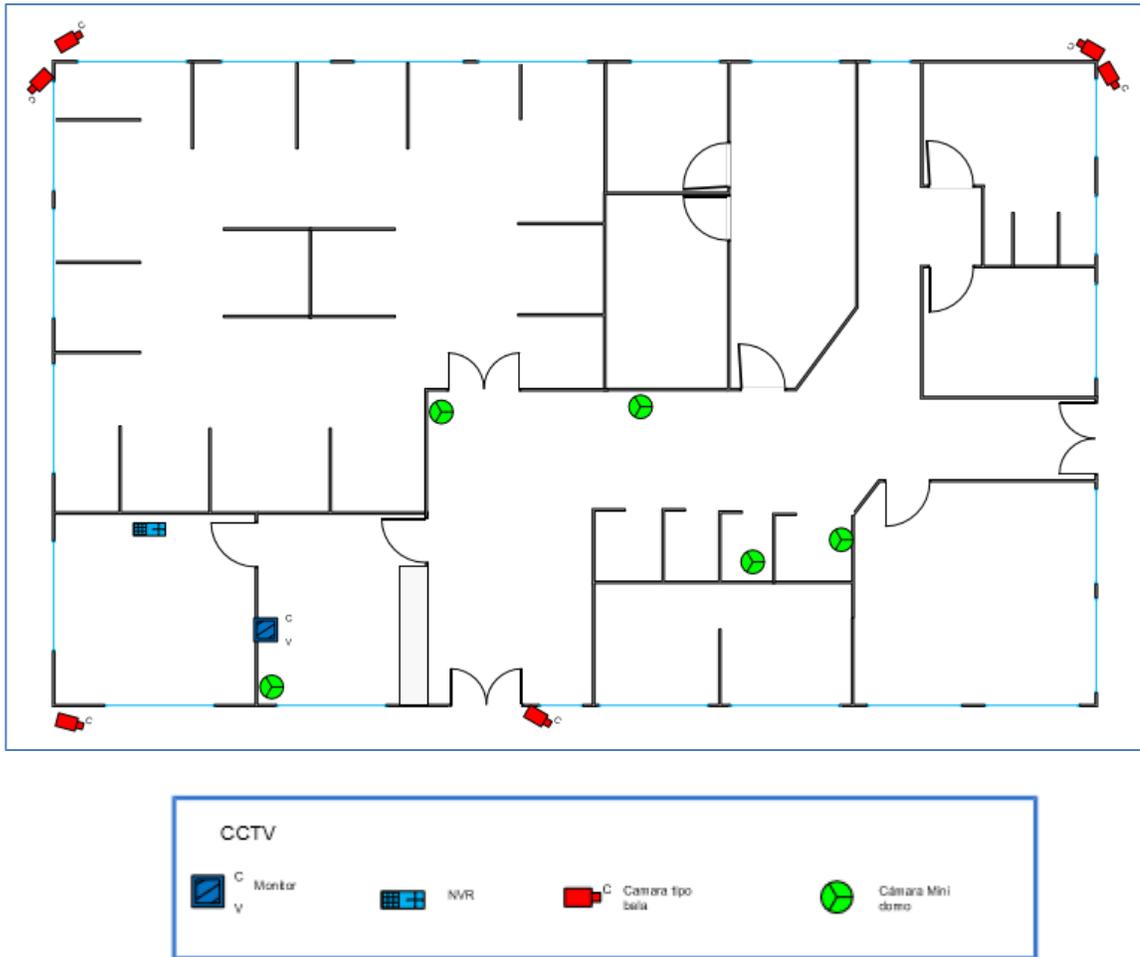
Los planos de ubicación diversa se detallan en las figuras 87, 88 y 89.

Figura 87. **Plano de ubicación de los dispositivos que conforman el sistema de detección de incendios e intrusión**



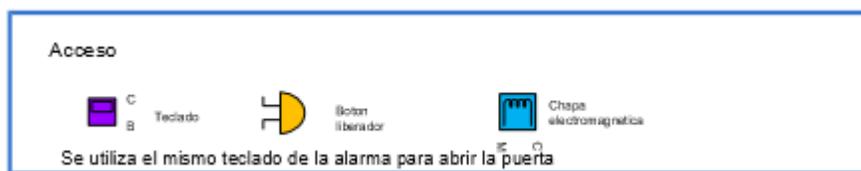
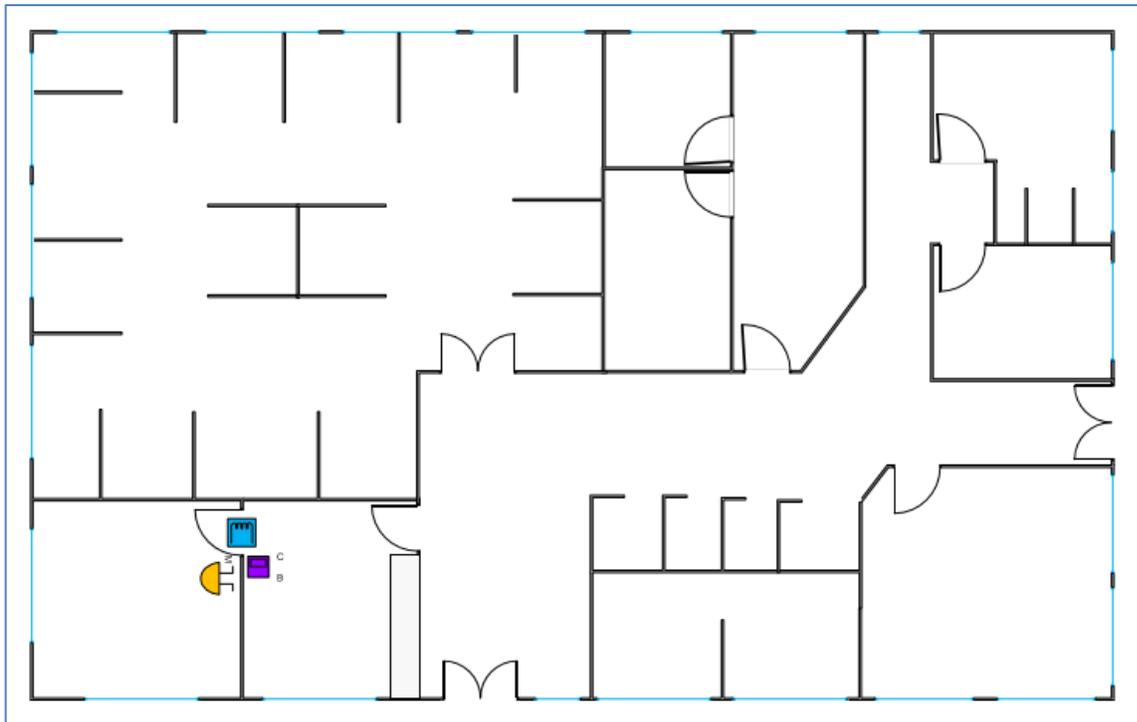
Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Plano de ubicación de los dispositivos que conforman el sistema de video vigilancia CCTV**



Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **Plano de ubicación de los dispositivos que conforman el sistema de control de acceso**

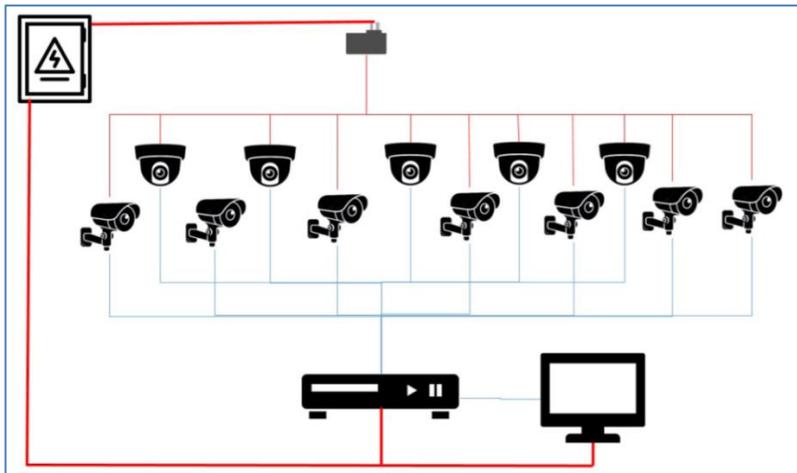


Fuente: elaboración propia.

4.3. Arquitectura gráfica de la implementación

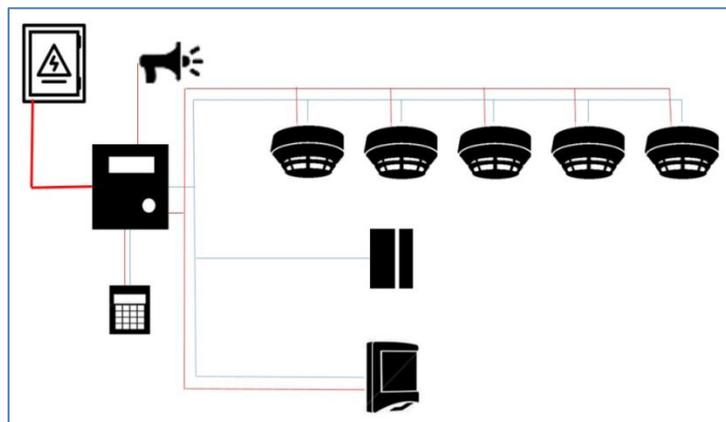
La arquitectura se detalla en las figuras 90 y 91.

Figura 90. **Sistema de video vigilancia CCTV**



Fuente: elaboración propia.

Figura 91. **Sistema contra intrusión y detección de incendio**

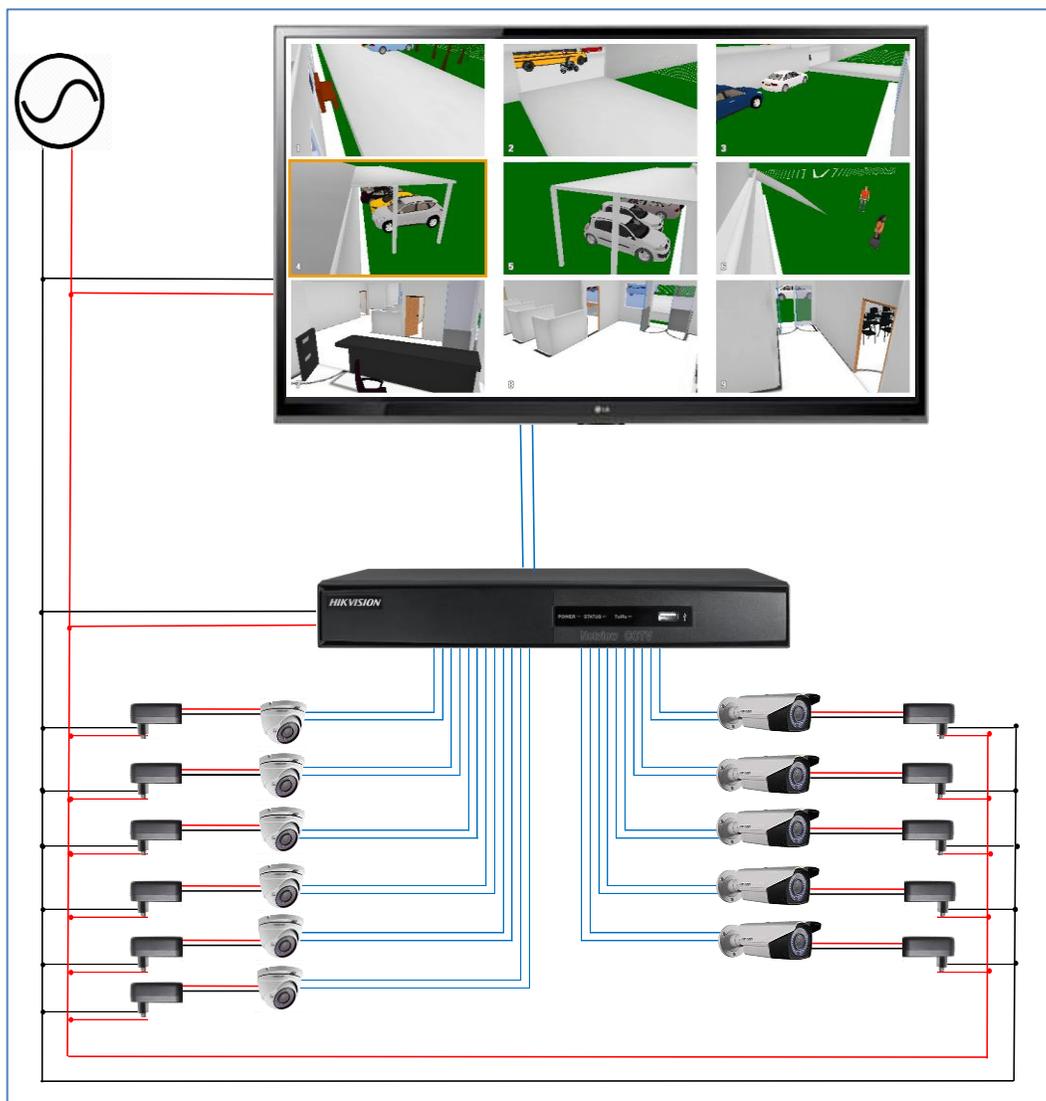


Fuente: elaboración propia.

4.4. Diagramas de implementación

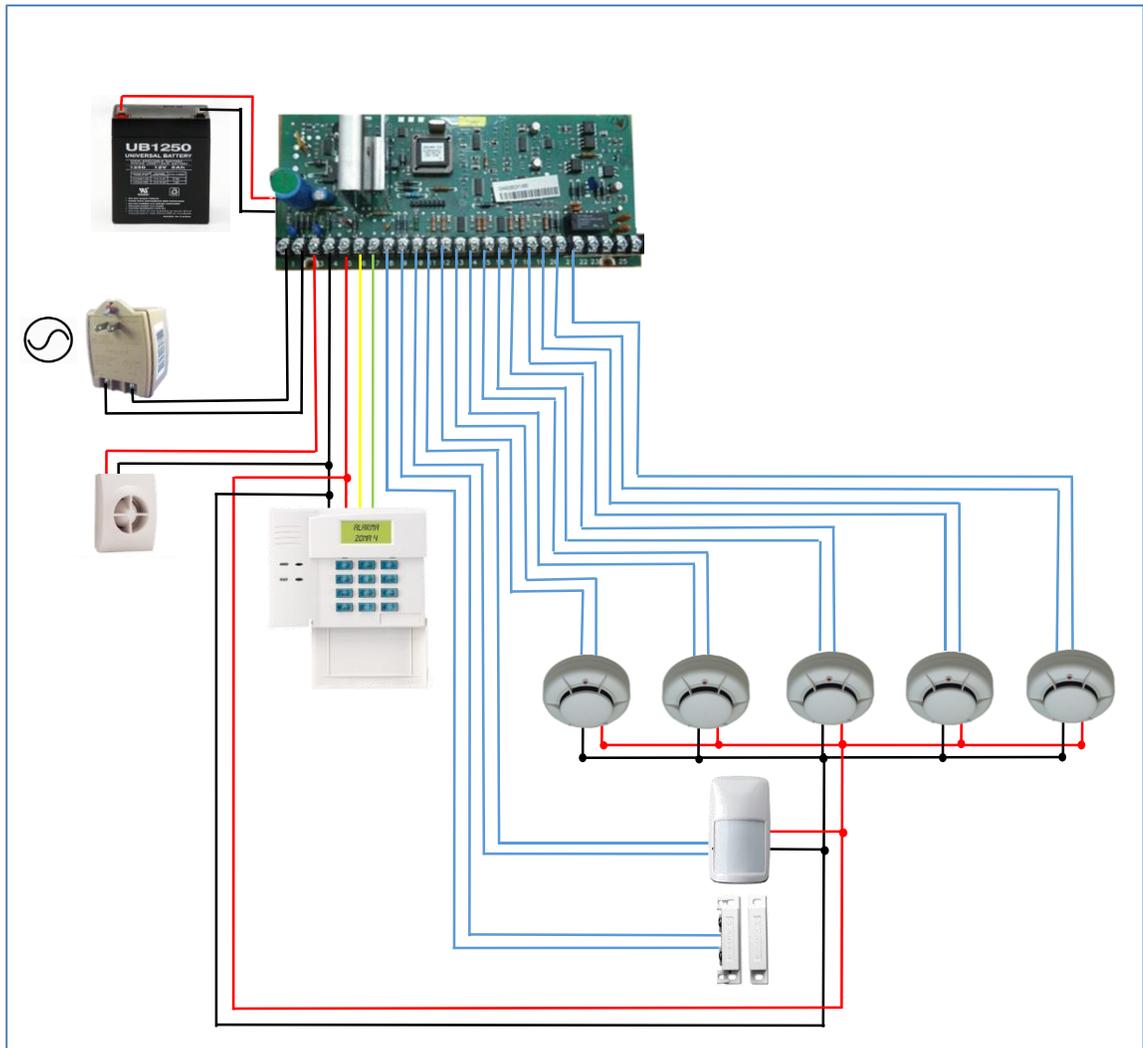
Los diagramas se detallan en las figuras 92, 93 y 94.

Figura 92. Diagrama de implementación del sistema de video vigilancia CCTV



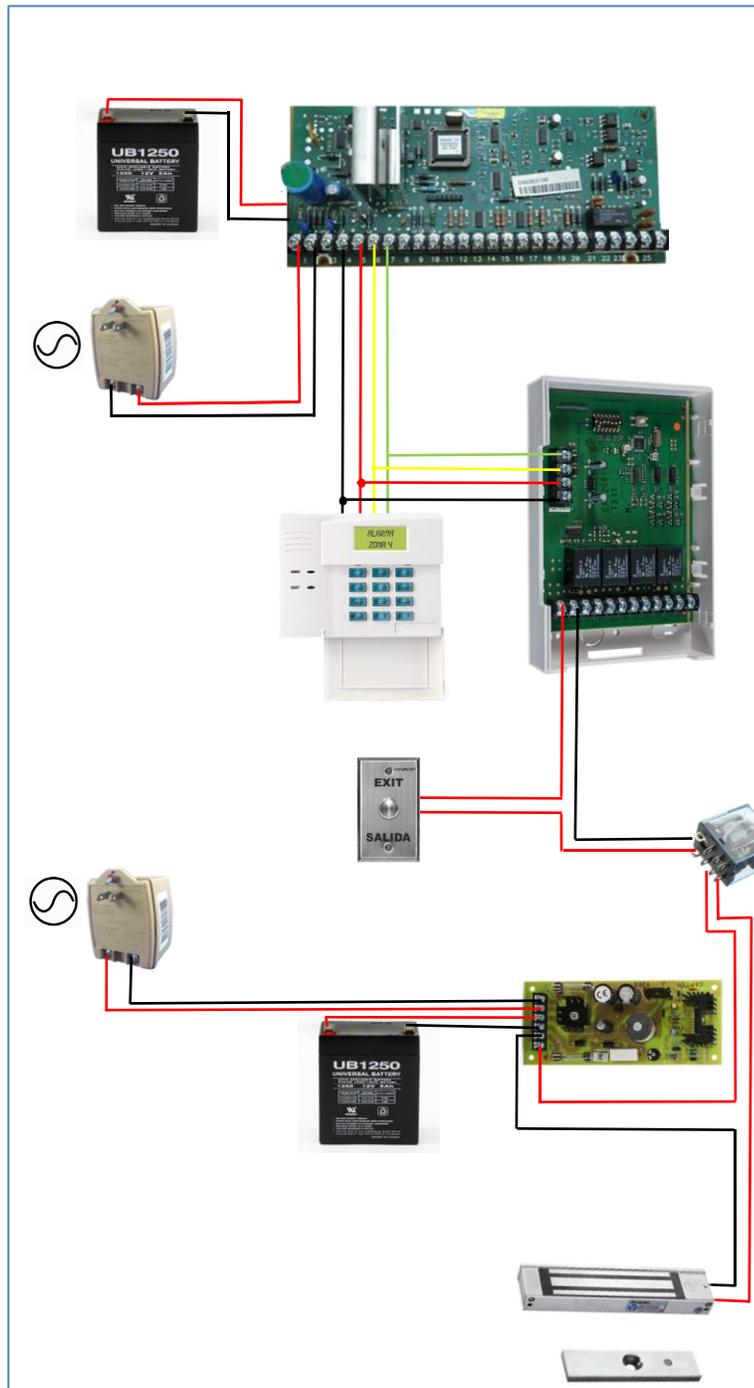
Fuente: elaboración propia.

Figura 93. Diagrama de implementación del sistema de detección de incendio e intrusión



Fuente: elaboración propia.

Figura 94. Diagrama de implementación del control de acceso



Fuente: elaboración propia.

4.5. Montaje del proyecto

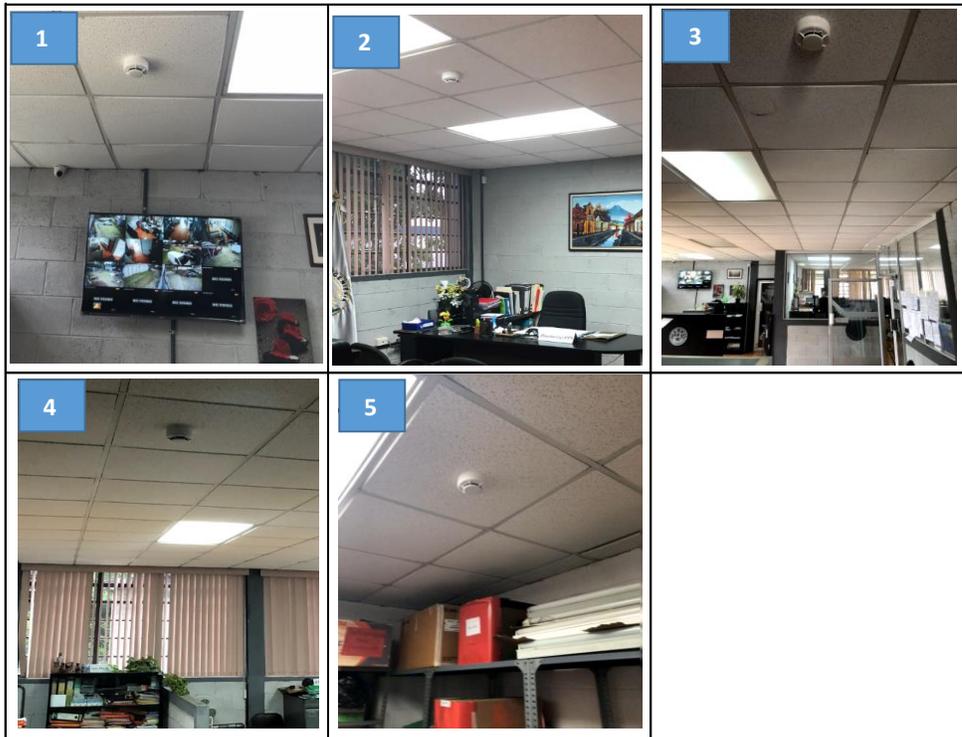
Este se detalla en la tabla XI y figuras 95, 96, 97, 98 y 99

Tabla XI. Zonificación sistema de detección de incendio e intrusión

ZONA	DISPOSTIVO	UBICACIÓN	IMAGEN
Ubicación: Edificio EPS ingeniería Dirección: Universidad de San Carlos de Guatemala Contacto: Ingeniería Fecha: Septiembre 2018			
0	Control de alarma Vista 48la	Oficina dirección EPS	
0	Sirena de 2 tonos wave 2	Oficina dirección EPS arriba del cielo falso	
0	Teclado 6148sp para armar y desarmar el sistema	Afuera de la oficina de EPS	
1	Sensor de movimiento antienmascaramiento, doble tecnología dt8035	Esquina oficina dirección EPS	
2	Magnetico liviano para puerta de aluminio, 7940wh	Puerta oficina dirección EPS	
3	Detector de humo eco1003-mx	Oficina dirección EPS	
4	Detector de humo eco1003-mx	Recepción	
5	Detector de humo eco1003-mx	Pasillo de archivos	
6	Detector de humo eco1003-mx	Bodega de archivos	
7	Detector de humo eco1003-mx	Sala de ingenieros	

Fuente: elaboración propia.

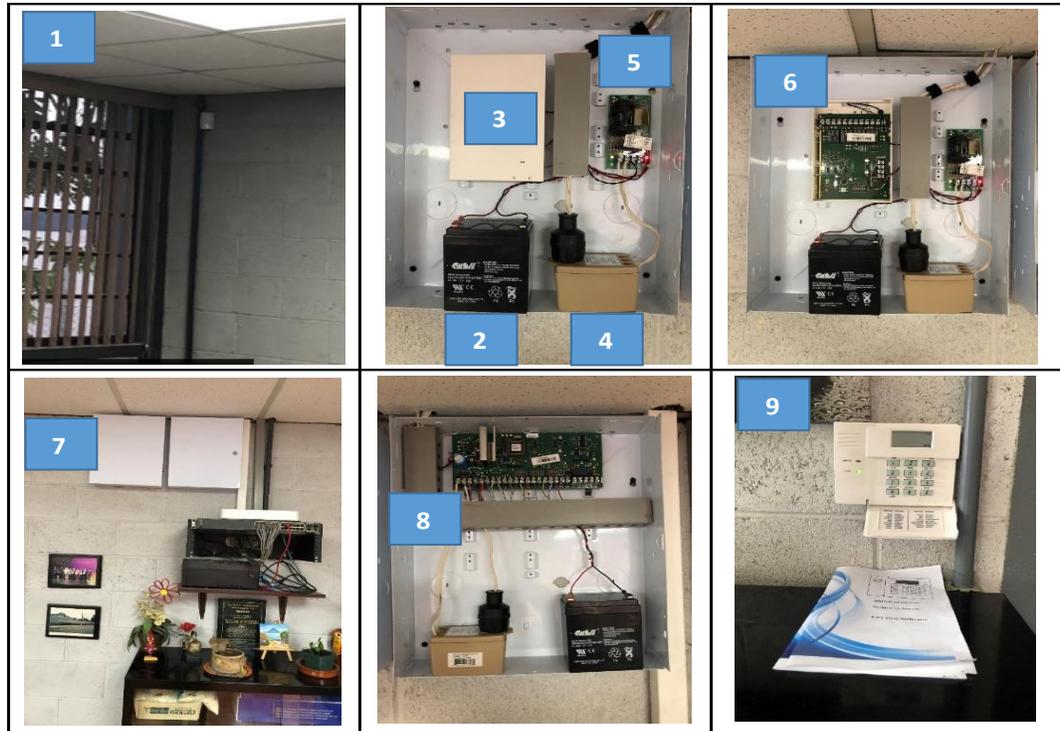
Figura 95. **Montaje del sistema de detección de incendio**



Fuente: Instalaciones de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

- Humodetector recepción
- Humodetector dirección de EPS
- Humodetector entrada secundaria
- Humo detector sala Ingenieros
- Humo detector centro de cómputo

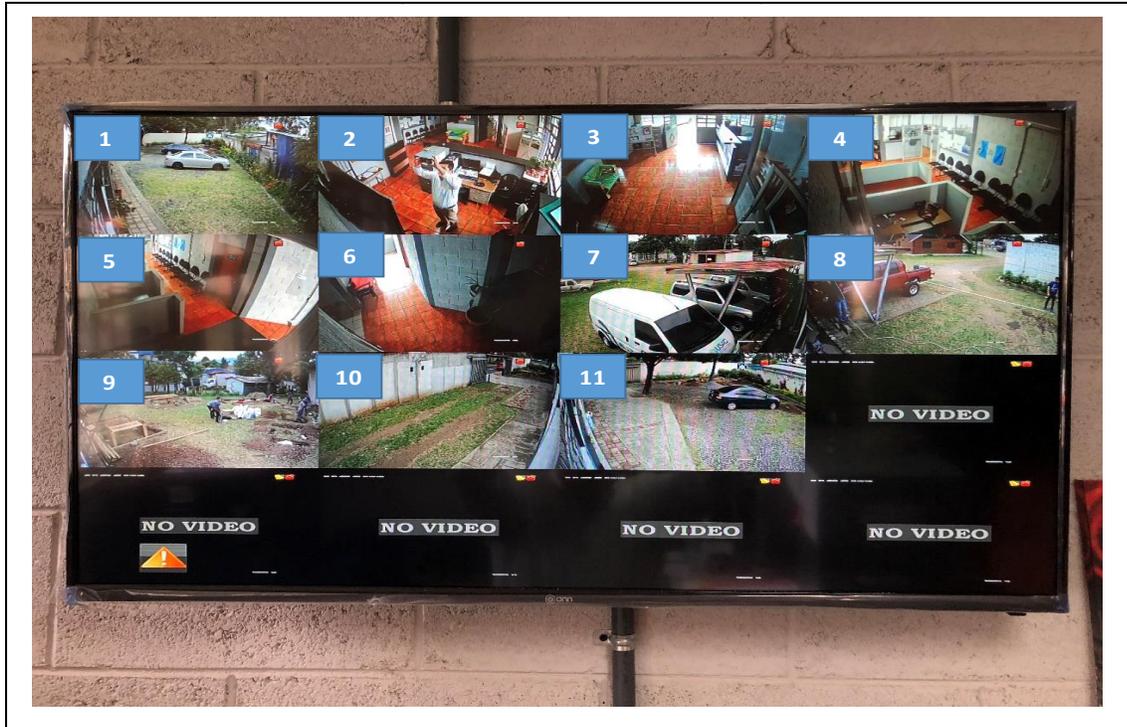
Figura 96. **Montaje del sistema contra intrusión**



Fuente: Instalaciones de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

- Detector de movimiento oficina de dirección de EPS
- Batería de respaldo 12 VDC
- Módulo de relé
- Transformador
- Fuente de 12 VDC
- Vista interna del módulo de relé
- Gabinetes de resguardo módulo de relé y panel vista 48LA
- Tarjeta módulo de alarma vista 48
- Consola numérica con LCD

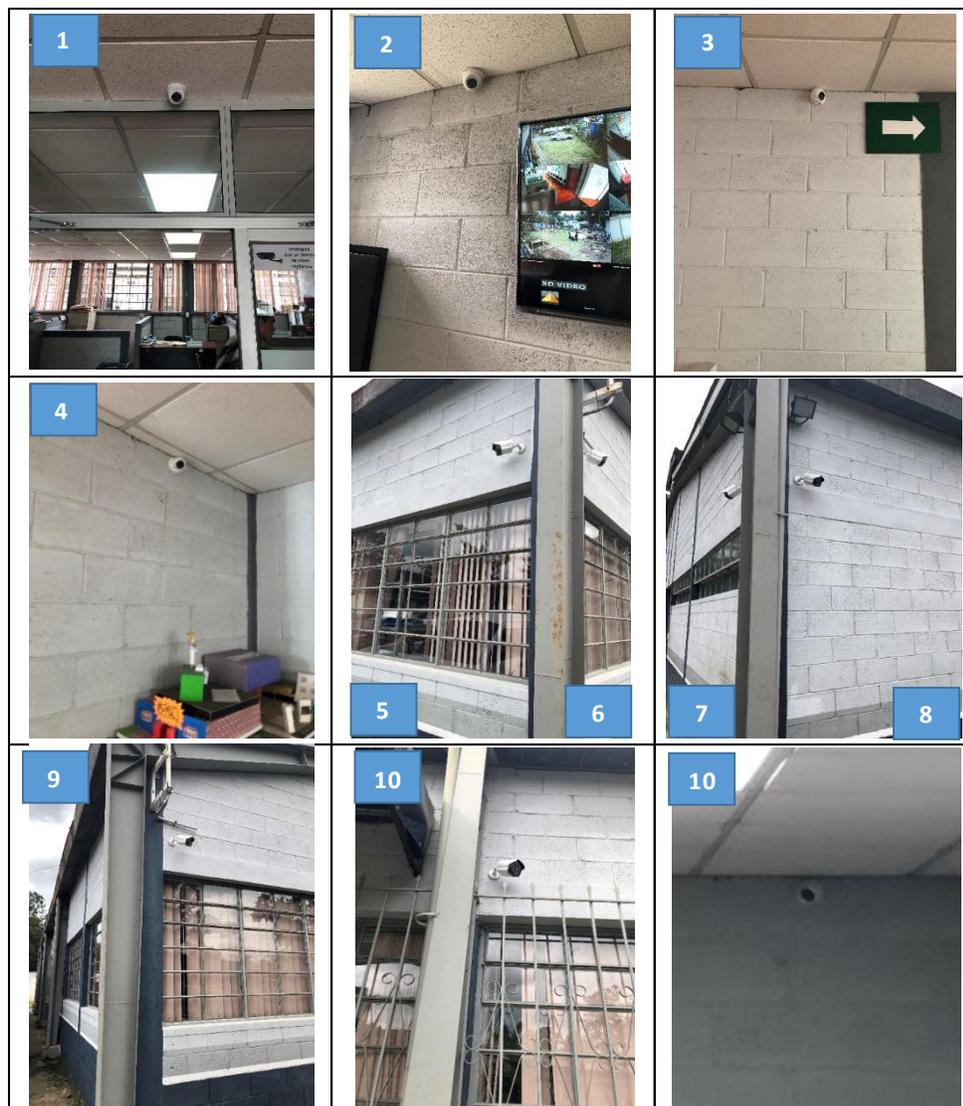
Figura 97. **Montaje del sistema de video vigilancia CCTV**



Fuente: elaboración propia.

- Parqueo principal 1
- Recepción
- Entrada principal
- Egreso sala de catedráticos
- Ingreso sala de cómputo
- Ingreso secundario
- Parque catedráticos 1
- Parqueo catedráticos 2
- Parte trasera edificio EPS
- Ingreso calle principal
- Parqueo principal 2

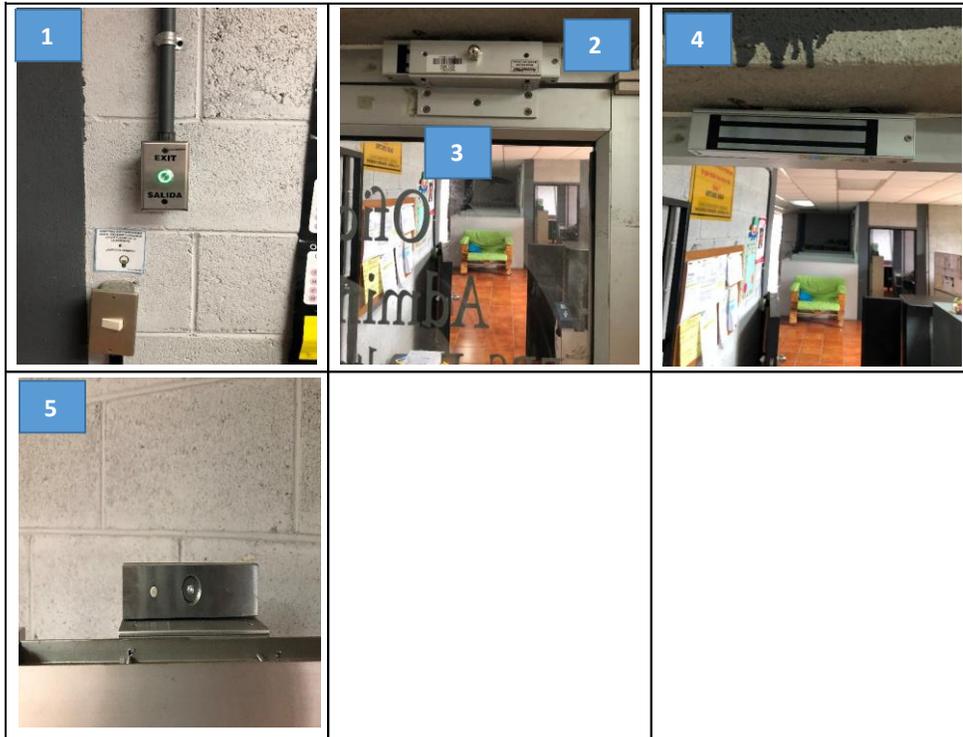
Figura 98. **Ubicación física de cámaras**



Fuente: Elaboración propia.

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Ingreso principal | 6. Parqueo catedráticos 2 |
| 2. Recepción | 7. Parqueo catedráticos 3 |
| 3. Ingreso secundario | 8. Patio trasero edificio EPS |
| 4. Ingreso sala de cómputo | 9. Parqueo principal visitantes |
| 5. Parqueo catedráticos 1 | 10. Ingreso principal |

Figura 99. **Montaje del sistema de control de acceso**



Fuente: elaboración propia.

- Botón liberador oficina dirección EPS
- Montaje tipo Z
- Montaje tipo L
- Chapa electromagnética de 350 libras
- Plato de contacto

Tabla XII. **Formato de comprobación de funcionamiento y puesta en marcha del proyecto**

Comprobación del funcionamiento del sistema de alarma		
Universidad de San Carlos de Guatemala		
Edificio EPS Ingeniería		
	SI	NO
Verificación de energía eléctrica en el panel de alarma	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de voltaje de salida del panel de alarma	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de sonido de la sirena	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 1 detector de movimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 2 magnetico liviano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 3 detector de humo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 4 detector de humo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 5 detector de humo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 6 detector de humo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de zona 7 detector de humo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Explicación del manejo del sistema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entrega de manual de usuario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambio de clave maestra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Inventario del equipo instalado, incendio, CCTV, intrusión y acceso**

Cantidad	Marca	Código	Descripción	Imagen
1	HONEYWELL	VISTA-48LALCT	CONTROL PANEL SUPPORTS UP TO 48 ZONES, NO CABINET	
1	HONEYWELL	6148SP	Teclado con pantalla en español fijo; Pantalla LCD con información sobre el estado del sistema;	
1	HONEYWELL	4204	Módulo de relés; Cuatro relés programables integrados; Las aplicaciones incluyen resonador, luces estroboscópicas	
2	HONEYWELL	467	Batería, GEL CELL 12V 4A	
2	HONEYWELL	1361-GT	TRANSFORMER, 16.5VAC, 40VA, 2.4A	
5	SYSTEM SENSOR	AFBKECO1003-MX2	KIT Detector de humo fotoeléctrico y base, ECO1003 W/ECO 1000BREL	
1	HONEYWELL	DT8035	SENSOR DE MOVIMIENTO MARCA HONEYWELL DT8035,DUAL TEC,35FT,G2, US	
1	HONEYWELL	7940WH	Universal Contact SPST (Contacto de uso general)	
1	HONEYWELL	WAVE2	Sirena de dos tonos; Diseño atractivo patentado se ajusta en placa mural de salida simple; T	
1	ACCESS PRO	MAG350	350 LBS MAGNETIC KNOB	
1	ACCESS PRO	BL350	MAG350 L-TYPE MOUNT BRACKET	
1	ACCESS PRO	BZ350	MAG350 Z-TYPE MOUNT BRACKET	

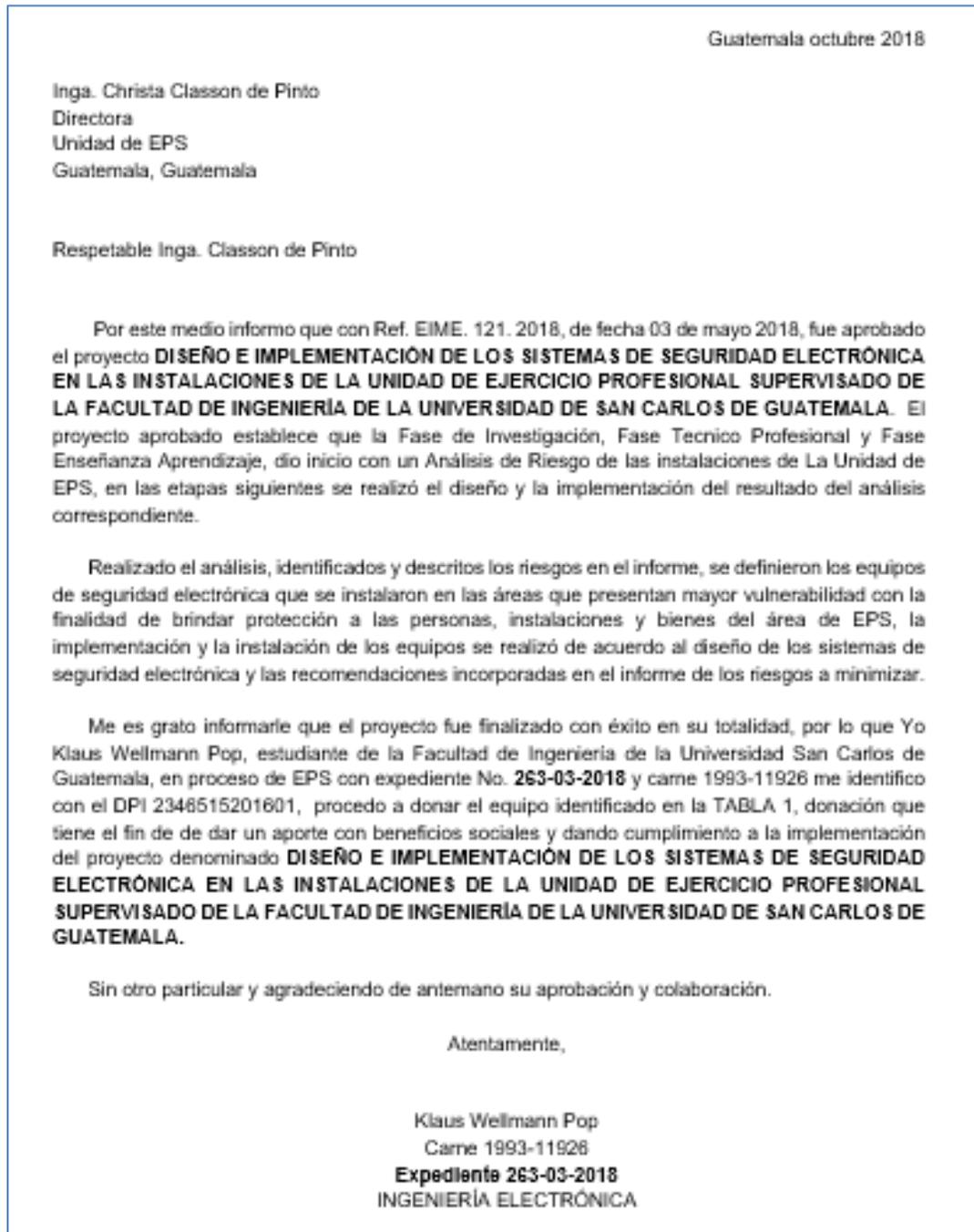
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Inventario de equipo, incendio, intrusión, CCTV y control de acceso**

Cantidad	Marca	Código	Descripción	Imagen
1	HONEYWELL	AD12612	Fuente de alimentación auxiliar/Cargador de batería; Proporciona 6 ó 12 VDC (funcionamiento a 6 ó 12 V); Salida continua de 1,2 Amperes para alimentar dispositivos; Preajuste de fábrica en 13,6 VDC, con el puente ajustado para suministrar 12 VDC; El trans	
2	HONEYWELL	4868V9-2WW	CABINET, 3 IN, CRS, 0.030IN, WHITE	
1	SECO-LARM	SD-7275SGEX1Q	Single Gang Request-to-Exit Plate with 1" Illuminated Red/Green LED Pushbutton	
1	GENERIC	RELE-8	RELE DE 8 PINES	
1	HIKVISION	DS-2CE56C0T-IR	CÁMARA TURBO TIPO DOMO 1.0 MEGAPIXEL (ANALOG HD OUTPUT, UP TO 720P RESOLUTION), SMART IR, IP66	
6	HIKVISION	ES100HIK96	HIK/1080P/BULLET/3.6-80M IR/IP66	
1	HIKVISION	ES101HIK46	HIK UP TO 1080P HD TURRET 2.8MM LENS UP TO 20 M IR	
3	HIKVISION	ES101HIK67	HIK/TURBO EYEBALL CAM/DS-2CE56DOT-IRPF(2.8MM)/ICR + 20DS-2CE56DOT-IRPF(2.8MM)	
1	HIKVISION	DS-7116HGHI-F1	DVR HIKVISION 16 CANALES	
1	HIKVISION	DH960WDC78	WD PURPLE WD10PURZ 1TB SURVEILLANCE 64MB INTELLIPO	
22	ECLIPSE	ECL-BTB	VIDEO TRANCEIVER BNC MALE TO TERMINAL BLOCK	
11	ECLIPSE	ECL-121R	REGULATED 12 VOLT DC ADAPTER 1000MA (1 AMP)	

Fuente: elaboración propia.

Figura 100. Carta de donación del equipo



Fuente: elaboración propia.

4.6. Resumen final de los costos del proyecto

Los costos en resumen se describen en la tabla XV.

Tabla XV. **Costos asociados al proyecto**

RUBRO	MONTO	TOTAL
Alquiler de Dron para análisis de riesgo	1 000,00	1 000,00
Edición de videos de análisis de riesgo	500,00	500,00
Diseño de de planos	1 200	1 200
Equipo de intrusión	3 762,67	3 762,67
Equipo de acceso		
Equipo detección de incendio		
Equipo de CCTV	7 799,03	7 799,03
Equipo de protección UPS	1 500,00	1 500,00
Mano de obra	5 500,00	5 500,00
Materiales	4 200,00	4 200,00
Traslado de equipo	500,00	500,00
Recurso humano	2 500,00	15 000,00
Papelería	375,00	1 800,00
TOTAL	28 836,70	42 761,70

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La puesta en marcha del sistema de detección de incendios permitirá a la unidad de EPS iniciar el camino para el cumplimiento del Artículo 135 (Detectores Automáticos) del Acuerdo Gubernativo 229-2014, del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.
2. Los resultados del análisis bibliográfico de trabajos de graduación, nos da parámetros importantes sobre el tratamiento que se le ha dado a la seguridad electrónica dentro de la Universidad de San Carlos, solamente se encontraron que veinte títulos que hacen referencia a palabras relacionada con el tema, no teniendo estas un enfoque alto o relación directa con este tipo de proyectos, dado el universo de libros e investigaciones albergados en la biblioteca central, y el contar con tan pocas investigaciones nos da un indicador sumamente bajo para investigaciones de este tipo.
3. En el informe general del análisis de riesgos se demuestra que las instalaciones de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado están expuestas a riesgos y amenazas constantemente, por lo que la implementación del proyecto de seguridad electrónica, disminuye considerablemente el riesgo, aunque no lo erradica, las afectaciones de cualquier hecho consumido serán de menor envergadura comparado con no tener estos subsistemas instalados.

RECOMENDACIONES

1. La implementación de la seguridad electrónica en las instalaciones de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó a nivel del anillo uno de seguridad, este anillo cubre los perímetros del edificio y sus zonas internas, por lo que se hace necesario hacer un proyecto de análisis de riesgo para los diferentes anillos y de ser posible la implementación de nuevas medidas de mitigación o disuasión de los riesgos que se determine afecten las áreas estudiadas.
2. La propuesta inicial para la implementación del sistema contra robo e intrusión, consideraba todas las áreas de las instalaciones, debido a que no se quiso entrar en conflicto con el claustro de catedráticos por la asignación de claves y marcación de las mismas al ingreso o egreso fuera de horarios de aperturas programadas, no se implementó, por lo que se debe realizar un proyecto donde se considere la instalación de los sensores de movimiento y detectores de ruptura de vidrios para las áreas pendientes.
3. La seguridad electrónica, es una aplicación de la unión de conceptos impartidos en las diferentes carreras de la Escuela de Mecánica Eléctrica, por lo que sería importante se hiciera el esfuerzo por hacer seminarios de este tema a los estudiantes de la escuela, con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos.
4. El área de catedráticos quedo expuesta a riesgos de robo e intrusión, por lo que se recomienda hacer un consenso y ampliar la cobertura de

los sistemas de video vigilancia y alarma de robo e intrusión, puede ser un proyecto interesante para estudiantes que están por realizar sus prácticas

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo 2229-2014. *Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.*
2. VIDAL, Joan Pau. *Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios.* Editorial Asepeyo. Primera edición, España: 2016.
3. RODRIGUEZ FERNÁNDEZ, JULIÁN. *Circuito cerrado de televisión y seguridad electrónica.* Editorial Paraninfo, primera edición, Madrid: 2013
4. GONZÁLEZ GÓMEZ, Diego. *Sistemas de detección de intrusiones.* Editorial Free Software Foundation, primera edición, Boston: 2003.
5. LEÓN ROCA, Cesar Juan. *Diseño de un sistema de seguridad electrónica para una institución bancaria.* Trabajo de graduación de Ing. Electronica. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electronica, Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú, 2011. 140 p.
6. CANGO CHAMBA, Marcelo Romel. *Diseño y construcción de un tablero didáctico para instalación de un sistema de seguridad electrónica.* Trabajo de graduación de Ing. Tecnología en Electricidad. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Loja Ecuador, 2010. 82p.

7. CORREA RODRIGUEZ, William Andrés. *Funcionamiento de los sistemas CCTV en la era digital*. Trabajo de graduación de Ing. Electrónica. Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia, 2017. 39p.
8. FABARA RODRIGUEZ, Cristian Paul. *Diseño e implementación del sistema de seguridad electrónica para el edificio torre RFS utilizando software Onguard de Lenel*. Trabajo de graduación de Ing. Electronica y Control. Facultad de Ingeniería Eléctrica Electronica, Universidad Politécnica Nacional Quito Ecuador, 2015. 167p.
9. FUERTE ARANA, Virginia. *Diseño de protección de sistemas de seguridad pasiva en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Técnica en Telecomunicaciones especialidad Telemática. Facultad de Ingeniería, Universidad Politécnica de Madrid, 2017. 97p.
10. JUNGHANSS, Roberto. *Componentes y características de un sistema de CCTV*. En: *Revista de negocios de seguridad*. 2016, no. 140, pp 140-156.