



## **UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**SISTEMA DE VIDEO  
VIGILANCIA HÍBRIDO  
PARA LA OBRA C.C. GALAS  
PLAZA VALENCIA, ESTADO  
CARABOBO**

**Autor:**  
Romero, Daniel  
CI: 27.517.609

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA  
HÍBRIDO PARA LA OBRA C.C. GALAS  
PLAZA VALENCIA, ESTADO CARABOBO**

**EMPRESA: JITTER TELECOMM C.A.**

**Informe de Pasantías presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**Autor:**  
Romero, Daniel  
CI: 27.517.609  
Tutor: Ing. María Izquierdo

San Diego, junio 2020



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero María Izquierdo portador(a) de la cédula de identidad N° 25.981.156, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Daniel E. Romero B. portador de la cédula de identidad N° 27.517.609, titulado **SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA HÍBRIDO PARA LA OBRA C.C. GALAS PLAZA VALENCIA, ESTADO CARABOBO**; presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San Diego, a los (21) días del mes de junio del año dos mil veinte (2020).

Ing. María Izquierdo  
C.I.: 25.981.156



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA HÍBRIDO PARA LA OBRA  
C.C. GALAS PLAZA VALENCIA, ESTADO CARABOBO**

**CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN**

---

**Tutor Académico:** Ing. María Izquierdo C.I. 25.981.156

---

**Tutor Institucional:** Ing. Jairo Páez C.I. 12.110.870

**AUTOR:**  
Romero, Daniel  
C.I: 27.517.609

San Diego, Febrero de 2020



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UN SISTEMA CCTV HÍBRIDO PARA EL C.C. GALAS PLAZA  
VALENCIA, ESTADO CARABOBO

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Tutor Académico: Ing. María Izquierdo C.I. 25.981.156

Tutor Institucional: Ing. Jairó Páez C.I. 12.110.870

**AUTOR:**  
Romero, Daniel  
C.I: 27.517.609

San Diego, Febrero de 2020

ANEXO 4-A



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 1/2

DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO DE PASANTÍA

<b>DATOS DEL ESTUDIANTE</b>	Apellidos y nombres: Romero Borjas Daniel Eduardo	
	Cédula de identidad: 27.517.609	Teléfonos: 0414-0404960
	Escuela: Telecomunicaciones	Facultad: Ingeniería
	Inicio de la pasantía: 18-11-2019	Final de la pasantía: 29 -02 -2020
	Tiempo completo:	Medio tiempo: <input checked="" type="checkbox"/>
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>	Nombre: JITTER TELECOMM,C A	
	Teléfonos: 0241-8242776 0412-2859068	
	Dirección: Urb. San José de Turbes, Edif. Torre BOD Nivel PB Local P-32. Valencia, Edo. Carabobo.	
	Actividad económica: Especialistas en Ingeniería en Telecomunicaciones, Seguridad en Redes, Control de acceso, Monitoreo Satelital, Circuito Cerrado en Tele Vigilancia. Desarrollo, Planificación y Ejecución de Proyectos.	
	Departamento donde realizará la pasantía: Operaciones	
<b>DATOS DE LOS TUTORES</b>	<b>Tutor Académico:</b>	Teléfonos:
	<b>Tutor Empresarial:</b> Jairo Páez	Departamento: Operaciones
	Cargo: Ingeniero de Soporte	Teléfonos: 0241-8242776 0414-4382572

TRABAJO DE PASANTÍA

Titulo de la pasantía: Diseño de un Sistema CCTV Híbrido para el C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo	
Identificación del problema o situaciones problemáticas: Actualmente la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo se encuentra en construcción, de manera que las necesidades y objetivos de la obra cambian en función de su avance. La Situación objeto de estudio se refiere a la actual carencia de un sistema de vigilancia en las áreas en construcción remotas y que este a su vez permita minimizar los costos "temporales" en la instalación del sistema. En consecuencia, se ve afectado todo el proceso de supervisión del capital humano y de los activos inherentes a la obra, siendo la monitorización del área ineficiente.	
Formulación del problema: ¿Cuál es la combinación óptima de las tecnologías disponibles para crear un sistema " CCTV Híbrido" que permita salvaguardar el capital humano y los activos inherentes a la obra C.C. Galas Plaza ubicada en Valencia, Estado Carabobo?	
Objetivo General: Proponer el Diseño de un Sistema CCTV Híbrido para el C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo.	Objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual del C.C. Galas Plaza con respecto a sus necesidades. Ejecutar el levantamiento fotográfico y de tecnologías CCTV disponibles para salvaguardar los recursos de la obra. Diseñar la propuesta de instalación del sistema CCTV Híbrido para el C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo. Realizar un Estudio de factibilidad técnica, económica, social y ambiental.
<i>WS. Hamir</i> Tutor académico	<i>Daniel Romero</i> Estudiante

APROBACIÓN POR LA COMISIÓN DE ESCUELA:

*[Signature]*



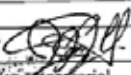
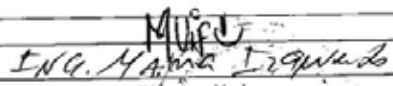
ANEXO 4-A (Continuación)



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 2/2

DESCRIPCIÓN PROGRAMÁTICA

Semana	Actividades a realizar	Observaciones
1	Inducción de la estructura administrativa de la empresa	
2	Inducción Operativa de las tareas a realizar en la empresa	
3	Encuesta al gerente de obra, supervisor de infraestructura y supervisor de seguridad de la obra del C.C. Galas Plaza	
4	Levantamiento fotográfico de la situación actual de la obra del C.C. Galas Plaza	
5	Levantamiento acerca de la variedad del mercado en CCTV	
6	Estudio comparativo de fortalezas para las alternativas de insumos investigados	
7	Fundamentación teórica y legal para las tecnológicas de CCTV a implementar	
8	Levantamiento de soluciones similares de sistemas de CCTV Estudio Espectral	
9	Determinar las potencias necesarias y permitidas para el alcance de los dispositivos inalámbricos a utilizar	
10	Definir el alcance del diseño a implementar versus el alcance teórico Diseño del sistema de CCTV a implementar	
11	Pruebas de las fallas del sistema Verificación de errores posibles	
12	Pruebas finales del sistema diseñado Presentación de la propuesta del sistema al personal y gerente de obra del C.C. Galas Plaza	
<b>Recomendaciones:</b>		
<b>Mantener registro del avance online para la interacción entre los tutores y el pasante</b>		
 		
Tutor empresarial (Nombre, firma y sello de la empresa)		Tutor académico (Nombre, firma y sello de la facultad)



## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
RESUMEN.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I:LA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Ubicación .....	2
1.2 Descripción de la Empresa.....	2
1.3 Misión .....	2
1.4 Visión .....	3
1.5 Valores .....	3
1.6 Objetivos Generales .....	3
1.7 Política .....	4
1.8 Organigrama de la Empresa.....	4
1.8.1 Organigrama General.....	4
<b>CAPÍTULO II:EL PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Planteamiento del Problema.....	5
2.2 Formulación del Problema .....	6
2.3 Objetivos de la Investigación .....	7
2.3.1 Objetivo General .....	7
2.3.2 Objetivos Específicos.....	7
2.4 Justificación de la Investigación .....	7

2.5 Limitaciones.....	8
2.6 Alcance.....	8
<b>CAPÍTULO III:MARCO TEORICO .....</b>	<b>9</b>
3.1 Antecedentes de la Investigación .....	9
3.2 Bases Teóricas.....	12
3.2.1 Red .....	12
3.2.1.1 Componentes de una Red.....	12
3.2.1.2 Topología de Red .....	12
3.2.1.3 Red Cableada .....	13
3.2.1.4 Red Inalámbrica .....	14
3.2.1.5 Tipos de Redes Inalámbricas .....	15
3.2.2 El Espectro Electromagnético.....	22
3.2.2.1 Ancho de Banda .....	22
3.2.2.2 Frecuencias y Canales .....	23
3.2.2.3 Interferencia .....	23
3.2.2.4 Ruido.....	24
3.2.2.5 Atenuación .....	25
3.2.2.6 Bandas del Espectro Electromagnético.....	25
3.2.2.7 Intensidad de la Señal.....	26
3.2.2.8 Pérdidas en el Espacio Libre.....	27
3.2.2.9 Antenas.....	28
3.2.3 Arquitecturas de Red Inalámbrica.....	29
3.2.3.1 Red punto a punto .....	29
3.2.3.2 Red punto a multipunto.....	29
3.2.3.3 Red mesh.....	29
3.2.4 Estándares 802.11 WLAN .....	30
3.2.5 Seguridad WLAN .....	32

3.2.6 Fundamentos de Redes 802.11.....	33
3.2.6.1 Red ad-hoc .....	33
3.2.6.2 Red de infraestructura .....	33
3.2.7 Tecnologías de Red.....	34
3.2.8 Modelo de Referencia OSI.....	35
3.2.8.1 Capa física.....	35
3.2.8.2 Capa de enlace de datos .....	35
3.2.8.3 Capa de red.....	36
3.2.8.4 Capa de transporte.....	36
3.2.8.5 Capa de sesión.....	36
3.2.8.6 Capa de presentación.....	36
3.2.8.7 Capa de aplicación .....	36
3.2.9 Modelo de Referencia TCP/ IP .....	37
3.2.10 Protocolo IP.....	37
3.2.10.1 Dirección IPv4 .....	38
3.2.10.2 Dirección IPv6 .....	39
3.2.11 Subredes .....	39
3.2.12 Puertos.....	39
3.2.13 Protocolos de transporte de datos para video en red .....	40
3.2.14 Seguridad de la red.....	41
3.2.15 Sistemas de CCTV .....	43
3.2.15.1 Cámaras IP .....	45
3.2.15.2 Codificador de video .....	53
3.2.15.3 Medios de transmisión .....	53
3.2.15.4 Dispositivos de almacenamiento.....	53
3.2.15.5 Sistemas de administración y gestión de video.....	55
3.3 Definición de Términos Básicos .....	57

<b>CAPÍTULO IV:MARCO METODOLÓGICO</b> .....	59
4.1 Tipo de Investigación.....	59
4.2 Diseño de la Investigación.....	60
4.3 Nivel de la Investigación.....	60
4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	61
4.5 Fases de la Investigación.....	62
<b>CAPÍTULO V:RESULTADOS</b> .....	64
5.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual de resguardo y protección de bienes y equipos de la obra C.C. Galas Plaza. ....	64
5.1.1. El Sistema de Video Vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo. ....	64
5.1.2 Identificación y Descripción de las áreas cubiertas por el Sistema de Video Vigilancia. ....	67
5.1.2.1 Software Cliente IVMS-4200 de Hikvision.....	67
5.1.3. La Entrevista.....	74
5.1.3.1 Objetivo de la Entrevista.....	74
5.1.3.2 Desarrollo de la Entrevista.....	75
5.1.3.3 Conclusiones de la Entrevista.....	77
5.1.4. Requerimientos para el diseño del Sistema de Video Vigilancia Hibrido.....	78
5.2. Fase II: Identificación de las áreas críticas para salvaguardar los recursos de la obra.....	78
5.2.1. Identificación y descripción de las áreas críticas remotas:.....	79
5.2.1.1. Portón de Acceso #6.....	79
5.2.1.2. Estacionamiento del Nivel Avenida.....	80
5.2.1.3. Torre Grúa #7.....	82
5.3. Fase III: Diseño del sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo. ....	84

5.3.1 El Sistema de Video Vigilancia Hibrido.....	84
5.3.2 Selección de Cámaras IP Inalámbricas .....	87
5.3.3 Ubicación de las cámaras.....	89
5.3.4 Direccionamiento IP.....	92
5.3.5 Calculo del Ancho de Banda Total para las Cámaras IP Inalámbricas.....	93
5.3.6 Disco Duro .....	95
5.3.7 Selección de Equipos .....	96
5.3.7.1 Elementos de la Red Pasiva .....	97
5.3.7.2 Elementos de la Red Activa .....	98
5.3.8 Software de Acceso Remoto .....	100
5.4 Fase IV: Estudio de la factibilidad técnica, económica, social y ambiental. ....	105
5.4.1 Factibilidad Técnica.....	105
5.4.1.1 Calculo del Presupuesto de los Enlaces .....	108
5.4.1.2 Enlace #1 .....	111
5.4.1.3 Enlace #2.....	113
5.4.1.4 Enlace #3.....	114
5.4.1.5 Enlace #4.....	116
5.4.1.6 Enlace #5.....	117
5.4.2 Factibilidad Económica.....	119
5.4.3 Factibilidad Social.....	123
5.4.4 Factibilidad Ambiental.....	124
CONCLUSIONES .....	125
RECOMENDACIONES.....	127
REFERENCIAS .....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pp.</b>
1. Organigrama General de la Empresa Jitter Telecomm .....	4
2. Topología en estrella .....	13
3. Tipos de Redes Inalámbricas .....	15
4. Ejemplo de aplicaciones con redes Bluetooth.....	16
5. Ejemplo de aplicaciones con redes Wi-Fi.....	19
6. Ejemplo de aplicaciones con redes de telefonía celular.....	21
7. Espectro Electromagnético .....	22
8. Canales y frecuencias centrales para 802.11b.....	23
9. Interferencia constructiva y destructiva .....	23
10. Efectos del ruido .....	25
11. Pérdida en el Espacio Libre.....	27
12. Antena Omnidireccional Wi-Fi con Punto de Acceso .....	28
13. Red de infraestructura .....	34
14. Modelo OSI.....	35
15. Modelo TCP/IP en relación al modelo OSI .....	37
16. Reenvío de Puertos.....	40
17. Esquema de funcionamiento del protocolo IEEE 802.1X .....	42
18. Diferencia entre SSL/TLS y VPN.....	43
19. Componentes de un sistema de CCTV sobre IP .....	44
20. Componentes básicos de una cámara IP .....	47
21. Distancia focal de una lente .....	48
22. Sensor de imagen .....	49
23. Cámaras IP fijas .....	51
24. Cámaras IP domo fijas .....	51
25. Cámaras IP PTZ .....	52

26. Cámaras IP domo PTZ.....	53
27. Codificador de video.....	53
28. Esquema General del Sistema de Video Vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza.	65
29. Ventana de Inicialización del software Cliente IVMS-4200 de Hikvision.....	67
30. Ventana de Usuario y Contraseña.....	68
31. Ventana de Vista Principal.....	69
32. Distribución de la Barra de herramientas de la vista en directo.....	69
33. Ventana de Campo de texto Filter.....	70
34. Ventana de PTZ Control .....	71
35. Vista en directo de la Cámara Domo PTZ .....	72
36. Vista en directo del departamento de Ingeniería.....	72
37. Vista en directo de la Oficina de Ventas.....	73
38. Vista en directo del depósito de materiales de construcción.....	74
39. Vista en directo del Portón de Acceso #6 .....	79
40. Vista en directo del Estacionamiento del Nivel Plaza .....	80
41. Vista en directo de los Talleres de carpintería .....	81
42. Vista en directo del Estacionamiento de máquinas.....	82
43. Vista en directo de la Torre Grúa #7 .....	83
44. Esquema General del Sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza.....	85
45. Ubicación de la Cámara 1 .....	89
46. Ubicación de la Cámara 2 .....	90
47. Ubicación de la Cámara 3 .....	90
48. Ubicación de la Cámara 4 .....	91
49. Ubicación de la Cámara 5 .....	91
50. Ventana de Field of View & Lens Focal Length .....	93
51. Tabla para el cálculo del ancho de banda en red.....	94
52. Modificaciones de la Tabla para el cálculo del ancho de banda en red .....	95
53. Ventana de Ancho de Banda Total en Mbit/s .....	95

54. Ventana de Capacidad del Disco Duro (en GBs).....	96
55. Ventana de Acceso y de configuración del equipo DVR/NVR Hikvision .....	101
56. Configuraciones de Red para el equipo DVR/NVR Hikvision.....	102
57. Creación de la cuenta Hik-Connect a través de la página web w.w.w.hik- connect.com .....	103
58. Adición de equipos Hikvision a la Plataforma de acceso a la nube Hik-Connect .....	104
59. Monitorización remota de las cámaras mediante la aplicación móvil IVMS-4500 .....	105
60. Enlace #1 y Enlace #2.....	106
61. Enlace #3 y Enlace #4.....	106
62. Enlace #5.....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pp.</b>
1. Bandas de Frecuencias .....	26
2. Bandas de Frecuencia de Microondas .....	26
3. Resumen Estándares 802.11 .....	31
4. Protocolos y puertos usados normalmente para video en red .....	41
5. Valores de Iluminancia .....	45
6. Resolución Megapíxel .....	46
7. Programas para la gestión de video .....	56
8. Equipos que componen el Sistema de Video Vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza .....	66
9. Especificaciones de la Cámara IP Wi-Fi tipo Bullet .....	88
10. Especificaciones de la Cámara IP Wi-Fi PTZ .....	88
11. Direccionamiento IP del Sistema de Video Vigilancia .....	93
12. Requerimientos mínimos para el equipo NVR .....	97
13. Requerimientos mínimos para los Puntos de Acceso .....	98
14. Comparativa entre equipos Puntos de Acceso .....	98
15. Requerimientos mínimos para las Antenas .....	99
16. Comparativa entre dispositivos Antenas .....	99
17. Requerimientos mínimos para el Switch .....	100
18. Distancias Punto a Punto y capacidad de los enlaces .....	108
19. Factor de rugosidad del terreno .....	110
20. Factor de análisis climático anual .....	110
21. Inversión Inicial Total estimada .....	120
22. Costos Operacionales por mantenimiento .....	120
23. Beneficios .....	121
24. Proyección de costos y beneficios .....	121

25. Flujos netos anuales .....	122
26. Interpretación de la Tasa Interna de Retorno del Sistema de Video Vigilancia Hibrido .....	123



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**  
**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA HÍBRIDO PARA LA OBRA**  
**C.C. GALAS PLAZA VALENCIA, ESTADO CARABOBO**

**Autor:** Romero B. Daniel E.

**Tutor:** Ing. María Izquierdo

**Fecha:** junio 2020

**RESUMEN**

El presente informe pretende dar una propuesta de adaptación y actualización del Sistema CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) actual perteneciente a la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo, en función de las distancias y tecnologías disponibles en el mercado, y a su vez tomando en cuenta la topología que presenta la obra y los puntos más vulnerables de seguridad. Para lograr los objetivos se propone un Sistema de Video Vigilancia “Híbrido” (cableado e inalámbrico), utilizando una red WLAN basada en la familia de estándares 802.11 de la IEEE (Wi-Fi), así mismo se dispondrá de un modo de infraestructura de red ESS (Conjunto de Servicios Extendido) para extender el rango de cobertura de la red a través de puntos de acceso, en conjunto de antenas del tipo omnidireccional por su gran cobertura, aprovechable en casos como estos cuando el territorio que se desea cubrir es extenso. La investigación realizada esta basada en la metodología de una investigación científica, con un diseño de campo y nivel de investigación descriptivo, con una técnica de recolección de datos basada en la observación directa y en la entrevista. Cubrirá 4 (cuatro) fases que son el diagnóstico de la situación actual, la identificación de las áreas críticas, el diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido y por último su estudio de factibilidad en diversos ámbitos.

**Descriptor:** Sistemas de CCTV, Redes, Topología de Redes, Enlaces Punto a Multipunto, Sistemas de comunicaciones, Estándares 802.11 WLAN, Redes Inalámbricas.

## INTRODUCCIÓN

En el margen de la construcción civil, el proceso de inspección en materia de seguridad y logística se ha vuelto vital para el desarrollo eficiente de cualquier obra. Desde la supervisión y monitorización ininterrumpida de los puntos críticos para salvaguardar los recursos inherentes a las mismas, como al mismo tiempo la identificación de los posibles agresores externos u internos, en la prevención de accidentes laborales y la detección de las condiciones de inseguridad que podrían atentar contra la seguridad de sus trabajadores, y finalmente para ayudar en el proceso de toma de decisión de acciones correctivas en virtud de mejorar el desenvolvimiento habitual de las actividades propias a una obra.

En este orden de ideas, el presente informe está dirigido a dar una propuesta de adaptación y actualización del Sistema CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) actual perteneciente a la obra C.C. Galas Plaza. Asimismo, a esta evolución se le otorga el nombre de modelo “Híbrido” (cableado e inalámbrico), puesto a que ofrece las mismas ventajas de las redes basadas en IP, permitiendo a su vez conservar los equipos ya existentes, como es el caso de las cámaras analógicas y cableado UTP, ofreciendo como resultado un sistema económico de mejor calidad.

Dicho informe de pasantías se encuentra enmarcado en 5 (cinco) capítulos, los cuales están estructurados de la siguiente manera: En el Capítulo I se describe la empresa, su historia, misión, visión, valores y objetivos. En el Capítulo II se detalla metódicamente el problema, se formula una interrogante, se plantean los objetivos y se dan las justificaciones, alcance y limitantes. En el Capítulo III se detallan antecedentes a la investigación que servirán de base teórica y práctica para el desarrollo del proyecto, además de las bases teóricas y términos básicos. En el Capítulo IV se plantea el tipo de investigación, el diseño de la investigación y las fases que se deben cumplir para obtener los resultados esperados. Por último, en el Capítulo V se describen los resultados obtenidos en cada una de las fases y el resultado general de la investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **LA EMPRESA**

### **1.1 Ubicación**

La empresa Jitter Telecomm, C.A.RIF: J30747994-9, empresa ubicada en la Urbanización San José de Tarbes C.C. TORRE BOD planta baja, Local p-32. Valencia, Estado Carabobo – Venezuela.

### **1.2 Descripción de la Empresa**

Jitter Telecomm, C.A., es una empresa fundada en el año 1999 en la ciudad de Puerto Ordaz conformada por un grupo de profesionales especializados y en constante actualización en la aplicación de las últimas tecnologías en el campo de las telecomunicaciones. Su objetivo es ofrecer a sus clientes, proyectos con nuevas tendencias, plataformas que permitan actualizarse, crecer y aprovechar al máximo cada uno de los servicios que estos diseños ofrecen. Se especializan en:

- Diseño e implementación de redes de telecomunicaciones sobre Plataformas Mixtas, Fibra óptica, Inalámbricas, y Cableada.
- Programación y administración de sistemas informáticos de seguridad para plataformas de redes.
- Diseño e instalación de plataformas para circuitos cerrados de tele vigilancia (CCTV).
- Instalación de sistemas electrónicos para el control de accesos.
- Implantación y administración de sistemas de Monitoreo Satelital (GPS).

### **1.3 Misión**

Diseñar, comercializar y construir redes y sistemas de telecomunicaciones para satisfacer las necesidades de nuestros clientes en cuanto a comunicación y transmisión de voz, datos y video, contribuyendo al avance tecnológico de la sociedad, aplicando las últimas tendencias en plataformas de manera eficiente,

confiable y segura que conduzcan a una retribución rentable de sus accionistas, trabajadores y sociedad en general.

#### **1.4 Visión**

Ser la mejor opción en nuestro país para el diseño, comercialización y construcción de redes y sistemas de telecomunicaciones en cuanto a comunicación y transmisión de voz, datos y video, considerando el respeto integral del medio ambiente y el compromiso con nuestros accionistas y trabajadores.

#### **1.5 Valores**

Los valores son cualidades, principios o creencias que la empresa posee como identidad o personalidad, y que nos permite guiar u orientar las decisiones, acciones y conductas de los trabajadores en función de estos, y así hacerles saber qué deben priorizar al momento de tomar una decisión, crear un producto o tratar con un cliente.

- Integridad: Implica rectitud, bondad, honradez e intocabilidad. Es hacer lo correcto, de la manera correcta, por las razones correctas.
- Respeto: Tratar a las personas con educación y cordura.
- Excelencia: Organizar, gestionar y hacer las cosas de la mejor manera logrando resultados integrales excelentemente planificados.
- Liderazgo: Motivar e impulsar a cumplir con nuestras funciones.
- Colaboración: Con la empresa, con la labor, con la calidad de cada uno de sus productos y de los procesos que involucran su manufactura.

#### **1.6 Objetivos Generales**

Jitter Telecomm, C.A. fundamenta el logro de su Política de la Calidad sobre los siguientes objetivos generales:

1. Implementar, mejorar y mantener el Sistema de Gestión de la Calidad bajo la norma ISO-9001: 2000 y requerimientos de los clientes.
2. Mejorar y mantener los índices de evaluación de nuestros clientes.
3. Evaluar y mejorar el desempeño de nuestros servicios.

4. Mantener al personal formado en cuanto a las últimas tendencias en las diferentes plataformas.
5. Implementar mejora continua de nuestros procesos.

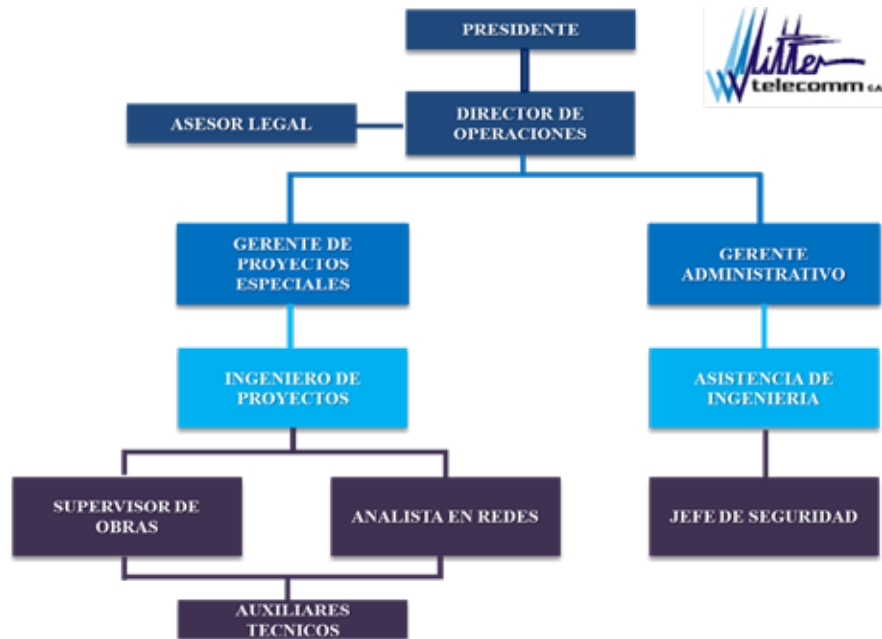
### 1.7 Política

Jitter Telecomm C.A. es una organización orientada al diseño, comercialización y construcción de redes y sistemas de telecomunicaciones, a fin de cumplir con los requisitos de los clientes a través del mantenimiento y mejora continua del Sistema de Gestión de la calidad, contando con el apoyo de sus trabajadores y accionistas.

### 1.8 Organigrama de la Empresa

#### 1.8.1 Organigrama General

En el presente organigrama podemos observar la composición general e institucional de la empresa Jitter Telecomm C.A. (Ver Figura N° 1).



**Figura 1.** Organigrama General de la Empresa Jitter Telecomm  
**Fuente:** Departamento de RRHH (2019)

## **CAPÍTULO II EL PROBLEMA**

### **2.1 Planteamiento del Problema**

Uno de los desafíos que enfrenta la gerencia de cualquier construcción u obra civil es la de implementar un sistema de inspección que permita medir el desempeño en materia de seguridad y logística en la obra, con el fin de detectar a tiempo las potenciales fallas y sus causas. Para corregirlas y así mitigar la ocurrencia de accidentes laborales y las condiciones inseguras que potencialmente podrían atentar contra la seguridad de sus trabajadores.

A raíz de la precaria situación que atraviesa la economía nacional y en vista de que las compañías de seguridad no ofrecen garantías plenas sobre el resguardo de los bienes en las instalaciones, las obras civiles se han visto en la necesidad de mejorar los niveles de seguridad en el sitio de construcción, con el objetivo de resguardar todos los recursos inherentes a las mismas.

Sobre las bases de las ideas expuestas, se plantea el caso de la obra C.C. Galas Plaza, ubicado en Avenida Cuatricentenaria, Av. 113, Valencia, Estado Carabobo, proyectado a ser uno de los centros comerciales más grandes y modernos de Venezuela. El mismo se encuentra actualmente en construcción, de manera que las necesidades y objetivos de la obra cambian en función de su avance. La Situación objeto de estudio se refiere a la actual carencia de un sistema de vigilancia en las áreas en construcción remotas, las cuales además de que están en constante cambio tampoco disponen de los accesos físicos para las instalaciones tradicionales de CCTV (Circuito cerrado de televisión) hasta que se concluya la obra. En síntesis, en las áreas donde no se dispone de CCTV se ve afectado el proceso de supervisión; tanto del capital humano como los activos inherentes a la obra, siendo la monitorización del área ineficiente.

En relación con las implicaciones, la obra C.C Galas Plaza según los indicadores de gestión del ingeniero de obra están en un 60% de avance, contando con un capital humano entre los que podemos nombrar ingenieros, arquitectos y obreros quienes son los encargados del uso de los activos de la obra. Aunado a la situación, la obra requiere de un sistema de supervisión ininterrumpida ya que la misma emplea materiales de construcción y equipos tecnológicos de muy alto costo en el mercado, además debido al tipo de actividades que se desarrollan en una obra de construcción civil, el sitio constituye una zona de riesgo y de accidentes laborales en general.

Al mismo tiempo, la ausencia de un sistema de CCTV integral facilita el descenso continuo en el progreso de la obra a raíz de la desaparición de recursos físicos, tecnológicos y financieros de la misma; lo que imposibilita el desarrollo normal de las actividades. Por otra parte, se dificulta la identificación de los posibles agresores externos u internos que podrían atentar en contra de la seguridad y los recursos pertenecientes a la obra. Como resultado, la rentabilidad y situación legal de la obra se vería comprometida a causa de la carencia de un sistema de CCTV “Híbrido” (cableado e inalámbrico) en una situación económica y legal tan precaria como la es actualmente en Venezuela.

Por lo antes expuesto, se considera necesario llevar a cabo la presente investigación para la realización de un Sistema de Video Vigilancia “Híbrido” que permita la monitorización ininterrumpida de todos los puntos vulnerables en cuanto a seguridad se refiere de la obra C.C. Galas Plaza.

## **2.2 Formulación del Problema**

Para orientar la elaboración del presente estudio, y en atención a los señalamientos anteriores, se formula la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede mejorar el resguardo de los equipos e instalaciones de la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo?

## **2.3 Objetivos de la Investigación**

### **2.3.1 Objetivo General**

Proponer un Sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de resguardo y protección de bienes y equipos de la obra C.C. Galas Plaza.
- Identificar las áreas críticas para salvaguardar los recursos de la obra.
- Diseñar el Sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo.
- Realizar un Estudio de factibilidad técnica, económica, social y ambiental.

## **2.4 Justificación de la Investigación**

En un entorno nacional como el que se vive actualmente, caracterizado por hiperinflación, estancamiento de la economía, desplome del Producto Interno Bruto (PIB) y un elevado riesgo país ocasionado por la inseguridad, la gerencia de obra del C.C. Galas Plaza se ha visto en la necesidad de tomar mayores medidas de seguridad, entre las cuales se destaca la instalación de un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV). Por tal motivo, la presente investigación se justifica ya que la misma busca dar una propuesta como solución al problema, con la cual se pretende llegar al diseño de un Sistema de Video Vigilancia “Híbrido” en función de las distancias y tecnologías disponibles en el mercado, y a su vez tomando en cuenta la topología que presenta la obra y los puntos más vulnerables de seguridad.

Siguiendo este orden de ideas, la implementación de un Sistema “Híbrido” permitiría atacar con mayor precisión aquellas irregularidades que puedan afectar el pleno desarrollo de la construcción y en consecuencia la rentabilidad de la obra. Por otro lado, la instalación de un Sistema “Híbrido” (cableado e inalámbrico) ofrece una mayor flexibilidad en la ubicación y una fácil instalación,

permitiendo cubrir aquellas zonas ubicadas a mayor distancia del centro de control. Finalmente en concordancia con la información suministrada por el Sistema de Video Vigilancia “Híbrido”, la gerencia podrá definir y comunicar a sus colaboradores nuevas estrategias a seguir, para establecer acciones correctivas que permitan mejorar el proceso de vigilancia y control de la obra.

Por último, la realización de este trabajo de investigación servirá como apoyo para futuras investigaciones del tema. Asimismo, estará disponible para todos los estudiantes de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) que deseen conocer la problemática asociada a las obras civiles en construcción, la metodología y métodos que se emplearán para su posible resolución.

## **2.5 Limitaciones**

Para este proyecto se considera que son limitaciones las siguientes:

- El tiempo asignado por la Universidad José Antonio Páez (UJAP) para la implementación del presente trabajo de pasantías es menor al necesario para el desarrollo del diseño.
- El avance de la obra puede cambiar las prioridades de inversión en función de la disponibilidad de insumos como el cemento y cabilla.
- La situación económica en Venezuela se caracteriza por una alta rotación de personal, por lo que el planteamiento y desarrollo del proyecto está sujeto a cambios.

## **2.6 Alcance**

Con esta propuesta se pretende llegar al diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido de la obra C.C. Galas Plaza, el cual contempla los lineamientos de instalación de todos los dispositivos terminales (hardware) de la red, con su software correspondiente y que a su vez permiten el funcionamiento eficaz de todo lo que tiene que ver con el proceso de supervisión y monitorización de las áreas críticas de la obra.

## **CAPÍTULO III MARCO TEORICO**

Como apoyo a la actual investigación, se presentan varios proyectos de investigación y tesis de grado efectuadas en los últimos 5 años, cuyos aportes teóricos se consideran valiosos y relevantes al momento de plantear la presente problemática. Entre estos estudios se pueden destacar los siguientes:

### **3.1 Antecedentes de la Investigación**

Toapanta, C y Toaso, F. (2014) en su proyecto de investigación titulado **“Estudio y Diseño de una red IP de video vigilancia para seguridad ciudadana en la ciudad de Machala”**. Proyecto de investigación presentado ante la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica y Telecomunicaciones. En dicho proyecto de investigación se disponen a realizar el diseño de un sistema CCTV para la vigilancia ciudadana. Para la colocación de las cámaras de seguridad se pretende analizar ciertos parámetros de la ciudad con el objeto de determinar aquellos espacios con mayor inseguridad. La transmisión de las imágenes captadas por las cámaras de seguridad se realiza mediante enlaces inalámbricos en la frecuencia libre en el Ecuador (5.8 GHz), además de utilizarse equipos con tecnología inalámbrica basados en el estándar IEEE 802.11 (Wi-Fi). El diseño de la red inalámbrica posee una topología física tipo estrella con enlaces inalámbricos punto multipunto, de manera que todas las cámaras distribuidas en diferentes puntos de la ciudad se puedan comunicar con el centro de monitoreo y vigilancia, el cual cuenta con todas las adecuaciones necesarias para el monitoreo de las cámaras.

Dicho proyecto haya relación con la presente investigación en la base del uso de la tecnología Wi-Fi para llevar a cabo el diseño de un Sistema de CCTV empleando cámaras IP, sobre una red inalámbrica tipo estrella; igualmente en la selección de enlaces inalámbricos punto multipunto, para el efecto de que se concrete

la comunicación entre las cámaras de seguridad y la oficina principal que dispone del centro de control y monitoreo de todo el Sistema de Video Vigilancia “Híbrido” de la obra C.C Galas Plaza.

Por su parte Chimborazo, D (2015) en su proyecto de investigación titulado **“Diseño de un sistema de video vigilancia IP para el barrio La Delicia de la ciudad de Ambato”** presentado ante la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador para optar por el título en Ingeniería Electrónica y Redes de información. Dicho proyecto de investigación está planteado para realizar el diseño de un sistema de video vigilancia con tecnología IP para el Barrio “La Delicia” de la ciudad de Ambato, tomándose en cuenta distintos factores como los puntos críticos en cuanto a los índices de inseguridad, la infraestructura del barrio y los costos referenciales del proyecto. Para tal fin, se decidió optar por la utilización de equipos con tecnología inalámbrica Wi-Fi en función del ancho de banda y cobertura que demanda el servicio de video vigilancia, así como la disposición de Access points (puntos de acceso) para proporcionar la conexión inalámbrica. Por otra parte, el proyecto hace uso del programa **IP Video SystemDesignTool** (<https://n9.cl/h88b>) para simular la ubicación, la cobertura y el respectivo cálculo del ancho de banda total del sistema.

El proyecto se vincula con el actual en función de la selección de la tecnología Wi-Fi para llevar a cabo el diseño de un Sistema de CCTV empleando cámaras de red y del programa de simulación IP Video SystemDesignTool. Asimismo el proyecto guarda relación con el actual en virtud de la implementación de un modo de infraestructura de red ESS (Del inglés Extended Service Set, Conjunto de Servicios Extendido) para extender el rango de cobertura de la red a través de puntos de acceso, con el fin de permitir la conexión inalámbrica de las estaciones con el router central y posteriormente con el DVR (Digital Video Recorder) / NVR (Network Video Recorder), donde se almacena todo el contenido de audio y video captado por las cámaras.

De las evidencias anteriores, fue posible tener una gran cantidad de referencias informativas sobre el diseño y uso tanto del programa como de la correcta selección de los equipos Hardware y Software del sistema de Video Vigilancia “Híbrido”, sin necesidad de sobre dimensionar el diseño.

Finalmente Monteros, J (2015) realizo un proyecto de investigación titulado **“Diseño de un sistema de video-vigilancia Inalámbrico para la ciudad de Cayambe”**. Proyecto de investigación presentado ante la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador previo a la obtención del título en Ingeniería Electrónica y Redes de información. Dicho proyecto tiene como objetivo realizar el diseño de un sistema de video-vigilancia para implementarlo sobre una red inalámbrica de datos en malla (WMN, Wireless Mesh Network), para su operación en la banda de frecuencia libre de 5 GHz.

En este sentido se propone utilizar antenas del tipo omnidireccional para la transmisión de datos broadcast (difusión amplia) entre las estaciones fijas de la red. Por ultimo para conocer si el estudio es viable, se pretende realizar un estudio de factibilidad económica y técnica para el cual se toman en cuenta los costos asociados a los dispositivos terminales de la red, al igual que el respectivo cálculo teórico de la potencia final en el receptor y el ancho de banda total del sistema de video vigilancia.

El proyecto de investigación planteado anteriormente guarda relación con el actual, en la utilización de cámaras IP en conjunto con antenas omnidireccionales para llevar a cabo el diseño de un Sistema de CCTV inalámbrico mediante la tecnología Wi-Fi, de igual manera, la presente investigación contemplo la realización de un estudio de factibilidad técnica, económica, social y ambiental.

## **3.2 Bases Teóricas**

### **3.2.1 Red**

Una red de computadores (también llamada red de ordenadores, red de comunicaciones de datos o red informática) es un conjunto de equipos nodos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos o inalámbricos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios.

#### **3.2.1.1 Componentes de una Red**

- **Elementos Pasivos:** Son los elementos que generan y modifican las señales, por ejemplo: computadores, cámaras, servidores, entre otros.
- **Elementos Activos:** Son aquellos que transmiten información entre los elementos pasivos. En este grupo tenemos: hubs, conmutadores, enrutadores, Access points, etc.
- **Medio de Transmisión:** Es el canal que permite la transmisión entre los elementos pasivos y activos utilizando los diferentes rangos de frecuencia.

#### **3.2.1.2 Topología de Red**

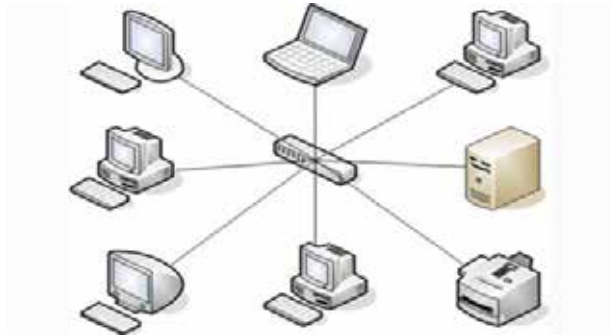
La configuración, también llamada topología, describe cómo los nodos individuales se conectan entre sí para formar una red. Se diseñan redes Ethernet típicamente en dos configuraciones generales o topologías: bus y estrella. Estas dos topologías definen cómo se conectan entre sí los "nodos".

- **Topología de bus**

Es aquella en la cual el medio de transmisión consiste en un único cable conectado a todos los nodos y dos resistencias terminales. El medio de transmisión, por su parte, está disponible para todos los nodos en el mismo instante de tiempo, lo que significa que solo un nodo puede enviar datos en un momento dado durante el cual los otros nodos no pueden transmitir datos.

- **Topología en estrella**

Es aquella en la cual los nodos se conectan a un punto central adquiriendo la forma de una estrella. Asimismo los cambios hechos en la configuración se realizan en el nodo central, siendo esta la topología más usada en las redes orientadas a terminales.



**Figura 2.** Topología en estrella

**Fuente:** <https://www.lifeder.com/topologia-en-estrella/>

### **3.2.1.3 Red Cableada**

Este tipo de redes se caracterizan por el hecho de que todos los nodos deben estar conectados a través de algún tipo de cable de red o medio guiado, entre los más utilizados se encuentra: el cable coaxial, par trenzado y cable de fibra de vidrio.

Como seguimiento de esta actividad, a continuación se describen los tipos y versiones más comunes:

- **Cable Coaxial y BNC**

La red Ethernet 10BASE2 utiliza un cable coaxial llamado RG- 58 similar al cable de la antena en un televisor o al cable coaxial utilizado en circuito cerrado de televisión analógica. En este sentido la ventaja del cableado coaxial es que permite que varios nodos se puedan conectar juntos por medio del conector BNC y sin puntos centrales, lo que facilita su ampliación.

Sin embargo, las desventajas de cableado coaxial son que la velocidad de datos se limita a 10 Mbps y puede ocasionar fallos en la red. En virtud de estos inconvenientes los cables coaxiales ya no se utilizan para crear nuevas infraestructuras de red.

- **Cable de par trenzado y RJ-45**

Este tipo de cable se compone de ocho alambres, formando cuatro pares de hilos trenzados, los cuales mantienen baja la interferencia electromagnética. La longitud máxima es de 100 metros y su velocidad de transmisión, dependiendo de sus propiedades eléctricas, puede ser de 10, 100, 1.000, o 10.000 Mbps

Asimismo el UTP con la especificación 10BASET, es el tipo más conocido de cable de par trenzado y el cableado LAN más utilizado en los últimos años; su conector es el RJ45.

- **Fibra Óptica**

Es un cable de fibra de vidrio que ofrece varias ventajas sobre el cable coaxial y de par trenzado. Entre sus beneficios se puede mencionar el incremento de la distancia, puesto que este medio de transmisión no es sensible a las interferencias electromagnéticas y el incremento en la velocidad de transmisión. A este respecto, la fibra puede hacer que sea posible colocar una cámara de red fuera de un edificio, por ejemplo, en un aparcamiento situado más lejos. Al mismo tiempo, el alto rendimiento que brinda la fibra óptica la convierte en el medio de transmisión ideal en la red de backbone (cableado troncal).

Los Leds de la fibra utilizan longitudes de onda de 850, 1.300, o 1.550 nanómetros; dependiendo del tipo de fibra, la luz se propaga a través de esta en diferentes modos. Los dos modos son: fibra multimodo (MMF), y fibra monomodo (SMF). La fibra monomodo permite realizar transmisiones a distancias mayores que la fibra multimodo y se define en la norma EN 50173 e ISO/IEC- 11801.

En síntesis, el avance principal de este tipo de cableado radica en el aumento de transmisión de los datos que puede comprender desde 100, 1.000, e incluso 10.000 Mbps.

### **3.2.1.4 Red Inalámbrica**

Las redes inalámbricas implican la transmisión de ondas electromagnéticas a través del aire.

### 3.2.1.5 Tipos de Redes Inalámbricas

Este tipo de redes pueden clasificarse de distintas maneras dependiendo del criterio al que se atienda. En esta sección se las clasificará de acuerdo a su alcance o cobertura, tal como se muestra en la figura 3.

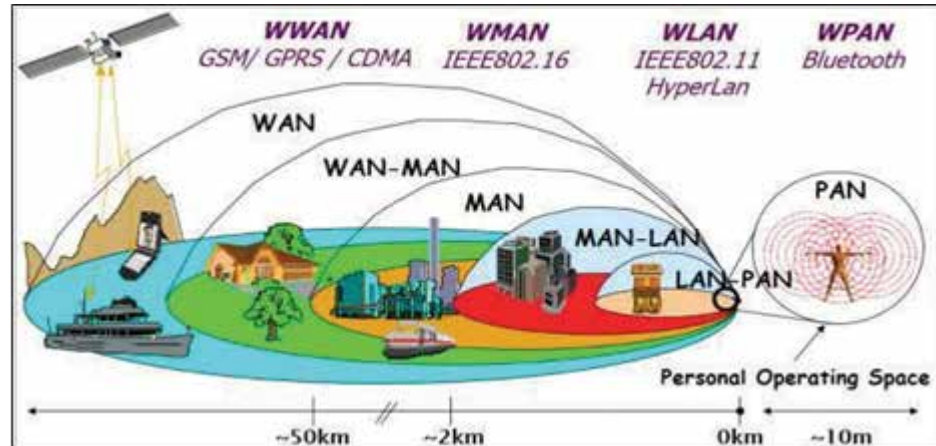


Figura 3. Tipos de Redes Inalámbricas

Fuente:<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

#### • Wireless Body Area Network (WBAN)

Las redes inalámbricas de área corporal son utilizadas en el control de los parámetros vitales del cuerpo y de sus movimientos. Son redes que aún se encuentran en su etapa inicial de desarrollo y que tendrán un gran campo de acción, sobre todo en el campo médico, ya que permitirán monitorear de manera constante a los pacientes sin que se encuentren conectados por medio de cables.

El funcionamiento de este tipo de redes consiste en la implantación de dispositivos de baja potencia en el cuerpo, los cuales se comunicarán de manera inalámbrica con una estación central en donde se almacenarán los parámetros vitales del paciente. Como ejemplos de este tipo de dispositivos tenemos los auriculares, sensores, micrófonos, etc.

Por su parte la cobertura de este tipo de redes es de 1 a 2 m, mientras que la banda de frecuencia que utiliza para la transmisión de información es regulada por la

MICS (Medical Implantable Communication Service), cuyo intervalo de frecuencia es de 402 a 405 MHz.

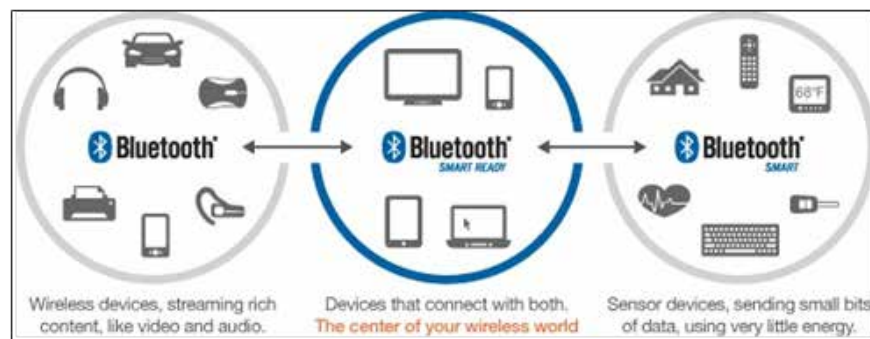
- **Wireless Personal Area Network (WPAN)**

Las redes inalámbricas de área personal se encuentran definidas en el estándar IEEE 802.15 y pueden cubrir distancias inferiores a los 10 metros. Estas redes están pensadas para la interconexión de dispositivos de usuario, por ejemplo: conectar la impresora con la computadora personal, o con el teléfono celular, sin embargo hoy en día también se las emplea para el monitoreo de áreas geográficas y en el control de procesos industriales. Las principales tecnologías que se encuentran en esta categoría se describen a continuación:

- **Bluetooth**

Es la tecnología más conocida dentro de las WPAN, este tipo de redes permiten la transmisión de voz y de datos haciendo uso de la banda de frecuencia ISM (Industrial, Scientific and Medical) de 2.4 GHz. El estándar en el que se encuentra definido es el IEEE 802.15.1.

El principal objetivo de esta tecnología, es el de reemplazar los cables que comunican a los dispositivos del hogar por medio de un enlace inalámbrico de corto alcance. Por último, cabe destacar que Bluetooth no se utiliza comúnmente en aplicaciones de video vigilancia.



**Figura 4.** Ejemplo de aplicaciones con redes Bluetooth

**Fuente:** <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

## Ü Zigbee

Esta tecnología inalámbrica está diseñada para hacer frente a las necesidades de redes de bajo costo, sensores inalámbricos de baja potencia y redes de control.

El objetivo principal de esta tecnología son las comunicaciones seguras empleando una baja tasa de transmisión de datos y un consumo de energía mínimo. Su desarrollo está basado en el estándar IEEE 802.15.4 y utiliza la banda de frecuencia ISM para la comunicación entre sus dispositivos.

Por último, los campos de aplicación en los cuales se espera tenga éxito son: la automatización de edificios, el cuidado de la salud, la automatización del hogar, energía inteligente, servicios de telecomunicaciones y las compras automáticas.

## Ü IrDA (Infrared Data Association)

Conocida también como infrarrojos, en vista de que estos sistemas de comunicaciones se basan en la emisión y recepción de haces de luz infrarroja; un tipo de radiación electromagnética que es invisible para el ojo humano.

Con esa finalidad, los dispositivos que utilizan este tipo de tecnología poseen transceptores de ondas infrarrojas y a su vez poseen alcances muy cortos, de alrededor de 1 m de distancia, siendo ésta, una de sus principales desventajas.

Como complemento de esta tecnología, se puede citar, que es muy utilizada para el manejo remoto de los electrodomésticos del hogar.

## Ü UWB (Ultra Wide Band)

Esta tecnología permite transmitir grandes paquetes de información (480 Mbps) en distancias cortas (menores a 10m.). En este sentido, su funcionamiento se basa en la emisión de pulsos de muy corta duración que ocupan un gran ancho de banda instantáneo, de manera que resulta difícil de determinar una frecuencia central de RF.

## Ü DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)

El significado de sus siglas en español sería: Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente. Es un estándar de la ETSI para teléfonos inalámbricos digitales conectados a una base. Igualmente trabaja en la banda de frecuencia de 1.9 GHz y permite tener alcances de hasta 300 m. Este estándar está orientado a la

transmisión de voz digital y se utiliza principalmente en sistemas telefónicos del hogar o empresa, permitiendo tener múltiples terminales inalámbricos conectados a una misma base.

#### Ü **Wibree**

Es una tecnología digital de radio interoperable para pequeños dispositivos, y se conoce como la versión de baja potencia de la tecnología Bluetooth.

Ofrece comunicación entre dispositivos móviles o computadores que soporten la tecnología Bluetooth y otros dispositivos más pequeños. Para tal efecto opera en la banda de frecuencia de 2.4 GHz y soporta una tasa de transferencia de 1 Mbps.

#### · **Wireless Local Area Network (WLAN)**

Las redes de área local inalámbricas, también conocidas como WLAN fueron pensadas en un principio para crear un entorno de red local en el que todos los dispositivos que se encuentren en un edificio o grupo de edificios puedan comunicarse entre sí, sin necesidad de un medio físico guiado.

En una configuración típica de WLAN se utilizan puntos de acceso para distribuir equipos de comunicación inalámbricos, este mismo forma una red inalámbrica que interconecta dispositivos móviles o tarjetas de red inalámbricas. En este sentido, un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar hasta varios cientos de metros. El punto de acceso (o la antena conectada al punto de acceso) es normalmente colocado en un sitio de altura para obtener la cobertura de radio deseada. Como resultado, el usuario final accede a la red WLAN a través de adaptadores.

Originalmente las WLAN fueron pensadas para las empresas, sin embargo, hoy en día es muy común ver su aplicación en escenarios tanto públicos como privados, escenarios como: zonas industriales, entornos de grandes redes corporativas, campus industriales, hospitales, cibercafés, hoteles, aeropuertos, medios públicos de transporte, entornos rurales, video vigilancia, etc. Entre las principales tecnologías WLAN tenemos:

## Ü Wi-Fi

Wi-Fi es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizadas hoy en día, esta misma basa su funcionamiento en las especificaciones IEEE 802.11. Erróneamente se cree que el significado de Wi-Fi es Wireless Fidelity, sin embargo Wi-Fi es simplemente un nombre comercial.

A este respecto, podemos encontrarnos con tres tipos de comunicación Wi-Fi: 802.11b, que emite hasta 11 Mbps, 802.11g, más rápida la cual emite hasta 54 Mbps y finalmente 802.11n, que emite hasta 600 Mbps.

Al mismo tiempo, su velocidad y alcance (de un máximo de 100-150 metros en hardware asequible) lo convierten en una fórmula perfecta para el acceso a Internet sin cables. Por último, mediante el empleo de esta tecnología se puede ampliar la cobertura de una red de datos cableada de manera inalámbrica, también se gana flexibilidad y rapidez de implementación, tal como se puede observar en la figura 5.



**Figura 5.** Ejemplo de aplicaciones con redes Wi-Fi

**Fuente:** <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

En relación con las implicaciones anteriores, cabe mencionar que actualmente la obra C.C Galas Plaza consta de una red WLAN basada en Wi-Fi, sobre la cual se ejecutó el diseño del Sistema de video vigilancia en red.

## Ü HiperLAN (High Performance Radio LAN)

Es un estándar creado por la ETSI en 1997 con el objeto de desarrollar velocidades de transferencia mayores a los del estándar IEEE 802.11. El objetivo de esta tecnología es conseguir WLANs de alta capacidad, con calidad de servicio y baja movilidad, en un entorno que no supere los 50 m.

Asimismo, este estándar trabaja en la banda de frecuencia de 5 GHz. y alcanza velocidades de transmisión de datos de 54 Mbps, siendo esta compatible con el estándar IEEE 802.11a.

- **Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)**

Las redes inalámbricas de área metropolitana fueron creadas pensando en la interconexión de diferentes localidades dentro de un área metropolitana, suelen ser tratadas como redes WLAN extensas o redes WWAN de menor tamaño.

Sobre el asunto, estas redes pueden alcanzar coberturas en el orden de los kilómetros. Entre las principales tecnologías WMAN se tiene:

- ü **WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)**

Este estándar de transmisión inalámbrica de datos se encuentra definido por el estándar IEEE 802.16. Permite la recepción de datos por microondas y retransmite por ondas de radio. De igual manera, proporciona accesos concurrentes en áreas de hasta 50 Km de radio, siendo este compatible con estándares anteriores como el IEEE 802.11. Funciona en un rango de frecuencias que van desde: 2 GHz a 66 GHz (dependiendo de la versión).

Finalmente, la característica principal de una red WiMax es su gran ancho de banda que puede ser aprovechado para el transporte de información, alcanzando velocidades de transmisión de 70 Mbps.

- ü **WiBro (Wireless Broadband Technology)**

Es una tecnología de banda ancha de Internet desarrollada por la industria de Telecomunicaciones Coreana, con el objeto de proporcionar una solución de Internet de alta velocidad y una buena calidad de servicio para los consumidores locales. A su vez esta tecnología se basa en el estándar 802.16e que se conoce comúnmente como WiMax móvil y puede soportar usuarios viajando a una velocidad de 120 Km/h con velocidades de hasta 50 Mbps y un alcance de hasta 5 Km.

- **Wireless Wide Area Network (WWAN)**

Las redes inalámbricas de área amplia tienen la particularidad de que su cobertura es la mayor de todas las tecnologías de redes inalámbricas, ya que pueden abarcar áreas geográficas tan extensas como: ciudades o incluso países. Entre las principales tecnologías WWAN se encuentran las siguientes:

- **Redes de telefonía celular**

La telefonía celular ha evolucionado rápidamente. Al comienzo los teléfonos celulares se los empleaban únicamente para realizar llamadas de voz, mientras que ahora se los puede utilizar para navegar en internet, descargar archivos, ver películas, etc. Todo esto en virtud de que cada vez se tienen dispositivos más sofisticados y a la implementación de nuevos estándares tecnológicos.



**Figura 6.** Ejemplo de aplicaciones con redes de telefonía celular  
**Fuente:**<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

- **Redes Satelitales**

Son aquellas que necesitan de satélites artificiales para su transmisión. Los satélites enlazan una o más estaciones base para la emisión y recepción de datos. A estas estaciones se las conoce como estaciones terrestres. Por su parte, la mayoría de las comunicaciones satelitales se realizan en la banda de 2.5 a 22 GHz.

### 3.2.2 El Espectro Electromagnético

El espectro electromagnético clasifica al conjunto de ondas existentes de acuerdo a su frecuencia y a la magnitud de su longitud de onda.

Dentro de este marco, las ondas de radiofrecuencia (mayor longitud de onda) están compuestas por: las microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible y los rayos ultravioleta. Por otra parte, las ondas electromagnéticas (menor longitud de onda) se encuentran compuestas por: rayos x y los rayos gamma.

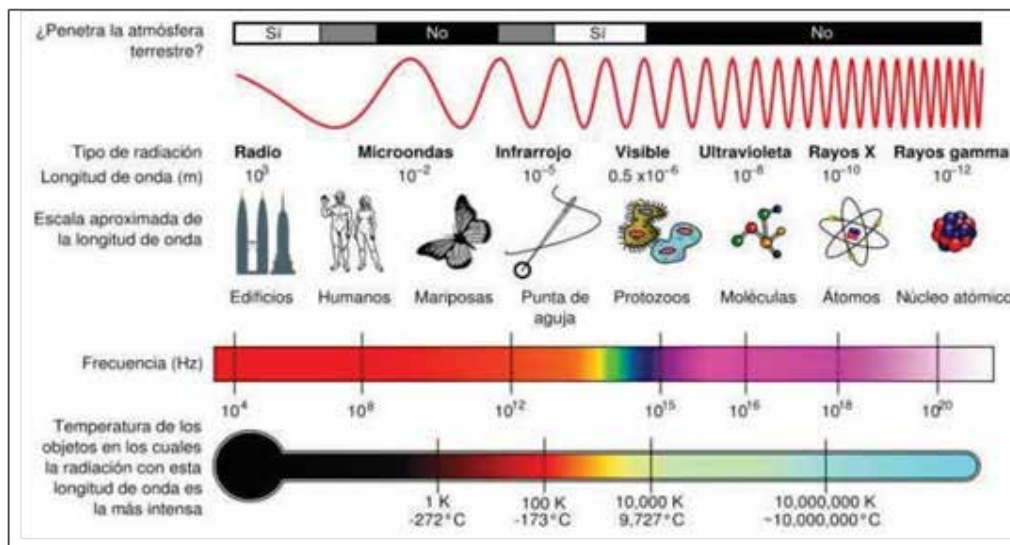


Figura 7. Espectro Electromagnético

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

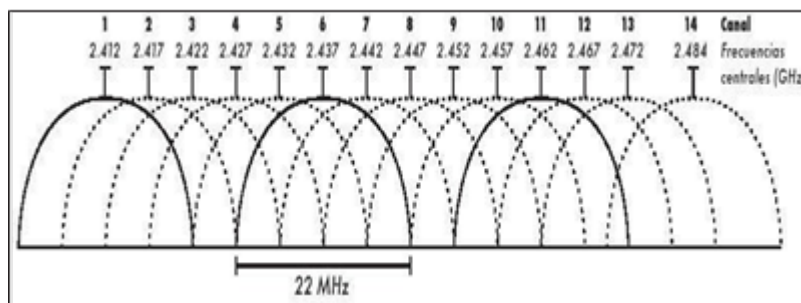
#### 3.2.2.1 Ancho de Banda

El ancho de banda es simplemente una medida de rango de frecuencia. Como se puede inferir, si un rango de 2400 MHz a 2480 MHz es usado por un dispositivo, entonces el ancho de banda sería 0,08 GHz (o más comúnmente 80MHz).

De las evidencias anteriores, se puede ver fácilmente que el ancho de banda que definimos aquí es la forma más precisa de medir la velocidad máxima de una conexión de datos; a mayor ancho de banda, más datos caben en un momento dado. El término ancho de banda es a menudo utilizado por algo que deberíamos denominar tasa de transmisión de datos y su unidad de medida es en bits por segundo, kilobits por segundo, megabits por segundo o algún otro múltiplo.

### 3.2.2.2 Frecuencias y Canales

En la figura 8 se puede apreciar un poco más de cerca cómo se utiliza la banda de 2,4 GHz en el estándar 802.11b. El espectro está dividido en partes iguales distribuidas sobre la banda en canales individuales. Llama la atención que los canales son de un ancho de 22MHz, pero están separados sólo por 5MHz. Esto significa que los canales adyacentes se superponen, y pueden interferir unos con otros.



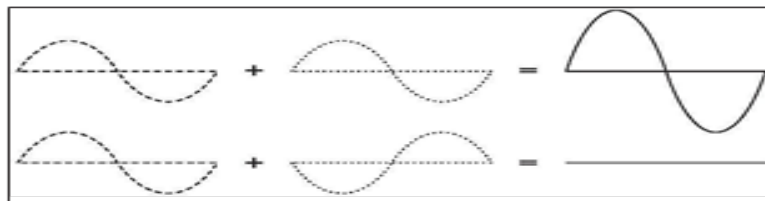
**Figura 8.** Canales y frecuencias centrales para 802.11b

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10549/1/CD-6243.pdf>

### 3.2.2.3 Interferencia

En la tecnología inalámbrica, la palabra Interferencia es usada típicamente en un sentido amplio, para referirse a todos los tipos de alteraciones generadas por otras redes y otras fuentes RF (radio frecuencia), como por ejemplo canales adyacentes.

Cuando trabajamos con ondas, uno más uno no es necesariamente igual a dos; incluso puede resultar cero. Esto es sencillo de entender cuando dibujamos dos ondas senoidales y sumamos las amplitudes (ver Figura 9). Cuando un pico coincide con el otro pico, tenemos un resultado máximo ( $1 + 1 = 2$ ). Esto es denominado interferencia constructiva. Mientras que cuando un pico coincide con un valle, tenemos una completa aniquilación ( $(1 + (-)1 = 0$ ), a esto se le denomina interferencia destructiva.



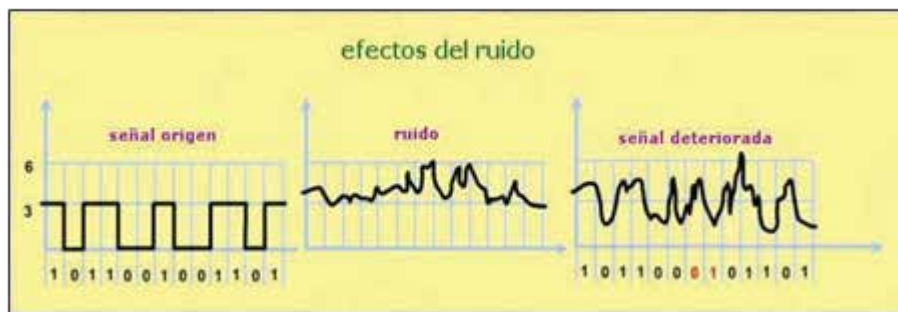
**Figura 9.** Interferencia constructiva y destructiva

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10549/1/CD-6243.pdf>

### 3.2.2.4 Ruido

Se dice que es toda señal eléctrica indeseada proveniente de diversas fuentes, que se inserta entre el emisor y el receptor de un sistema de telecomunicaciones dado e interfiere con las señales propias del sistema. Hay diferentes tipos de ruido:

- **Ruido térmico:** Es el originado por la agitación térmica de electrones dentro de un conductor.
- **Ruido de intermodulación:** Producido cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión.
- **Ruido Blanco:** Es un ruido aleatorio que posee la misma densidad espectral de potencia a lo largo de toda la banda de frecuencias.
- **Interferencia electromagnética (EMI) e interferencia de la radiofrecuencia (RFI):** Son interferencias causadas por las fuentes externas de impulsos eléctricos que atacan la calidad de las señales eléctricas del cable, como: los sistemas de iluminación, los motores eléctricos y los sistemas de radio. Para evitarlo, se puede aumentar el tamaño de los cables conductores o mejorar el tipo de material aislante empleado, otro método es el blindaje y la cancelación.
- **Ruido impulsivo:** Son pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal.
- **Ruido de la conexión a tierra de referencia:** Son las interferencias en el sistema de datos debido a que el chasis de un dispositivo sirve como la conexión a tierra de referencia de señal y de la línea de alimentación de CA.
- **Diafonía:** Es cuando el ruido eléctrico del cable tiene origen en señales de otros alambres del cable. Ejemplo: Cuando dos hilos están colocados uno muy cerca del otro y no están trenzados, la energía de un hilo puede trasladarse al hilo adyacente y viceversa.
- **Ruido de la línea de alimentación de CA:** Es aquel originado debido a los campos eléctricos y magnéticos producidos por la corriente alterna que circula a través del cableado de alimentación común en casas, empresas, etc.



**Figura 10.** Efectos del ruido

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10549/1/CD-6243.pdf>

### 3.2.2.5 Atenuación

Es una característica intrínseca del canal, que se manifiesta con la pérdida de energía de la señal cuando se propaga por el mismo. Esta se expresa como el cociente entre la potencia emitida y la potencia recibida. Por ello para que la señal llegue con la suficiente energía es necesario el uso de amplificadores o repetidores. La atenuación se incrementa con la frecuencia, con la temperatura y al recorrer mayores distancias. De igual manera la atenuación es la razón principal de que el largo de las redes tenga varias restricciones, en vista de que si la señal se hace muy débil, el equipo receptor no interceptará bien o no reconocerá esta información. En conclusión, esto causaría errores y el bajo desempeño al tener que transmitir la señal.

Sin duda, las ondas electromagnéticas se atenúan exponencialmente a medida que progresan sobre un medio de transmisión (es por esto que la distancia es un factor muy importante al hablar de atenuación), alejándose del emisor.

### 3.2.2.6 Bandas del Espectro Electromagnético

Se conoce de esta manera a los intervalos de frecuencia que conforman el espectro electromagnético y que están asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. El uso de las bandas de frecuencia está regulado por la UIT (Universal Institute of Technology) en virtud de evitar interferencias y hacer un uso eficiente del espectro electromagnético, pudiendo variar dependiendo de cada país.

Asimismo, cada banda posee un plan de frecuencia que determina su uso y compartición.

**Tabla 1.** Bandas de Frecuencias

NOMBRE	ABREVIATURA INGLESA	BANDA ITU	FRECUENCIAS	LONGITUD DE ONDA
			Inferior a 3 Hz	> 100.000 Km
Extra Baja Frecuencia	ELF	1	3 - 30 Hz	100.000 - 10.000 Km
Súper Baja Frecuencia	SLF	2	30 - 300 Hz	10.000 - 1000 Km
Ultra Baja Frecuencia	ULF	3	300 - 3000 Hz	1000 - 100 Km
Muy Baja Frecuencia	VLF	4	3 - 30 KHz	100 - 10 Km
Baja Frecuencia	LF	5	30 - 300 KHz	10 - 1 Km
Mediana Frecuencia	MF	6	300 - 3000 KHz	1 Km - 100 m
Alta Frecuencia	HF	7	3 - 30 MHz	100 - 10 m
Muy Alta Frecuencia	VHF	8	30 - 300 MHz	10 - 1 m
Ultra Alta Frecuencia	UHF	9	300 - 3000 MHz	1 m - 100 mm
Súper Alta Frecuencia	SHF	10	3 - 30 GHz	100 - 10 mm
Extra Alta Frecuencia	EHF	11	30 - 300 GHz	10 - 1 mm
			Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

Fuente: Romero, D (2020)

Volviendo la mirada hacia la tabla 1, las frecuencias que se encuentran en el rango entre: 1 GHz y 300 GHz se las conoce como microondas. Estas frecuencias abarcan una parte del rango de UHF y todo el rango de SHF y EHF.

**Tabla 2.** Bandas de Frecuencia de Microondas

BANDA	P	L	S	C	X	Ku	K	Ka	Q	U	V	E	W	F	D
INICIO (GHz)	0,2	1	2	4	8	12	18	26,5	30	40	50	60	75	90	110
FINAL (GHz)	1	2	4	8	12	18	26,5	40	50	60	75	90	110	140	170

Fuente: Romero, D (2020)

### 3.2.2.7 Intensidad de la Señal

Hay diferentes maneras de medir la intensidad de la señal en un sistema inalámbrico. Por ejemplo se puede examinar la cantidad de energía transmitida en radiofrecuencia (RF), a mayor energía mayor distancia llegará la señal. La unidad de energía es vatios (W), aunque en la mayoría de los sistemas inalámbricos la energía se mide en milivatios (mW). A este respecto, dado que la fuerza de la señal no se

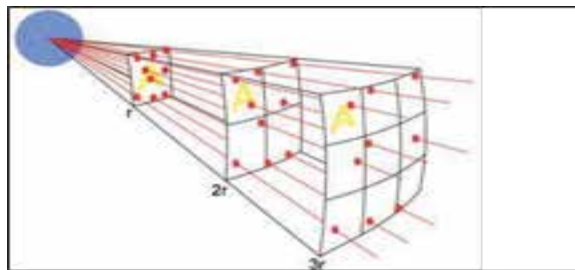
desvanece de manera lineal, se deben realizar mediciones con escalas logarítmicas usando la ecuación para la conversión de mW a dBm.

$$dBm = 10 \times \log ( PmW)$$

Por su parte, otra forma de medir la fuerza de la señal es usando el mecanismo definido por el estándar IEEE 802.11 en el cual la energía RF es valorada con los circuitos instalados en una tarjeta de red inalámbrica (NIC). Este valor numérico es un número entero con un rango permisible entre 0 y255 (un valor de 1 byte) llamado el Indicador de la Intensidad de la señal (RSSI).

### 3.2.2.8 Pérdidas en el Espacio Libre

La potencia de la señal se reduce por el ensanchamiento del frente de onda, que es lo que se conoce como pérdida en el espacio libre, este modelo es válido solo cuando el transmisor y el receptor tienen línea de vista clara y que las distancias entre las antenas estén en el campo lejano de transmisión .En síntesis la potencia de la señal se distribuye sobre un frente de onda de área cada vez mayor a medida que nos alejamos del transmisor, por lo que la densidad de potencia disminuye.



**Figura 11.** Perdida en el Espacio Libre

**Fuente:**<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10549/1/CD-6243.pdf>

Vinculado al concepto anterior, la ecuación en decibelios correspondiente para el cálculo de pérdidas en el espacio libre a una frecuencia cualquiera es:

$$Lp(dB) = 92,44 + 20 \log frecuencia (GHz) + 20 \log distancia (Km)$$

Sin embargo, existen otros mecanismos que pueden incrementar significativamente las pérdidas en la trayectoria, tales como las reflexiones y la absorción por la atmósfera o por objetos en el camino.

### 3.2.2.9 Antenas

La antena es una parte vital de todo sistema inalámbrico. Una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio, ya que esta convierte a las señales eléctricas que viajan por una línea de transmisión (el cable o guía de onda) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre. Físicamente es un trozo de material conductor al cual se le aplica una señal y esta es radiada por el espacio libre. Para tal sentido, las antenas deben de dotar a la onda radiada con un aspecto de dirección, esto es necesario ya que solo nos interesa radiar hacia una dirección determinada. Tenemos dos tipos de antenas las cuales son las antenas omnidireccionales y direccionales. En primer lugar, una antena direccional centra las ondas electromagnéticas en una sola dirección, lo cual le permite a la señal de radio llegar a una distancia más larga, pero sólo en esa dirección. Las antenas direccionales son apropiadas en aplicaciones punto a punto y vienen en diferentes tipos, tales como antenas Yagi, antenas de parche y parabólica.

Por otra parte, una antena omnidireccional transmite las ondas electromagnéticas en todas las direcciones, lo cual la hace conveniente para redes multipunto donde se desea una cobertura amplia.



**Figura 12.** Antena Omnidireccional Wi-Fi con Punto de Acceso  
**Fuente:** <http://www.ds3comunicaciones.com/ubiquiti/IndexUbiquiti.html>

Atendiendo a estas consideraciones, para el diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido de la obra C.C Galas Plaza se pretendió implementar antenas omnidireccionales en los distintos puntos críticos de la obra, con el objetivo de extender el área de cobertura y optimizar el uso de la potencia de la señal de todo el sistema de video vigilancia.

### **3.2.3 Arquitecturas de Red Inalámbrica**

Dependiendo de la aplicación, las redes inalámbricas pueden ser diseñadas de diferentes maneras.

#### **3.2.3.1 Red punto a punto**

En una red punto a punto ( PTP a veces abreviado o P2P ) la información se transmite de un punto a otro, debido a la naturaleza direccional del sistema se usan antenas direccionales para proporcionar el más alto desempeño del ancho de banda para el enlace. Para tal efecto el sistema también se puede ajustar para una mínima interferencia y el más alto nivel de seguridad, si está disponible la línea de visión, caso contrario también sería posible utilizar un enlace óptico de alto rendimiento.

#### **3.2.3.2 Red punto a multipunto**

Punto a multipunto es a menudo abreviado como P2MP, PTMP, o PMP y es aquella en la cual la información se envía de un punto a varios receptores ofreciendo distintas rutas desde una única ubicación. En este sentido es el tipo de red más utilizado en conexión inalámbrica a Internet y la telefonía IP a través de radiofrecuencias de gigahercios.

#### **3.2.3.3 Red mesh**

Una red de malla inalámbrica se caracteriza por tener varios nodos conectados entre sí para proporcionar rutas de conexión individuales y redundantes. Para lograr este tipo de conexión se usan protocolos de enrutamiento especiales que garantizan la transmisión de datos a través de la ruta más adecuada. La selección de la ruta depende de ciertos factores tales como el ancho de banda, errores de transferencia y la latencia.

En consecuencia, para los vídeos en directo y en particular en los casos en que se utilizan cámaras en movimiento o que hay grandes cambios en la imagen, como las PTZ, se hace conveniente el uso de una red de malla inalámbrica que sea capaz de gestionarse. En este sentido, las redes de malla inalámbricas son una solución viable para el vídeo, ya que la mayoría de las soluciones de hoy en día se basan en el estándar 802.11.

### 3.2.4 Estándares 802.11 WLAN

El estándar más común para redes WLAN es el IEEE 802.11, aunque existen otros estándares y tecnologías patentadas. La ventaja más importante de utilizar los estándares inalámbricos IEEE 802.11 es que trabajan en frecuencias libres, de manera que no es necesario el alquiler de frecuencias para su uso, lo que implica que su costo de implementación pueda ser menor si se lo compara con otras tecnologías. Atendiendo a estas consideraciones, las extensiones más importantes del estándar IEEE 802.11 para productos de video en red son: 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n y 802.11ac, las cuales se detallan a continuación:

- **Extensión 802.11b:** La extensión 802.11b fue aprobada en 1999. Utiliza DSSS en los 2,4 GHz y velocidades de 1, 2, 5.5 y 11 Mbps, dependiendo de la distancia.
- **Extensión 802.11a:** Esta extensión también fue aprobada en 1999 y se basa en el protocolo OFDM. Se opera en la gama de frecuencia de 5 GHz y permite las velocidades de datos de 6, 9, 12, 18, 24, 36, y 54 Mbps.
- **Extensión 802.11g:** La extensión 802.11g fue aprobada en 2003 y opera en los 2,4 GHz, además proporciona velocidades de datos de 6, 9, 12, 18, 24,36, y 54 Mbps. Esta solución se ha consolidado rápidamente en todo el mundo como la nueva norma debido a que no posee problemas con su frecuencia.
- **Extensión 802.11n:** Por su parte, la extensión 802.11n permite el protocolo de múltiple entrada-múltiple salida (MIMO). En este sistema se utilizan varias antenas y trayectorias de propagación para las ondas electromagnéticas con el

objeto de proporcionar varias rutas de transferencia que se pueden utilizar en paralelo, incrementado de este modo la tasa de transferencia.

- **Extensión 802.11ac:** Esta extensión fue aprobada en 2013 y surgió como una extensión de 802.11n, por lo que mantiene la compatibilidad con este estándar. Opera en la banda de 5 GHz; además de permitir un rendimiento de múltiples estaciones de al menos 1 Gbps y un rendimiento de enlace único de al menos 500 Mbps. Esto se logra al extender los conceptos de interfaz de área adoptados por 802.11n: mayor ancho de banda (hasta 160 MHz), más flujos espaciales MIMO (hasta ocho), MIMO multiusuario de enlace descendente (hasta cuatro clientes) y alta modulación de densidad (hasta 256-QAM).

**Tabla 3.** Resumen Estándares 802.11

PARÁMETROS	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac
Fecha de Lanzamiento	1999	1999	2003	2007	2013
Frecuencia de Operación	5 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz y 5GHz	5 GHz
Velocidades de Transmisión	6,9,12,18,24,36,48 y 54 Mbps	1,2,5.5 y 11 Mbps	1,2,5.5,11,18,24,36,48 y 54 Mbps	Cercano a 300 Mbps	0,2 hasta 1,3 Gbps
Técnica de Modulación	OFDM	DSSS	DSSS OFDM	OFDM	256-QAM
Alcance en Interiores	35 m	38 m	38 m	70 m	< 70 m
Alcance en Exteriores	120 m	140 m	140 m	250 m	< 250 m

**Fuente:** Romero, D (2020)

Al emplear una red inalámbrica se debe tener en cuenta la capacidad de transferencia de la red en el punto de acceso y los requisitos de transferencia de los dispositivos de red. En general el caudal de datos útiles admitido por un estándar IEEE 802.11 es aproximadamente la mitad de la tasa de bits teórica estipulada para el mismo, esto debido principalmente al protocolo utilizado entre emisor y receptor y a que en la realidad operativa nuestros enlaces no son los únicos en el medio de transmisión, el aire, de allí las regulaciones y administración de entes como CONATEL para el caso de Venezuela.

### 3.2.5 Seguridad WLAN

La naturaleza de las comunicaciones inalámbricas permite que cualquier dispositivo que se encuentre en su área de cobertura pueda acceder a esta e interceptar los datos que por ella estén circulando, como resultado surge la necesidad de implementar mecanismos de seguridad que impidan el acceso de dispositivos no autorizados a la red.

- **WEP (Wired Equivalent Privacy):** Fue diseñada para evitar el acceso a la red de personas que no dispusieran de una clave. Este método resulto inseguro debido a deficiencias como: uso de claves cortas y facilidad de reconstrucción de la clave con la interceptación de unos cuantos paquetes de datos.
- **Acceso protegido por Wi-Fi:** El sistema WPA (Wi-Fi Protected Access) y su sucesor WPA2 (Wi-Fi Protected Access II) están basados en el estándar IEEE 802.11i y elevan significativamente la seguridad inalámbrica en la actualidad.

De igual manera, el sistema WPA Personal, también conocido como WPA/WPA2PSK (Pre-Shared Key), está diseñado para redes pequeñas, mediante esta técnica los dispositivos de red emplean una clave pre-compartida para la autenticación con el punto de acceso. Existe también el sistema WPA/WPA2-Enterprise, que está diseñado para redes grandes y requiere de un servidor de autenticación que utilice el estándar IEEE 802.1X.

Por otra parte, un método para simplificar la configuración WLAN de un dispositivo de red y la conexión a un punto de acceso, es el empleo de WPS (Wi-Fi Protected Setup), en el que se empareja el dispositivo de red y el punto de acceso mediante la pulsación del botón WPS en ambos dispositivos, en un plazo de 120 segundos. En ese intervalo de tiempo, los dos dispositivos se descubrirán automáticamente entre si y acordarán una configuración. Sin embargo, no todos los dispositivos inalámbricos soportan este mecanismo.

### **3.2.6 Fundamentos de Redes 802.11**

Los diferentes tipos de redes se pueden configurar usando la tecnología 802.11, que puede ser tan simple como una cámara de red y un ordenador portátil colocado cerca uno del otro intercambiando datos directamente, o tan complejo como varios dispositivos intercambiando datos entre un número de nodos distribuidos a través de un área amplia.

#### **3.2.6.1 Red ad-hoc**

El tipo más simple de red 802.11 se compone de dos nodos equipados con una interfaz adecuada. Cada nodo con una interfaz WLAN forma una celda inalámbrica también llamada conjunto básico de servicios (BSS), en la que otros nodos pueden ser situados. Las redes ad hoc son la forma básica de cómo opera Wi-Fi. Para utilizar esta forma de funcionamiento, el modo ad hoc debe ser seleccionado como el modo de funcionamiento de la interfaz WLAN. La gama de la cobertura de una red Ad- Hoc en un edificio es de hasta 30 metros dependiendo de los obstáculos y distribución del área, y al aire libre de hasta 300 metros.

#### **3.2.6.2 Red de infraestructura**

Si las áreas más grandes necesitan cobertura con una WLAN, varios BSS se pueden conectar y consolidar en una red conjunta. En este sentido, los BSS individuales están conectados en red utilizando lo que se conoce como un sistema de distribución (DS). En la mayoría de los casos, un DS, es una red Ethernet con cable que conecta el BSS.

De igual manera al cubrir un área grande, varios puntos de acceso pueden ser utilizados, para tal efecto los puntos de acceso individuales deben colocarse aproximadamente de manera que estos se solapen ligeramente entre sí para garantizar la transmisión. El movimiento de los usuarios entre las celdas inalámbricas se conoce como hand-off. Los puntos de acceso que forman una red se identifican por el Service Set Identifier (SSID). Con esa finalidad el SSID debe configurarse en cada punto de acceso, de este modo los nodos detectan los puntos de acceso que pertenecen a la red mediante el SSID. Por último, si un dispositivo como una cámara de red se va a

integrar en una infraestructura, el modo de funcionamiento de infraestructura, así como el SSID, debe ser seleccionado con el fin de conectarse a la red WLAN correcta.



**Figura 13.** Red de infraestructura

Fuente:<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10770/1/CD-6313.pdf>

### 3.2.7 Tecnologías de Red

A pesar de que el funcionamiento de estas tecnologías es abstracto para el usuario, es importante mencionar que una serie de tecnologías de redes se inicia automáticamente para asegurar que el portátil obtenga una dirección IP y comience a comunicarse de forma segura a través de una red. A este respecto, el Protocolo de Internet es el denominador común en la tecnología de red, y aunque en sus inicios era para las comunicaciones militares, hoy se usa en pequeñas redes para el hogar, las redes LAN empresariales y de Internet para aplicaciones tales como correo electrónico, navegación por Internet, telefonía y vídeo en red.

Asimismo muchos otros protocolos diferentes se utilizan cuando los datos se transfieren de forma segura de un dispositivo conectado en red a otra. La mejor manera de entender cómo los diferentes protocolos interactúan es mediante la comprensión del modelo OSI. Atendiendo a estas consideraciones, se estudiarán los diferentes protocolos tales como el IP y las relaciones a seguridad, los cuales son cada vez más importantes en las redes.

### 3.2.8 Modelo de Referencia OSI

La comunicación de datos entre sistemas abiertos se describe utilizando el Modelo de referencia OSI, que se compone de siete capas y cuya gráfica se encuentra plasmada en la figura 14. Por su parte, cada capa presta un servicio y utiliza los servicios de la capa inmediatamente inferior. La comunicación entre las capas se produce por medio de interfaces específicas.



**Figura 14.** Modelo OSI

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10770/1/CD-6313.pdf>

#### 3.2.8.1 Capa física

Es la capa más baja y ofrece servicios de apoyo a la transmisión de datos como un flujo de bits sobre el medio pertinente, como un enlace de transmisión por cable o inalámbrica. Esta capa describe el medio de transmisión y sus características físicas, mecánicas y eléctricas. Es decir, esta capa define las formas de las señales eléctricas, señales ópticas, u ondas electromagnéticas, así como los conectores necesarios para una conexión a un cable de red.

#### 3.2.8.2 Capa de enlace de datos

Esta capa proporciona acceso a la transmisión de datos y los controles del medio de transmisión. Esto se logra mediante la combinación de datos en unidades conocidas como frames (tramas). Los frames están provistos de una suma de comprobación, que es utilizada por el receptor para detectar posibles errores de transmisión. Según la IEEE, la segunda capa se subdivide en dos subcapas: la del control de enlace lógico (LLC) y la de la parte inferior correspondiente al control de acceso al medio (MAC).

### **3.2.8.3 Capa de red**

La tercera capa realiza la transferencia de datos real entre los sistemas a través del enrutamiento y envío de paquetes de datos entre los sistemas. Las tareas más importantes de la capa de red incluyen la creación y la administración de las tablas de enrutamiento. Igualmente la capa de red proporciona opciones para la comunicación más allá de los límites de la red. Para tal efecto, se asignan las direcciones de destino y origen, las cuales serán tomadas como base para el enrutamiento.

### **3.2.8.4 Capa de transporte**

En este nivel se proporciona una transferencia de datos fiable a las capas superiores. Además se controla la fiabilidad de un enlace por cable o inalámbrica, a través del control de flujo y control de errores. Algunos protocolos emplean el estado y la conexión orientados, es decir realizan un seguimiento de los segmentos y retransmiten los que fracasan. Los protocolos de esta capa son TCP y UDP.

### **3.2.8.5 Capa de sesión**

Se encarga de brindar un servicio orientado a la aplicación y del proceso de comunicación entre dos sistemas. De igual manera establece el inicio de sesión y es la base para una conexión virtual entre dos sistemas remotos.

### **3.2.8.6 Capa de presentación**

La capa de presentación convierte formatos de datos dependientes del sistema, tales como ASCII, en un formato independiente y por lo tanto permite una sintaxis correcta en el intercambio de datos entre diferentes sistemas. También incluye la compresión y cifrado de datos. Esta capa asegura que los datos enviados por la capa de aplicación de un sistema puedan ser leídos por la capa de aplicación de otro sistema.

### **3.2.8.7 Capa de aplicación**

En esta capa se realiza una variedad de funciones, como Web, correo electrónico, transferencia de archivos, entre otras, dependiendo del protocolo que se ejecute.

Algunos protocolos típicos de esta capa son el Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP), Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) y el Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

### 3.2.9 Modelo de Referencia TCP/ IP

TCP/IP es un protocolo abierto, lo que significa que se publican todos los aspectos concretos del protocolo y cualquiera los puede implementar. En este modelo, los diferentes protocolos se dividen en cuatro capas diferentes, que corresponden a las siete capas en el modelo OSI. En la figura 15 se puede apreciar su correspondencia.



**Figura 15.** Modelo TCP/IP en relación al modelo OSI

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10770/1/CD-6313.pdf>

### 3.2.10 Protocolo IP

El Protocolo de Internet (IP) es un protocolo de capa 3 del modelo OSI y un protocolo de capa 2 en el modelo de referencia TCP / IP. Sin duda es el protocolo clave en la mayoría de las aplicaciones en red hoy en día, puesto que es el encargado de dar una dirección IP a los dispositivos para su conexión. Un ISP (Proveedor de Servicios de Internet) puede asignar ya sea una dirección IP dinámica, que puede cambiar durante una sesión o una dirección IP estática.

En este sentido IP ofrece un servicio de conexión que divide los datos en datagramas IP antes de que se transmitan, eso significa que IP no garantiza su llegada ni la secuencia del datagrama IP. Esto debido a que funciona sobre una base sin conexión y que se puede dirigir a un destinatario de diferentes maneras. Por esta misma razón, la transmisión de datos garantizada es realizada por los protocolos de la capa de transporte del modelo OSI o TCP/IP.

### 3.2.10.1 Dirección IPv4

Las direcciones IPv4 se expresan por un número binario de 32 bits, con lo cual se tienen  $2^{32}$  direcciones posibles, o lo que es lo mismo 4.294.967.296. De igual manera estas se pueden expresar como números de notación decimal: se dividen los 32 bits de la dirección en cuatro octetos. El valor decimal de cada octeto está comprendido en el rango de 0 a 254 y son separados por un carácter único ".".

Un ejemplo de representación de dirección IPv4: **192.168.15.1**

En esta arquitectura hay tres clases de direcciones IP que una organización puede recibir de parte de la Internet: clase A, clase B, clase C.

- **Clase A:** Se asigna el primer octeto para identificar la red, reservando los tres últimos octetos (24 bits) para que sean asignados a los hosts (usuarios), de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^{24} - 2$  puesto que esas dos direcciones son para broadcast y para la red.
- **Clase B:** Para esta clase se asignan los dos primeros octetos para identificar la red, reservando los dos octetos finales (16 bits) para que sean asignados a los hosts, de manera que la cantidad máxima de hosts por cada red es  $2^{16} - 2$ , o 65.534 hosts.
- **Clase C:** En esta clase se asignan los tres primeros octetos para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts por cada red es  $2^8 - 2$ , o 254 hosts.

### **3.2.10.2 Dirección IPv6**

Se escriben en representación hexadecimal y constan de ocho bloques de 16 bits cada uno (en total 128 bits), subdivididos por dos puntos, por ejemplo: 2001:0da8:65b4:05d3:1315:7c1f:0461:7847. Una de las principales ventajas de utilizar este tipo de direccionamiento es tener la posibilidad de disponer de un gran número de direcciones IP (mayor que IPv4).

### **3.2.11 Subredes**

El espacio de direcciones de una red puede ser subdividido a su vez creando subredes autónomas separadas. Por ejemplo agrupar todas las cámaras en un grupo y otro para equipos activos. En este caso crearíamos una subred que englobará las direcciones IP de cada grupo. Para tal efecto se realiza la subdivisión de redes utilizando los bits del campo de host. Al igual que en las redes, se debe excluir dos direcciones de cada subred para su identificación y para broadcast.

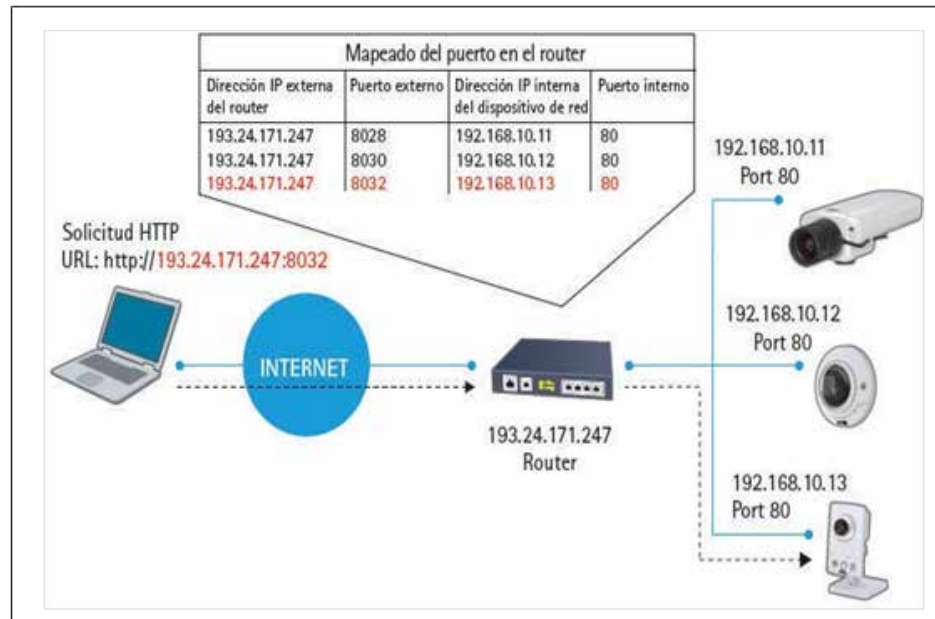
### **3.2.12 Puertos**

Un número de puerto define un servicio o una aplicación específica. Cuando un equipo envía datos vinculados a una aplicación específica, normalmente añade el número de puerto a la dirección IP, siendo esto transparente para el usuario. Los números de puerto pueden ir desde 0 hasta 65535.

A este respecto, las aplicaciones por lo general utilizan números de puerto predefinidos por la Autoridad de Números Asignados de Internet (IANA), aunque en la práctica esto se puede cambiar. Por lo general, para un servicio web vía HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) se asigna el puerto 80.

Con el objeto de poder acceder a las cámaras de red localizadas en una LAN privada a través del Internet, es necesario adjuntar el número de puerto correspondiente del producto de video en red a la dirección IP pública del enrutador. No obstante cuando son varios los productos de video en red, se debe configurar el enrutador para asociar un número de puerto HTTP exclusivo al puerto HTTP predeterminado y a la dirección IP del producto de video en red. En síntesis, a este proceso se le conoce como “reenvío de puertos”.

Por medio de la figura 16 se puede comprender de mejor manera el funcionamiento del reenvío de puertos, en donde, el router está programado para enviar las solicitudes que llegan al puerto 8032, hacia una cámara de red con dirección IP privada 192.168.10.13 y número de puerto 80.



**Figura 16.** Reenvío de Puertos

Fuente: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### 3.2.13 Protocolos de transporte de datos para video en red

Los protocolos basados en IP que se utilizan para el envío de datos son: TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol). Estos protocolos actúan como portadores para muchos otros protocolos. Por ejemplo, el protocolo HTTP se realiza en TCP.

En primer lugar, el protocolo TCP proporciona un canal de transmisión fiable basado en conexión, esto asegura que los datos enviados desde un extremo sean recibidos en el otro. Sin embargo, esto puede producir retardos en la red debido a la retransmisión de información (en caso de errores). En general se debe emplear el protocolo TCP cuando la fiabilidad del enlace es prioritaria sobre la latencia del mismo.

Por otra parte, el protocolo UDP es un protocolo no orientado a conexión que no asegura la entrega de los datos enviados, dejando el mecanismo de control y comprobación de errores a la aplicación que lo esté utilizando. Al mismo tiempo no genera retrasos en la entrega de datos debido a que no retransmite información.

En la tabla 4 se muestra un resumen de los tipos de protocolos de transmisión y puertos utilizados en aplicaciones de red, tal como video vigilancia.

**Tabla 4.** Protocolos y puertos usados normalmente para video en red

PROTOCOLO	PROTOCOLO DE TRANSMISION	PUERTO	USO COMÚN	USO DE VIDEO EN RED
FTP (File Transfer Protocol)	TCP	21	Transferencia de archivos a través de internet/intranets	Transferencias de imágenes o video procedentes de una cámara de red a un servidor FTP o a una aplicación
SMTP (Send Mail Transfer Protocol)	TCP	25	Protocolo para el envío de mensajes de correo electrónico	Una cámara de red puede enviar imágenes o notificaciones de alarma mediante su cliente de correo electrónico integrado
HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)	TCP	80	Empleado para la búsqueda en web (recuperar páginas web de servidores web)	El modo más común de transferir video desde una cámara de red donde el dispositivo de video en red funciona esencialmente como un servidor web, poniendo el video a disposición del usuario que lo solicita o del servidor de aplicaciones
HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer)	TCP	443	Empleado para acceder a páginas web de forma segura mediante tecnología de cifrado	Transmisión segura de video desde cámaras de red
RTSP (Real Time Streaming Protocol)	UDP/TCP	No Definido	Formato de paquete estandarizado RTP para suministrar audio y video a través de Internet empleado con frecuencia en sistemas de transmisión multimedia o videoconferencias	Un modo habitual de transmitir video en red basado en H.264/MPG y de sincronizar audio y video, ya que RTP proporciona la numeración, el fechado y hora secuencial de paquetes de datos, lo que permite volver a unirlos en el orden correcto. La transmisión se puede realizar mediante unidifusión o multidifusión
RTSP (Real Time Streaming Protocol)	TCP	554	Empleado para configurar y controlar sesiones multimedia a través de RTP	

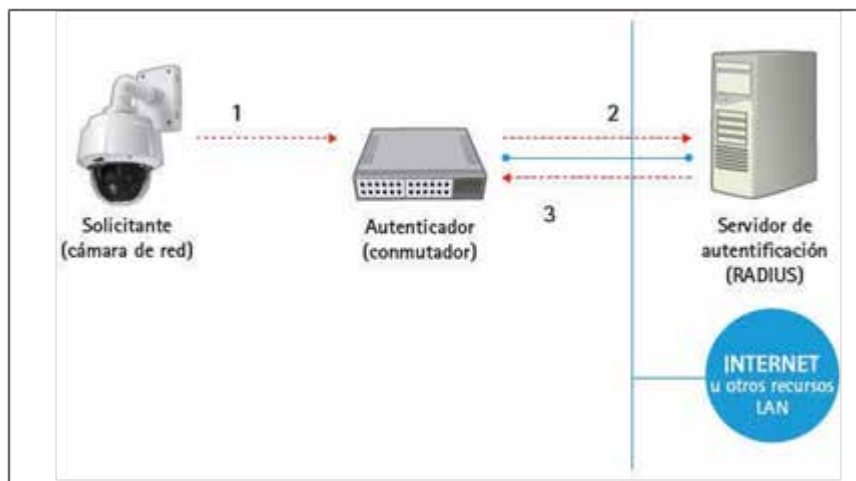
Fuente: Romero, D (2020)

### 3.2.14 Seguridad de la red

La información enviada a través de las redes IP debe ser protegida del acceso de personas no autorizadas, con esa finalidad, existen distintos niveles de seguridad:

- **Autenticación mediante nombre de usuario y contraseña:** Es el método más básico para proteger una red basada en IP. Sin embargo las contraseñas pueden ser cifradas o no. Por tal motivo, este método puede ser suficiente en escenarios en donde no se requiera elevados niveles de seguridad.

- **Filtrado de direcciones IP:** Generalmente los productos de video en red permiten hacer filtrado de direcciones IP. Asimismo, una configuración habitual en la configuración de las cámaras de red es permitir que únicamente la dirección IP del servidor que almacena el programa de gestión de video pueda acceder a sus imágenes.
- **IEEE 802.1X:** Permite habilitar un mecanismo de seguridad basado en puertos en la que intervienen el dispositivo solicitante, un dispositivo autenticador y un servidor de autenticación. En efecto, el estándar IEEE 802.1X evita el secuestro de puertos, llamado también “port hijacking” debido a que un dispositivo primero debe autenticarse para que se le permita utilizar el puerto.



**Figura 17.** Esquema de funcionamiento del protocolo IEEE 802.1X  
**Fuente:**<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

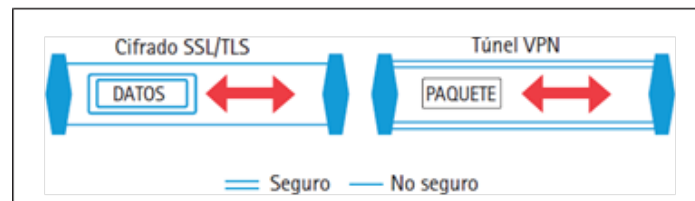
Como se muestra en la figura 17, la cámara de red solicita acceder a la red y envía una solicitud al conmutador, este mismo reenvía la solicitud al servidor de autenticación (RADIUS). Como resultado si la autenticación se realiza correctamente, el servidor de autenticación ordena al conmutador abrir el puerto para permitir que la cámara de red pueda transmitir datos a través de la red.

- **HTTPS o SSL/TLS:** El protocolo HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol Secure) es un método seguro de comunicación el cual envía HTTP por medio de una conexión SSL (Secure Socket Layer) o TLS (Transport Layer Security).

Esto significa que el HTTP y los datos están cifrados. Con el objeto de habilitar la comunicación sobre HTTPS de un equipo de video, primero debe instalarse un certificado digital y un par de claves asimétricas, este par de claves las genera el equipo de video. El certificado puede generarlo y firmarlo el propio equipo o una entidad certificadora. Mientras tanto en HTTPS, el certificado se lo emplea para autenticación y cifrado de datos.

- **VPN (Virtual Private Network):** Las redes privadas virtuales crean un túnel de comunicación segura entre dos equipos. En este tipo de configuraciones se cifra el paquete original, una vez cifrado, se encapsula en un nuevo paquete (datos) que solo muestra las direcciones IP de los equipos de comunicación (routers) a quienes está dirigido.

Por último, la diferencia que se tiene con SSL/TLS, es que éstos, solo cifran los datos reales de un paquete, en cambio, VPN puede cifrar y encapsular el paquete completo y de esta manera crear un túnel seguro, tal como se muestra en la figura 18.



**Figura 18.**Diferencia entre SSL/TLS y VPN

Fuente:<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### 3.2.15 Sistemas de CCTV

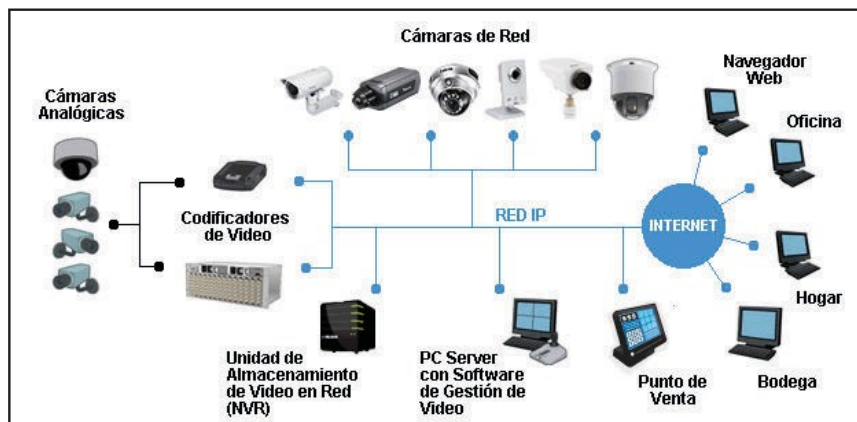
Los sistemas de CCTV han ido evolucionando de la mano con la tecnología. En un principio se tenían sistemas analógicos en los cuales la video vigilancia se podía realizar únicamente de manera local por un grupo limitado de personas, sin embargo hoy en día es posible hacerla de manera remota, incluso mediante el empleo de teléfonos y demás dispositivos móviles.

Según el estudio, los sistemas de CCTV tienen un gran campo de acción y pueden ser utilizados en aplicaciones como: control del personal de una empresa u

oficina, monitoreo del tráfico de una ciudad, vigilancia en entidades bancarias, espionaje, vigilancia de áreas protegidas, supervisión de procesos industriales, etc.

En la actualidad se tienen sistemas de CCTV que combinan ambas tecnologías de analógico e IP formando modelos híbridos, con las ventajas que ofrecen las redes basadas en IP, comúnmente conocidos como video vigilancia IP. Igualmente mediante el empleo de estos sistemas, se puede obtener una mejor calidad de imágenes, personalizar la grabación de eventos, enviar alertas, incluso se lo puede hacer trabajar de manera conjunta con otros sistemas. En este sentido su costo de implementación resulta económico debido a que los usuarios se benefician de las ventajas del video en red sin tener que descartar los equipos existentes, como cámaras analógicas y cable coaxial, ya que se aprovecha una red de datos previamente instalada. Por último los componentes básicos que conforman un sistema de CCTV sobre IP se los puede observar en la figura 19 y se los cita a continuación:

- Cámaras IP.
- Codificador de Video (únicamente cuando es necesario conectar cámaras analógicas al sistema).
- Medios de transmisión.
- Dispositivos de Almacenamiento de video.
- Sistemas de Gestión y Administración de video.



**Figura 19.** Componentes de un sistema de CCTV sobre IP

**Fuente:**<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### 3.2.15.1 Cámaras IP

Son dispositivos que captan y transmiten señales de audio/video a través de una red de datos basada en IP (cableada o inalámbrica), hasta un dispositivo de almacenamiento de video desde el cual se puede gestionar y administrar la información.

Al igual que un computador, a las cámaras IP se les debe asignar una dirección IP para su conexión a la red.

Por otra parte, para el caso en el que sea necesario vigilar lugares donde la iluminación sea escasa, para tal efecto actualmente las cámaras modernas incorporan leds, luces infrarrojas o incluso focos térmicos.

A continuación se dará a conocer algunos conceptos que deberán ser tomados en consideración al momento de elegir una cámara de vigilancia:

- 1. Sensibilidad:** Indica la intensidad de luz necesaria para que una cámara produzca una imagen correctamente en condiciones de poca iluminación, su unidad de medida es el Lux. A mayor sensibilidad el valor de Lux será menor.

**Tabla 5.** Valores de Iluminancia

<b>ILUMINANCIA [LUX]</b>	<b>CONDICIÓN DE ILUMINACIÓN</b>
100.000	Luz solar intensa
1.000	Luz plena de día
500	Luz de oficina
100	Habitación con poca luz

**Fuente:** Romero, D (2020)

- 2. Resolución:** Viene dada por la cantidad de píxeles horizontales y verticales que tenga, mientras mayor sea el número de píxeles, mayor resolución tendrá la cámara. Actualmente existen cámaras IP con resolución megapíxel, lo que ha permitido obtener imágenes cada vez más claras y visualización de áreas más grandes. En la tabla 6 se presentan resoluciones megapíxel con sus respectivos formatos de visualización.

**Tabla 6.** Resolución Megapíxel

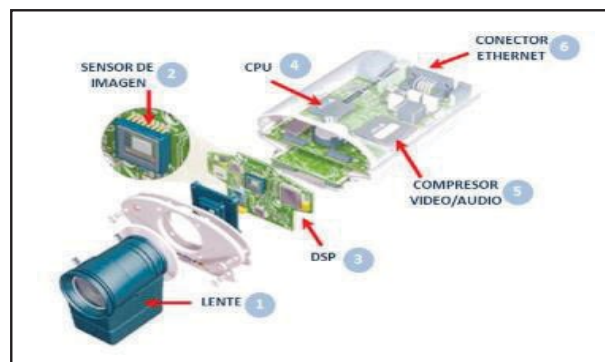
FORMATO DE VISUALIZACIÓN	MEGAPÍXELES	PÍXELES
SXGA	1,3	1280 × 1024
SXGA + (EXGA)	1,4	1400 × 1050
UXGA	1,9	1600 × 1200
WUXGA	2,3	1920 × 1200
QXGA	3,1	2048 × 1536
WQXGA	4,1	2560 × 1600
QSXGA	5,2	2560 × 2048

**Fuente:** Romero, D (2020)

- 3. Conmutación:** Las cámaras modernas deben funcionar tanto en el día como en la noche, para tal efecto utilizan sistemas que las hacen funcionar a color durante el día y permiten cambiar a blanco y negro en la noche, o en lugares de escasa iluminación, esto con la finalidad de conseguir una mayor sensibilidad y resolución. Simultáneamente, pueden activar iluminación adicional mediante el empleo de luces infrarrojas.
  - 4. Compensación de contraluz:** La compensación de contraluz evita imágenes oscuras en escenas con poca luz, e imágenes excesivamente claras, cuando la escena tiene mucha luminosidad.
  - 5. Ajuste de blancos:** La tonalidad de los colores de una imagen depende principalmente del tipo de luz ambiente. A este respecto las cámaras necesitan tener una referencia de cuál es el color “blanco”, con el objeto de presentar una tonalidad correcta en el resto de colores.
  - 6. Otras características:** Dependiendo del modelo de la cámara, puede incluir características como: entradas de audio, máscaras de privacidad (permite ocultar determinadas áreas de un escena), insertado de texto, contraluz programable por áreas (permite utilizar diferentes tipos de exposiciones para distintos objetos en una escena), ajustes en la escala de colores, etc.
- **Componentes de una cámara IP**

Las partes o componentes básicos de una cámara IP se los puede apreciar en la figura 20 y son las siguientes:

- Ü Lente
- Ü Sensor de imagen
- Ü DSP (Digital Signal Processor)
- Ü CPU (Central Processing Unit)
- Ü Etapa de compresión
- Ü Tarjeta Ethernet



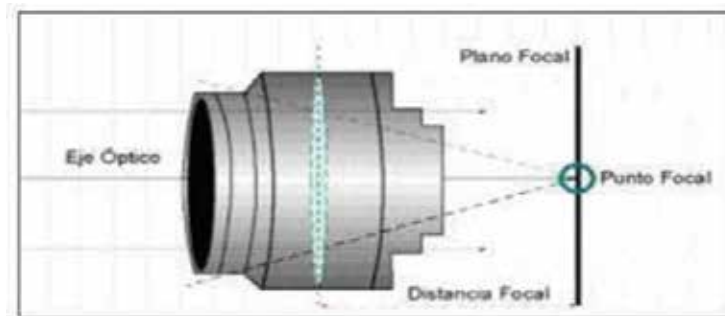
**Figura 20.** Componentes básicos de una cámara IP

**Fuente:** <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### Ü **Lente u Objetivo**

Las lentes son los ojos de una cámara, éstas determinan la escena que se muestra en un monitor (en función de la distancia focal) y controlan la cantidad de luz que llega al sensor de imagen (Iris).

La distancia focal es la distancia entre el centro de la lente y el sensor de la imagen. Los rayos de objetos distantes se condensan internamente en la lente, en un punto común en el eje óptico, a ese punto se lo denomina punto focal. Por su parte las lentes con una distancia focal pequeña tienen un ángulo de apertura grande, esto permite observar zonas extensas, lo contrario sucede en lentes con distancia focal grande, en donde, se tiene un ángulo de apertura pequeño y esto implica poder visualizar un menor campo de visión. Como se puede inferir, la distancia focal se mide en milímetros, una distancia de 50 mm equivaldría al ángulo de visión humano.



**Figura 21.** Distancia focal de una lente

**Fuente:** <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Según la distancia focal, las lentes pueden clasificarse en:

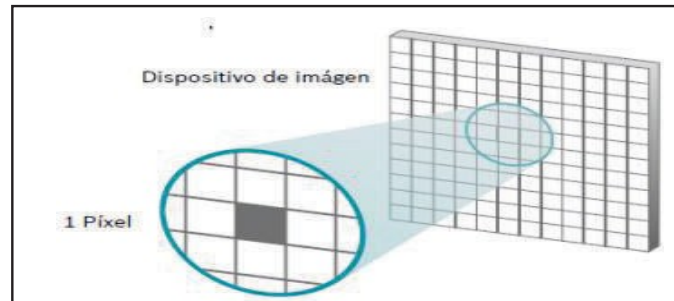
- Ø **Lentes fijas:** Son el tipo más simple de lente. Para encontrar el valor fijo de una lente se requiere de un cálculo preciso. Este cálculo se basa en el tamaño deseado del área de visualización y la distancia a la cámara.
- Ø **Lentes varifocales:** Conocidas también como lentes de distancia focal variable, estas lentes permiten obtener un ajuste más preciso de la escena. De igual forma permiten definir prácticamente cualquier ángulo de visión, lo que aumenta los beneficios de la vigilancia.
- Ø **Zoom motorizadas:** Se puede ajustar el valor de la distancia focal de manera remota, lo que ofrece una mayor funcionalidad. Una única lente puede ser utilizada para ver una zona amplia y si detecta un intruso, realizar un zoom para capturar detalles faciales.

#### ü **Sensor de imagen**

Cuando la luz atraviesa una lente, ésta se enfoca en el sensor de imagen. Un sensor de imagen tiene como función principal transformar la imagen óptica creada por la lente en una serie de señales eléctricas que darán lugar a la imagen digital. Al mismo tiempo está compuesto por una matriz de millones de diminutas celdas denominadas fotositos. Dentro de cada una de estas celdas se encuentra un fotodiodo.

Asimismo a cada fotosito le corresponde un elemento de la imagen comúnmente llamado pixel. Cada pixel convierte la energía presente en la luz

(fotones) en un número determinado de electrones (carga eléctrica). Mientras más brillante es la luz, más carga eléctrica acumulará.



**Figura 22.** Sensor de imagen

**Fuente:** <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

Las principales tecnologías utilizadas para la fabricación de sensores de cámaras digitales son:

- Ø **Tecnología CCD (Charge Coupled Device):** Ofrecen una sensibilidad lumínica ligeramente superior, producen menos ruido, son más caros y consumen más energía que la tecnología CMOS. Por último, esta sensibilidad lumínica se traduce en mejores imágenes con escenas de poca luz.
- Ø **Tecnología CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor):** Los recientes avances los han acercado más a su competidor, la tecnología CCD en términos de calidad de imagen. Son de menor tamaño, consumen menos energía, son más baratos y ofrecen mayores posibilidades de integración con mayores funciones. También ofrecen un menor tiempo de lectura, lo que resulta una ventaja cuando se requieren imágenes de alta resolución. En síntesis los sensores CMOS megapíxel están mucho más extendidos y son menos caros que los sensores CCD megapíxel.

#### Ü **Procesador de imagen**

En esta etapa, se recibe la imagen digitalizada por parte del sensor, se la procesa y se la envía a la etapa de compresión. Una imagen obtenida por el sensor puede mejorar en su calidad mediante el empleo de diferentes técnicas y parámetros.

## Ü CPU

El CPU de una cámara IP está compuesto por un chip que controla y administra todas las funciones de la cámara y gestiona todos los procesos internos como: el tipo de compresión, el envío de imágenes y la gestión de alarmas y avisos.

## Ü Etapa de compresión

La compresión de datos resulta imprescindible para la transmisión de imágenes y video a través de una red IP. Si no se hiciera uso de estas técnicas de compresión, las redes se saturarían debido a la gran cantidad de información que debería viajar por el canal de transmisión. Los métodos de compresión más usados en las cámaras IP son:

Ø **MJPEG:** Conocido también como Motion JPEG (Joint Photographic Experts Group), es una secuencia de video digital compuesta por una serie de imágenes JPEG individuales. En este sentido cuando se visualizan 16 o más imágenes por segundo, el ojo humano lo percibe como video en movimiento.

Ø **MPEG-4:** También conocido como MPEG -4 visual o MPEG -4 Parte 2, es un estándar compatible con aplicaciones de ancho de banda reducido y que requieren imágenes de alta calidad.

Ø **H.264:** Conocido comúnmente como MPEG-4 Parte 10/AVC, es un estándar de nueva generación para la compresión de video digital. En síntesis ofrece la mejor resolución de video (menor tamaño) si se lo compara con los métodos antes descritos. Sin comprometer la calidad de una imagen, un codificador H.264 puede reducir el tamaño de un archivo de video digital en más del 80% si se lo compara con MJPEG y hasta en un 50% si se lo compara con MPEG -4.

## Ü Tarjeta Ethernet

Una vez que se ha pasado por todas las etapas mencionadas anteriormente, la tarjeta Ethernet de una cámara de red es la encargada de ofrecer conectividad a través de una red IP. En consecuencia, gracias a esta tarjeta se pueden transmitir o enviar las imágenes/videos capturados.

## · Tipos de cámaras IP

### ü Cámaras IP fijas

Este tipo de cámaras una vez instaladas disponen de un campo de vista fijo. Igualmente pueden ser utilizadas tanto en interiores como en exteriores cuando la aplicación requiere de un enfoque directo y que la cámara sea claramente visible.



**Figura 23.** Cámaras IP fijas

**Fuente:** <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### ü Cámaras IP domo fijas

Conocidas también como cámaras mini domo, son cámaras que constan básicamente de una cámara de red fija dentro de una pequeña carcasa denominada domo. Su principal ventaja radica en la dificultad para observar en qué dirección apunta la cámara debido a su diseño.



**Figura 24.** Cámaras IP domo fijas

**Fuente:** <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### ü Cámaras IP PTZ (Pan tilt Zoom)

Estas cámaras pueden moverse horizontal o verticalmente y a su vez poseen la opción de zoom ajustable de forma manual o automática para seguir a un ente específico, de manera que se utilizan principalmente en interiores. Entre los principales beneficios que presentan este tipo de cámaras se pueden citar:

- Ø **Estabilidad electrónica de imagen (EIS):** Sirve para reducir el efecto de la vibración (debido al movimiento involuntario de la cámara) en un video.

- Ø **Máscara de privacidad:** Se pueden bloquear o enmascarar determinadas áreas en una escena según sea la conveniencia.
- Ø **Posiciones predefinidas:** Permite programar escenas predefinidas, una vez hecho esto, el operador puede cambiar de escena de manera muy rápida.
- Ø **E-flip:** En el caso de que la cámara PTZ sea instalada en el techo de un local o almacén y una persona pase por debajo de la cámara, la funcionalidad E-flip girará la imagen de la persona de manera automática, con el objeto de que la imagen no aparezca al revés. Esto es transparente para el operador.
- Ø **Auto-flip:** Comúnmente las cámaras PTZ no permiten realizar un movimiento completo de 360





**Figura 26.** Cámaras IP domo PTZ

**Fuente:**<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### **3.2.15.2 Codificador de video**

Por su parte el codificador de video permite la integración de cámaras analógicas a un sistema de video vigilancia IP. Con esa finalidad, el codificador de video se conecta a la cámara analógica a través de su cable coaxial y convierte las señales analógicas en secuencias de video digitales para luego ser enviadas a la red por medio de su tarjeta Ethernet.



**Figura 27.** Codificador de video

**Fuente:**<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10648/1/CD-6285.pdf>

### **3.2.15.3 Medios de transmisión**

Según el estudio, las principales tecnologías de redes de área local que permiten aprovechar las ventajas que ofrecen los sistemas de video en red son la cableada e inalámbrica.

### **3.2.15.4 Dispositivos de almacenamiento**

Asimismo los dispositivos o unidades de almacenamiento de video son otra parte fundamental de todo sistema de video vigilancia, puesto a que permiten monitorear, grabar, administrar y archivar videos e imágenes provenientes de las cámaras de video vigilancia.

Los dispositivos de almacenamiento de video a su vez permiten realizar una configuración específica de la manera de grabar los videos, incluso se puede

configurar de manera independiente para cada cámara. Entre las principales formas de grabación se tiene:

- Ø **Grabación continua:** El dispositivo de almacenamiento permite grabar continuamente y sin interrupciones durante todo el tiempo.
- Ø **Grabación programada:** Se utiliza cuando se requiere grabar en ciertas fechas o periodos de tiempo (hora/día/semana).
- Ø **Grabación por eventos:** Consiste en grabar únicamente cuando se detecte movimiento o cuando exista un disparo de alarma.
- Ø **Grabación por eventos y por tiempo:** El dispositivo empezará a grabar cuando existan eventos y éstos se encuentren dentro de un lapso de tiempo específico.

En los sistemas de video vigilancia se pueden distinguir tres maneras de almacenamiento de video, las cuales se citan a continuación:

- **Almacenamiento en el mismo dispositivo**

Actualmente la mayoría de cámaras IP cuentan con un puerto para colocar una memoria interna, ya sea una tarjeta SD o memoria USB. Estos dispositivos son capaces de almacenar videos por horas o incluso días (dependiendo de la capacidad de almacenamiento de las tarjetas SD o memorias USB, al igual que de la configuración en la adquisición de la imagen).

En todo caso, este tipo de almacenamiento puede observarse en situaciones en las que el video no pueda transmitirse a través de una red.

- **Almacenamiento en un PC con software de control**

Este caso en particular es frecuentemente utilizado para sistemas pequeños en los cuales hay pocas cámaras de video vigilancia y por tanto, poca carga de videos.

Como resultado, el video proveniente de estas cámaras de vigilancia es almacenado directamente en el disco duro de un computador.

- **Almacenamiento NVR (Network Video Recorder)**

Un NVR es un sistema de almacenamiento NAS (Network Attached Storage) complementado con un software específico de video vigilancia que funciona

independientemente de una computadora. Presenta grandes funcionalidades para la gestión de video en red, las cuales permiten grabar y visualizar las imágenes digitales captadas por las cámaras de video, igualmente estas imágenes pueden provenir de una red local o de manera remota.

En este sentido, este tipo de almacenamiento es recomendado para sistemas grandes debido a que posee uno o más discos duros, permitiendo almacenar grandes volúmenes de video.

### **3.2.15.5 Sistemas de administración y gestión de video**

Por último, otro aspecto sumamente importante que se debe tener en cuenta en la implementación de un sistema de video vigilancia es la gestión de video. La gestión de video se ejecuta por medio de un software específico que puede correr en múltiples plataformas (Windows, Unix/Linux y Mac OS) y que puede ser gratuito o de pago. Entre las principales funciones que debe ofrecer un software de gestión de video se pueden mencionar las siguientes:

- Û Grabación de video.
- Û Reproducción de video en directo, ya sea de una cámara o de todo el sistema.
- Û Reproducción y grabación del audio de una escena.
- Û Gestión de eventos, como la detección de movimientos y alarmas.
- Û Configuración de las cámaras de red
- Û Funciones de búsqueda y reproducción de videos previamente guardados.
- Û Control de acceso local o remoto a usuarios con diferentes niveles de acceso (administrador, operador).
- Û Aplicaciones de video inteligente, como programar rondas virtuales.
- Û Mapeo del lugar donde se encuentran las cámaras de vigilancia.
- Û Envío de alertas.
- Û Seguridad.

Un programa de gestión de video puede estar implementado de las siguientes maneras:

- **Software implementado en las cámaras de red**

Las cámaras de red llevan implementado un software que ofrece las funciones de gestión de video y permite la configuración vía web de manera muy sencilla.

- **Software implementado en un NVR**

Un dispositivo NVR lleva preinstalado un programa patentado y diseñado específicamente para la gestión de video. Por lo general, al comprar un NVR se entrega la versión del programa cliente para poder instalarlo en cualquier computador o dispositivo desde donde se quiera tener acceso al sistema de video vigilancia.

- **Software implementado en un PC**

Actualmente, existe una gran variedad de programas que hacen gestión de video. Estos programas pueden ser de licencia libre o de pago, y pueden correr en diferentes sistemas operativos. En todo caso la gran mayoría de proveedores de cámaras de red ofrecen programas propietarios para la gestión de video, los cuales funcionan únicamente con sus marcas. En la tabla 7 se muestran algunos programas de gestión de video que cumplen con la especificación ONVIF.

**Tabla 7.** Programas para la gestión de video

NOMBRE DEL PROGRAMA	PLATAFORMA	LICENCIA	OBSERVACIONES
Ispy Connect	Windows	Libre y de pago	Libre únicamente para acceso local
Axxon Next	Windows	Libre y de pago	Libre, pero con limitaciones ( hasta 1 TB de almacenamiento, solo 1 servidor, hasta 16 cámaras)
Xeoma	Linux, MAC y Windows	Libre y de pago	La versión gratuita soporta una unica cámara
			La versión de prueba no tiene limitaciones pero no se guardan las configuraciones al salir del programa y se reinicia cada 48 horas
Zondeminder	Linux	Libre	Instalación y configuración compleja
Blue iris	Windows	Pago	Funciona con la gran mayoría de marcas de cámaras de red. La versión de prueba no tiene limitaciones y dura 15 días

**Fuente:** Romero, D (2020)

### 3.3 Definición de Términos Básicos

Según Arias (2012, 108) “consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucrados en el problema y en los objetivos formulados”. Basado en la consideración anterior se procede con la definición de algunos términos, esto a fin de esclarecer interrogantes surgidas durante el proceso de lectura del proyecto investigativo, y hacer de este, uno correctamente entendible y fluido.

**Acces Point:** Es un dispositivo de red que interconecta equipos de comunicación inalámbricos para formar una red inalámbrica.

**Ethernet:** Es un estándar de red de área local LAN, para computadoras o dispositivos que utilizan el algoritmo de acceso al medio compartido CSMA/CD, además define las características de cableado y señalización; de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

**Hardware:** Se refiere a las partes físicas, tangibles de un sistema informático.

**Interfaz:** Es el mecanismo o herramienta que posibilita la comunicación mediante la representación de un conjunto de objetos, iconos y elementos gráficos que vienen a funcionar como metáforas o símbolos de las acciones o tareas que el usuario puede realizar en la computadora.

**Nodo:** Es un punto en el que se producen dos más conexiones en una red de comunicaciones.

**Protocolo:** Es el término que se emplea para denominar normativas de red que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre sí para transmitir información.

**Router:** Dispositivo de hardware que permite la interconexión de ordenadores de red.

**Servidor:** Es una combinación de hardware y software que permite el acceso remoto a herramientas o información que generalmente residen en una red de dispositivos.

**Sistema:** Conjunto de cosas ordenadas y relacionadas entre sí. Método o grupo de órganos que regulan una función.

**Software:** Conjunto de programas que son diseñados para cumplir una determinada función dentro de un sistema, ya sean estos realizados por parte de los usuarios o por las mismas corporaciones dedicadas a la informática.

**Transceptor:** Es un dispositivo que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentran dentro de la misma caja.

## **CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO**

Tamayo y Tamayo (2003, 37) define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados. Con base en lo anterior planteado, se puede señalar, que en todo proyecto de investigación, así como en su hecho investigativo, se requiere que el investigador delimite en orden, la metodología utilizada para la realización del mismo, en virtud de presentar los procedimientos, métodos y técnicas utilizados en la estructura de la investigación de forma organizada, clara y precisa para lograr así los objetivos propuestos. Por último la metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico del proceso de investigación, desde la elección de un enfoque metodológico específico hasta la forma como se van a analizar, interpretar y presentar los resultados.

### **4.1 Tipo de Investigación**

En la presente investigación se realizó un análisis de carácter factible, esto se debe a la elaboración de una propuesta viable con su respectivo estudio de factibilidad, para dar solución al problema o necesidad que se desea solventar en la obra C.C. Galas Plaza. Partiendo de los supuestos anteriores, siguiendo el mismo orden de ideas, Arias, F (2006, 134) concluye que un proyecto factible es aquel: “Que se trata de una propuesta de acción para satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de acción”.

De igual manera según Álvarez, G (2010, 5), la investigación aplicada “es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad”. En este sentido, se enmarca a la actual

investigación bajo los lineamientos de tipo aplicada, ya que consistió en la elaboración de una propuesta para solucionar un problema de tipo práctico mediante la evaluación de la factibilidad de abordar el diseño de un Sistema de CCTV Híbrido.

#### **4.2 Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación hace referencia a la estrategia adoptada para la recolección de información y datos necesarios. Según Arias, F (2012,31) una investigación de campo:

“Es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes .De allí su carácter de investigación no experimental”.

Atendiendo a estas consideraciones, la presente investigación se apoyó en un diseño de campo ya que la información utilizada para el análisis y posterior descripción de la propuesta de diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido, fueron datos recabados directamente en la obra objeto de estudio, a través de la visita personal del investigador.

#### **4.3 Nivel de la Investigación**

La presente investigación, es un modelo orientado hacia una investigación de carácter descriptiva, pues se ha de entender que para realizar este tipo de investigación se debe tener un conocimiento profundo del área que se desea supervisar, con el objeto de diseñar un sistema de video vigilancia en red que se ajuste de forma eficiente a las necesidades de seguridad de la obra. Citando nuevamente a Arias, F (2012, 24):

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

Por su parte, el enfoque se ve reflejado en la investigación proyectiva, dando a conocer que la investigación se llevó a cabo mediante el desarrollo de una propuesta que de alguna u otra forma arrojara la futura solvencia de la necesidad o problema,. Según Hurtado, J (2010, 133) la investigación proyectiva consiste en:

“Diseñar o crear propuestas dirigidas a resolver determinadas situaciones. Los proyectos de ingeniería, el diseño de maquinarias, el diseño de programas de estudio, los inventos, la elaboración de programas informáticos, entre otros, siempre que estén sustentados en un proceso de investigación, son ejemplos de investigación proyectiva”.

#### **4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas de recolección de datos están definidas por Sabino, C (1992) como “hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permiten tener información”. En este orden de ideas, Arias, F (2012, 68) define a los instrumentos de recolección de datos como “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. Para el presente estudio se utilizaron como técnicas de recolección: la entrevista y la observación directa.

Con respecto a la observación directa, Arias, F (2012, 69) la conceptualiza como “una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. El presente trabajo de investigación se valió de la observación directa, específicamente de la ubicación y topología actual de los puntos críticos de seguridad de la obra C.C. Galas Plaza para obtener rápidamente la información requerida con el deseo de lograr el objetivo de la investigación, utilizando una cámara de teléfono móvil como instrumento de recolección de datos.

Por otra parte, Arias, F (2012,73) define la entrevista como “una técnica basada en un diálogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”. Asimismo el autor clasifica a la entrevista en dos categorías: formal o informal. Arias, F (2012, 73) describe a la entrevista formal como aquella que “se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado”. En la presente investigación, esta técnica funciono para obtener datos primarios directamente del lugar donde se desarrolla la investigación y los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron, una guía de entrevista que a su vez sirvió para registrar las respuestas obtenidas y una grabadora de teléfono móvil.

#### **4.5 Fases de la Investigación**

**Fase I:** Diagnostico de la situación actual de resguardo y protección de bienes y equipos de la obra C.C. Galas Plaza.

Actividades:

- Se le aplicó una entrevista formal al ingeniero de obras con el objeto de obtener datos asociados a la problemática existente.
- Se realizó la evaluación y observación directa de los puntos críticos relacionados al proceso de seguridad de la obra C.C. Galas Plaza.
- Se hizo un análisis del sistema de seguridad actual de la obra, relacionado al número de cámaras y componentes que integran dicho sistema, así como los puntos de observación cubiertos hasta el momento.

**Fase II:** Identificación de las áreas críticas para salvaguardar los recursos de la obra.

Actividades:

- Se ejecutó un levantamiento fotográfico acerca de la topología actual y ubicación de los puntos críticos de seguridad de la obra C.C. Galas Plaza, utilizando una cámara de teléfono móvil como instrumento de recolección de datos.
- Se realizó investigación mediante la web, tomando referencias e información sobre las tecnologías y componentes que integran un sistema de video vigilancia en red, al igual que los protocolos de comunicación y seguridad más utilizados en la actualidad.

**Fase III:** Diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo.

Actividades:

Se tomaron en cuenta las posibles elecciones y se realizó el diseño del sistema CCTV Híbrido en base a los equipos que suplen de manera más eficiente la problemática.

**Fase IV:** Estudio de la factibilidad técnica, económica, social y ambiental.

Actividades:

En esta fase de la investigación, se determinó si el proyecto es factible y viable analizando todos los factores que benefician, o bien perjudican de algún modo el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, económico, social y ambiental.

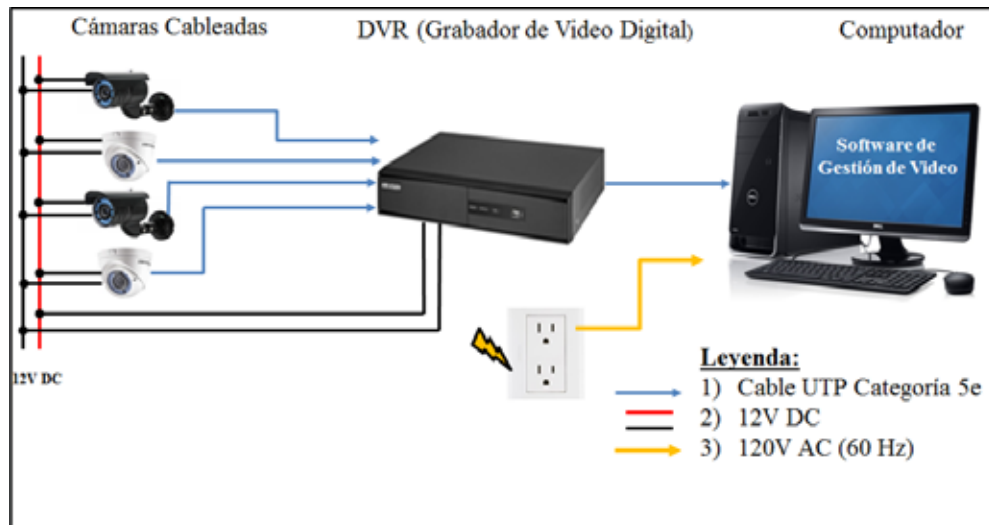
## **CAPÍTULO V RESULTADOS**

### **5.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual de resguardo y protección de bienes y equipos de la obra C.C. Galas Plaza.**

#### **5.1.1. El Sistema de Video Vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo.**

Para desarrollar un proyecto de ingeniería es de relevancia el conocimiento que se tenga acerca del sistema previamente instalado. Al respecto, se puede decir que actualmente la obra C.C. Galas Plaza cuenta con un sistema de Video Vigilancia netamente cableado basado en tecnología analógica y digital. En síntesis el sistema emplea tanto cámaras digitales como analógicas para captar y transmitir señales de audio/video. Con respecto a las cámaras digitales instaladas, poseen la capacidad de emitir imágenes digitales de alta resolución y a su vez cuentan con detección por cambio de imagen, mientras que las analógicas solo permiten la captura de imágenes de video análogas con una calidad de la imagen más baja, por ello cuentan con un DVR (Grabador de Video Digital), el cual se encarga de convertir las señales analógicas a formato digital para su grabación. Otra tarea prioritaria que ejecuta el DVR en el sistema de CCTV de la obra es la de unidad de almacenamiento de video, asimismo este se encuentra configurado con una capacidad máxima de almacenamiento de hasta 30 días de registro de video. Finalmente una vez que las secuencias de imágenes ya se encuentran digitalizadas, éstas se observan en un computador que realiza la tarea única de centro de control y monitoreo de todas las cámaras por medio de un software de gestión de video. Sobre el asunto, el centro de control y monitoreo se encuentra alojado en la oficina del departamento de Ingeniería ubicada en el Nivel Avenida de la obra del centro comercial. Este proyecto de seguridad provisional fue ampliado por la empresa de Diseño e Instalación de plataformas para circuitos cerrados de tele vigilancia (CCTV) **Jitter Telecomm C.A.**

en el año 2016 para la obra del C.C. Galas Plaza, y vinculado al concepto a continuación se presenta el esquema general de dicho sistema.



**Figura 28.** Esquema General del Sistema de Video Vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Siguiendo, tal como se muestra en la figura anterior (Ver Figura 28), todas las cámaras analógicas y digitales se encuentran conectadas punto a punto con el DVR a través de cable UTP Categoría 5e, y además de eso cuentan con su propia alimentación de 12V DC. Por su parte el DVR constituye la parte central del sistema, es decir, el punto donde se conectan todas las cámaras; por tal efecto cada DVR posee entradas analógicas por cada cámara que tenga instalada el sistema y asimismo una alimentación de 12V DC.

En este sentido el sistema de CCTV de la obra cuenta con tres DVR's, cada uno con 8 entradas analógicas, de manera que permiten la visualización de 8 cámaras o canales de forma simultánea, para hacer un total de 24 cámaras instaladas las que conforman el sistema de video vigilancia actual. Por último, los tres DVR's poseen un puerto de salida RJ45 a través de los cuales se conectan a la Intranet de la obra por medio de Cableado UTP categoría 5e, con el objeto de que cualquier computadora conectada a la intranet y con la configuración correspondiente pueda acceder a los

DVR's y monitorear las cámaras. En este sentido, para el caso de la obra solo una de las computadoras de la red cuenta con los softwares de gestión de video instalados y las contraseñas de acceso necesarias para realizar el trabajo de centro de control y monitoreo de las mismas, la cual le corresponde única y exclusivamente por motivos de seguridad estratégica al supervisor de seguridad industrial de la obra C.C. Galas Plaza.

En relación con las afirmaciones anteriores, en la siguiente tabla se enumeran los equipos instalados que componen el Sistema de Video Vigilancia actual:

**Tabla 8.** Equipos que componen el Sistema de Video Vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza

Nº	ÍTEM	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	HD - DVR de 8 Canales Color Negro	JOVISION	JVS-XD2608-HB12V	1
2	HD - DVR de 8 Canales Color Blanco	HIKVISION	DS-7108H-6HI-5H	2
3	Cámara Domo TURBO HD Color Blanco	HIKVISION	DS-2CE560T-IR	13
4	Cámara Bullet Color Gris	MVTEAM	MVT-R5241E	10
5	Cámara Domo PTZ TURBO HD 2 MP Color Blanco	HIKVISION	DS-2AE5225T-A	1
6	Switch de 48 puertos 10/100 Mbps	D-Link	DES-3550	1
7	Controlador Joystick para Cámaras Motorizadas PTZ	Stop	SDK-65	1
8	Monitor Led	Aiteg	W9021S5-D	1
9	SÍRAGON PC	SÍRAGON PC	PC-1500-W7S-G620-PDC	1

**Fuente:** Romero, D (2020)

## 5.1.2 Identificación y Descripción de las áreas cubiertas por el Sistema de Video Vigilancia.

Con el objeto de identificar y describir las principales áreas cubiertas por el sistema de video vigilancia, se hará uso del centro de control y monitoreo de las cámaras alojado en la oficina del departamento de Ingeniería de la obra del C.C. Galas Plaza. Para tal efecto, es importante explicar detallada e individualmente el proceso a llevar a cabo para observar las cámaras a través del software cliente IVMS-4200 de Hikvision correspondiente a los dos DVR's modelo DS-7108H-6HI-5.

### 5.1.2.1 Software Cliente IVMS-4200 de Hikvision

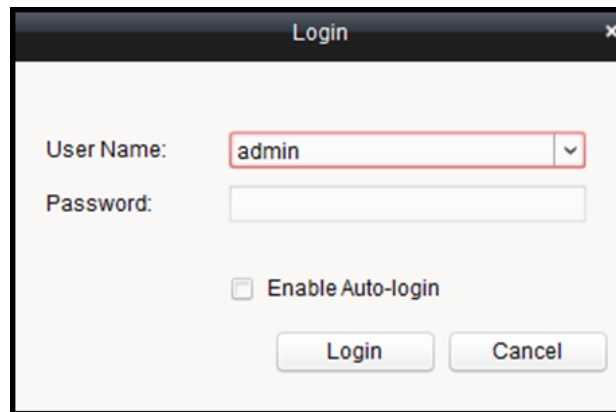
El Centro de control y monitoreo inicialmente consta con una imagen central del C.C. Galas Plaza ya culminado junto con su logo correspondiente, la cual utiliza como fondo de pantalla inicial. Por otra parte, en la parte inferior derecha de la pantalla se encuentra el acceso directo al llamado software Cliente IVMS-4200 de Hikvision. Después de hacer doble click sobre este, aparecerá una ventana flotante de inicialización del programa en cuestión.



**Figura 29.** Ventana de Inicialización del software Cliente IVMS-4200 de Hikvision

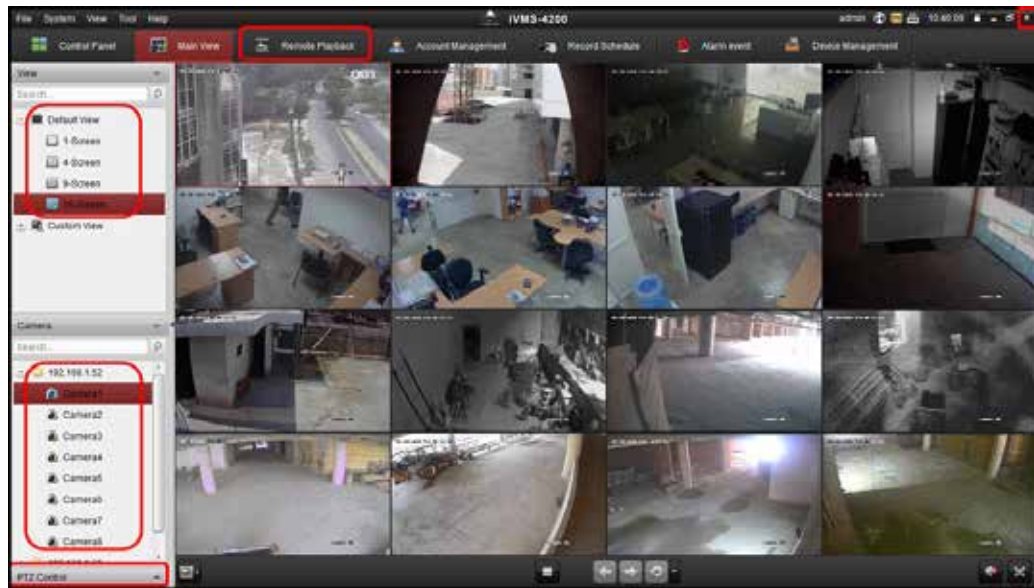
**Fuente:** Romero, D (2020)

Siguiendo, se tiene una ventana que lleva por nombre Login, en la cual se deben ingresar los datos privados de nombre de usuario y contraseña correspondientes para acceder al software de gestión IVMS-4200 de Hikvision.



**Figura 30.** Ventana de Usuario y Contraseña  
**Fuente:** Romero, D (2020)

A Continuación, luego de haber ingresado los datos especificados en la figura treinta (30) y de clicar el botón de Login. Se abrirá la página de Vista principal donde se podrán observar las cámaras en directo según sea el modo de vista seleccionado como predeterminado, asimismo en la parte superior izquierda de la pantalla se pueden escoger entre 4 modos predeterminados usados habitualmente: una, cuatro, nueve y dieciséis cámaras en vivo a la vez, o simplemente se puede crear una nueva vista personalizada según sea el caso de preferencia. A este respecto como se puede observar en la figura 31, el software posee la vista de 16 pantallas como predeterminada, esto por la sencilla razón de que es el número de cámaras conectadas entre ambos DVR's e igualmente es el número máximo de canales que se permiten observar en directo.



**Figura 31.** Ventana de Vista Principal  
**Fuente:** Romero, D (2020)

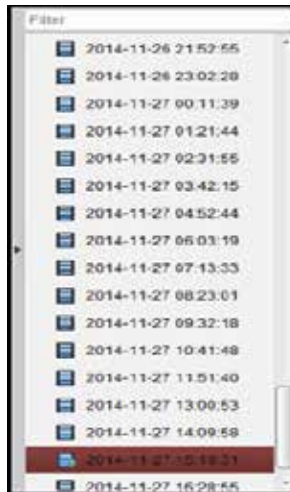
De igual manera se puede constatar que en la parte inferior izquierda de la pantalla, en un recuadro rojo se encuentran señaladas las primeras 8 cámaras que se observan en la ventana de vista principal, las cuales corresponden al primer DVR modelo DS-7108H-6HI-5. Este a su vez se encuentra representado por una carpeta que tiene asignada la siguiente dirección IP calase C: 192.168.1.52.

Además, se puede observar que la ventana de Vista principal consta de una barra de herramientas para la vista en directo, la cual sigue la siguiente distribución señalada en la figura 32. Asimismo entre sus funciones básicas se destaca: detener la vista en directo de todas las cámaras, activar/desactivar el audio de la vista en directo, hacer click para reanudar, ir a la vista en directo de la página siguiente o anterior, definir la división de ventana, mostrar/ocultar el menú de configuración del cambio automático y mostrar la vista en directo en modo pantalla completa.



**Figura 32.** Distribución de la Barra de herramientas de la vista en directo  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Ahora, volviendo la mirada hacia el panel de control superior (Ver Figura 31), con respecto al botón señalado en rojo, el cual tiene asignada una de las funciones básicas realizadas por el centro de control y monitoreo, denominado Remote Playback o Reproducción remota. Este permite buscar los archivos de video registrados en un periodo máximo de 30 días de almacenamiento, siendo este el tiempo para el que se encuentran configurados los DVR's y de esta manera reproducirlos en la sección de vista en directo. Con esa finalidad, se puede facilitar la búsqueda de los archivos de video mediante el campo de texto Filter, indicando el nombre de la cámara o grupo de cámaras para su reproducción normal, además de seleccionar una fecha de inicio y finalización, aunado a la hora exacta para la búsqueda.



**Figura 33.** Ventana de Campo de texto Filter  
**Fuente:** Manual de usuario del software cliente IVMS-4200 (2017)

Como complemento, otra tarea prioritaria realizada mediante el centro de control y monitoreo es la correspondiente al botón ubicado en la esquina inferior izquierda (Ver Figura 31) que lleva como nombre PTZ Control. Por su parte, este botón ofrece control PTZ para las cámaras con función de paneo/inclinación/zoom, como es el caso de la cámara PTZ modelo DS/2AE5225T-A. Luego de clicar el botón, se despliega la siguiente ventana de panel de control PTZ.

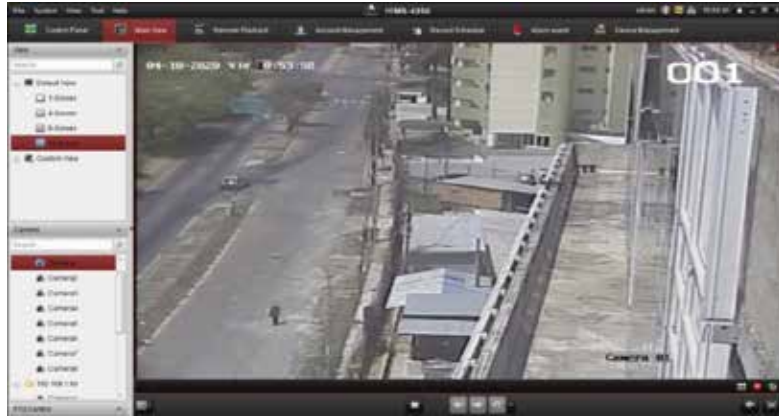


**Figura 34.** Ventana de PTZ Control

**Fuente:** Manual de usuario del software cliente IVMS-4200 (2017)

Mostrada la figura anterior podemos entonces describir la función y navegación de esta ventana. A través de esta se permite manipular todas las funciones de la Cámara Domo PTZ. A este respecto, actualmente la cámara PTZ se encuentra configurada para ejecutar un patrullaje con un patrón de 32 puntos preestablecidos, los cuales se recorren de forma sucesiva y se encuentran distribuidos entre las siguientes áreas de la obra: desde el portón numero 1 pasando por la caseta de vigilancia hasta llegar al portón numero 6 ubicados en el Nivel Avenida, haciendo en el transcurso un barrido panorámico de 180° a través de la calle de servicio frontal a la obra para luego completar los 360° hacia el interior del Nivel Terraza donde se encuentra localizada la cámara Domo PTZ , para finalmente regresar al portón numero 1 donde se repite nuevamente el ciclo. Sobre el asunto, un punto preestablecido es una posición de imagen predefinida que contiene información sobre el paneo, inclinación, enfoque y otros parámetros para llevar la cámara a la vista deseada.

Por otra parte, para lograr fijar la vista principal en una sola cámara se debe clicar sobre la imagen específica captada en directo desde la ventana de vista principal, y como seguimiento de esta actividad aparecerá la imagen en el modo de pantalla única como se puede observar a continuación en la figura 35 para el caso de la cámara 1.



**Figura 35.** Vista en directo de la Cámara Domo PTZ  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Dentro de ese marco, otra de las áreas cubiertas por el sistema de cámaras es la oficina del departamento de Ingeniería ubicada en el Nivel Avenida, tal como se puede apreciar en la figura 36. Las cámaras ubicadas en este lugar son las correspondientes a las cámaras 4, 5, 6 y 7 de la ventana de vista principal, y cumplen con la tarea de supervisar las actividades realizadas por el personal de ingeniería y arquitectura de la obra, al igual que velar por la seguridad e integridad tanto del capital humano, como de los recursos tecnológicos y de información que se encuentran allí presentes. Sin duda este sitio constituye un punto crítico que requiere de supervisión y monitoreo ininterrumpido.



**Figura 36.** Vista en directo del departamento de Ingeniería  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Siguiendo, se tienen las cámaras 3 y 8 de la ventana de vista principal que tienen visual respectivamente tanto adentro como desde afuera de la Oficina de Ventas, la cual también se encuentra ubicada en el Nivel Avenida al lado de la oficina del departamento de Ingeniería, tal como se puede observar a continuación en la figura 37.



**Figura 37.** Vista en directo de la Oficina de Ventas  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Por último, en lo que respecta a las cámaras 2, 10, 11, 12, 13, 14,15 y 16 de la ventana de vista principal, todas guardan relación en el sentido de que cada una cumple con las tareas de supervisar las áreas asignadas para el ingreso y posterior traslado de materia prima hasta su lugar de descarga, como se puede inferir el sitio constituye un camino para el traslado recurrente de todo el personal obrero y de ingeniería durante el transcurso de la jornada laboral. Asimismo, el área además cumple con la función de depósito para el almacenamiento de equipos y de control de inventario de materiales de construcción como: cabillas, cemento, tablas, entre otros.

Por lo tanto, de estas evidencias se demuestra que el sitio sin duda constituye un punto crítico y por ello se hace necesaria la implementación de tantas cámaras de seguridad en virtud de prevenir actos delictivos y proteger los intereses de la

obra. Vinculado al concepto, a continuación en la figura 38 se presenta la vista en directo de la cámara 10 correspondiente al depósito de materiales de construcción.



**Figura 38.** Vista en directo del depósito de materiales de construcción  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Finalmente, una vez culminado el proceso de control y monitoreo de las cámaras, se procede a cerrar la cesión del software cliente IVMS-4200 de Hikvision. Para ello se debe clickear el botón (X) señalado en rojo, ubicado en la esquina superior derecha de la ventana de vista principal, con el objetivo de que ningún individuo sin autorización pueda acceder a esta información.

### **5.1.3. La Entrevista**

Una entrevista es un dialogo establecido entre dos o más personas en las que existe un acuerdo previo acerca del tema, intereses y expectativas de ambos lados. En relación con lo antes expuesto, es necesario adentrarse en la obra objeto de estudio y entrevistar al Ing. de obras del C.C. Galas Plaza.

#### **5.1.3.1 Objetivo de la Entrevista**

Determinar por medio de un dialogo cara a cara con el Ing. de obras, el grado de aceptación y la necesidad de implementar un Sistema de Video Vigilancia Hibrido,

al igual que obtener información acerca de las áreas críticas más vulnerables, en virtud de proteger los activos y bienes de la obra.

Con esa finalidad, la entrevista a realizar será del tipo formal haciendo uso de una guía de entrevista prediseñada compuesta de 8 preguntas y que asimismo servirá para registrar las respuestas obtenidas.

### **5.1.3.2 Desarrollo de la Entrevista**

La entrevista es realizada al Ing. de obras Carlos Romero, quien lleva trabajando en la obra del Centro Comercial alrededor de 8 años, y que a su vez con su preparación, experiencia y sobre todo, conocimiento de la obra, será de gran ayuda en la recolección de estos datos.

**Pregunta 1.-** ¿Cuál es la problemática existente con relación al Sistema de Video Vigilancia que actualmente posee, que provoca la necesidad de querer mejorarlo?

**Respuesta:** Dada la magnitud de la Obra y su complejidad, nuestro actual sistema de CCTV se ha quedado corto para monitorear las zonas de trabajo y de almacenamiento de equipos y materia prima. Por lo tanto, se requiere de más equipos de monitoreo que puedan abarcar un mayor rango de cobertura y que no sean de fácil vulnerabilidad.

**Pregunta 2.-** ¿Han ocurrido actos delictivos dentro de la obra? ¿Cuántos y de qué tipo exactamente, ya sea el caso de asalto, hurto o secuestro?

**Respuesta:** Algunos, pero solo 3 de ellos con un impacto económico destacable; el más grave fue un asalto nocturno tipo comando donde doblegaron a los vigilantes, mientras que los otros 2 fueron robos entre días feriados y vacaciones con posible complicidad del personal de vigilancia.

**Pregunta 3.-** En los hurtos anteriores ¿Cómo lograron burlar el Sistema Video de Vigilancia en ese momento?

**Respuesta:** En los casos citados bloquearon las cámaras con cortes de fluido eléctrico y desmantelamiento, además de cambiar los focos de monitoreo de las mismas.

**Pregunta 4.-** ¿Cuáles son y en que Niveles se encuentran las áreas vulnerables que requieran de una mayor supervisión actualmente?

**Respuesta:** En primer lugar, el Portón de acceso #6, por donde entran materiales y equipos hacia los almacenes del Nivel Plaza. Por otra parte, el Estacionamiento del Nivel Avenida, para cubrir talleres de carpintería y circulación de personal hacia baños de obreros, oficinas y almacenes de subcontratistas. Por último, la Torre Grúa #7, con foco de visión en sentido Noroeste y Noreste, para así cubrir punto ciego de la obra en actual proceso de ampliación.

**Pregunta 5.-** ¿Considera usted necesario el monitoreo constante de la obra durante las 24 horas del día, los 365 días al año?

**Respuesta:** Si, ya que nos permite monitorear el movimiento de la obra, personal y equipos, así como el resguardo y protección de los activos de la empresa.

**Pregunta 6.-** ¿Qué otro requerimiento específico considera usted necesario que deba poder realizar mediante el nuevo Sistema de Video Vigilancia?

**Respuesta:** Monitoreo remoto en tiempo real, para supervisar las instalaciones desde cualquier ubicación dentro o fuera de la obra, bien sea desde un computador en mi casa o desde mi teléfono móvil.

**Pregunta 7.-** ¿Conoce usted lo que es un Sistema de Video Vigilancia Híbrido y las ventajas que este ofrece con respecto a la facilidad de instalación y el ahorro significativo de cableado?

**Respuesta:** Un poco, pero de allí nuestro interés de que tú con el apoyo guiado de la Universidad José Antonio Páez nos brindes el apoyo técnico con esta herramienta.

**Pregunta 8.-** ¿Estaría usted de acuerdo con la instalación de un Sistema de Video Vigilancia Híbrido para supervisar las áreas más lejanas y de difícil acceso?

**Respuesta:** Por supuesto, siempre y cuando el mismo nos garantice más seguridad y costos razonables.

### **5.1.3.3 Conclusiones de la Entrevista**

De la entrevista realizada se pueden obtener datos que son de mucha importancia para la realización de este proyecto, los cuales se citan a continuación:

- Es innegable que dada la magnitud de la obra, esta se encuentra expuesta a posibles actos delictivos tanto de agentes internos como externos.
- Los robos representan el acto delictivo de mayor frecuencia.
- Existen 3 áreas actualmente que presentan mayor vulnerabilidad y que por lo tanto requieren de más supervisión.
- El Sistema de CCTV instalado no abastece el rango de cobertura necesario para monitorear tanto las zonas de trabajo como de almacenamiento de equipos remotas, debido a la magnitud y crecimiento constante de la obra.
- Es necesario la implementación de un Sistema de video vigilancia Híbrido (inalámbrico y cableado), de manera que este permita aprovechar los equipos instalados del sistema actual y a su vez ofrecer tanto el rango de cobertura solicitado como una mayor seguridad ante posibles actos delictivos como cortes de cables, con respecto a los Sistemas de CCTV convencionales.

#### **5.1.4. Requerimientos para el diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido**

En relación con las respuestas obtenidas en la entrevista anterior, es necesario contar con un Sistema Video Vigilancia Híbrido que cumpla con los siguientes requerimientos:

- Video Vigilancia en tiempo real y sin interrupciones.
- Monitoreo constante las 24 horas del día, los 365 días del año.
- Almacenamiento de videos por lo menos de 30 días hacia atrás.
- Acceso remoto a las imágenes desde cualquier lugar.
- Seguridad en la información.
- Resolución de imágenes de calidad (cámaras IP con resolución en megapíxeles).
- Grabación de eventos tanto diurnos como nocturnos.

#### **5.2. Fase II: Identificación de las áreas críticas para salvaguardar los recursos de la obra.**

Luego de ser explicado de manera detallada el sistema de video vigilancia actual y las funciones que este ejerce, tanto de manera individual (a que áreas corresponden cada una de las cámaras instaladas) como de manera general (la estructura y el funcionamiento en su totalidad del sistema), prosigue la identificación de las áreas críticas a supervisar por parte del Sistema de Video Vigilancia Híbrido.

Este sistema de video vigilancia se encuentra orientado a la supervisión en lo que respecta a las actividades laborales realizadas por parte del personal de trabajo en los distintos departamentos que laboran dentro de la construcción, además de velar por el resguardo de los equipos tecnológicos y de niveles de materia prima de ésta, sin embargo, al igual que todo proyecto, siempre existen y existirán mejoras que puedan ser aplicadas con la finalidad de mejorar el desempeño del sistema en cuestión, para la comodidad de los empleados que hacen uso de esta herramienta.

Con la finalidad de poder identificar y describir a las siguientes áreas como de mayor importancia de supervisión actualmente en la obra, haremos uso de una cámara de teléfono móvil como instrumento de recolección de datos y de la documentación respectiva, en este caso de la entrevista realizada en el punto 5.1.3.3 al Ing. de obras del C.C. Galas Plaza, que funcionara como soporte para los siguientes argumentos:

### **5.2.1. Identificación y descripción de las áreas críticas remotas:**

#### **5.2.1.1. Portón de Acceso #6**

De acuerdo con la respuesta que se obtuvo a la pregunta número 4 de la entrevista realizada al Ing. de obras, se dio a conocer que la primera área a identificar como crítica corresponde al Portón de Acceso #6. Vinculado al concepto se puede decir que este se encuentra ubicado en el sector suroeste del Nivel Avenida de la construcción del centro comercial, a unos 84 metros lineales de distancia aproximadamente del centro de control y monitoreo del sistema de cámaras, y como complemento este se puede apreciar en la figura a continuación:



**Figura 39.** Vista en directo del Portón de Acceso #6  
**Fuente:** Romero, D (2020)

En efecto, esta área representa un punto clave a supervisar en vista de que constituye una vía de acceso recurrente para la entrada y salida de camiones de transporte con materia prima. Por otro lado, como se puede observar en la figura anterior, el área a su vez cuenta con dos rampas de bajada y subida que conducen a los estacionamientos y almacenes del nivel inferior, correspondientes al Nivel Plaza, el cual actualmente se encuentra en desarrollo y desempeña la función de almacén de depósito para más materiales de construcción que igualmente requieren de vigilancia ininterrumpida, por lo tanto esta área también fue tomada en cuenta para la elaboración del presente Sistema de video vigilancia.



**Figura 40.** Vista en directo del Estacionamiento del Nivel Plaza  
**Fuente:** Romero, D (2020)

#### **5.2.1.2. Estacionamiento del Nivel Avenida**

Continuando, otra de las áreas indicadas por el Ing. De Obras a considerar como punto crítico de resguardo para la elaboración del Sistema de Video Vigilancia Híbrido, es la del Estacionamiento del Nivel Avenida ubicado en el lindero oeste de la construcción, según el estudio a unos 71,25 metros lineales aproximadamente del centro de control y monitoreo del sistema de CCTV.

En este caso es necesario monitorear de manera remota la situación actual en las distintas áreas ocupadas por los talleres de carpintería, área exterior a los baños de obreros, oficinas de contratistas y el estacionamiento de máquinas, esto con la finalidad de facilitarle al usuario un seguimiento ininterrumpido de las actividades realizadas por parte de todo el personal de obras y de contratistas durante el transcurso de la jornada laboral, además de así poder verificar y comunicar en el menor tiempo posible cualquier anomalía que se presente.

Atendiendo a estas consideraciones, a continuación en las figuras 41 y 42 respectivamente se presentan tanto el área correspondiente a los Talleres de carpintería como la del Estacionamiento de máquinas:



**Figura 41.** Vista en directo de los Talleres de carpintería  
**Fuente:** Romero, D (2020)



**Figura 42.** Vista en directo del Estacionamiento de máquinas  
**Fuente:** Romero, D (2020)

### **5.2.1.3. Torre Grúa #7**

Por último, según las indicaciones especificadas en la entrevista realizada al Ing. De Obras, el tercer punto crítico a tomar en cuenta para la realización de la presente investigación es el correspondiente a la Torre Grúa #7. A este respecto, la grúa se localiza en el sector noreste de la obra, área que se encuentra actualmente en proceso de ampliación y por ende en constante cambio, asimismo para efectos del estudio se consideró que a unos 267,3 metros de distancia trazando una proyección horizontal desde la oficina donde se encuentra ubicado el centro de control y monitoreo del sistema de video vigilancia hasta el posible lugar de ubicación para la cámara de red inalámbrica.

Una de las principales razones es que el área en general representa un punto estratégico de interés para la gerencia del centro comercial debido a la altura en la que se encuentra, puesto que permite realizar un barrido panorámico de 90° de todo el sector norte y este de la construcción. De igual manera, se debe considerar que el área en si ofrece una vista eficaz tanto para el monitoreo constante de las actividades desempeñadas por parte del personal de obras como para el resguardo de bienes y equipos durante el desenvolvimiento de la jornada laboral, mientras que para en las horas nocturnas posee una visual directa de las áreas vecinales adyacentes a la obra, y por ende permitiendo captar la entrada y salida de posibles invasores.

Finalmente, en relación con las afirmaciones anteriores a continuación se presenta una imagen del área en cuestión:



**Figura 43.** Vista en directo de la Torre Grúa #7  
**Fuente:** Romero, D (2020)

### **5.3. Fase III: Diseño del sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo.**

En esta fase se presenta el diseño correspondiente al Sistema de Video Vigilancia Híbrido, de manera que se muestran todas las adecuaciones diseñadas para el sistema de video vigilancia actual de la obra C.C. Galas Plaza. En este sentido, primero se realiza una explicación detallada en relación a los aspectos más importantes del sistema, tales como la estructura de la red, el transporte de los datos y las funciones que este permitirá realizar. Continuando, se procede a escoger el modelo y la ubicación de cada uno de los elementos finales de la red, aunado al respectivo cálculo del ancho de banda total del sistema en función del análisis de tráfico generado por las cámaras IP seleccionadas y los estándares de compresión aplicados.

#### **5.3.1 El Sistema de Video Vigilancia Híbrido**

Los sistemas de video vigilancia han ido evolucionando a lo largo de los años con el objeto de alcanzar mejores prestaciones a un costo menor.

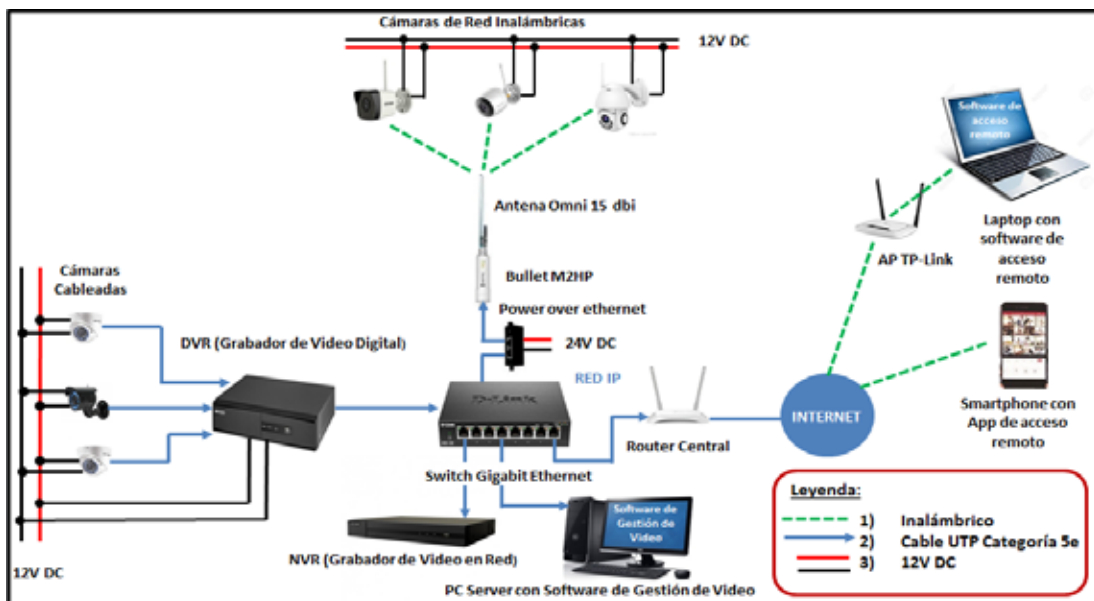
Si bien es cierto que al principio implementar un sistema netamente analógico resultaba costoso en lo que se refiere a la instalación del cableado, el mantenimiento del mismo era sencillo.

En vista de los costos de instalación, los sistemas fueron adoptando modelos híbridos, los cuales instalan un servidor de video conectado a la cámara analógica a través del cable coaxial, permitiendo que de esta forma fuese posible ampliar el sistema utilizando cámaras de red, también llamadas cámaras IP sin tener que descartar los equipos ya existentes, como es el caso para las cámaras analógicas, digitales y cableado UTP del sistema de video vigilancia de la obra C.C. Galas Plaza.

Atendiendo a estas consideraciones y a la flexibilidad del sistema en cuanto al crecimiento y fácil instalación que este ofrece, se decidió optar por la tecnología Wi-Fi para mejorar y adecuar el sistema de video vigilancia previamente instalado.

Con respecto al diseño lógico de la red inalámbrica, es decir la manera en la cual la información se transmite por medio del direccionamiento IP, se optó por un modo de red en infraestructura ESS (Del inglés Extended Service Set, Conjunto de Servicios Extendido) de manera que todas las estaciones (antenas) se comunican entre sí a través de un Access point (punto de acceso). Para el caso de la frecuencia de trabajo, se decidió utilizar la banda de frecuencia libre de 2,4 GHz por su mayor capacidad de atravesar paredes con respecto de la redes Wi-Fi con frecuencias a 5 GHz, esto con la finalidad de poder extender el rango de cobertura de la red WLAN hasta los sitios de ubicación para los puntos críticos anteriormente identificados; además de brindarle en este sentido tanto acceso a las cámaras IP como de permitir la conexión inalámbrica de las estaciones con el router central y posteriormente hasta el NVR ( Grabador de Video en Red), donde se almacenara todo el contenido de audio y video digital captado por las cámaras IP inalámbricas.

En relación con las afirmaciones anteriores, a continuación se presenta el esquema general del Sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza.



**Figura 44.** Esquema General del Sistema de Video Vigilancia Híbrido para la obra C.C. Galas Plaza  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Siguiendo, tal como se puede apreciar en la figura anterior (Ver Figura 44), la red cuenta con una topología en modo estrella puesto que todos los equipos terminales se conectan directamente a un Switch que hace la función de nodo central de la LAN; asimismo este al igual que el Router principal, el computador con el software de Gestión de video para realizar el monitoreo local de todas las cámaras del sistema y los dispositivos de almacenamiento de video DVR / NVR, se localizaran en la oficina del departamento de Ingeniería.

Por otra parte, para el transporte de los datos hasta el sitio de ubicación de los Access points se optó por utilizar cable UTP categoría 5e, el cual con referencia a la definición establecida por el TIA 568A (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones), se dictamina que: “La longitud máxima del canal básico para cualquier instalación de red basado en los estándares Ethernet no superara los 100 metros de distancia”. Debido a esto, se dispondrán de varios switches intermedios conectados entre sí a cada ochenta (80) metros de distancia por medio del cableado UTP categoría 5e, esto con el fin de ampliar tanto la cobertura de la red inalámbrica como de la red cableada y de este modo poder interconectar al switch principal de la oficina con los distintos Puntos de Acceso en sus respectivas localizaciones. Aunado a la situación, es importante acotar que estos switches conectados entre sí se encargaran de recibir la señal de Wi-Fi y de retransmitirla hasta llegar finalmente a un último Patch Cord, el cual a su vez se conectara a un Inyector PoE compatible con el estándar IEEE 802.3af (Power Over Ethernet), es decir capaz de atribuirle de energía eléctrica al cableado UTP hasta una distancia máxima teórica de 100 metros adicionales con el objeto de poder suministrar de alimentación a los distintos AP (Access Points) contemplados en el diseño y que por ende también cuentan con la funcionalidad de PoE integrada.

Lo anteriormente expuesto no solamente se debe en virtud de poder entregar energía eléctrica, sino también transferencia de datos por medio del cableado de categoría 5e existente hasta todas las Antenas Acces Point, a través de las cuales se

permitirá retransmitir la señal de Wi-Fi inalámbricamente hasta las áreas críticas de mayor resguardo.

Por último, el personal de vigilancia autorizado podrá llevar a cabo el monitoreo de forma remota de las cámaras de red por medio de un software de acceso remoto y de un ISP (Proveedor de servicios de Internet) desde cualquier lugar para su comodidad.

### **5.3.2 Selección de Cámaras IP Inalámbricas**

En este caso es importante acotar que para la selección de las cámaras IP se optó netamente por la utilización de la tecnología inalámbrica, puesto que de este modo las cámaras no dependen de ningún cableado para la transmisión de las imágenes de video, sino que hacen uso del espectro electromagnético.

Otra tarea prioritaria a considerar es la de la seguridad de los datos durante la transmisión, de manera que se dio prioridad a aquellas cámaras compatibles con el protocolo de seguridad WPA2, con la finalidad de proteger las señales de video captadas por las cámaras de red mientras que viajan hacia el enrutador; además de esto deben permitir la transmisión de las señales de audio/video a través de una portadora en el mismo rango de 2,4 GHz que la red Wi-Fi. Aunado a la situación, las cámaras igualmente deben ser instaladas en sitios internos y externos, por lo cual tanto la iluminación natural en el día como la artificial para la noche fueron puntos a considerar para la selección.

Por otra parte, debido a que el proyecto constituye una propuesta de solución a un problema del tipo práctico, el mismo está sujeto a un presupuesto implícito, por lo cual se optó por aquellas cámaras de red que cumplen de manera eficaz con todas las especificaciones anteriores y al menor costo de adquisición en el mercado.

Por lo tanto para el diseño del Sistema de Video Vigilancia Híbrido se escogieron las siguientes cámaras IP inalámbricas cuyas características principales se presentan en las tablas a continuación:

**Tabla 9.** Especificaciones de la Cámara IP Wi-Fi tipo Bullet

<b>MODELO</b>	DS-2CV1021G0-IDW1
<b>MARCA</b>	HIKVISION
<b>CANTIDAD</b>	4
<b>RESOLUCIÓN</b>	1920 x 1080
<b>COMPRESIÓN</b>	H.264/MJPEG
<b>FUNCIONALIDAD DÍA O NOCHE</b>	Día ,noche, auto, programado
<b>SEGURIDAD</b>	64/128-bit WEP, WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK, WPS
<b>PROTECCIÓN</b>	IP66
<b>POTENCIA DE TRANSMISIÓN</b>	12,5 dBm
<b>TIPO DE ANTENA</b>	Omnidireccional
<b>RANGO DE FRECUENCIA</b>	2.412 GHz a 2.4835 GHz
<b>ESTÁNDAR</b>	IEEE802.11b/g/n
<b>GARANTÍA</b>	3 años

**Fuente:** Romero, D (2020)

**Tabla 10.** Especificaciones de la Cámara IP Wi-Fi PTZ

<b>MODELO</b>	Anspo 1080P PTZ
<b>MARCA</b>	Anspo
<b>CANTIDAD</b>	1
<b>RESOLUCIÓN</b>	1920 x 1080
<b>COMPRESIÓN</b>	H.264/MJPEG
<b>FUNCIONALIDAD DÍA O NOCHE</b>	Leds de infrarojos para visión nocturna a todo color
<b>SEGURIDAD</b>	64/128-bit WEP, WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK, WPS
<b>PROTECCIÓN</b>	IP66
<b>POTENCIA DE TRANSMISIÓN</b>	18 dBm
<b>TIPO DE ANTENA</b>	Omnidireccional
<b>RANGO DE FRECUENCIA</b>	2.4 GHz
<b>ESTÁNDAR</b>	IEEE802.11b/g/n
<b>GARANTÍA</b>	1 año

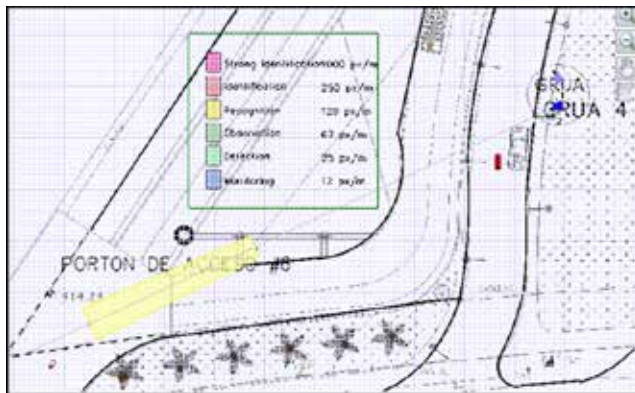
**Fuente:** Romero, D (2020)

### 5.3.3 Ubicación de las cámaras

A continuación se presentan los gráficos de las simulaciones obtenidas con el programa IP Video System Design Tool versión 9.2, una potente herramienta para diseñar sistemas de video vigilancia IP modernos, el cual se aprovechó para verificar el campo de cobertura de cada cámara en un plano del sitio y así poder aumentar el nivel de seguridad en las áreas críticas de la obra. Para lograr estas animaciones, se ocuparon los datos más importantes correspondientes a las cámaras seleccionadas, tales como: el formato de la cámara, la resolución, la altura de la instalación y la distancia del objeto, entre otras. Por su parte, como se puede inferir la ubicación específica de cada una de las cámaras de red se realizó en función de las tres (3) áreas críticas identificadas anteriormente en la segunda fase de la investigación:

- **Cámara 1**

La primera cámara tipo bullet se ubicó en la Grúa #4, localizada a unos quince metros de la entrada de la caceta de vigilancia en el Nivel Avenida. Sobre el asunto, la cámara se situó a unos quince metros de altura con el objeto de tener una visual directa y libre de obstáculos del Portón de Acceso #6, el cual se encuentra a su vez a unos sesenta (60) metros de distancia con respecto a la Grúa #4. Como se puede observar en la figura cuarenta y cinco (45), de acuerdo con la leyenda a la izquierda el área sombreada de color amarillo representa el área de reconocimiento cubierta por la cámara, de manera que cumple eficazmente con los requerimientos solicitados.



**Figura 45.** Ubicación de la Cámara 1

**Fuente:** Romero, D (2020)

- **Cámara 2**

De igual manera que para el caso anterior, la cámara dos tipo bullet se ubicó en la Grúa #4, a unos quince (15) metros de altura y veintiséis (26) metros de distancia aproximadamente del Estacionamiento del Nivel Plaza. A este respecto, en la figura a continuación se aprecia que el área en cuestión se encuentra tanto dentro de la cobertura de observación (verde) como de reconocimiento (amarillo) de la cámara.



**Figura 46.** Ubicación de la Cámara 2  
**Fuente:** Romero, D (2020)

- **Cámara 3**

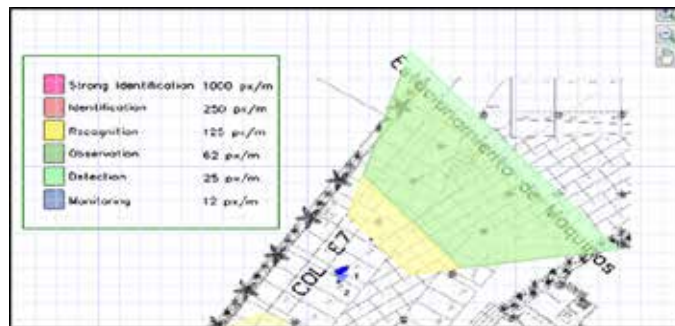
Siguiendo, para el caso de la tercera cámara tipo bullet se optó por ubicarla en la Columna E7 del lindero Oeste del Nivel Avenida, a unos seis (6) metros de altura y con una visual directa de hasta unos treinta y cuatro (34) metros de distancia hacia los Talleres de carpintería. Asimismo, la cobertura de la cámara se puede observar en la figura cuarenta y siete (47) a continuación.



**Figura 47.** Ubicación de la Cámara 3  
**Fuente:** Romero, D (2020)

- **Cámara 4**

Para la cuarta cámara tipo bullet se optó igualmente por ubicarla en la Columna E7 del lindero Oeste, a este respecto la cámara se situó a unos seis (6) metros de altura para contar con una visual directa hacia el Estacionamiento de Maquinas el cual se encuentra a unos veintiún (21) metros de distancia. Igualmente como se puede observar en la figura cuarenta y ocho (48), dicho sector se encuentra entre la cobertura de reconocimiento (amarillo) y de detección de la cámara (verde claro).

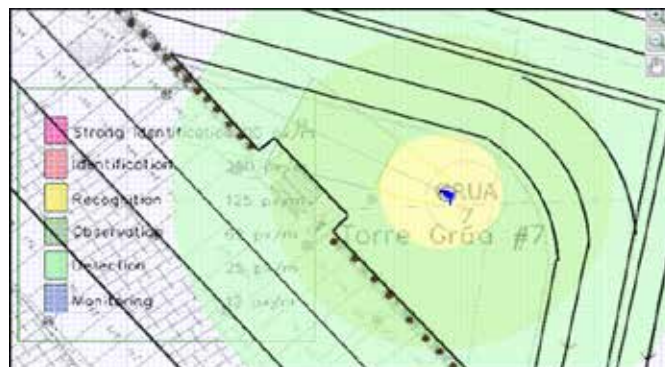


**Figura 48.** Ubicación de la Cámara 4  
**Fuente:** Romero, D (2020)

- **Cámara 5**

Por último, con respecto a la ubicación de la cámara 5 correspondiente a la PTZ inalámbrica, esta se situó en la Torre Grúa #7 a unos veinte (20) metros de altura.

Asimismo, puesto a que la cámara permite realizar un recorrido de 360° horizontales y una rotación vertical de 90°, esta cuenta con una cobertura panorámica de toda el área en cuestión tal como se puede apreciar a continuación.



**Figura 49.** Ubicación de la Cámara 5  
**Fuente:** Romero, D (2020)

### 5.3.4 Direccionamiento IP

Para el presente estudio, las cámaras IP inalámbricas representan a los usuarios finales de la red, no obstante en virtud que estas puedan considerarse dentro del sistema, las mismas deben poseer su propia identificación para conectarse a la red llamada dirección IP.

Para lograr realizar el direccionamiento se utilizara una IP privada clase C: 192.168.2.0/24, mientras que por seguridad se aplicara VLSM (del inglés Variable Length Subnet Mask) con el objeto de que no exista desperdicio de direcciones.

Partiendo de las afirmaciones anteriores, es necesario crear una subred exclusiva que abarque a todos los dispositivos del Sistema de Video Vigilancia Hibrido, de manera de poder ocultar y restringir el acceso al sistema por parte de usuarios no autorizados. En este sentido, se solicitan nueve (9) hosts puesto que tres (3) de los cuatro Access Points a considerar para el diseño se configuraran en modo Bridge, mientras que el cuarto AP hará la función del Principal debido a que este se le asignara la dirección IP privada de la subred y a su vez contara con un DHCP Server; es decir que este se encargara de atender todas las solicitudes de IP para los tres (3) AP, las cinco (5) cámaras IP y por último el NVR que igualmente requiere de una dirección IP.

El Cálculo se realiza de la siguiente manera:

Para 9 hosts se necesitan 4 bits por lo tanto la primera subred será:

192.168.2.0/28 en donde:

La primera dirección será: 192.168.2.1/28

La última dirección será: 192.168.2.14/28

La dirección de broadcast será: 192.168.2.15/28

Como resultado, quedarían cinco (5) direcciones IP de sobra en caso de que se requieran incorporar nuevos equipos a la subred del sistema de video vigilancia IP, mientras que la dirección de la siguiente subred (de ser necesaria) será la 192.168.2.16. Finalmente se reservaran las siguientes direcciones IP en la configuración del DHCP como una estrategia para que en caso de que algún equipo

pierda su IP, el sistema le asigne la que le corresponde automáticamente. Además es importante mencionar que aparte de la dirección IP que cada cámara posee también se dispondrá de su dirección MAC con la finalidad de brindar mayor seguridad a la red a través del filtrado de direcciones MAC.

**Tabla 11.** Direcccionamiento IP del Sistema de Video Vigilancia

DIRECCIONAMIENTO IP	
AP Bridge 1	192.168.2.1/28
AP Bridge 2	192.168.2.2/28
AP Bridge 3	192.168.2.3/28
NVR	192.168.2.4/28
Cámara 1	192.168.2.5/28
Cámara 2	192.168.2.6/28
Cámara 3	192.168.2.7/28
Cámara 4	192.168.2.8/28
Cámara 5	192.168.2.9/28

**Fuente:** Romero, D (2020)

### 5.3.5 Calculo del Ancho de Banda Total para las Cámaras IP Inalámbricas

En el diseño de un Sistema de video IP, es importante diseñar correctamente la red y el ancho de banda asociado ya que de esto depende el manejo de grandes cantidades de video sin dificultad.

Para tal efecto, se usó nuevamente el Software IP Video System Design Tool versión 9.2. En primer lugar, una vez hecho doble click sobre el acceso directo de este programa, se abrirá la siguiente ventana de inicio que lleva por nombre Field of View & Lens Focal Length en la cual se permite realizar las simulaciones correspondientes a la instalación de las cámaras. Asimismo, en la parte superior derecha se encuentra un botón enmarcado en rojo de nombre Network Bandwidth & Disk Space, tal como se puede observar en la figura a continuación.



**Figura 50.** Ventana de Field of View & Lens Focal Length

**Fuente:** Romero, D (2020)

Siguiendo, luego de clickear dicho botón se despliega la siguiente tabla para el cálculo del ancho de banda en red.

Resolution	Compression	Frame Size, KB	FPS	Days	Camer...	Recording %	Bandwidth, M.	Disk Space, GB	Bitrate...	Comment
1920x1080 (Full HD)	MPG-20 (Good C.253)	10	30	1	100	20.73	6715.1	20726		

**Figura 51.** Tabla para el cálculo del ancho de banda en red  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Mostrada la figura anterior, podemos entonces describir la función y navegación de esta. A través de esta tabla se permite calcular tanto el ancho de banda como el tamaño de almacenamiento para el sistema, simplemente se deben agregar los tipos de cámaras mediante el botón de nombre Add new type (+) y especificar sus parámetros correspondientes. A este respecto, a continuación se presentan los parámetros claves que deben especificarse y que corresponden a las primeras cuatro (4) columnas de la tabla:

- Número de canales (cámaras) en su sistema de vigilancia.
- Resolución de cada una de las cámaras (píxeles).
- Número de frames o cuadros por segundo (fps) que se desean para las cámaras.
- Método de compresión de video.

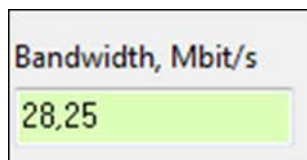
De esta manera, dentro de los parámetros específicos se utilizaron cinco (5) cámaras de resolución Full HD (1920 X 1080). En cuanto al método de compresión, se optó por utilizar (H.264) conocido comúnmente como MPEG-4 Parte 10/AVC, debido a que en síntesis ofrece la mejor resolución de video (menor tamaño) sin comprometer la calidad de una imagen. Por su parte para el caso del Frame Rate, en virtud de que la mayoría de las cámaras IP de calidad actualmente graban a 30 FPS (Cuadros por segundo), se seleccionó esta como predeterminada; tomando en cuenta que cuanto mayor sea la velocidad de fotogramas (FPS), mejor se verá un objeto en movimiento, aunque también aumentara el tráfico en la red. Vinculado al concepto,

con referencia al tamaño de fotograma (Kilobytes), el software estima el tamaño del fotograma en función de la resolución y compresión arrojando un fotograma de veinte tres (23) KB por defecto. Atendiendo a estas consideraciones, a continuación en la figura cincuenta y dos (52) se pueden constatar todas estas modificaciones realizadas a la tabla.

Resolution	Compression	Frame Size, KB	FPS	Days	Camera	Recording %	Bandwidth, M...	Disk Space, GB	Bitrate,...	Comment
1920x1080 (Full HD)	H.264-10 (High Q 23)	30	30	1	100	5,65	1831,4	5652	Cámara 1	
1920x1080 (Full HD)	H.264-10 (High Q 23)	30	30	1	100	5,65	1831,4	5652	Cámara 2	
1920x1080 (Full HD)	H.264-10 (High Q 23)	30	30	1	100	5,65	1831,4	5652	Cámara 3	
1920x1080 (Full HD)	H.264-10 (High Q 23)	30	30	1	100	5,65	1831,4	5652	Cámara 4	
1920x1080 (Full HD)	H.264-10 (High Q 23)	30	30	1	100	5,65	1831,4	5652	Cámara 5	

**Figura 52.** Modificaciones de la Tabla para el cálculo del ancho de banda en red  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Finalmente, una vez que todos los parámetros anteriores fueron introducidos en la tabla, en la parte inferior de la ventana se obtiene que el ancho de banda total para todas las cámaras IP inalámbricas contempladas en el diseño debe ser de como mínimo 28,25 Mbps.



**Figura 53.** Ventana de Ancho de Banda Total en Mbit/s  
**Fuente:** Romero, D (2020)

### 5.3.6 Disco Duro

Dentro de ese marco, otra tarea prioritaria fue calcular la capacidad del disco duro para conocer con exactitud qué equipo de almacenamiento de video en red (NVR) se debe utilizar dentro de nuestro sistema. Para el respectivo cálculo de la capacidad de almacenamiento del disco duro debemos tener en cuenta los mismos factores que para el Ancho de Banda:

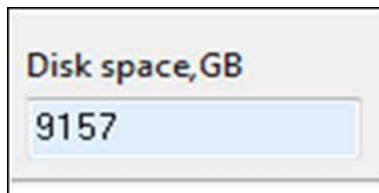
- Número de canales (cámaras) en su sistema de vigilancia.
- Resolución de cada una de las cámaras (píxeles).
- Número de frames o cuadros por segundo (fps) que se desean para las cámaras.

- Método de compresión de video.
- Tiempo total de grabación (días)

Para realizar este cálculo se ha utilizado igualmente el software IP Video System Design Tool versión 9.2, el cual fue usado anteriormente tanto como para representar las simulaciones de las cámaras del sistema como para el cálculo del Ancho de Banda Total en red que se requiere. Volviendo la mirada hacia la figura 52 (Ver figura 52) se evidencian que los datos utilizados para el cálculo fueron los siguientes:

- Todas las cámaras grabando al mismo tiempo.
- Cinco (5) cámaras de resolución Full HD (1920 X 1080).
- Grabación continúa las veinte cuatro (24) horas del día durante treinta (30) días.
- Compresión H.264 (alta calidad).

Como resultado, en la parte inferior de la ventana se obtuvo que el Espacio de almacenamiento en disco necesario para almacenar los archivos de video durante 30 días y de este modo mantener la condición actual del sistema, es como mínimo de 9157 (GB), o lo que igualmente equivaldría a 9,157 (TB).



**Figura 54.** Ventana de Capacidad del Disco Duro (en GBs)

**Fuente:** Romero, D (2020)

### **5.3.7 Selección de Equipos**

En esta sección se presenta una selección de los equipos finales que conformaran el Sistema de Video vigilancia Híbrido, tanto en base a los requerimientos planteados en la primera fase, como al diseño establecido en esta fase de la investigación. Atendiendo a estas consideraciones, es necesario elegir los equipos que resulten más idóneos para la posible implementación del sistema.

### 5.3.7.1 Elementos de la Red Pasiva

- **Servidores de Video**

Para el caso del servidor de video, se utilizara un sistema NVR debido a que se necesita almacenar una gran cantidad de información. Al respecto, en la tabla 12 se presentan los requerimientos mínimos que debe tener el equipo NVR para satisfacer las necesidades del Sistema.

**Tabla 12.** Requerimientos mínimos para el equipo NVR

REQUERIMIENTOS	
Número de canales	5
Puerto Ethernet	1 Gbps
Compresión soportada	H.264
Programa para administración y gestión de video	SI
Tamaño mínimo del disco duro	9,157 TB

**Fuente:** Romero, D (2020)

Atendiendo a estas consideraciones, para la selección del servidor de video se ha elegido el NVR de 8 Canales modelo DS-7108NI-E1 de la marca Hikvision, puesto que cumple con todos los requerimientos expuestos en la tabla anterior, además de ser compatible con los dispositivos Hikvision, como por ejemplo las cámaras modelo DS-2CV1021G0-IDW1 seleccionadas para el diseño en la sección 5.3.2. Como complemento, Hikvision a su vez ofrece como descarga gratuita el Software IVMS-4500 para conectarse a sus equipos desde smatphones. Para tal efecto, este se encuentra disponible para sistemas operativos iOS (iPhone), Android y Windows Phone a través de la respectiva tienda de aplicaciones de cada plataforma, con el objeto de poder conectarse de manera remota a los equipos actuales del fabricante Hikvision: grabadores DVR, Turbo HD, NVRs, cámaras IP, etc.

Vinculado al concepto, de igual manera se optó por utilizar para el Sistema un Disco Duro para Video Vigilancia de 12 (TB) de la marca WD Purple, en virtud de

contar con un margen por encima de la capacidad de almacenamiento mínima requerida de 9,157 (TB).

### 5.3.7.2 Elementos de la Red Activa

- **Estaciones Base (Puntos de acceso)**

Siguiendo, en la tabla a continuación se pueden apreciar los requerimientos mínimos que deben poseer los dispositivos Access Points en virtud de permitir la conexión con las cámaras de red inalámbricas y de este modo asegurar el óptimo funcionamiento del sistema de video vigilancia en red.

**Tabla 13.** Requerimientos mínimos para los Puntos de Acceso

REQUERIMIENTOS	
Estándares	IEEE802.11b/g/n
Interfaz de red	10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet
Modo de Operación	Punto de Acceso, Cliente o Bridge
Equipo para exteriores	SI
Compatible con PoE	SI
Conector tipo N (macho)	SI

**Fuente:** Romero, D (2020)

Luego de investigar en el mercado equipos Access Points que soporten la tecnología de red en infraestructura inalámbrica, en la siguiente tabla se presenta una comparación de las características principales entre los equipos Bullet2 y Bullet M2HP de la línea de productos de la marca Ubiquiti, con la finalidad de seleccionar el equipo más idóneo para el sistema.

**Tabla 14.** Comparativa entre equipos Puntos de Acceso

CARACTERÍSTICAS	BULLET2	BULLET M2HP
Rango de frecuencia Operativo (MHz)	2412 - 2462 MHz	2412 - 2462 MHz
Potencia de transmisión máxima	20 dBm	28 dBm
Sensibilidad		
Rango usando Antena externa	50 km	50 km
Consumo máximo de energía	4 W	7 W
Temperatura de funcionamiento	De -20 a 70°C	De -40 a 70°C

**Fuente:** Romero, D (2020)

Como resultado de esta comparación, se elige al equipo Bullet M2HP debido a que ofrece una mayor potencia de transmisión, y además de esto presenta muy buenas características tecnológicas.

Dentro de ese marco, para el diseño igualmente se utilizarán tres (3) adaptadores PoE pasivos de 24V de la marca Ubiquiti con el objeto de suministrar tanto datos como de energía eléctrica a los Puntos de Acceso hasta su sitio de ubicación correspondiente.

· **Antenas**

Con respecto a las antenas contempladas para el diseño del sistema, en la siguiente tabla se presentan los requerimientos mínimos a cumplir por parte de estas en función de extender el rango de cobertura de la señal Wi-Fi hasta la ubicación de los puntos críticos de mayor resguardo.

**Tabla 15.** Requerimientos mínimos para las Antenas

<b>REQUERIMIENTOS</b>	
Estándares	IEEE802.11b/g/n
Ganancia mínima	8 dBi
Conector tipo N (hembra)	SI
Polarización	Vertical
Apertura	360° x 45°

**Fuente:** Romero, D (2020)

En este caso, las marcas elegidas para participar en el proceso de selección son: Altelix con su modelo AU24G15-HQ y LanPro con su modelo LP-OMNI2408.

**Tabla 16.** Comparativa entre dispositivos Antenas

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ALTELIX</b>	<b>LANPRO</b>
Rango de frecuencia (MHz)	2400 - 2500 MHz	2400 - 2483.5 MHz
Ancho de Banda	100 MHz	83.5 MHz
Ganancia	15 dBi	8 dBi
Potencia Máxima	100W	100W

**Fuente:** Romero, D (2020)

Luego de analizar la tabla 16, la Antena seleccionada para la realización de este proyecto es el equipo de la marca Altelix, puesto que ofrece una mayor capacidad del

ancho de banda para transmitir información y una mayor ganancia con respecto al modelo LanPro, si bien es cierto que aunado a un mayor costo beneficio.

- **Switches (conmutadores)**

Ahora, en cuanto al Switch intermedio a utilizar para los efectos de interconectar al switch de la oficina principal con los Access Points (Antenas), en la siguiente tabla se presentan los requerimientos mínimos que este debe cumplir para satisfacer las necesidades del sistema.

**Tabla 17.** Requerimientos mínimos para el Switch

<b>REQUERIMIENTOS</b>	
Número de Puertos	8
Tasa de Transferencia de datos	Fast Ethernet 100 Mbps (half duplex), 200 Mbps (full duplex)
Instalación Plug-n-Play	SI
Adaptador de corriente	SI
Cables de red	100BASE-TX (UTP cat 5/5e de 100 m max.)
Control de aprendizaje de direcciones MAC	SI

**Fuente:** Romero, D (2020)

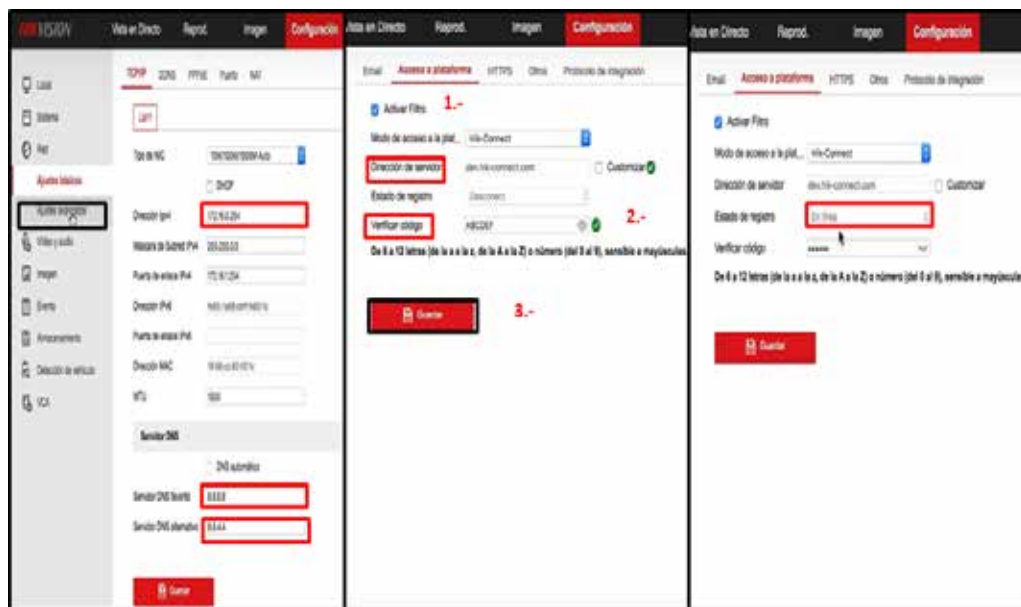
En relación con las implicaciones anteriores, para el diseño se optó por utilizar el Switch de 8 puertos Gigabit Ethernet modelo GO-SW-8G de la marca de productos D-Link debido a que cumple con los requisitos mínimos establecidos y además de esto es compatible con el Switch D-Link modelo DES-3550 de la oficina principal.

### **5.3.8 Software de Acceso Remoto**

Para la gestión de video se utilizara el software IVMS-4500 de la marca Hikvision el cual permite conectarse a los equipos de esta misma marca desde los teléfonos inteligentes y que a su vez se encuentra disponible para descargar gratis a través de las tiendas de aplicaciones para las distintas plataformas, asimismo entre sus principales funciones se pueden citar las siguientes:



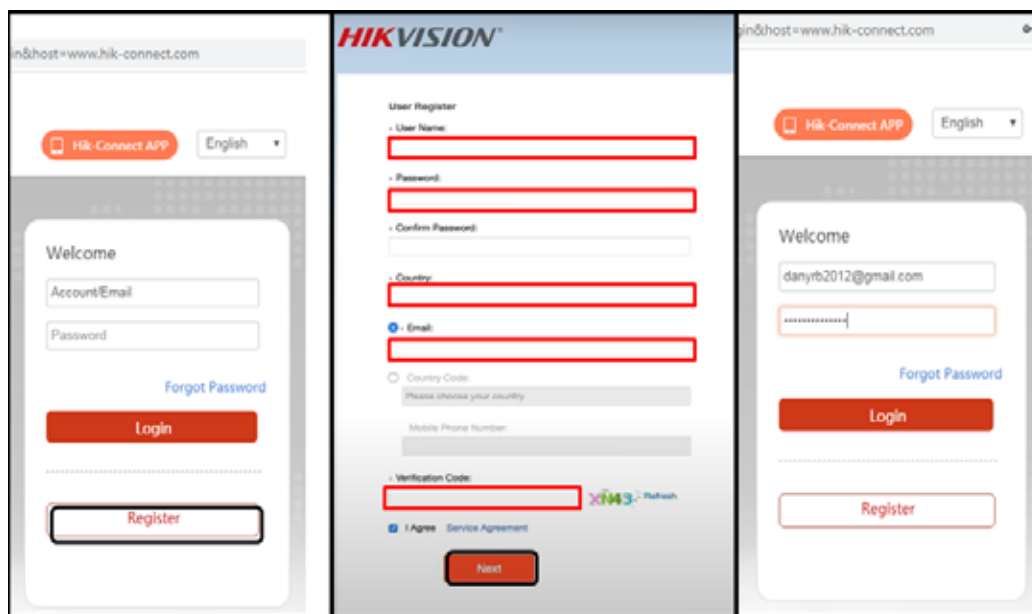
servidores DNS se utilizaran los de Google en virtud de lograr una mayor difusión al momento de decodificar el dominio, siendo el primario 8.8.8.8 y el secundario 8.8.4.4. Continuando, dentro del submenú llamado “Acceso a la plataforma” ubicado en la pestaña de ajustes avanzados enmarcada en negro a la izquierda de la pantalla, el primer paso aquí es darle check a la casilla que lleva por nombre “Activar Filtro”, esto con la finalidad de poder activar el servicio y crear un código de verificación para validar la conexión remota. Como seguimiento de esta actividad, la plataforma le asignara al equipo una dirección de servidor donde se hospedará el dispositivo en red, posteriormente de guardar dicha configuración el estado del equipo cambiara inmediatamente de “Desconectado” a “En Línea” como se puede apreciar en la siguiente figura.



**Figura 56.** Configuraciones de Red para el equipo DVR/NVR Hikvision  
**Fuente:** Romero, D (2020)

En síntesis, hasta este punto lo que se hizo fue dirigir al equipo DVR/NVR hacia el servidor Hik-Connect de Hikvision, y por ende este ya se encontraba en Internet. Por su parte, Hik-Connect es una Plataforma de acceso a la nube, y como bien su nombre lo dice esta se encarga de hacer una conexión a través de la nube por medio de dos formas, la primera de ellas es Hik-Connect P2P y la segunda Hik-

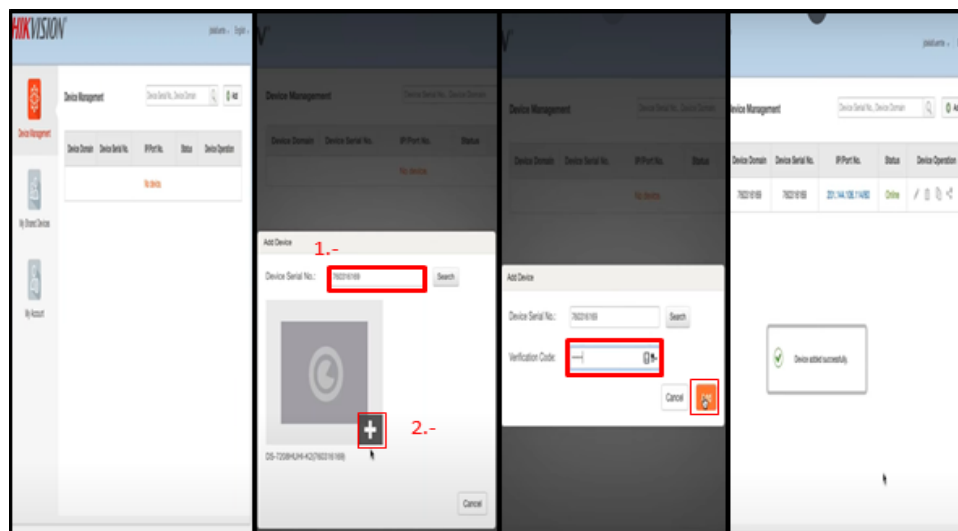
Connect Domain. Para efectos del diseño se optó por utilizar Hik-Connect P2P puesto que ofrece una forma fácil de configurar los equipos y darles acceso a Internet sin necesidad de abrir ningún puerto. Es por esto que es necesario acceder desde algún buscador a la página [w.w.w.hik-connect.com](http://w.w.w.hik-connect.com) y clickear sobre la sección de registro enmarcada en negro, una vez aquí se deberá crear un nombre de usuario y contraseña, seleccionar el país de ubicación e ingresar un correo electrónico al igual que un código de verificación; habiendo realizado lo anteriormente expuesto es así como se crea la cuenta de Hik-Connect. Luego, para ingresar a dicha plataforma se deberá regresar a la página de inicio y dar click al botón enmarcado en naranja de nombre “Login” con los datos de usuario y contraseña correspondientes.



**Figura 57.** Creación de la cuenta Hik-Connect a través de la página web [w.w.w.hik-connect.com](http://w.w.w.hik-connect.com)  
**Fuente:** Romero, D (2020)

Inicialmente dentro de la plataforma Hik-Connect, lo primero que se puede apreciar es un panel cuya función principal es la de agregar dispositivos. Para tal efecto se hará uso de la casilla de búsqueda ubicada en la parte superior de la ventana donde se ingresara el valor del número de serie del equipo en red al que se desea acceder de forma remota, luego de esto aparecerá inmediatamente en pantalla el dispositivo con su modelo y número de serie específicos. Para lograr añadirlo se

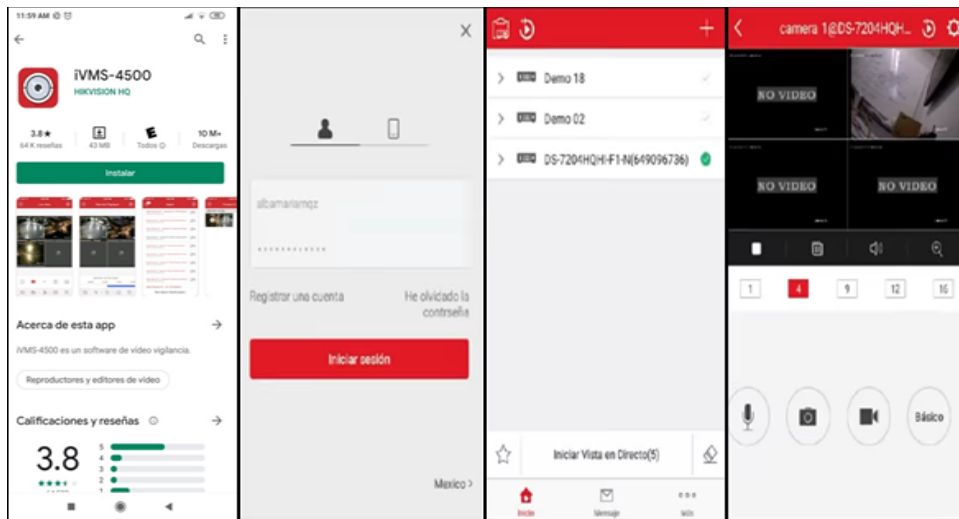
deberá ingresar el código de verificación creado previamente en la sección de ajustes avanzados de red (Ver Figura 56) y dar click en el botón (+), y como resultado ahora el equipo ya se encuentra agregado y listo para desempeñar la función de monitoreo de forma remota para las cámaras, tal como se puede apreciar en la figura 58. En conclusión, ahora se puede acceder al equipo DVR/NVR a través de la propia plataforma Hik-Connect o de la aplicación IVMS-4500 que es la versión para dispositivos móviles.



**Figura 58.** Adición de equipos Hikvision a la Plataforma de acceso a la nube Hik-Connect

**Fuente:** Romero, D (2020)

Por último, habrá que descargar la aplicación móvil e iniciar sesión con los mismos datos de la cuenta Hik-Connect, posteriormente como se puede constatar en la figura 59 aparecerán en pantalla todos los dispositivos vinculados a ella, por lo cual se deberá seleccionar simplemente aquel equipo cuyas cámaras se deseen visualizar en directo. Finalmente, de este modo concluye el proceso para acceder y monitorear de forma remota las cámaras que integran el Sistema de Video Vigilancia Híbrido de la obra C.C. Galas Plaza mediante la aplicación móvil IVMS-4500.



**Figura 59.** Monitorización remota de las cámaras mediante la aplicación móvil IVMS-4500

**Fuente:** Romero, D (2020)

#### **5.4 Fase IV: Estudio de la factibilidad técnica, económica, social y ambiental.**

Aquí deben ser evaluados factores como lo son la factibilidad técnica, factibilidad económica, factibilidad social y ambiental.

##### **5.4.1 Factibilidad Técnica**

En orden de determinar si el sistema es viable desde el enfoque técnico, se procederá a realizar los cálculos de los presupuestos de extremo a extremo para los distintos radioenlaces, es decir partiendo desde la ubicación de la antena Access Point (antena de transmisión Omnidireccional) hasta la de la cámara IP inalámbrica correspondiente (antena de recepción) y viceversa.

Dentro de ese marco, para ambientar mejor al lector en esta parte del estudio, a continuación en las siguientes figuras se podrá apreciar una vista en general de las áreas de la obra C.C. Galas Plaza donde se dispondrán los distintos enlaces inalámbricos diseñados y las distancias entre los equipos de transmisión y recepción para cada enlace. En este sentido, estas figuras son una referencia para comprender con mayor profundidad algunos cálculos y tablas que se presentaran a partir de esta parte del estudio.



**Figura 60.** Enlace #1 y Enlace #2  
**Fuente:** Romero, D (2020)



**Figura 61.** Enlace #3 y Enlace #4  
**Fuente:** Romero, D (2020)



**Figura 62.** Enlace #5  
**Fuente:** Romero, D (2020)

En las figuras anteriores se puede apreciar que, (Rx) es la identificación utilizada para representar a las cámaras de red inalámbricas distribuidas en las distintas áreas críticas de la obra, mientras que (Tx) es la identificación que les corresponden a los Access Points, por su parte (Enlace #) como se puede inferir es la identificación de cada enlace contemplado en este diseño y por ultimo (###m) es la distancia abarcada en metros desde la ubicación de cada Antena Acces Point (Tx) hasta la cámara de red inalámbrica (Rx) correspondiente.

Continuando, nuevamente en la tabla 18 se pueden observar las distancias entre los nodos Acces Points hasta las cámara inalámbricas en cuestión, de igual manera que la capacidad que debe soportar cada enlace.

**Tabla 18.** Distancias Punto a Punto y capacidad de los enlaces

ENLACE	DISTANCIA [Km]	TRÁFICO DE RED [Mbps]
Enlace #1	0,01625	5,65
Enlace #2	0,01784	5,65
Enlace #3	0,02016	5,65
Enlace #4	0,02106	5,65
Enlace #5	0,08753	5,65

**Fuente:** Romero, D (2020)

El valor de 5,65 Mbps resulto de la división del valor de tráfico total del Sistema de Video Vigilancia en red obtenido en la sección 5.3.5, por el número de cámaras inalámbricas a utilizar (5). Además de esto es importante acotar que este valor resulta mucho menor a las capacidades del canal que permite manejar el estándar IEEE 802.11n a implementarse para la comunicación Wi-Fi (proporcionando una velocidad máxima teórica de hasta 150 Mbps).

#### **5.4.1.1 Calculo del Presupuesto de los Enlaces**

Sobre las bases de las ideas expuestas, para determinar el funcionamiento del sistema inalámbrico se realizara un estudio de viabilidad de los enlaces, contemplando en estos, los cálculos para las ganancias y pérdidas que se presentan a lo largo de una comunicación inalámbrica desde el lado del transmisor hasta el lado del receptor, teniendo en cuenta tanto la energía emitida por los Acces Point como por las cámaras inalámbricas en (dBm), las ganancias de las antenas (dBi), las pérdidas en la propagación (dB), margen de desvanecimiento (dB) y las pérdidas generadas tanto en cables como en conectores.

Finalmente, se dictaminara al sistema como viable solo si la potencia recibida es superior a la sensibilidad efectiva de recepción o también llamado umbral de recepción especificado por el fabricante de cada equipo, asimismo manteniendo un cierto margen considerable por encima de dicho umbral con el objeto de garantizar el buen funcionamiento del enlace.

- **Potencia del Receptor**

Es la diferencia entre la potencia de transmisión y todas las pérdidas presentes en el enlace y se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$PRx(dBm) = PTx + GTx + GRx - Lp - Lb - Lb$$

Dónde:

- ü  $PTx$  = Potencia de transmisión (dBm)
- ü  $GTx$  = Ganancia de antena de transmisión (dBi)
- ü  $GRx$  = Ganancia de antena de recepción (dBi)
- ü  $Lp$  = Pérdidas en la Propagación (dB)
- ü  $Lb$  = Pérdidas en cables y conectores (dB)

- **Pérdidas en la Propagación (dB)**

Para determinar las pérdidas en la propagación se debe conocer la frecuencia de operación de la antena, en cuyo caso es la frecuencia de operación libre de 2,44 GHz y la distancia de transmisión de cada enlace dando como resultado la pérdida en la propagación por espacio libre. En este punto se utiliza la expresión de Friss que viene siendo la siguiente:

$$Lp(dB) = 92,44 + 20 \log_{10}(F) + 20 \log_{10}(D)$$

Donde,  $Lp$  son las pérdidas por propagación (Path Loss) en (db), mientras que  $F$  es la frecuencia de operación tomada en (GHz) y  $D$  es la distancia del enlace tomada en (Km).

- **Margen del Desvanecimiento (dB)**

Al propagarse una onda electromagnética por la atmosfera terrestre puede tener pérdidas intermitentes en la intensidad de la señal, además de la pérdida normal en la trayectoria. Estas pérdidas se conocen como desvanecimiento y se pueden atribuir a perturbaciones meteorológicas como: lluvia, nieve, granizo, etc.; de igual manera que a una superficie irregular del terreno y a múltiples trayectorias de transmisión.

Asimismo el margen de desvanecimiento de una señal se puede calcular por medio de la siguiente ecuación:

$$MD(dB) = 30 \log_{10}(D) + 10 \log_{10}(6 \times A \times B \times F) - 10 \log_{10}(1 - R) - 70$$

Dónde:

ü  $D$  = Distancia (Km)

ü  $F$  = Frecuencia de 2,44(GHz)

ü  $A$  = Factor de rugosidad del terreno, a este respecto en la tabla 19 se muestran los posibles valores e igualmente se seleccionó para los cálculos el valor de 1 correspondiente al Terreno de tipo normal :

**Tabla 19.** Factor de rugosidad del terreno

TIPO DE RUGOSIDAD	FACTOR
Espejos de agua, ríos muy anchos, etc.	4
Sembrados densos, pastizales, arenales	3
Bosques (la propagación va por encima)	2
Terreno normal	1
Terreno rocoso (muy disperejo)	0,25

**Fuente:** Romero, D (2020)

ü  $B$  = Factor Climático, en la siguiente tabla se presentan los posibles valores, y dentro de ese marco se seleccionó el valor de 0,125 correspondiente al clima para Áreas montañosas de clima seco y fresco.

**Tabla 20.** Factor de análisis climático anual

ANÁLISIS CLIMÁTICO ANUAL	FACTOR
Área marina o condiciones de peor mes	1
Áreas cálidas y húmedas	0,5
Áreas mediterráneas de clima normal	0,25
Áreas montañosas de clima seco y fresco	0,125

**Fuente:** Romero, D (2020)

ü  $R$  = Confiabilidad de la conexión, se tomara un valor critico en la disponibilidad del enlace (dB), es decir del 99,99%.

#### · **Perdidas en cables y conectores**

Para este caso es importante acotar que el conector Rf del AP tipo bullet (transmisor) y de las cámaras inalámbricas (receptor) es un conector del tipo N (macho) que viene ya integrado para conectarse directamente al conector tipo N (hembra) de las antenas, de modo que no hay ningún tipo de cable o línea de transmisión de por medio y por ende no existen perdidas por cableado tanto del lado

del transmisor como del receptor, mientras que por su parte las pérdidas por cada conector según el fabricante son de 0,15 dB; es decir que para dos conectores tanto del lado del transmisor como del receptor, las pérdidas totales a considerarse para cada enlace son de 0,6 dB.

- **Margen respecto al umbral**

Es la cantidad de señal por encima de la sensibilidad del equipo que debería recibirse para garantizar un enlace estable y de alta calidad. Según el estudio, se considera que un margen de 15 a 20 dB es suficiente para garantizar un buen funcionamiento del enlace, mientras que valores superiores a 20 dB proveerán enlaces de gran calidad. En relación con las implicaciones, en la siguiente ecuación se puede constatar cómo se calcula el margen respecto al umbral de recepción:

$$MU(dB) = PRx - Cmin$$

$PRx$  = Potencia de recepción (dBm)

$Cmin$  = Umbral de recepción (dBm)

#### **5.4.1.2 Enlace #1**

Para el primer enlace, el Access Point Wi-Fi (AP #1) se localizara en la esquina suroeste de la fachada principal del Nivel Terraza como se puede observar en la figura 60 (Ver Figura 60), para tal efecto este se sujetara mediante un mástil de una pulgada y de dos (2) metros de altura. Por su parte, tal como se puede constatar en la sección 5.3.3 del diseño del Sistema, tanto la cámara 1 como la cámara 2 se ubicaran en la Torre Grúa #4, con respecto a la cámara 1 esta se encontrara a una distancia de 16,25 metros aproximadamente de separación del AP #1. Por otra parte, El AP #1 contara con una Antena Omnidireccional de 15 dBi de ganancia, mientras que la antena de la cámara 1 ofrecerá una ganancia de 3 dBi. En cuanto a la potencia de transmisión del AP, puesto que para la comunicación Wi-Fi de todos los enlaces se utilizara el Esquema de modulación y codificación MCS 5 (Modulation and Coding Scheme) del estándar IEEE 802.11n en la frecuencia de 2,44 GHz, para un ancho del canal de 20 MHz y una velocidad máxima teórica de 57, 80 Mbps, que en cuyo caso

correspondería según el fabricante a una potencia de transmisión de 25 dBm y una sensibilidad de – 83 dBm. Con respecto de la potencia de transmisión de la cámara, según el fabricante es de 12,5 dBm y su sensibilidad es de – 74 dBm. Finalmente, las pérdidas por conectores serían de 0,3 dB a cada lado.

- **Enlace AP #1 – Cámara 1**

En este cálculo, para la potencia de transmisión se tomó la del AP #1, es decir 25 dBm, mientras que la sensibilidad del receptor que en este caso es la cámara 1 es de – 74 dBm. Finalmente, luego de sustituir estos valores en las ecuaciones expuestas anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran a continuación:

$$Lp \text{ (dB)} = 64,40 \text{ dB}$$

$$MD \text{ (dB)} = -81,05 \text{ dB}$$

$$PRx \text{ (dBm)} = -22 \text{ dBm}$$

$$MU \text{ (dB)} = 52 \text{ dB}$$

Entonces tenemos un margen umbral de 52 dB, lo cual es mayor que los 20 dB de margen recomendado y por lo tanto es bastante aceptable para el diseño propuesto.

Aunado a la situación, para que el enlace funcione correctamente el valor de MU (dB) debe ser mayor o igual) que MD (dB) desde el punto de vista teórico, garantizando de esta forma la disponibilidad del enlace para todo el tiempo preestablecido.

En el caso de este enlace los valores obtenidos son:

MU (dB) = 52 dB y MD (dB) = – 81,05 dB, lo cual satisface dicho requerimiento.

- **Enlace Cámara 1 – AP #1**

Para este cálculo se consideran las mismas condiciones del enlace anterior, a diferencia que ahora la potencia de transmisión (Tx) es la de la cámara 1, es decir de 12,5 dBm y la sensibilidad del receptor es de – 83 dBm correspondiente al AP #1. Por

lo tanto, como seguimiento de haber sustituido estos valores en las ecuaciones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp (dB) = 64,40 \text{ dB}$$

$$MD (dB) = - 81,05 \text{ dB}$$

$$PRx (dBm) = - 34,5 \text{ dBm}$$

$$Mu (dB) = 48,5 \text{ dB}$$

Ahora para este lado del enlace, se tiene un margen umbral de 48,5 dB, lo cual también es bastante aceptable para el diseño propuesto. En cuanto a los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB) se tienen los siguientes:

MU (dB) = 48,5 dB y MD (dB) = - 81,05 dB, lo que satisface el requerimiento. Finalmente, en base a los resultados obtenidos se concluye que el Enlace #1 es viable.

#### **5.4.1.3 Enlace #2**

Para este segundo enlace se consideran las mismas especificaciones que para los equipos del Enlace #1, sin embargo la única diferencia consiste en que la distancia de separación entre el AP #1 y la Cámara 2 es de 17,84 metros (Ver Figura 60).

##### **· Enlace AP #1 – Cámara 2**

En este cálculo, para la potencia de transmisión se consideró la del AP #1 (25 dBm) y la sensibilidad de la cámara 2, que en cuyo caso es igual al de la cámara 1 de (- 74 dBm). Ahora, luego de haber sustituido estos coeficientes en las ecuaciones anteriores se obtuvieron como resultados los siguientes valores a continuación:

$$Lp(dB) = 65,21 \text{ dB}$$

$$MD (dB) = -79,83 \text{ dB}$$

$$PRx (dBm) = -22,81 \text{ dBm}$$

$$MU (dB) = 51,19 \text{ dB}$$

Para este enlace se tiene un margen umbral de 51,19 dB, de manera que es bastante aceptable para el diseño propuesto. Por su parte, al comparar los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB):

MU (dB) = 51,19 dB y MD (dB) = - 79,83 dB, se puede decir que igualmente satisfacen el segundo requerimiento.

- **Enlace Cámara 2 – AP #1**

Para este cálculo, se consideran las mismas condiciones del enlace anterior, a diferencia que ahora la potencia de transmisión (Tx) es la de la cámara 2, es decir de 12,5 dBm mientras que la sensibilidad del receptor es de - 83 dBm la cual le corresponde al AP #1. Ahora, luego de sustituir estos coeficientes en las ecuaciones anteriores, se obtuvieron como resultados los siguientes valores a continuación:

$$Lp \text{ (dB)} = 65,21 \text{ dB}$$

$$MD \text{ (dB)} = -79,83 \text{ dB}$$

$$PRx \text{ (dBm)} = -35,31 \text{ dBm}$$

$$MU \text{ (dB)} = 47,69 \text{ dB}$$

Ahora para este lado del enlace, se tiene un margen umbral de 47,69 dB, lo cual también es bastante aceptable para el diseño propuesto. En cuanto a los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB) se tienen que:

MU (dB) = 47,69 dB y MD (dB) = - 79,83 dB, lo que cumple con el segundo requerimiento expuesto anteriormente. Finalmente, en base a los resultados obtenidos se concluye que el Enlace #2 es viable.

#### **5.4.1.4 Enlace #3**

Para el diseño del tercer enlace, el Access Point Wi-Fi (AP #2) se localizó en la columna E5 en los talleres de carpintería del Nivel Avenida como se aprecia en la figura 61 (Ver Figura 61), para tal efecto este se sujetara mediante un mástil en L para sujeción a pared de unos 70 cm de separación y un (1) metro de altura máximo.

Asimismo tal como se puede constatar en la sección 5.3.3 del diseño del Sistema, tanto la cámara 3 como la cámara 4 se ubicaron en la columna E7 del lindero Oeste del Nivel Avenida, en cuanto a la cámara 3 esta se encontrara a una distancia de 20,16 metros aproximadamente de separación con respecto del AP #2. Por su parte, el AP #2 contara con una Antena Omnidireccional de 15 dBi de ganancia,

mientras que la antena de la cámara 3 ofrecerá una ganancia de 3 dBi. Con respecto a la potencia de transmisión, el AP poseerá un Tx de (25 dBm) y una sensibilidad de – 83 dBm, mientras que la cámara 3 contará con una potencia de transmisión de 12,5 dBm y una sensibilidad de – 74 dBm. Por último, las pérdidas por conectores serán igualmente de 0,3 dB a cada lado.

· **Enlace AP #2 – Cámara 3**

En este cálculo, se consideró la potencia de transmisión del AP #2, es decir 25 dBm, mientras que la sensibilidad del receptor es de – 74 dBm correspondiente a la cámara 3. Por lo tanto, luego de sustituir estos valores en las ecuaciones anteriores, se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp (dB) = 66,27 \text{ dB}$$

$$MD (dB) = -78,24 \text{ dB}$$

$$PRx (dBm) = -23,87 \text{ dBm}$$

$$MU (dB) = 50,13 \text{ dB}$$

Continuando, para este enlace se tiene un margen umbral de 50,13 dB, lo cual es bastante aceptable para el diseño propuesto. Por su parte, con respecto a los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB) se tienen los siguientes:

MU (dB) = 50,13 dB y MD (dB) = – 78,24 dB, lo que de igual manera satisface el segundo requerimiento.

**Enlace Cámara 3 – AP #2**

Para este cálculo, se consideraron las mismas condiciones del enlace anterior, a diferencia que ahora para la potencia de transmisión (Tx) se utilizó la de la cámara 3, es decir de 12,5 dBm mientras que la sensibilidad del receptor es de – 83 dBm correspondiente al AP #2. Por último, después de sustituir estos valores en las ecuaciones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp (dB) = 66,27 \text{ dB}$$

$$MD (dB) = -78,24 \text{ dB}$$

$$PRx (dBm) = -36,37 \text{ dBm}$$

$$MU (dB) = 46,63 \text{ dB}$$

Ahora para este lado del enlace, se tiene un margen umbral de 46,63 dB, lo cual también es bastante aceptable para el diseño propuesto. En cuanto a los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB) se tienen que:

MU (dB) = 46,63 dB y MD (dB) = - 78,24 dB, es decir que también cumple con el segundo requerimiento. Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos se concluye que el Enlace #3 es viable.

#### **5.4.1.5 Enlace #4**

Para este cuarto enlace se consideraron las mismas especificaciones que para los equipos del Enlace #3, no obstante la única diferencia consiste en que la distancia de separación entre el AP #2 y la Cámara 4 es de 21,06 metros (Ver Figura 61).

##### **· Enlace AP #2 – Cámara 4**

En este cálculo, para la potencia de transmisión se consideró la del AP #2 equivalente a 25 dBm, mientras que para la sensibilidad de recepción se utilizó la de la cámara 4 que es de - 74 dBm. Siguiendo, luego de sustituir estos valores en las ecuaciones expuestas anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp(dB) = 66,65 \text{ dB}$$

$$MD (dB) = - 77,67 \text{ dB}$$

$$PRx (dBm) = - 24,25 \text{ dBm}$$

$$MU (dB) = 49,75 \text{ dB}$$

Ahora, para el caso de este enlace se tiene un margen umbral de 49,75 dB, el cual de igual forma es bastante aceptable para el diseño propuesto. Por otra parte, luego de comparar los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB):

MU (dB) = 49,75 dB y MD (dB) = - 77,67 dB, se demuestra que el enlace también cumple con este segundo requerimiento.

· **Enlace Cámara 4 – AP #2**

Para este cálculo, se consideran las mismas condiciones del enlace anterior, a diferencia que ahora para la potencia de transmisión (Tx) se utilizó la de la cámara 4, es decir de 12,5 dBm, mientras que la sensibilidad del receptor es de – 83 dBm la cual pertenece al AP #2. Finalmente, luego de sustituir estos valores en las ecuaciones expuestas anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp \text{ (dB)} = 66,65 \text{ dB}$$

$$MD \text{ (dB)} = - 77,67 \text{ dB}$$

$$PRx \text{ (dBm)} = - 36,75 \text{ dBm}$$

$$MU \text{ (dB)} = 46,25 \text{ dB}$$

Siguiendo, para este lado del enlace se tiene un margen umbral de 46,25 dB, lo cual también es bastante aceptable para el diseño propuesto. En cuanto a los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB) se tienen que:

MU (dB) = 46,25 dB y MD (dB) = – 77,67 dB, es decir que también cumplen con el segundo requerimiento. Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos se concluye que el Enlace #4 es viable.

**5.4.1.6 Enlace #5**

Para el diseño del quinto enlace, el Access Point Wi-Fi (AP #3) se localizó en la esquina noreste del Nivel Terraza como se puede apreciar en la figura 62 (Ver Figura 62), para tal efecto este igualmente se sujetara mediante un mástil de una pulgada y de dos (2) metros de altura. Aunado a la situación, la cámara 5 tal como se puede constatar en la sección 5.3.3 del diseño del Sistema, se ubicó en la Torre Grúa #7 localizada igualmente en el sector noreste de la construcción, según el estudio aproximadamente a unos 87,53 metros de distancia con respecto del AP #3. Por su parte, El AP #3 contara con una Antena Omnidireccional de 15 dBi de ganancia, mientras que la de la cámara 5 ofrece una ganancia de 5 dBi. Asimismo, el AP #3 posee una potencia de transmisión de 25 dBm y una sensibilidad de – 83 dBm, mientras que la cámara 5 una potencia de transmisión de 18 dBm, sin embargo puesto

que el fabricante no provee el valor del umbral de recepción, se consideró el mismo coeficiente que para el caso de las cámaras anteriores, lo cual equivale a  $-74$  dBm.

Por último, las pérdidas por conectores serían de  $0,3$  dB a cada lado.

· **Enlace AP #3 – Cámara 5**

En este cálculo, para la potencia de transmisión se consideró la del AP #3 equivalente a  $25$  dBm, mientras que para la sensibilidad de recepción se utilizó el de la cámara 5 que es de  $-74$  dBm. Por lo tanto, luego de sustituir estos valores en las ecuaciones expuestas, se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp \text{ (dB)} = 79,03 \text{ dB}$$

$$MD \text{ (dB)} = -59,11 \text{ dB}$$

$$PRx \text{ (dBm)} = -34,63 \text{ dB}$$

$$MU \text{ (dB)} = 39,37 \text{ dB}$$

En este caso, para el enlace se tiene un margen umbral de  $39,37$  dB, el cual es muy aceptable para el diseño propuesto. Por otra parte, luego de comparar los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB):

MU (dB) =  $39,37$  dB y MD (dB) =  $-59,11$  dB, se demuestra que este enlace igualmente cumple con el segundo requerimiento.

· **Enlace Cámara 5 – AP #3**

Para este cálculo, se consideran las mismas condiciones del enlace anterior, a diferencia que ahora para la potencia de transmisión (Tx) se utilizó la de la cámara 5, es decir de  $18$  dBm, mientras que la sensibilidad del receptor es de  $-83$  dBm la cual pertenece al AP #3. Continuando, luego de sustituir estos valores en las ecuaciones expuestas se obtuvieron los siguientes resultados a continuación:

$$Lp \text{ (dB)} = 79,03 \text{ dB}$$

$$MD \text{ (dB)} = -59,11 \text{ dB}$$

$$PRx \text{ (dBm)} = -41,63 \text{ dBm}$$

$$MU \text{ (dB)} = 41,37 \text{ dB}$$

Por último, para este lado del enlace se tiene un margen umbral de 41,37 dB, el cual también es bastante aceptable para el diseño propuesto. Por otra parte, con relación a los valores obtenidos de MU (dB) y MD (dB) se tienen que:

$MU \text{ (dB)} = 41,37 \text{ dB}$  y  $MD \text{ (dB)} = - 59,11 \text{ dB}$ , es decir que de igual forma cumple con el segundo requerimiento. Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos se concluye que el Enlace #5 es viable.

Finalmente, en función de las evidencias anteriores, se puede constatar que la potencia recibida en ambos lados para cada radioenlace se encuentra por encima de la potencia umbral de recepción especificada por los fabricantes de cada equipo y a su vez mantienen un amplio margen de confiabilidad superior a los 20 dB recomendados. Por lo tanto, de este modo queda demostrado que cada uno de los radioenlaces contemplados en el diseño son sin ninguna duda factibles desde el punto de vista técnico, y por ende igualmente el Sistema de Video Vigilancia Híbrido.

#### **5.4.2 Factibilidad Económica**

La factibilidad económica es el siguiente punto a considerar. Para la realización de este estudio, se llevó a cabo un análisis Costo-Beneficio en base a la propuesta de diseño del sistema de video vigilancia híbrido. Para tal efecto, se tomaron en cuenta todos los flujos monetarios involucrados durante la vida útil de dicho sistema, entre los cuales se destacan: Inversión Inicial Total, Ingresos Brutos anuales y los costos operacionales inherentes al mantenimiento del mismo, esto con el propósito de determinar si dicha alternativa de inversión es viable económicamente para la gerencia de la obra del C.C. Galas Plaza.

Es así como, utilizando la siguiente tabla a continuación, se puede constatar el costo de la inversión inicial total a realizar por parte de la empresa (inversión estimada), en la cual se contempla la compra hipotética de todos los equipos y materiales físicos necesarios para llevar a cabo dicha propuesta (Investigación vía Web de los precios de los equipos físicos), aunado al costo por instalación de los equipos el cual se cancela a la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto.

**Tabla 21.** Inversión Inicial Total estimada

<b>CAPITAL FIJO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unit. (\$)</b>	<b>Sub-Total (\$)</b>	<b>Sub-Total Bs.S (Millones)</b>
4	Cámara IP Wi-Fi Hikvision DS-2CV1021G0-IDW 1 tipo Bullet	76,74	306,96	59,47
1	Cámara Anspo IP Wi-Fi PTZ 1080P	52,41	52,41	10,153
1	NVR Hikvision de 8 canales modelo DS-7108NI-E1	80	80	15,499
1	Disco Duro para video vigilancia de 12 (TB) WD Purple	387,17	387,17	75,009
4	Punto de Acceso Bullet M2HP de Ubiquiti	79	316	61,221
3	Antena Omnidireccional AU24G15-HQ de Altelix	75	225	43,591
3	Adaptador PoE Ubiquiti 24V 0,5 A	15,5	46,5	9,008
2	Switch 8 puertos Gigabit Ethernet modelo GO-SW-8G D-Link	27,85	55,7	10,791
1	Bobina Cable UTP Categoría 5e de 350 metros	44	44	8,524
3	Caja Plastica Nema IP65 Intemperie de 30 cm	40	120	23,248
2	Mastil de una pulgada y dos (2) metros de altura para antena	15	30	5,812
1	Mastil en L para sujeción a pared	10	10	1,937
<b>TOTAL CAPITAL FIJO</b>			1673,74	324,263
<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unit. (\$)</b>	<b>Sub-Total (\$)</b>	<b>Sub-Total Bs.S (Millones)</b>
1	Costo por Instalación del Sistema	120	120	23, 248
<b>TOTAL RECURSOS HUMANOS</b>			120	23, 248
<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>			1793,74	347,51

**Fuente:** Romero, D (2020)

Continuando, como se pudo apreciar en la tabla anterior, cabe destacar que dichas cifras se encuentran dolarizadas tanto por motivos empresariales como situación país, mientras que la tasa de cambio utilizada fue de (Bs.S 193.739). Ahora, en las tablas a continuación se presentan los montos estimados referentes a los Costos Operacionales por mantenimiento de los equipos de redes que se cancela a la empresa encargada, al igual que los beneficios inherentes al sistema una vez instalado, tomando como año de referencia al actual o también llamado ( $n = 0$ ), donde se realiza únicamente el desembolso correspondiente a la inversión inicial.

**Tabla 22.** Costos Operacionales por mantenimiento

<b>COSTOS OPERACIONALES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unit. (\$)</b>	<b>Sub-Total (\$)</b>	<b>Sub-Total Bs.S (Millones)</b>
12 (Mensual)	Mantenimiento de Cámaras Inalámbricas	11,34	136,08	26,364
4 (Trimestral)	Mantenimiento del NVR y de los Radios	11,34	45,36	8,788
<b>TOTAL COSTOS OPERACIONALES</b>			181,44	35,152

**Fuente:** Romero, D (2020)

**Tabla 23. Beneficios**

<b>TANGIBLES</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unit. (\$)</b>	<b>Sub-Total (\$)</b>	<b>Sub-Total Bs.S (Millones)</b>
1	Ahorro en la nómina de vigilancia	960	960	186
1	Mayor Resguardo de bienes y equipos materiales	340	340	65,871
1	Ahorro de costos por Cableado UTP cat5e, conectores y video Balun	132	132	25,573
<b>TOTAL BENEFICIOS TANGIBLES</b>			1432	277,44
<b>INTANGIBLES</b>				
<b>Descripción</b>				
Satisfacción al Cliente Menor vulnerabilidad antes hurtos y cortes de Cables Mejor funcionalidad Mejor rendimiento del sistema				
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>			1432	277,44

**Fuente:** Romero, D (2020)

Como seguimiento de esta actividad, se llevaron a cabo los cálculos de inflación anuales que se proyectan para el caso de los Costos operacionales y beneficios calculados anteriormente para un periodo de estudio de tres años ( $n = 3$ ), puesto a que este es el tiempo en que se estima haber finalizado la construcción del Centro Comercial, asimismo es importante mencionar que para los cálculos de dichas proyecciones se utilizó la cuota de inflación anual americana, la cual es del 2,9%.

**Tabla 24. Proyección de costos y beneficios**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>COSTO (\$)</b>	1793,74	186,7	192,11	197,68
<b>BENEFICIO (\$)</b>	0	1473,52	1516,25	1560,22

**Fuente:** Romero, D (2020)

Siguiendo, en la próxima tabla se presentan los valores correspondientes a los Flujos monetarios netos, los cuales se obtuvieron como resultado de la diferencia entre el total de los costos y beneficios estimados anteriormente para cada año en específico.

**Tabla 25.** Flujos netos anuales

<b>Año</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Beneficio (\$)</b>	<b>Flujo Neto (\$)</b>
<b>0</b>	1793,74	0	-1793,74
<b>1</b>	186,7	1473,52	1286,82
<b>2</b>	192,11	1516,25	1324,14
<b>3</b>	197,68	1560,22	1362,54

**Fuente:** Romero, D (2020)

Ahora, una vez que se culmina el proceso de estimación de los flujos monetarios, para determinar la rentabilidad del proyecto es necesario hacer uso de uno de los tres Modelos de Rentabilidad utilizados en la Ingeniería Económica, los cuales se emplean en el caso de proyectos cuyo objetivo es la maximización del beneficio para el inversionista. A este respecto, se utilizó la Tasa Interna de Retorno (TIR), un modelo que expresa el beneficio neto anual de un proyecto que se obtiene en relación con la inversión pendiente por recuperar al comienzo de cada año. Esta relación, beneficio neto anual sobre inversión pendiente, se suele expresar en tanto por ciento y representa el interés anual que genera la inversión.

En este sentido, se utilizó un TIR aproximado del **52,67%**, el cual se obtuvo luego de calcular un valor promedio de Flujo neto anual que dio como resultado 1324,5 USD/año; continuando se utilizó este monto para interpolar valores de interés entre el **50%** y **60%** para el Factor financiero de actualización de la serie uniforme (P dado R) con ( $n = 3$  años).

En síntesis, en vista de que el proyecto genera una ganancia o interés del **52,67%**, ello significa que los ingresos netos que se obtienen son suficientes para recuperar exactamente la inversión de **1793,74 USD** y producir cada año un beneficio del **52,67%**. Vinculado al concepto, en la tabla 26 se demuestra esta interpretación.

**Tabla 26.** Interpretación de la Tasa Interna de Retorno del Sistema de Video Vigilancia Híbrido

Año	(1) Inversión por recuperar al inicio (\$)	(2) Flujo neto (\$)	(3) Rendimiento mínimo (\$) (3) = 0,5267 (1)	(4) Inversión recuperada al final (\$) (4) = (2) - (3)	(5) Inversión por recuperar (\$) (5) = (1) - (4)
1	1793,74	1286,82	944,76	342,06	1451,68
2	1451,68	1324,14	764,6	559,54	892,14
3	892,14	1362,54	469,89	892,65	0

**Fuente:** Romero, D (2020)

Ahora, al analizar la información contenida en la tabla 26 se concluye que al finalizar la vida del proyecto, la inversión queda totalmente recuperada y además, se obtiene cada año ganancias de **944.76, 764.6 y 469.89 USD**, que constituyen respectivamente el **52,67%** de la inversión pendiente. De esta forma, queda en evidencia la rentabilidad de implementar un Sistema de Video Vigilancia Híbrido.

#### **5.4.3 Factibilidad Social**

Para lograr evidenciar la factibilidad social del Sistema de Video Vigilancia Híbrido, es necesario evaluar todos los beneficios aunados a las adecuaciones presentadas en el diseño en cuestión, tanto desde la perspectiva de la comunidad como de los usuarios que harán uso de esta herramienta. Puesto a que en primera instancia se planteó la necesidad de instalar un Sistema de Video Vigilancia Híbrido como solución provisional para supervisar aquellas áreas críticas más alejadas del centro de control y monitoreo, es evidente que el personal encargado de monitorear las cámaras encontrara de gran utilidad esta nueva función. En este sentido, este conseguirá ahorrar los tiempos de parada invertidos en recorrer los distintos niveles de la construcción, ya que permitirá encontrar de manera más fácil y rápida las posibles causas que puedan repercutir negativamente sobre la seguridad de la obra, facilitando de este modo el trabajo del personal de vigilancia. Como complemento, otro de los principales beneficios que ofrece la implementación del diseño propuesto es poner a disposición de los organismos de seguridad esta herramienta como un apoyo, debido a que el sistema se extenderá permitiendo cubrir en mayor medida la

vía de servicio frontal a la construcción, logrando brindar un apoyo más ágil, confiable y oportuno para la solución de casos como hurto, choques o daños a los bienes públicos de la comunidad, y a su vez respetando siempre la privacidad de las personas que habitan en la unidad residencial. Por otra parte, es necesario acotar que por medio del nuevo sistema se podrá realizar el monitoreo inalámbrico de todas las áreas críticas de mayor resguardo en la construcción a través del software de acceso remoto IVMS-4500, permitiéndole de esta forma al personal autorizado observar las cámaras durante las 24 horas del día desde cualquier sitio con acceso a internet sin necesidad de trasladarse hasta el lugar de las instalaciones, lo cual reducirá en un alto porcentaje la materialización de hechos como hurto o daño a la propiedad privada.

Finalmente, en base al análisis anterior se puede concluir que el Sistema de Video Vigilancia Híbrido es viable desde el punto de vista social, ya que sin duda las adecuaciones diseñadas beneficiaran tanto a la comunidad como a todo el personal involucrado en el tema de seguridad en el área de obras del C.C. Galas Plaza.

#### **5.4.4 Factibilidad Ambiental**

La factibilidad ambiental se refiere a la preservación de los recursos naturales de los que depende la comunidad. Para este caso, se deben de tomar en cuenta las modificaciones y adecuaciones a llevarse a cabo dentro del ambiente laboral de la obra C.C. Galas Plaza, es decir específicamente a la dimensión del terreno que ocuparía instalar un mástil para sujeción de antena Access Point, que en cuyo caso es de aproximadamente 1 metro cuadrado, de modo que el impacto ambiental es mínimo en cuanto invasión del espacio. Dentro de ese marco, es importante acotar que la potencia pico máxima de transmisión a emplear en los equipos de radio es de 25 dBm o lo que es lo mismo decir 0,31 W, la cual se encuentra dentro del límite de 1 W permitido dentro de la norma de los Niveles de Potencia para Venezuela regulados por CONATEL, para las frecuencias de 2.400-2.483,5 MHz. Por lo tanto, se puede argumentar que las variaciones que estas adecuaciones puedan generar en el ambiente son nulas debido a que no varían o afectan en mayor medida las interacciones que el proceso productivo en la construcción ejerce sobre el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

Gracias al diseño de este proyecto de pasantías se pudo adquirir conocimiento o información sobre el funcionamiento específico de cada uno de los elementos que conforman el Sistema de Video Vigilancia actual de la obra C.C. Galas Plaza Valencia, Estado Carabobo; constatando así cuáles son las funciones que este permite realizar al igual que las áreas críticas cubiertas hasta la actualidad (pros), sus fallas y puntos críticos todavía por resguardar (contras) contemplados en el diseño realizado sobre este, evidenciando así las consecuencias reflejadas en el proceso de video vigilancia del área de obras como lo son:

- La falta de monitorización mediante video vigilancia en las áreas críticas de seguridad ubicadas a mayor distancia del centro de control y monitoreo que no disponen de los accesos físicos para las instalaciones tradicionales de CCTV.
- La necesidad de monitorear de forma remota y en tiempo real desde cualquier lugar cada una de las áreas cubiertas por el sistema de video vigilancia.
- El hurto de bienes y equipos por falta de un sistema de video vigilancia menos vulnerable ante el sabotaje por cortes de fluido eléctrico.
- La falta de un sistema que se adapte a las necesidades de cobertura actuales y de un futuro de la obra del centro comercial Galas Plaza, tomando en consideración la facilidad en cuanto a la instalación y el mayor ahorro de insumos posible.

Entonces, gracias a todas las adecuaciones diseñadas y planteadas en el capítulo cinco (5) “RESULTADOS”, es posible afirmar que los objetivos plasmados fueron conseguidos de manera satisfactoria, obteniendo como resultados:

- La nueva visualización mediante cámaras IP inalámbricas de las áreas críticas de seguridad más alejadas del centro de control y monitoreo, esto debido a que no dependen de ningún cableado para la transmisión de las imágenes de video,

necesitando únicamente alimentación eléctrica en su punto de ubicación el cual de igual manera puede moverse al ser la cámara inalámbrica, permitiendo obtener un sistema con mayores garantías de seguridad y que igualmente beneficiara a los encargados de utilizar esta herramienta en lo que respecta al ahorro del tiempo invertido en recorrer dichas áreas facilitando así la detección de irregularidades.

- La nueva visualización de forma remota y en tiempo real de las áreas cubiertas por el sistema de video vigilancia mediante la aplicación móvil IVMS-4500 de la marca Hikvision por su compatibilidad con los equipos de esta misma marca contemplados en el diseño, permitiendo así reducir en un alto porcentaje la materialización de hechos como hurto o daño a la propiedad privada.
- La selección de los Puntos de Acceso Bullet M2HP de la marca Ubiquiti en conjunto de las antenas omnidireccionales de la marca Aitelix permitirá aumentar el rango de cobertura de la señal de Wi-Fi hasta la ubicación de los puntos críticos expuestos anteriormente, ofreciendo de este modo enlaces de alta calidad con un amplio margen de confiabilidad superior a los 20 dB recomendados y a su vez capaces de soportar un ancho banda superior al requerido por las cámaras de red inalámbricas contempladas en el presente diseño.
- La selección de los switches intermedios GO-SW-8G de la marca D-Link permitirán extender tanto la cobertura de la red inalámbrica como de la red cableada, ofreciendo así la posibilidad en un futuro de interconectar nuevas cámaras de red cableadas e inalámbricas para ampliar de forma ilimitada y sencilla el sistema de video vigilancia expuesto en el diseño.
- La selección del NVR DS-7108NI-E1 como servidor de video en conjunto del disco duro WD Purple de 12 (TB) permitirá almacenar todos los archivos de video captados por las cámaras de red durante un periodo de 30 días manteniendo así la condición actual del sistema y ofreciendo a su vez un margen para poder adicionar nuevas cámaras de red en un futuro en caso de ser necesario.

## RECOMENDACIONES

- Realizar un entrenamiento y/o capacitación sobre la aplicación móvil IVMS-4500 de la marca Hikvision para asegurar un uso correcto de esta herramienta en cuanto al monitoreo de forma remota por parte de los usuarios designados como supervisores de pantalla del Sistema de Video Vigilancia Híbrido.
- Verificar diariamente la vista en pantalla de todas cámaras del sistema por parte de los usuarios designados a dicha labor con el objeto de poder notificar en el menor tiempo posible a la empresa encargada de la instalación de los equipos acerca de cualquier posible error que pudiese presentarse, esto en virtud de verificar el funcionamiento eficaz y constante del sistema al igual que evitar posibles usos inadecuados de los equipos que constituyen la red.
- Se recomienda que en la implementación se opte por utilizar todos los equipos especificados en el presente diseño para evitar problemas de compatibilidad.
- Se recomienda a la gerencia de obra del centro comercial prever nuevas edificaciones que puedan construirse y así afectar de forma directa a los enlaces, esto con el objeto de asegurar una buena comunicación inalámbrica debido a que se necesita tener línea de vista sin ningún tipo de obstáculo físico ya sea natural (árboles, colinas) o artificiales (edificios).

## REFERENCIAS

### **Bibliográficas:**

- Arias, F. (2012).** “El proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica” (5ta Edición). Caracas: Episteme.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003).** “El proceso de la Investigación científica” México D.F., México: Editorial Limusa.
- Álvarez, G. (2010).** “Investigación Básica e Investigación Aplicada”. Caracas: Universidad Simón Bolívar.
- Hurtado, J. (2010).** “Guía para la Comprensión Holística de la Ciencia” (3ra Edición). Caracas: Fundación Sypal.
- Sabino, C. (1992).** “El Proceso de Investigación.” Caracas: Editorial Episteme.
- Toapanta, C y Toaso, F. (2014).** “Estudio y Diseño de una red IP de video vigilancia para seguridad ciudadana en la ciudad de Machala”. Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.
- Chimborazo, D. (2015).** “Diseño de un sistema de video vigilancia IP para el barrio La Delicia de la ciudad de Ambato”. Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.
- Monteros, J. (2015).** “Diseño de un sistema de video-vigilancia Inalámbrico para la ciudad de Cayambe”. Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.