



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN USANDO UNA RED WSN  
(RED INALÁMBRICA DE SENSORES Y ACTUADORES).**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero de Sistemas

**AUTOR: FREDDY ENRIQUE CASACANDO**

**TUTOR: MANUEL RAFAEL JAYA DUCHE**

Quito – Ecuador

2022

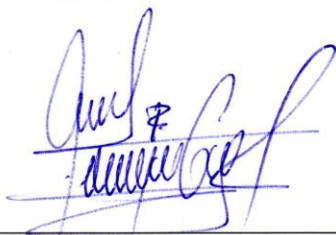
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Freddy Enrique Casa Cando con documento de identificación No. 1712681210 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 16 de Septiembre del año 2022

Atentamente.



Freddy Enrique Casa Cando

1712681210

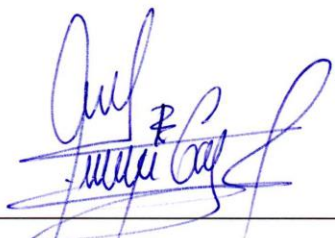
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Freddy Enrique Casa Cando con documento de identificación No. 1712681210, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico “Diseño de un sistema de monitorización usando una red WSN (red inalámbrica de sensores y actuadores)”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de : Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 16 de Septiembre del año 2022

Atentamente.



---

Freddy Enrique Casa Cando

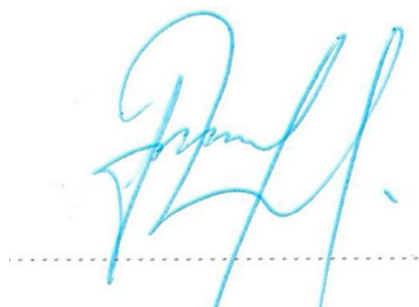
1712681210

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Manuel Rafael Jaya Duche con documento de identificación No. 1710631035, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN USANDO UNA RED WSAN (RED INALÁMBRICA DE SENSORES Y ACTUADORES), realizado por Freddy Enrique Casa Cando con documento de identificación No. 1712681210, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 16 de Septiembre del año 2022

Atentamente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Manuel R. Jaya Duche', written over a horizontal dashed line.

---

Ing. Manuel Rafael Jaya Duche, Mgtr.

1710631035

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por haberme brindado salud y vida acompañado de fortaleza y perseverancia para culminar el mismo.

A mi familia en especial a mis hijos (Julio, Mateo, Francisco, Zaid) por ser el motor principal para culminar este trabajo, a mis padres por inculcarme la pasión por la superación, a mis hermanos por ser un apoyo en el tiempo y trabajo que conllevaron mi carrera y a todas esas personas especiales que creyeron en mí y me dieron la fuerza necesaria para culminar mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera muy especial a la universidad por brindarme la oportunidad de estudiar en sus aulas, a mis profesores por compartir su sabiduría su tiempo y paciencia y llevarme al feliz término de mi carrera.

A mi tutor de tesis por guiarme en todos los pasos seguidos para la culminación de este trabajo, y de esta manera poder conseguir una muy honorable titulación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>  |
| ANTECEDENTES .....   | 1         |
| PROBLEMA DE ESTUDIO .....  | 5         |
| JUSTIFICACIÓN .....  | 6         |
| OBJETIVOS .....  | 8         |
| METODOLOGÍA.....   | 9         |
| <b>CAPÍTULO I.....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1 INTRODUCCIÓN A LAS WSAN (REDES DE SENSORES Y ACTUADORES<br>INALÁMBRICOS). .....    | 12        |
| 1.2 HARDWARE Y SOFTWARE DE REDES INALÁMBRICAS WSAN.....                                | 15        |
| 1.3 ¿EN QUÉ CONSISTE UNA RED WSAN (RED DE SENSORES Y ACTUADORES<br>INALÁMBRICOS)?..... | 15        |
| 1.4 PROTOCOLOS PARA REDES WSAN.....  | 16        |
| <b>CAPÍTULO II.....</b>  | <b>19</b> |
| 2.1 ELEMENTOS DE UNA RED WSAN (RED DE SENSORES Y ACTUADORES<br>INALÁMBRICOS). .....    | 19        |
| 2.2 ANALISIS DE HARDWARE Y SOFTWARE (PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN).<br>.....              | 20        |
| 2.3 ANÁLISIS DE COSTOS E IMPLEMENTACIÓN.....   | 32        |
| 2.4 INTERFAZ .....   | 34        |
| 2.5 ESTRUCTURA DE LA RED .....   | 36        |
| 2.6 DESCRIPCIÓN DE LA RED .....  | 36        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.7 FUNCIONALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS (SENSORES O ACTUADORES).....                 | 38        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>  | <b>39</b> |
| 3.1 IMPLEMENTACION DEL PROYECTO .....  | 39        |
| 3.2 DISEÑO DE RED WSAN PARA EL PROYECTO TECNICO .....                              | 39        |
| 3.3 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS (SENSORES Y<br>ACTUADORES)..... | 43        |
| 3.4 CONFIGURACIÓN DE CÁMARAS IP (ACTUADORES).....                                  | 44        |
| 3.5 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS DE RED.....   | 49        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA .....</b>                                      | <b>53</b> |
| 4.1 PRUEBAS .....  | 53        |
| 4.2 RESULTADOS .....   | 59        |
| 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....   | 61        |
| 4.4 NUEVAS NORMAS DE SEGURIDAD .....   | 62        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>64</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>LISTA DE REFERENCIAS.....</b>   | <b>67</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Comparación entre tecnologías inalámbricas usadas para redes WSN. .... | 18 |
| Tabla 2. Tabla de características cámaras IP.....                               | 29 |
| Tabla 3. Características sensor infrarrojo DSC WS4904.....                      | 30 |
| Tabla 4. Características antenas Ubiquiti LBE-M5-23.....                        | 31 |
| Tabla 5. Propuesta económica con el sistema cableado.....                       | 33 |
| Tabla 6. Propuesta económica con el sistema inalámbrico.....                    | 34 |
| Tabla 7. Pasos para la configuración de dispositivos inalámbricos.....          | 43 |
| Tabla 8. Parámetros iniciales para las antenas.....                             | 49 |
| Tabla 9. Tabla comparativa entre sistemas existentes e instalados.....          | 61 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Diseño de red WSAN dispositivos de red. ....                                      | 3  |
| Figura 2. Diseño de red WSAN dispositivos de intrusión. ....                                | 4  |
| Figura 5. Tarjeta DSC HS2128PCBSPA .....  | 23 |
| Figura 6. Módulo de interfaz red DSC- CONNECT2GO .....                                      | 24 |
| Figura 7. Tipo de antenas para tecnologías zigbee.....                                      | 25 |
| Figura 8. Repetidor Inalámbrico con tecnología Power G compatible con NEO .....             | 26 |
| Figura 9. Placa y dispositivos inalámbricos DSC .....                                       | 27 |
| Figura 10. Receptores inalámbricos Power Series RF5132-433.....                             | 28 |
| Figura 11. Cámara IP Hikvision.....   | 29 |
| Figura 12. Sensor de movimiento inalámbrico DSC WS4904.....                                 | 30 |
| Figura 13. Antena de red ubiquiti- LBE-M5-23 .....  | 31 |
| Figura 14. Teclado para configuración de dispositivos inalámbricos DSC. ....                | 32 |
| Figura 15. Algunos estándares administrados por iVMS-4200 .....                             | 35 |
| Figura 16. Esquema de la red, los dispositivos son escalables. ....                         | 37 |
| Figura 17. Estructura de la red. ....   | 38 |
| Figura 18. Diagrama de dispositivos inalámbricos de intrusión. ....                         | 39 |
| Figura 19. Diagrama de dispositivos (Sensores y Actuadores) de red.....                     | 40 |
| Figura 20. Plano de instalación y ubicación de dispositivos de red. ....                    | 41 |
| Figura 21. Plano de instalación y ubicación de dispositivos inalámbricos de intrusión. .... | 42 |
| Figura 22. Ingreso de usuario y administrador.....  | 45 |
| Figura 23. Búsqueda de cámaras en la red-SADP. ....   | 46 |
| Figura 24. Cambio de direcciones de red. ....   | 46 |
| Figura 25. Ingreso al dispositivo mediante la Web.....                                      | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 26. Instalando complemento ActiveX. ....                           | 47 |
| Figura 27. Visual de Cámaras. ....  | 48 |
| Figura 28. Configuración de parámetros de red. ....                       | 48 |
| Figura 29. Ejemplo de configuración de parámetros de red .....            | 49 |
| Figura 30. Ingreso de credenciales para la configuración de antena.....   | 50 |
| Figura 31. Seguridades para acceso a la red de la antena. ....            | 51 |
| Figura 32. Cambio de direcciones de red para las antenas.....             | 51 |
| Figura 33. Ventana de antenas ya configuradas.....                        | 52 |
| Figura 34. Teclado con zonas activas.....                                 | 53 |
| Figura 35. Sensor dando alarma de intrusión.....                          | 54 |
| Figura 36. Instalación de antenas. ....                                   | 54 |
| Figura 37. Prueba de calidad de señal de antenas. ....                    | 55 |
| Figura 38. Ingreso de datos para prueba de velocidad en antenas. ....     | 56 |
| Figura 39. Prueba de velocidad de transmisión en antenas.....             | 56 |
| Figura 40. Ventana de acceso a software de administración iVMS-4200. .... | 57 |
| Figura 41. Rack de conexión dispositivos de red.....                      | 58 |
| Figura 42. Visual de dispositivos de monitorización funcionando. ....     | 58 |
| Figura 43. Resultado de conexión de antenas. ....                         | 59 |
| Figura 44. Resultado de conexión de sistema de CCTV.....                  | 60 |

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar una red de monitorización para sistemas de intrusión y ctvv, con la utilización de las redes WSN (red inalámbrica de sensores y actuadores), además se propone la utilización del internet de las cosas IoT.

Para lo cual, se implementó una solución con dispositivos inalámbricos, en vista de que en La Fabril tenía problemas en la transmisión de datos, video y señales de alarma en sus dispositivos de intrusión y CCTV.

Anteriormente todos sus sistemas eran diseñados en redes LAN, con una tecnología obsoleta como es la utilización de una red Ethernet con cableado de categoría 5E, además sus dispositivos trabajaban con tarjetas de red en base 10/100 Mbits/s que en la actualidad se encuentran en desuso.

Las alarmas de seguridad llegaban tarde, esto era perjudicial para la empresa, ya que las pérdidas por robo eran cuantiosas, los videos de seguridad eran manejados localmente, por ejemplo, si un administrador o gerente deseaba llegar a esa información, esta era solicitada al departamento de sistemas, esto conllevaba mucho tiempo y a veces no existían los respaldos necesarios, los mismos se guardaban en forma física y se extraviaban.

Una vez que se analizó los problemas existentes en sus sistemas de monitorización, se plantea el diseño e implementación de un sistema con tecnología nueva que conlleva también el uso del Internet.

La solución planteada se trata de un sistema de monitorización utilizando una red WSN con dispositivos inalámbricos de video e intrusión, por tratarse de dispositivos inalámbricos se soluciona en gran parte el tema de cableado en ciertas áreas conflictivas.

Se hace uso de los recursos de la empresa, se implementa un centro de monitorización para llevar un control de todos los eventos, además se sube todos estos datos en un servidor a través de la nube para que cualquier usuario con los permisos pueda acceder a esta información de manera inmediata y así solucionar sus inconvenientes de seguridad.

Finalmente, se dio solución a la mayoría de los problemas que tenía la empresa, en lo que respecta a sistemas de monitorización, intrusión y control de sus dependencias, logrando este objetivo con la utilización mínima de recursos económicos.

## **ABSTRACT**

The objective of this degree work is to design a monitoring network for intrusion systems and ctvv, with the use of WSN networks (wireless network of sensors and actuators), in addition, the use of the Internet of Things IoT is proposed.

For which, a solution with wireless devices was implemented, given that the company had problems in the transmission of data, video and alarm signals in its intrusion and CCTV devices.

Previously all its systems were designed in LAN networks, with an obsolete technology such as the use of an Ethernet network with category 5E wiring, in addition its devices worked with network cards based on 10/100 Mbits/s that are currently in disuse.

The security alarms arrived late, this was detrimental to the company since the losses due to theft were considerable, the security videos were managed locally, for example, if an administrator or manager wanted to access that information, it was requested from the security department systems, this took a long time and sometimes the necessary backups did not exist since they were stored physically and were lost.

Once the existing problems in their monitoring systems were analyzed, the design and implementation of a system with new technology that also involves the use of the Internet is proposed.

The proposed solution is a monitoring system using a WSN network with wireless devices for both video and intrusion, since they are wireless devices, the issue of wiring in certain conflictive areas is largely solved.

The company's resources are used, a monitoring center is implemented to keep track of all events, and all this data is uploaded to a server through the cloud so that any user with the permissions can access it information immediately and thus solves your security problems.

Once the project is finished, it is possible to solve most of the problems that this company had in terms of monitoring systems, intrusion and control of its dependencies, achieving this objective with the minimum use of economic resources.

## INTRODUCCIÓN

### ANTECEDENTES

Los problemas y observaciones presentados por el cliente, en temas de manejo de información, correcciones y avances que se debería tomar en cuenta, para la implementación de los nuevos sistemas de video vigilancia e intrusión, fueron varios, entre los cuales mencionamos los más relevantes:

- La calidad de señal de video entregada por el sistema de monitorización actual.
- Entrega tardía de información sobre eventos ocurridos
- Tiempo de traslado del personal técnico hacia las diferentes dependencias de la empresa a nivel nacional.
- Cableado de datos y alarmas obsoleto e instalado sin ninguna protección.
- Existencia de cableado que interrumpe la libre circulación de los usuarios.
- Pérdida de mercadería en el proceso de empaque.

Todos estos atenuantes son los que impulsaron, la presentación o búsqueda de un nuevo diseño de red de monitorización para video vigilancia e intrusión.

Tras una investigación previa se estableció que para solucionar en gran parte los problemas que se presentaban, se toma como una de las mejores opciones el realizar un tipo de red que conlleve un menor tiempo de implementación, menor costo y sobre todo con tecnología actual.

También se consideró, mejorar las características del cableado existente y realizar una actualización de equipos y dispositivos.

Esto nos conllevaría a realizar una paralización de actividades de las diferentes áreas de la empresa, por motivos de trabajos de obra civil, instalación de ducterías, cableado, instalación



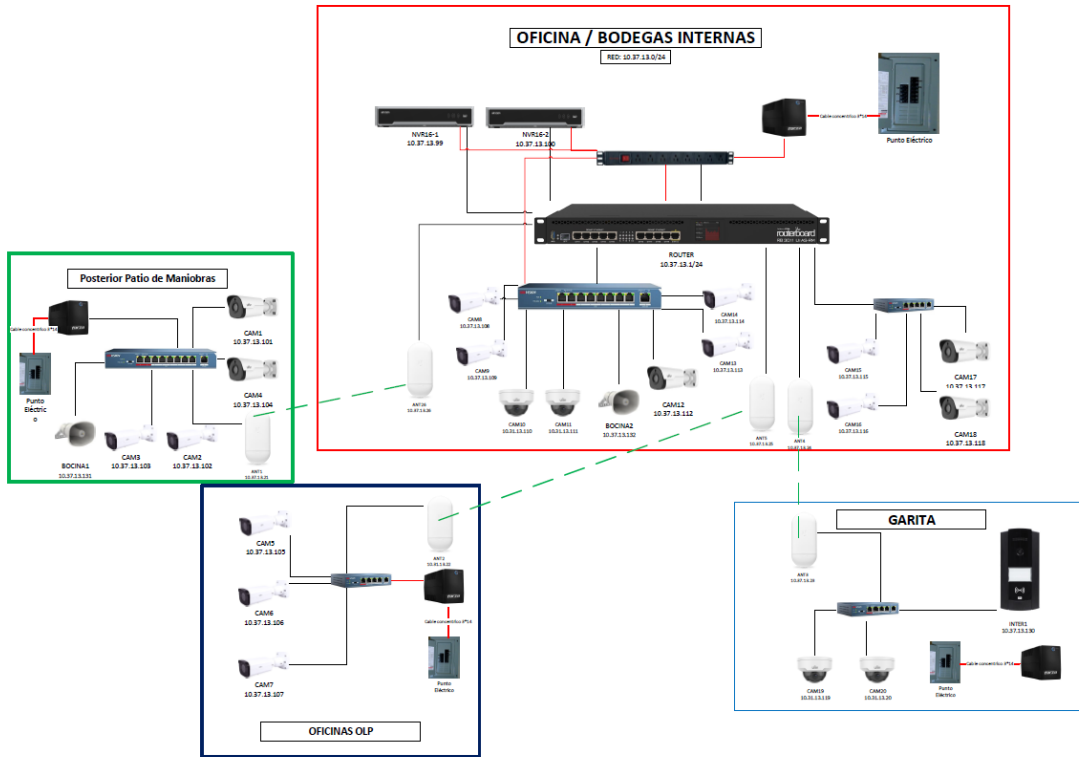
de equipos, y demás trabajos, pero por la prioridad de no paralizar actividades, se la dejo a un lado.

En base a lo anterior, se toma como la mejor opción, la implementación de una red de sensores y actuadores inalámbricos (WSAN), la misma se adaptaría de manera completa a las necesidades y problemáticas que existían en los sistemas de monitorización.

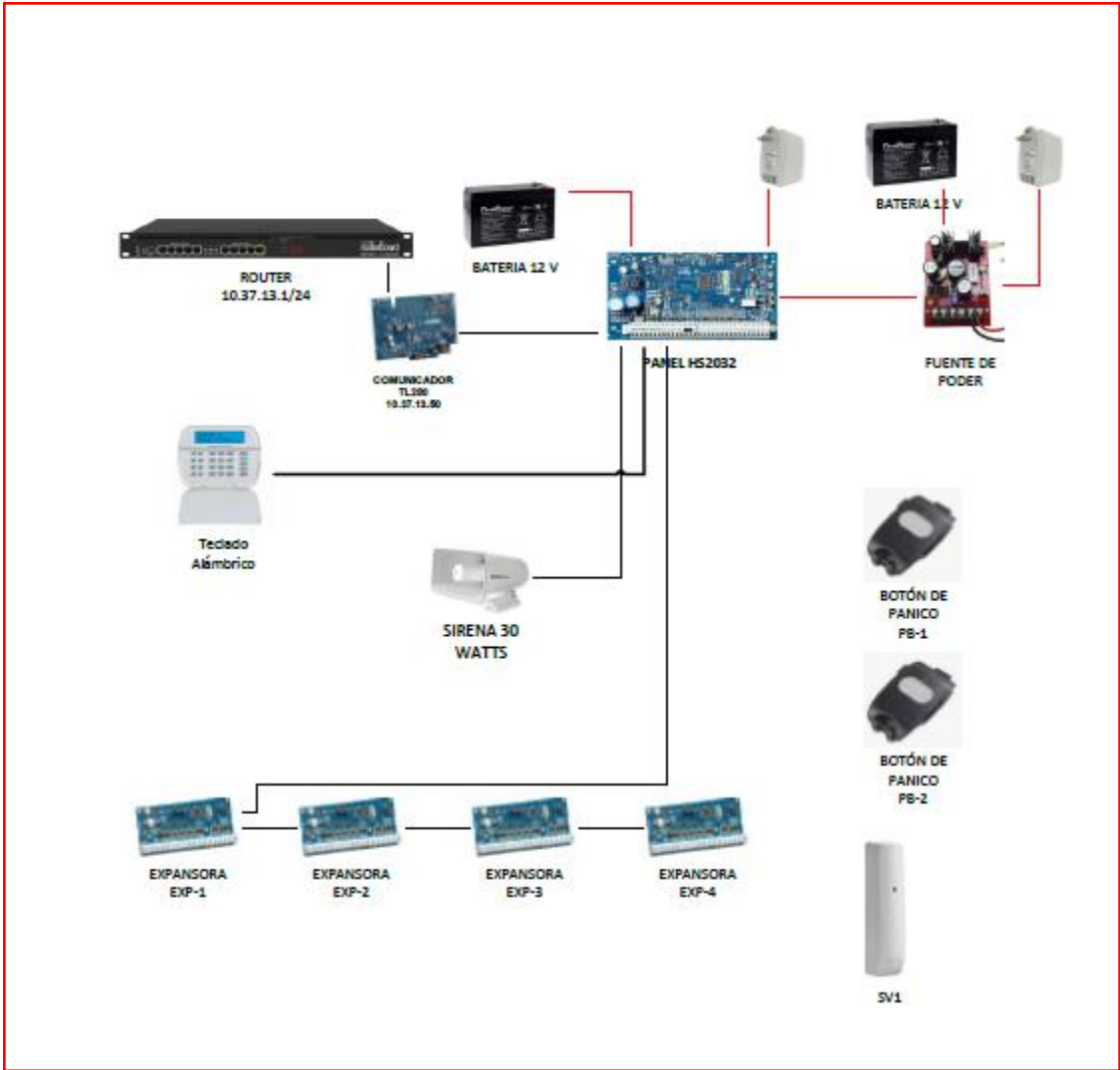
Esto basado en que este tipo de redes solucionaría el tema de interconexión, tiempo, economía, versatilidad de instalación y configuración de sus componentes, además que con la implementación de este sistema no se interrumpiría las actividades de la empresa.

Además, se propone subir toda la información de estos sistemas a la gran nube del internet, de ahí la importancia de abordar temas de Internet de las cosas (OIT).

A continuación, se detalla un diseño de la solución presentada, tanto para el sistema de video vigilancia como para el sistema de intrusión.



**Figura 1. Diseño de red WSAN dispositivos de red.**



**Figura 2. Diseño de red WSN dispositivos de intrusión.**

## **PROBLEMA DE ESTUDIO**

La problemática principal encontrada en la empresa, respecto a los sistemas de monitorización, es la precariedad de sus instalaciones de red y también la de sus equipos y dispositivos existentes para estos sistemas.

Por otra parte, el manejo de la información brindada por estos sistemas se lo hacía en forma física y sin ningún control, el departamento de IT minimizaba la prioridad que se debía dar a estos sistemas de monitorización, por tomarlos como información que debía ser manejada exclusivamente por el departamento de seguridad privada.

La presencia de tecnologías nuevas para los sistemas de monitorización era nula, los videos eran análogos, el personal de seguridad privada debía estar siempre presente en el monitoreo para saber si algún evento suscitaba, las alarmas se trabajaban o manejaban solo del panel de intrusión existente, dichas alarmas eran solo audibles y procesadas por el personal presente en ese momento.

Falta de inversión económica hacia el departamento de IT era evidente, ya que se presumía que todos los sistemas estaban funcionando u operando a la perfección.

El estado del cableado de red era obsoleto, la falta de organización de los equipos, su estado era pésimo, en algunos casos existían equipos que ni su respectivo mantenimiento se había realizado.

Varios eran los problemas que tenía la empresa en su sistema de monitorización existente, como, por ejemplo, la falta de interés por parte de la empresa en invertir en nuevas tecnologías, falta de presentación de proyectos para estas problemáticas por parte del departamento de IT, pero el problema más evidente fue el desconocimiento de nuevas soluciones, dispositivos y tecnologías existentes para este tipo de sistemas.

## JUSTIFICACIÓN

Una vez planteados todos los problemas e inconvenientes que tenía la empresa en lo que respecta a estos sistemas, se buscó primero ver la posibilidad de implementar un tipo de solución que abarque mayormente las problemáticas existentes en lo que respecta a los sistemas de monitorización de videovigilancia e intrusión existentes en la empresa.

Como existían tecnologías obsoletas tanto en Hardware como en Software, se pensó en implementar una solución completa para los sistemas, la misma que nos dé un cableado de interconexión mejor presentado y en lo posible imperceptible para los usuarios, que nos permita un manejo fácil y sin ninguna complicación de los equipos por parte de usuarios y administradores en lo que respecta a configuración.

La implementación de dicha solución debería ser en el menor tiempo posible por las actividades que desarrollaba la empresa, los trabajos de obra civil necesarios para la implementación, deberían ser mínimos, además como uno de los puntos más importantes era el tema del impacto económico que tendría la solución.

De aquí que, tras investigar las tecnologías existentes para este tipo de problemática, se decidió implementar el diseño de una nueva red de monitorización con el uso de una red de sensores y actuadores inalámbricos (WSAN).

¿Por qué se escogió esta tecnología o red?, la respuesta está, en que este tipo de redes solventaría casi en su mayoría los problemas presentados, como, por ejemplo:

- No se necesita de una red cableada, casi en un 90%, por tratarse de dispositivos (sensores y actuadores) que interactúan inalámbricamente.
- Los trabajos de obra civil serían mínimos.
- El tiempo de implementación se reduce significativamente.
- La información se la manejaría de una manera más rápida y segura.

- Dicha información será manejada por personal autorizado.
- Los dueños y administradores de la empresa siempre sabrán que sucede en sus dependencias y como se desempeñan sus subordinados o empleados, esto desde la comodidad de sus oficinas u hogares, con la utilización de dispositivos móviles.

La facilidad de acceso y costos en el mercado de los diferentes dispositivos necesarios para este tipo de soluciones fue uno de los atenuantes principales para que la empresa tome la decisión de implementar el mencionado proyecto.

De aquí la necesidad de estudiar y mencionar ciertos conceptos, protocolos y teorías que abarcan este tipo de redes (WSAN), las mismas que se detallan de una manera sintetizada más adelante.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

El objetivo general de este Proyecto Técnico es diseñar un sistema de monitorización utilizando una red de sensores y actuadores inalámbricos para dar solución a problemas en sistemas de intrusión y CCTV de una empresa o industria.

### **Objetivos específicos:**

- Buscar información acerca de las redes de Sensores y actuadores inalámbricos como nuevas tecnologías IOT.
- Realizar en diseño de la red WSN con todos sus componentes de red necesarios para su funcionamiento e implementación.
- Una vez realizado el diseño, seguir con la implementación de la red WSN utilizando dispositivos inalámbricos con el menor impacto económico para la empresa.
- Identificar recursos humanos, económicos, de infraestructura y tecnológicos necesarios (hardware y software) para poner en funcionamiento dichos sistemas.
- Establecer nuevas normas de seguridad que tendrán que ser puestas en práctica por los empleados, administradores e incluso clientes de la empresa.
- Evaluar al final del proyecto los resultados obtenidos para ver cuán beneficioso fue el proyecto para la empresa.
- Dejar un precedente en la empresa; que el uso de las nuevas tecnologías es beneficioso para el desarrollo y crecimiento de la misma.

## **METODOLOGÍA**

La metodología que se empleará para el presente proyecto técnico será un tipo SCRUM.

Se toma la decisión de trabajar con la presente metodología, por la razón que esta nos enseña a como trabajar de manera mancomunada con todas las personas inmersas en el proyecto, esto quiere decir con el aporte de ideas, prácticas y soluciones que nos permiten obtener el mejor resultado para los objetivos planteados, y en si para la empresa en la que se desarrollará el proyecto (Albaladejo, 2016).

Para que la metodología sea bien planteada y desarrollada se utilizan los siguientes parámetros,

- a) **Selección de requisitos.** – Por parte del cliente o usuarios se presentó una lista de requisitos necesarios para cumplir con las necesidades que tenían sus sistemas de monitorización, este listado debería ser implementado en su mayoría, tomando en consideración que los costos por la implementación de dicha solución deben ser con el menor impacto económico para la empresa, esto sin dejar de lado la característica de que la tecnología a implementarse debe ser actual (Albaladejo, 2016).
- b) **Planificación de las actividades.** - Se elaborará un listado de actividades para todo el personal involucrado en el proyecto las mismas que son necesarias para el buen desenvolvimiento del proyecto, hasta llegar a sus instancias finales. Además, se realiza esto con la finalidad de compartir conocimientos e ideas a todos los involucrados para resolver conjuntamente los objetivos, especialmente los complejos (Albaladejo, 2016).
- c) **Ejecución de las actividades.** –se realizará reuniones diarias con todos los técnicos inmersos en el proyecto, para que cada uno exponga sus dudas o criterios acerca del avance del proyecto, esto nos servirá para evitar inconvenientes en su avance.

Una vez solventadas todas las dudas técnicas, de planificación, implementación, costos, se procederá con la creación de un cronograma de actividades, las mismas que son



necesarias para poner en funcionamiento todos los dispositivos y equipos que se instalará.

Posteriormente, el cliente en conjunto con el personal técnico realizará una nueva lista de requisitos, los cuales han sido tomados como, de ser necesario se cambiarán los objetivos del proyecto, con la finalidad de alcanzar sus metas, además, el retorno de inversión de la empresa será visible al finalizar el proyecto (Albaladejo, 2016).

#### **d) Inspección y adaptación**

**Inspección.** – Una vez depurada la lista de requerimientos, se presentará al cliente un listado de los equipos y trabajos necesarios para implementar dicho proyecto en sus agencias o dependencias.

En función de los trabajos realizados y los resultados obtenidos, además de los cambios necesarios que se debieron realizar para llegar a los objetivos del proyecto, el cliente podrá realizar sugerencias o cambios de manera objetiva, luego de todo esto si es necesario se replantearía el proyecto.

Realizadas todas las tareas descritas, se consolidará un listado de todos los requerimientos tanto de Hardware (sensores, actuadores) como de Software necesarios, y de este listado se analizará el costo beneficio que tendrá este proyecto en la empresa (Albaladejo, 2016).

**Adaptación.** - Solventadas todas las tareas anteriores, se procederá con la implementación del proyecto.

Finalmente, se realizarán todas las pruebas necesarias y de esta manera se hará también un análisis de los resultados que se obtuvo del proyecto, una vez realizado esto, se los presentará al cliente y él observará y determinará el beneficio de la implementación en la empresa (Albaladejo, 2016).



## CAPÍTULO I

### **1.1 INTRODUCCIÓN A LAS WSN (REDES DE SENSORES Y ACTUADORES INALÁMBRICOS).**

En la actualidad, en el mundo globalizado y tecnificado en el que vivimos, se hace indispensable la implementación de proyectos en los cuales la interacción de los dispositivos electrónicos (sensores y actuadores) y el internet sean inevitables.

Las redes WSN se están tomando como la solución más conveniente y versátil para la monitorización de eventos o actividades que se pueden presentar o realizar en las diferentes industrias, y con la ayuda del internet acorta en gran parte la brecha del mundo físico con un mundo virtual.

Esta característica principal de este tipo de redes abre un sin número de aplicaciones, quizás infinitas, las mismas que pueden ser aplicadas en la industria, sistemas de transporte, medicina, petroleras, proyectos habitacionales, edificios, sistemas militares, biotecnología, agricultura, educación, etc. (Pérez y Osorez, 2021).

Al tratarse de una red de sensores y actuadores con tecnología inalámbrica, implica que estas pueden ser configuradas remotamente e inclusive con la ayuda del internet las mismas podrían convertirse en autónomas si se las programara con los algoritmos necesarios para tomar estas decisiones.

Pero esto también conlleva una problemática del mundo actual, que es la suplantación de mano de obra humana por la de las máquinas, poniendo en la mesa de los gobiernos las decisiones y leyes que deben regir en las industrias para la aplicación de este tipo de tecnologías en las empresas o industrias (Martinez, Blanes, Simo, y Crespo, 2008).

Las aplicaciones para una red WSN son imaginables, pero existen ciertas brechas como las económicas y tecnológicas que impiden la utilización masiva de este tipo de tecnologías, por esta razón aún no se han implementado en la mayoría de las industrias, además el desconocimiento de la existencia de estas es otro atenuante por el que no se aplican como soluciones a ciertas problemáticas.

Una característica de estas redes por la cual no se las ha implementado en forma masiva es quizá el alto consumo de energía que tienen sus dispositivos, además por tratarse de dispositivos que se interconectan inalámbricamente, necesitan de baterías o fuentes de alimentación para poder interactuar entre sensores y actuadores (Mfbarcell, 2006).

Hoy en día el conseguir el software necesario para manipular el hardware necesario que permite la implementación de este tipo de redes es cada vez más fácil, ya que sus dispositivos en la mayoría vienen con sus aplicativos prediseñados y programados para su funcionamiento, de esta manera se consigue que cualquier usuario común podría manipular y cambiar el estado de los dispositivos inmersos en la red.

Algo que se debe tener muy en cuenta en este tipo de redes, es la seguridad de acceso que se debe proporcionar a cada uno de los dispositivos, ya que el software que permite la manipulación de los mismo es de libre acceso y se lo puede encontrar fácilmente en el internet, por lo tanto esto conllevará a que hay que tener un mayor control en tema de seguridades.

Este tipo de redes permite el incremento de dispositivos de una manera exponencial imaginable, que no se puede definir un límite de dispositivos que pueden ser instalados en la red.

También los diferentes tipos de sensores y actuadores a participar en este tipo de redes es infinito, de ahí que estas redes tienen un sin número de aplicaciones en las diferentes industrias existentes e imaginables, por esta razón se detalla un concepto general de que es un sensor y actuador.

**Sensores:** Son elementos o dispositivos que toman la información del medio en donde han sido instalados, para luego procesarla para y emitir ordenes o acciones a otros dispositivos (actuadores), entre los cuales podemos tener dispositivos que pueden tomar señales de pulsos eléctricos, emisión o ausencia de luz, sensores de temperatura, en el caso del proyecto a implementarse, sensores de movimiento, sensores de impacto o rotura, sensores de apertura de puerta, lectores de huella digital, lectoras de tarjetas, sensores de cantidad de luz, etc. (Jiménez, Vera, y Losilla, 2010).

**Actuadores:** Los actuadores son los dispositivos o elementos que reciben la información procesada por los sensores, los mismos que las convierten en impulsos eléctricos, ordenes o acciones que estos deben realizar, conllevando todo esto ha eventos que sirven de mucho a las industrias o empresas (Jiménez, Vera, & Losilla, 2010).

### **Otros elementos que conforman WSAN**

Existen otros elementos secundarios que hacen posible el funcionamiento de este tipo de redes, que son secundarios, pero a la vez necesarios e indispensables para su funcionamiento, como, por ejemplo, el cableado de red o comunicación, las ducterías o canalizaciones, sistemas de alimentación eléctrica, baterías, armarios, entre otros.

Para la comunicación entre dispositivos, sean estos sensores o actuadores es necesario contar con **Protocolos de comunicación** que hagan posible la interacción entre los mismos.

Los protocolos más conocidos y utilizados para este tipo de redes, entre los cuales tenemos, LonWorks, Bacnet, por último, KNX que por tratarse de ser un protocolo abierto es quizá el más utilizado por los fabricantes de dispositivos (sensores y actuadores) (Jiménez, Vera, & Losilla, 2010).

## **1.2 HARDWARE Y SOFTWARE DE REDES INALÁMBRICAS WSAN**

Las redes WSAN usan dispositivos que al avanzar el tiempo también ha desarrollado su tecnología, como por ejemplo tenemos dispositivos que utilizaban la tecnología infrarroja (Irda) para la comunicación punto a punto en redes WPAN, luego de esto pasaron a la tecnología Bluetooth utilizada para redes de corto alcance, y por último Zigbee que se utiliza para redes de medio alcance.

Además de estas tecnologías se puede nombrar las que recientemente se han desarrollado para solucionar varios problemas de comunicación entre dispositivos, haciendo que las mismas sean más versátiles y de fácil manejo, entre las cuales podemos enumerar las siguientes:

- WI-FI esta tecnología es utilizada en su mayoría para la implementación de redes WLAN (Red de área local inalámbrica).
- GPRS utilizada para redes de largo alcance y telefonía.

Todas las citadas anteriormente han tenido su participación importante para el desarrollo de nuevas tecnologías como es la de las redes WSAN, que hoy en la actualidad ha ganado gran espacio por su factibilidad de implementación en cualquier ámbito o tipo de industria en la que se la desee usar (Esquivel, 2007).

## **1.3 ¿EN QUÉ CONSISTE UNA RED WSAN (RED DE SENSORES Y ACTUADORES INALÁMBRICOS)?**

Las redes WSAN están compuestas por dispositivos inalámbricos distribuidos en la red de diferente manera, una de ellas es el tipo de redes en donde a cada dispositivo se lo considera como un nodo, los mismos que son capaces de recolectar datos o información (Sensores) del sitio, máquina o equipo en donde hayan sido instalados, dichos dispositivos procesan la

información recogida y la comunican a dispositivos que ejecutan las mismas pero transformadas en ordenes (Actuadores).

Por tratarse de dispositivos que necesitan de una batería para su funcionamiento, se los programa o configura de una manera que su actividad o funcionamiento sea solo el momento que reciben una orden o acción que deben ejecutar, así de esta manera su fuente de alimentación o batería no tiene un desgaste significativo en el transcurso de su operación.

Además, estas redes tienen como una de sus características principales que no necesitan de un mantenimiento muy seguido y cualquier eventualidad o problema que suscite en los dispositivos, pueden ser atendidos remotamente, solo en caso de que sea necesaria el cambio o reemplazo de un dispositivo será necesaria la presencia de personal técnico para realizar dicha tarea.

Esta característica en especial es la que llama mucho la atención a los clientes o usuarios, por lo que de esta manera tienen un ahorro económico significativo en la movilización de personal para atender los eventos (Esquivel, 2007).

#### **1.4 PROTOCOLOS PARA REDES WSN**

Entre los protocolos más importantes utilizados para el desarrollo de las redes de sensores y actuadores, podemos citar los siguientes:

- IEEE 802.15.1 o más conocida como Bluetooth.
- IEEE 802.15.2
- IEEE 802.15.3
- IEEE 802.15.4 y
- 6LOWPAN, por último
- ZIGBEE.

**Bluetooth.** - utiliza el espectro de radiofrecuencias para permitir la comunicación entre dispositivos electrónicos móviles, computadores, en este caso entre los sensores y actuadores participantes, también permite la creación de redes pequeñas y de corto alcance, pero una de sus limitantes para su uso es el alto consumo de energía que tiene esta tecnología.

**Protocolo IEEE 802.15.2.-** permite la relación entre redes que utilicen este estándar con las que utilicen la tecnología Wifi.

**Protocolo IEEE 802.15.3.-** también conocido como WPAN es un estándar que nos permite tener redes de alta velocidad, con una tasa de pérdida de información mínima.

**Protocolo IEEE 802.15.4.-** este estándar se aplica en la capa de nivel físico de las redes WSAN, la misma que trabaja con una transmisión de datos muy baja.

**6LOWPAN.** – este estándar nos permite la implementación del protocolo IPV6 sobre las redes WSAN.

**Zigbee.** – es un conjunto de protocolos que permite la comunicación entre dispositivos inalámbricos, estos protocolos son de muy alto nivel y ayudan a que las aplicaciones usen una tasa de envío de datos muy bajo, consiguiendo con esto el bajo consumo de energía, por ende, logrando con esto, alargar el tiempo de vida útil de las baterías de los dispositivos que se usan en las redes WSAN (Ray, 2019).



**Tabla 1. Comparación entre tecnologías inalámbricas usadas para redes WSN.**

|                      | ZIGBEE Y 802.15.4        | GSM / GPRS CDMA              | 802.11                     | BLUETOOTH                 |
|----------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| APLICACION PRINCIPAL | MONITORIZACION Y CONTROL | AMPLIAS AREAS DE VOZ Y DATOS | INTERNET DE ALTA VELOCIDAD | CONECTIVIDAD DISPOSITIVOS |
| VIDA DE LA BATERIA   | VARIOS AÑOS              | 1 SEMANA                     | 5 DIAS                     | 1 SEMANA                  |
| ANCHO DE BANDA       | 250 KBPS                 | MAS DE 128KBPS               | 11000 KBPS                 | 720KBPS                   |
| RANGO DE ALCANCE     | MAS DE 100 METROS        | VARIOS KM                    | 1-100 METROS               | 10 METROS                 |
| VENTAJAS             | BAJO CONSUMO             | ALCANCE                      | VELOCIDAD, UBICACIÓN       | COSTO O PRECIO            |

**Fuente: (Montaña, 2021).**

## **CAPÍTULO II**

### **2.1 ELEMENTOS DE UNA RED WSN (RED DE SENSORES Y ACTUADORES INALÁMBRICOS).**

Las redes WSN están compuestas de varios nodos, los mismos que pueden ser unos pocos como pueden llegar a ser miles o millones, estos nodos están conectados con uno o más dispositivos (sensores o actuadores).

Todos estos nodos de dispositivos tienen como finalidad recolectar información para designar tareas u acciones a dispositivos mecánicos que hacen posible automatizar las industrias, empresas, edificios, hogares, etc.

Los principales elementos de este tipo de redes o soluciones son: por una parte, los sensores y actuadores, por otra la parte física de la red, y por último los protocolos o estándares necesarios para la comunicación entre todos los dispositivos participantes en la red.

Estas redes son utilizadas en su mayoría en la monitorización de diferentes sistemas, sean estos de índole industrial, comercial, domestico, agrícola, científica, etc., al ser redes de fácil implementación y uso o manejo por parte de sus usuarios, por esta misma razón se han vuelto en una de las tecnologías más usadas actualmente.

También se cuenta con una gran disponibilidad de dispositivos en el mercado, el costo de dispositivos necesarios para su implementación es bajo.

## **2.2 ANALISIS DE HARDWARE Y SOFTWARE (PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN).**

Ya establecidos todos los requisitos y cambios por parte del cliente a su sistema de monitorización existente, los mismos que se detallan a continuación:

- Mejoramiento en la calidad de las grabaciones de video para el sistema de monitorización o video vigilancia.
- Acceso rápido a la información, tanto en eventos del sistema de intrusión como video vigilancia.
- Que el impacto de obra civil para dichas instalaciones sea el menor posible.
- El cableado de equipos debe ser imperceptible en mayor cantidad.
- Las plataformas de acceso a la información deben ser compatibles con sistemas móviles.
- Se debe tener un control de ingreso a las diferentes áreas por parte del personal
- La implementación del presente proyecto debe tener el menor impacto económico para la empresa.

Se procede a plantear un diseño de red de monitorización acorde a las necesidades actuales de la empresa y de esta manera poder solventar los problemas que se presentaban en los mencionados sistemas para lo cual se plantea las siguientes propuestas:

- En lo que respecta al mejoramiento del sistema de video vigilancia se plantea implementar tecnologías nuevas como por ejemplo cámaras IP con mejor resolución e inalámbricas, ya que las existentes son de tecnología analógica y de baja resolución.
- Para el acceso rápido a la información, se propone la implementación de un servidor virtual, el mismo que mantendrá todas las grabaciones, alarmas y demás información necesaria para la monitorización en la nube del internet, por lo que se procederá con la

contratación de un proveedor de internet y un enlace dedicado para los sistemas de monitorización.

- Para que el impacto de trabajos de obra civil sea el menor se propone que la mayoría de los sensores y actuadores a instalar en el nuevo sistema sean inalámbricos, esto nos ayuda a no realizar un cableado físico para la interconexión de dispositivos (sensores y actuadores).
- En lo que respecta a tener un mayor control del personal y de su ingreso a las diferentes dependencias, se procederá con la implementación de dispositivos de control de acceso los mismos que se han considerado que también sean inalámbricos.
- Por último se tomó todas las consideraciones necesarias para que los dispositivos a instalarse sean por una parte más económicos, de fácil uso, tengan un vasto stock de repuestos en el mercado, el software a usar sea compatible con dispositivos móviles y que vengan con software de administración, de esta manera el impacto económico será menor.

Tomando todos los aspectos anteriores, se plantea el diseño de red a ser implementado, también los dispositivos y materiales a ser usados. Todos estos aspectos han sido previamente revisados, procesados y aprobados por el departamento de IT de La Fabril, por considerarlo viable y sustentable (Figura 1, Figura 2).

## **DISPOSITIVOS (SENSORES Y ACTUADORES)**

En la actualidad en el mercado existe una gran cantidad de dispositivos (sensores y actuadores) posibles de ser usados en estas soluciones.

Para escoger los dispositivos que participaran en una red WSN se debe tener en cuenta, primero el sistema en el que van a ser instalados, cuál va a ser su funcionalidad dentro del sistema, su costo y el desempeño que tendrán dentro de la red.

Para el caso del presente proyecto se enumera los siguientes dispositivos a ser usados.

### **PANEL DE ALARMA SERIE NEO DSC HS2128PCBSPA**

Panel de alarma Power series Neo, ideal para soluciones híbridas, la tarjeta hs2128pcbspa, integra 8 zonas en placa, total de zonas admitidas hasta 128, con módulos expansores, soporta hasta 999 códigos de acceso más 1 código maestro, máximo 16 teclados cableados o inalámbricos, capacidad para soportar 1000 eventos en búfer

#### **Descripción técnica:**

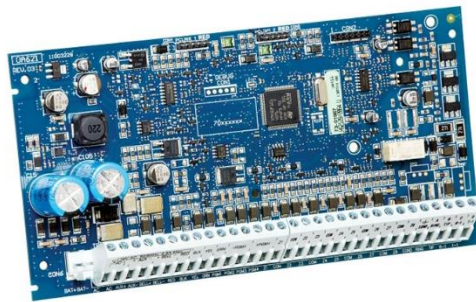
Este es un panel de alarma DSC de 128 zonas alámbricas o inalámbricas, tiene una alimentación de 16.5 vca /40 va 50/60 Hz, el consumo de energía es de 85ma, también incorpora 8 zonas fijas o cableadas, dispone de una salida de sirena de entre 10.4 a 12.5 vcd, 700 ma, la temperatura de operación va desde los 0°C a 49°C.

#### **Beneficios adicionales**

- Actualización de firmware gratuito
- Encriptación de 128 bits aes
- Largo alcance de señal inalámbrica
- Comunicación directa a las centrales
- Integra 4 salidas pgm
- Capacidad de hasta 16 teclados
- Soporta hasta 999 códigos de usuario más código principal
- 8 particiones
- Integra salida de sirena.
- Tecnología Power G

Los paneles de control para alarmas permiten integrar dispositivos inalámbricos de detección y notificación al sistema, con la finalidad de mandar una alerta a la central de alarmas o notificaciones locales.

Estos dispositivos son compatibles con los teclados de la línea Power series neo hs2icn, hs2lcd, los módulos de fuente de alimentación son de 2300 hsm.



**Figura 3. Tarjeta DSC HS2128PCBSPA**

### **MÓDULO DE INTERFAZ IP ALARMA DSC- CONNECT2GO**

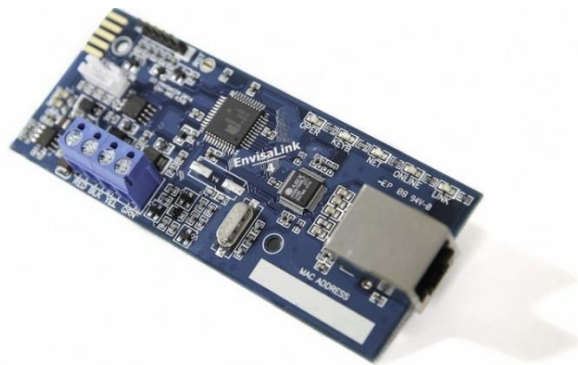
La interfaz de CONNECT2GO Envisalink 4 es una de TCP/IP de la interfaz que le permite comunicarse con la central de alarma HONEYELL y DSC gracias a INTERNET.

El módulo le permite armar y desarmar la unidad central, recibir notificaciones de alarma por correo electrónico o SMS.

Interfaz IP para central de alarma DSC y Honeywell

## Características:

- Seguridad SSL
- Activación/desactivación remota
- API disponible para los desarrolladores
- Los estados de las entradas y salidas de la alarma en tiempo real
- Built-in del servidor web y la interfaz de usuario HTML
- Actualización automática a través de la red
- Historial de eventos
- Supervisión de la red
- Compatible con los siguientes sistemas de automatización del hogar Jeedom, Vera y HomeSeer
- Conectores RJ45, bloque de terminales con 4 tornillos
- Notificaciones por correo electrónico y SMS



**Figura 4. Módulo de interfaz red DSC- CONNECT2GO**



**Figura 5. Tipo de antenas para tecnologías zigbee.**

La marca **DSC** posee dispositivos que vienen con software propio para su programación.

### **REPETIDOR INALÁMBRICO DSC PG9920**

El Repetidor inalámbrico Power G PG9920 extiende el alcance de las comunicaciones en forma significativa entre el sistema de alarma y otros dispositivos Power G donde el tamaño del edificio, la disposición o incluso los materiales de la construcción hacen que se necesite aumentar la cobertura. Al recibir los mensajes transmitidos por los dispositivos inalámbricos PowerG, el PG9920 los retransmite al panel de control. El repetidor mide permanentemente la calidad de la comunicación con sus dispositivos, realiza un ajuste minucioso de la potencia de transmisión para que la comunicación sea confiable.





**Figura 6. Repetidor Inalámbrico con tecnología Power G compatible con NEO**

### **POWER SERIES PRO GRADE 3**

Estos dispositivos permiten la implementación de soluciones grandes sin la necesidad de que las mismas sean cableadas por su tecnología inalámbrica, también cumple con EN Grado 3, proporciona un rendimiento confiable a los sistemas de intrusión inalámbrica.

Dispone de una tecnología de cifrado AES de 128 bits, ideal para realizar instalaciones de gran tamaño, es compatible con diferentes teclados para su configuración o programación.

Se integra fácilmente con dispositivos de terceros, incluido el software de configuración para trabajar en soluciones de video y acceso.

Garantiza oportunidades para el crecimiento con una lista en constante expansión de productos de seguridad compatibles y además evita la manipulación con tecnología anti-enmascaramiento mejorada.



**Figura 7.Placa y dispositivos inalámbricos DSC**

## **RECEPTORES INALAMBRICOS**

Para la interconexión de dispositivos inalámbricos se usó dispositivos de la marca DSC Tyco en su serie Power G

La serie Power G permite la comunicación inalámbrica en interfaces virtuales de control, esto hace que la configuración o cambio de estado se haga de una manera remota, esto con la ayuda del internet.

Estos dispositivos también pueden cumplir la función de Gateway que soportan y son compatibles con los estándares y protocolos mencionados para este tipo de redes.



**Figura 8. Receptores inalámbricos Power Series RF5132-433**

#### **CARACTERISTICAS:**

- Es compatible con los distintos paneles de intrusión DSC.
- Versiones de 433 MHz y 868 MHz
- Tiene la supervisión completa de los dispositivos a él configurados.
- Tiene la capacidad de configuración de 32 zonas inalámbricas.

#### **CÁMARAS IP**

Las cámaras que se utilizan para este proyecto son de la marca Hikvision por tener varias características de configuración que hace que la monitorización del sistema de video vigilancia e intrusión sea más seguro y confiable, de acuerdo con la calidad de imágenes entregadas y por sus características de alarma.

**Tabla 2. Tabla de características cámaras IP**

| <b>CARACTERÍSTICAS</b> |                   |
|------------------------|-------------------|
| TIPO                   | IP                |
| RESOLUCIÓN             | 4 MP              |
| AMBIENTE DE USO        | INTERNO Y EXTERNO |
| INFRARROJOS            | SI                |
| MOTORIZADA             | NO                |
| INALÁMBRICA            | SI                |
| MICRÓFONO              | SI                |

**Fuente: (HIKVISION, 2022).**



**Figura 9. Cámara IP Hikvision**

### **DETECTOR INFRARROJO PASIVO INALÁMBRICO WS4904 DSC**

Este tipo de sensores son los más adecuados para el sistema de monitorización en lo que respecta a intrusión por ser de tecnología inalámbrica y adaptarse a las necesidades requeridas, como fácil instalación, compatibles, con el panel de configuración propuesto, además su precio en el mercado.

**Tabla 3. Características sensor infrarrojo DSC WS4904**

| <b>CARACTERÍSTICAS</b> |                       |
|------------------------|-----------------------|
| DIMENSIONES            | 108MM X 63.5MM X 54MM |
| BATERÍA                | LITIO CR123A (3V)     |
| VIDA ÚTIL DE BATERÍAS  | 9 AÑOS                |
| COBERTURA              | 12M                   |
| TEMPERATURA DE TRABAJO | DE 10 A 55 GRADOS C   |
| HUMEDAD RELATIVA       | 93%                   |
| FRECUENCIA             | 433MHZ                |

**Fuente: (DSC, 2013).**



**Figura 10. Sensor de movimiento inalámbrico DSC WS4904**

### **ANTENA DE RED UBIQUITI- LBE-M5-23**

Para hacer posible la comunicación de larga distancia entre los distintos dispositivos instalados y el panel de control de los sistemas se instalará antenas direccionales ubiquiti las mismas que nos brindaran una mejor inmunidad al ruido.

**Tabla 4. Características antenas Ubiquiti LBE-M5-23**

| <b>CARACTERÍSTICAS</b> |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| INTERFAZ DE RED        | 10 / 100 / 1000 ETHERNET - WIFI |
| PROCESADOR             | MIPS 74KC                       |
| RAM                    | 64MB DDR2                       |
| GANANCIA               | 23dBi                           |
| POTENCIA DE CONSUMO    | 7W                              |
| ENERGÍA                | POE GIGABIT 24V - 0,3A          |
| SISTEMA OPERATIVO      | airOS 8                         |

**Fuente: (Ubiquiti Inc., 2022).**



**Figura 11. Antena de red ubiquiti- LBE-M5-23**

### **TECLADO PARA CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DSC-HS2LCDRF8E3**

El teclado DSC-HS2LCDRF8E3 se usó para la programación de los diferentes dispositivos, el mismo es compatible con el panel de control instalado.

La pantalla LCD muestra los mensajes de texto, por lo que incluso las funciones avanzadas del panel de control de alarma son simples y convenientes de configurar.

El panel también cuenta con un módulo de comunicación inalámbrica que permite la conexión al sistema de detectores inalámbricos, mandos a distancia, botones de pánico y módulos inalámbricos de entradas y salidas DSC que funcionan en la banda 868 MHz.



**Figura 12. Teclado para configuración de dispositivos inalámbricos DSC.**

### **2.3 ANÁLISIS DE COSTOS E IMPLEMENTACIÓN**

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó dos cotizaciones diferentes, tanto de equipos y mano de obra para la implementación del sistema de monitorización propuesto, una se realizó con la implementación de la solución de sensores y actuadores pero cableados, esto implicaría trabajos de obra civil como por ejemplo el picado de mampostería para la colocación de bandejas y ducterías tanto para la parte eléctrica como para la parte de red.

La segunda propuesta económica fue la más acorde para el proyecto, es decir con sensores y actuadores inalámbricos, los mismos que nos ahorrarían tiempo (minimizar los trabajos de obra civil, ducterías, etc.), implementación (instalación de equipos de una manera rápida) y dinero.

En lo que se refiere a servidores, no se los tomo en cuenta ninguna propuesta u oferta ya que estos existían en la empresa y se los volvería a utilizar.

Para la implementación de la primera propuesta se lo haría en un lapso de 30 días laborables y se necesitaría interrumpir actividades de ciertas áreas.

**Tabla 5. Propuesta económica con el sistema cableado.**

| ITEM           | CANT | UNIDAD | DESCRIPCIÓN EQUIPOS ALÁMBRICOS                                 |                 |                |
|----------------|------|--------|--|-----------------|----------------|
|                |      |        |  | V. UNIT         | V.TOTAL        |
| <b>EQUIPOS</b> |      |        |  |                 |                |
| TI-01          | 16   | UND    | CÁMARA VARIFOCAL 4MP HIKVISION                                 | \$ 76,00        | \$ 1.216,00    |
| TI-02          | 4    | UND    | CÁMARA TIPO DOMO HIKVISION 4MP                                 | \$ 67,75        | \$ 271,00      |
| TI-03          | 5    | UND    | SWITCH 10 PUERTOS  | \$ 52,00        | \$ 260,00      |
| TI-04          | 1    | UND    | SIRENA IP  | \$ 85,00        | \$ 85,00       |
| TI-05          | 1    | UND    | INTERCOMUNICADOR   | \$ 70,00        | \$ 170,00      |
| TI-06          | 3    | UND    | ANTENA UBIQUITI NANO   | \$ 73,00        | \$ 219,00      |
| TI-07          | 1    | UND    | TECLADO  | \$ 65,00        | \$ 65,00       |
| TI-08          | 4    | UND    | SENSOR DE MOVIMIENTO   | \$ 12,00        | \$ 48,00       |
| TI-09          | 1    | UND    | DETECTOR DE IMPACTO  | \$ 45,00        | \$ 45,00       |
| TI-10          | 1    | UND    | CENTRAL DSC 1832   | \$ 140,00       | \$ 140,00      |
| TI-11          | 20   | PTOS   | PUNTOS DE RED CAT 6 EN TUBERIA EMT                             | \$ 98,00        | \$ 1.960,00    |
| TI-14          | 8    | PTOS   | PUNTOS DE ALARMAS CAT 3 EN TUBERIA EMT                         | \$ 45,00        | \$ 360,00      |
| TI-12          | 20   | PTOS   | PUNTO ELECTRICO PARA CÁMARAS Y EQUIPOS EN RACK CON TUBERÍA EMT | \$ 45,00        | \$ 900,00      |
| TI-13          | 1    | UND    | RACK DE PARED ABATIBLE 15 UR                                   | \$ 269,00       | \$ 269,00      |
| TI-14          | 1    | GBL    | PROGRAMACIÓN DE CENTRAL Y EQUIPOS                              | \$ 500,00       | \$ 500,00      |
|                |      |        |  | <b>SUBTOTAL</b> | <b>6408,00</b> |

Por otra parte, la implementación de la segunda propuesta se llevaría a cabo en 15 días laborables, y no se necesitará interrumpir actividades en ningún área de la empresa.



**Tabla 6. Propuesta económica con el sistema inalámbrico.**

| ITEM           | CANT | UNIDAD | DESCRIPCIÓN EQUIPOS INALÁMBRICOS            |                 |                |
|----------------|------|--------|---|-----------------|----------------|
|                |      |        |   | V. UNIT         | V.TOTAL        |
| <b>EQUIPOS</b> |      |        |   |                 |                |
| TI-01          | 16   | UND    | CAMARA VARIFOCAL 4MP HIKVISION INALÁMBRICAS | \$ 76,00        | \$ 1.216,00    |
| TI-02          | 4    | UND    | CAMARA TIPO DOMO HIKVISION 4MP INALÁMBRICAS | \$ 67,75        | \$ 271,00      |
| TI-03          | 5    | UND    | SWITCH POE 10 PUERTOS                       | \$ 52,00        | \$ 260,00      |
| TI-04          | 1    | UND    | SIRENA IP                                   | \$ 85,00        | \$ 85,00       |
| TI-05          | 1    | UND    | LECTORA DE HUELLAS DIGITALES                | \$ 170,00       | \$ 170,00      |
| TI-06          | 3    | UND    | ANTENA UBIQUITI NANO                        | \$ 73,00        | \$ 219,00      |
| TI-07          | 1    | UND    | TECLADO INALÁMBRICO                         | \$ 75,00        | \$ 75,00       |
| TI-08          | 4    | UND    | SENSOR DE MOVIMIENTO INALÁMBRICO            | \$ 15,00        | \$ 60,00       |
| TI-09          | 1    | UND    | DETECTOR DE IMPACTO INALÁMBRICO             | \$ 48,00        | \$ 48,00       |
| TI-10          | 1    | UND    | CENTRAL DSC 1832                            | \$ 140,00       | \$ 140,00      |
| TI-11          | 20   | PTOS   | REPETIDOR DSC                               | \$ 98,00        | \$ 1.960,00    |
| TI-12          | 8    | PTOS   | HOST DSC                                    | \$ 52,00        | \$ 416,00      |
| TI-13          | 1    | UND    | RACK DE PARED ABATIBLE 15 UR                | \$ 269,00       | \$ 269,00      |
| TI-14          | 1    | GBL    | PROGRAMACIÓN DE CENTRAL Y EQUIPOS           | \$ 300,00       | \$ 300,00      |
|                |      |        |   | <b>SUBTOTAL</b> | <b>5489,00</b> |

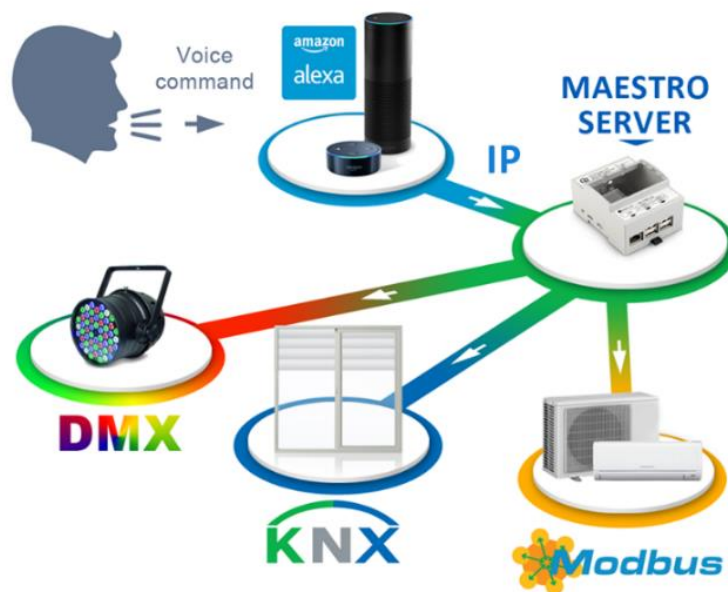
Una vez analizadas las dos propuestas, se decidió dar paso por un lado la solución tecnológicamente más actual y a su vez resulto también ser la más económica y de rápida implementación.

Como el proyecto tenía en uno de sus objetivos que el impacto económico para la empresa fuera el menor, lógicamente se tomó la mejor propuesta, en este caso la segunda.

## 2.4 INTERFAZ

Al tratarse de una solución en donde la mayoría de sus dispositivos inalámbricos trabaja con software de programación abierto el mismo que es diseñado por su fabricante y de fácil acceso, se optó por trabajar con el software de administración provisto por el fabricante, que en este caso era el iVms-4200, que es de propiedad de la marca Hikvision. A continuación se detalla algunas características del mencionado software:

- Su interfaz permite la administración y configuración de dispositivos de diferentes marcas como por ejemplo Hikvision, DSC, Tyco entre otros.
- Permite la inclusión de equipos como DVR, NVR, cámaras IP, dispositivos de control de acceso, además incluye la posibilidad del mapeo de dispositivos de almacenamiento de una manera virtual.
- Brinda la posibilidad de escalamiento muy grande en lo que respecta a dispositivos instalados y configurables en el mismo.
- Permite la gestión, supervisión y control de sistemas como los eléctricos, electrónicos, video vigilancia e intrusión.



**Figura 13. Algunos estándares administrados por iVMS-4200**

El software mencionado fue el seleccionado por brindarnos entre otras características la posibilidad de manejar un sin número de formatos de video para el sistema de monitorización de CCTV, además de su administración desde un sistema de monitoreo centralizado.

Permite el envío de alarmas de los sistemas de intrusión vía correo electrónico, así de esta manera los administradores y propietarios de la empresa estarán siempre informados de los eventos ocurridos, esta información se las haría llegar de manera inmediata.

Nos permite la accesibilidad vía web, esto para monitorización de los sistemas o para posibles cambios en las configuraciones de los dispositivos vía remota (HIKVISION, 2022).

## **2.5 ESTRUCTURA DE LA RED**

Básicamente el sistema de monitorización está compuesto por tres partes, los dispositivos (sensores y actuadores) instalados, paneles de control y configuración de equipos y el último que corresponde a la parte de administración y monitorización de los sistemas.

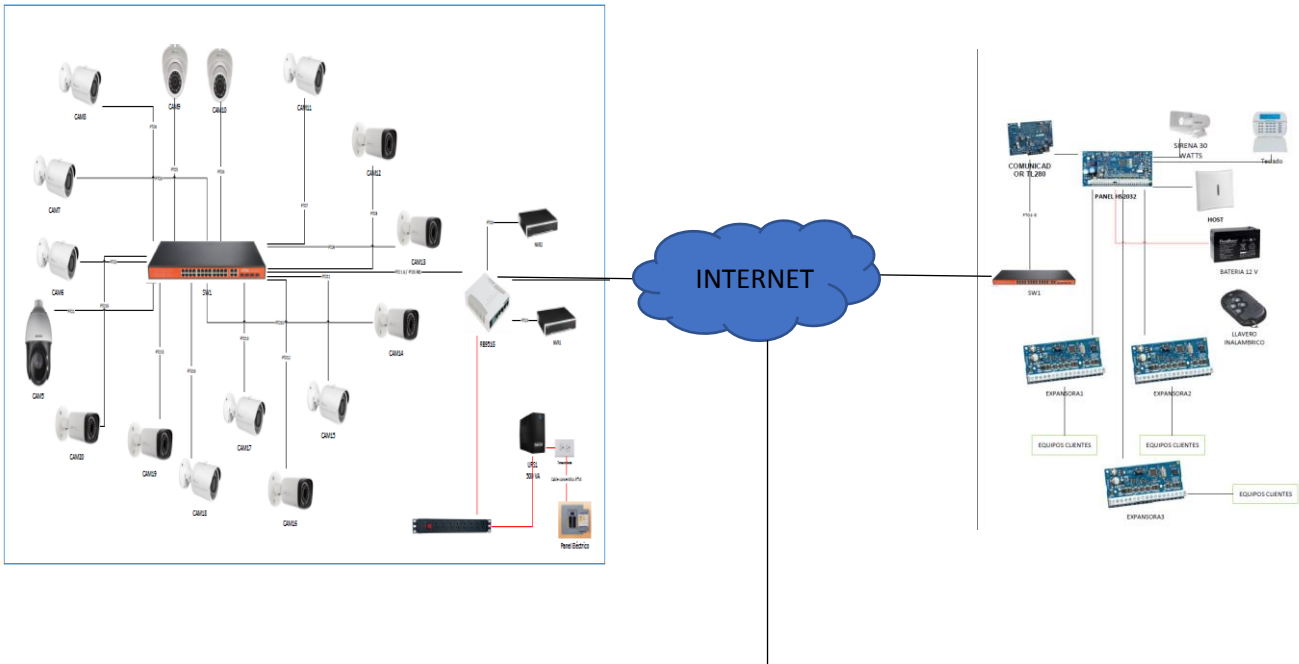
El diseño de red o solución a implementarse se lo implemento tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Protocolos de comunicación a implementarse.
- Dispositivos existentes y dispositivos nuevos para instalarse.
- Medios de administración para los diferentes sistemas.

## **2.6 DESCRIPCIÓN DE LA RED**

El esquema propuesto para la red de sensores y actuadores inalámbricos es muy sencillo, por una parte, la red estará compuesta por los dispositivos inalámbricos, por otra los dispositivos de control y por último la parte de software o administración.

Se dispondrá de un servidor con la interfaz que permita la administración de todo el sistema, además permita la configuración remota de los dispositivos.



**Figura 14. Esquema de la red, los dispositivos son escalables.**

El grabador NVR o comunicador del sistema de video vigilancia e intrusión tendrá una comunicación con el Gateway vía red Ethernet.

La comunicación e interacción de dispositivos se lo hará con el uso del protocolo 6LoWPAN a nivel de la capa red, y protocolo UDP a nivel de la capa transporte, lo que permitirá la comunicación entre un solo emisor hacia un único destinatario o dispositivo.

## 2.7 FUNCIONALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS (Sensores o Actuadores)

Como se mencionó anteriormente, todos los sensores y actuadores inmersos en el sistema tienen una programación distinta, por lo que se presenta la necesidad de ir configurando cada equipo uno por uno para su correcto funcionamiento.

La estructura de red a ser implementada es de tipo malla en ciertas partes del sistema, en otros lados se vio la necesidad de realizar un tipo estrella, ya que cada dispositivo tiene sus funciones independientes.

En ciertas partes se implementa la estructura de tipo malla porque de esta manera se hace posible la comunicación de un dispositivo con cualquier otro del sistema.

En otras partes se establece la estructura tipo árbol porque la comunicación de todos los dispositivos se la hace con la utilización de un Gateway.

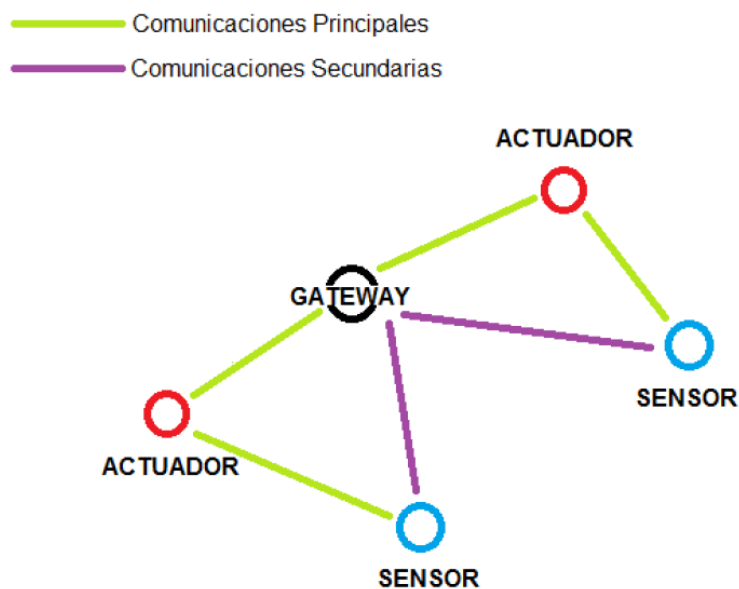


Figura 15. Estructura de la red.

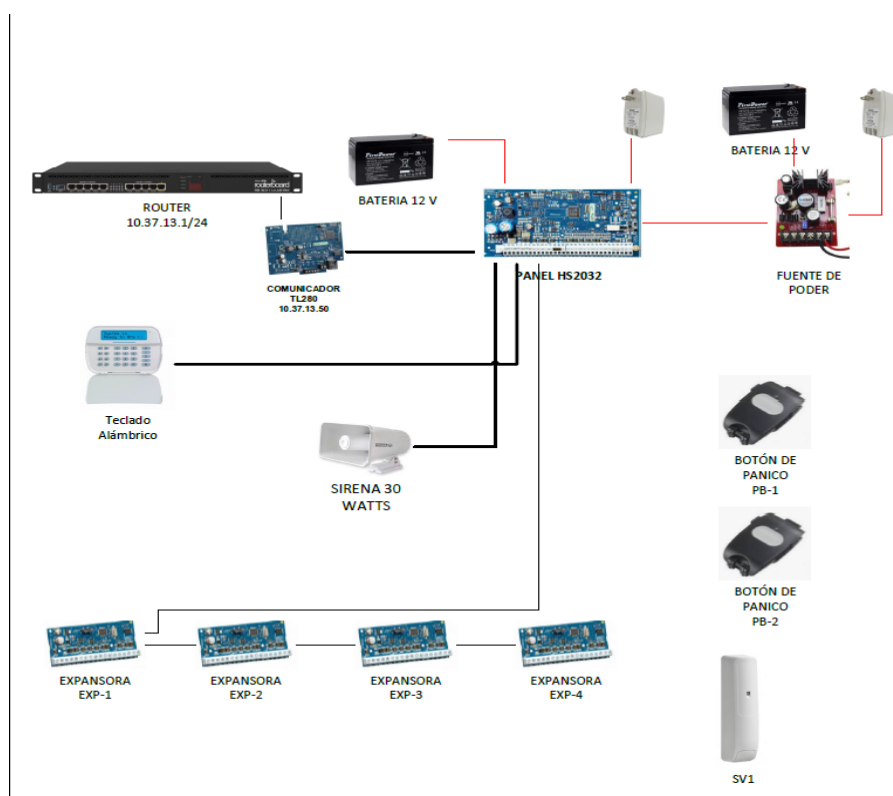
## CAPÍTULO III

### 3.1 IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

Para obtener los resultados necesarios y obtener la información requerida por el usuario se realiza la implementación del siguiente proyecto técnico, en el cual se presenta un diseño de red WSAN a implementar en un negocio que requería de la solución. Además, se presenta planos de como quedarían instalados los dispositivos en la solución presentada.

### 3.2 DISEÑO DE RED WSAN PARA EL PROYECTO TÉCNICO

Una vez establecidos los requerimientos técnicos y necesidades del usuario, se diseña los siguientes diagramas para la red WSAN en los cuales se incluyen los dispositivos (sensores y actuadores) de red inalámbricos necesarios para dar solución, los cuales son aceptados para su implementación.



**Figura 16. Diagrama de dispositivos inalámbricos de intrusión.**

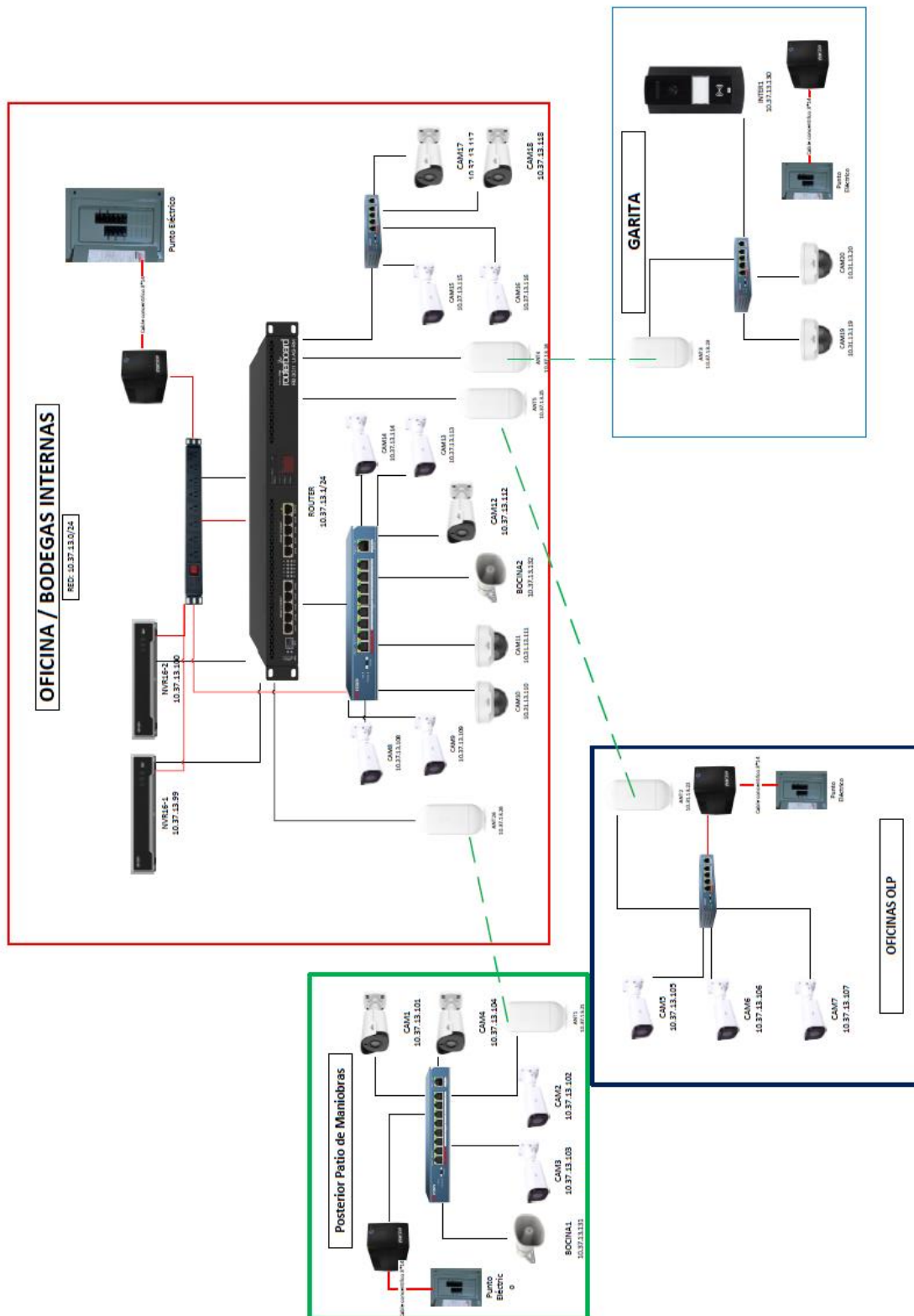


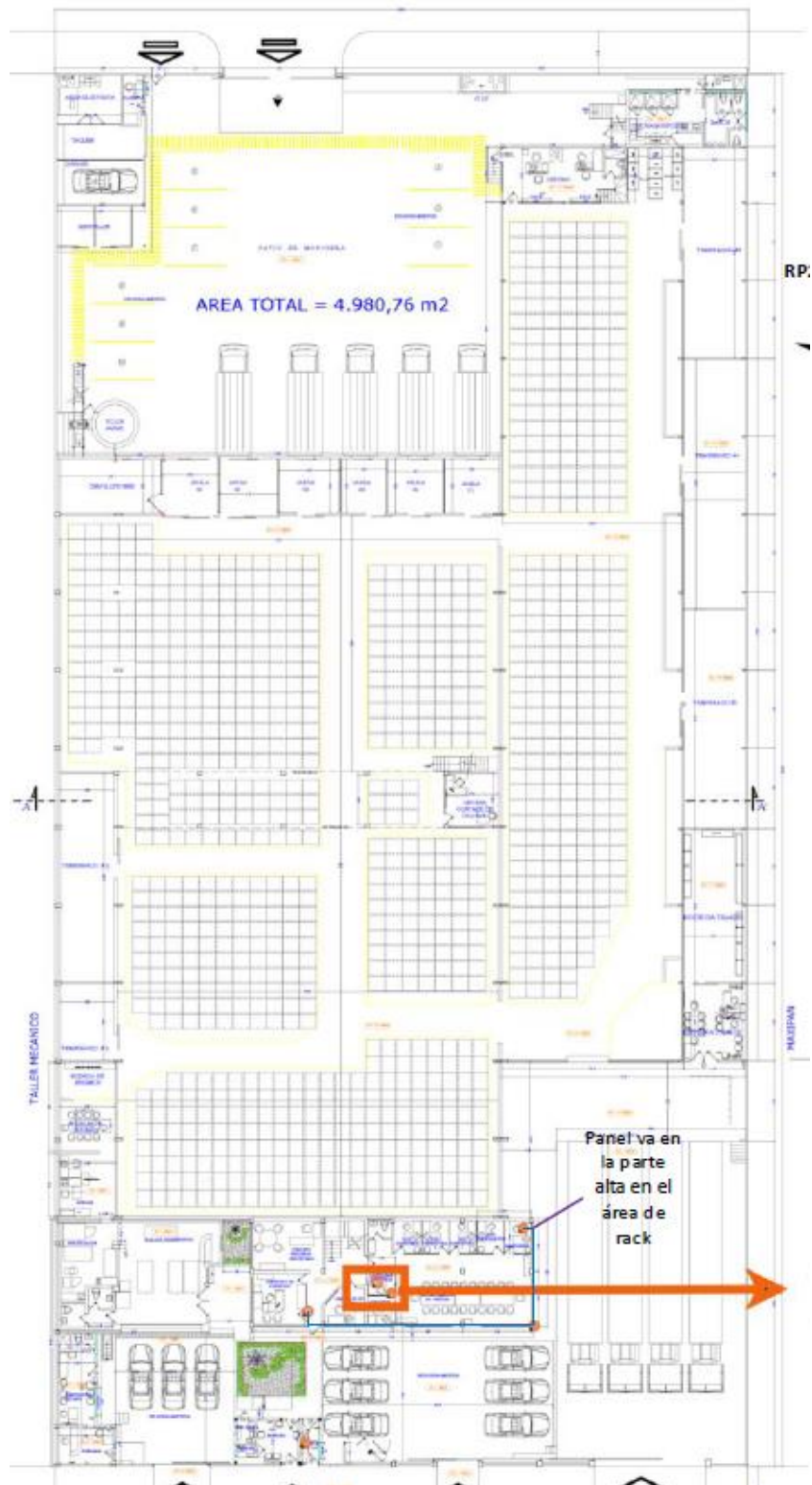
Figura 17. Diagrama de dispositivos (Sensores y Actuadores) de red.

De la misma manera se realiza los planos de implementación en el área física a ser intervenida por el sistema de monitorización de seguridad CCTV e intrusión.



Figura 18. Plano de instalación y ubicación de dispositivos de red.





**Figura 19. Plano de instalación y ubicación de dispositivos inalámbricos de intrusión.**

### 3.3 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS (SENSORES Y ACTUADORES)

Para la programación y configuración de los diferentes dispositivos (sensores o actuadores) inalámbricos, se utilizó el teclado DSC-HS2LCDRF8E3 el cual nos permitió realizar todas las configuraciones necesarias para que el sistema reconozca todos los dispositivos instalados y luego de esto puedan ser configurados de acuerdo con los requerimientos del cliente.

Se conectan todos los dispositivos y se los ubicó en modo reconocimiento, de esta manera el sistema podrá acceder a ellos.

Para esto se debe seguir los siguientes pasos en el teclado.

**Tabla 7. Pasos para la configuración de dispositivos inalámbricos**

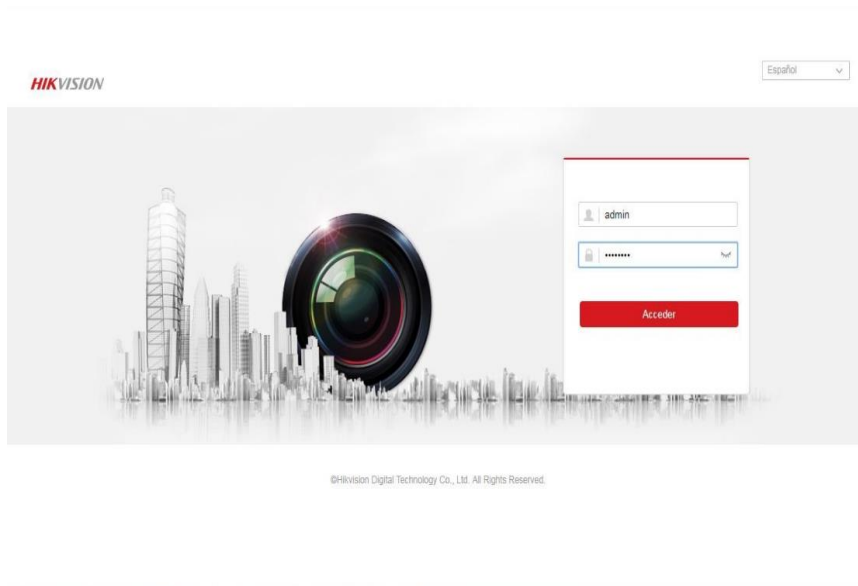
| <b>PASO</b> | <b>INSTRUCCIÓN</b>   |
|-------------|--|
| 1           | Presione 1 durante 2 segundos                                  |
| 2           | Introducir Clave 2   |
| 3           | Armado ausente:  |
| 4           | Introducir clave3  |
| 5           | Desarmar:  |
| 6           | Clave 4  |
| 7           | Cambiar código principal:                                      |
| 8           | Presione *5+Clave principal + clave adicional +#6              |
| 9           | Programar código adicional:                                    |
| 10          | Presione *5 + Clave principal + 01 al 32 + clave adicional+ #6 |
| 11          | Borrar código adicional:                                       |
| 12          | Presione *5 + Clave principal + 02 al 32 + * + #7)             |
| 13          | Exclusión de zona:   |
| 14          | Presione *1 + Zona a excluir 1... zona a excluir n... + #8     |
| 15          | Ajustar la Fecha y Hora en el Sistema:                         |
| 16          | Presione *6 + Clave principal + 1 + 00:00 +mmddaa9)            |
| 17          | Visualizar condiciones de falla:                               |
| 18          | Presione *2  |

|    |   |
|----|---|
|    | a. Indicador de Zona Tipo de Falla  |
|    | b.1 Servicio requerido.   |
|    | c.2 Indica perdida de energía CA.   |
|    | d.3 Cuando esta falla ocurre, el indicador de falla se encenderá, pero el zumbador del teclado no sonará.   |
|    | e.4 Falla en la Línea Telefónica.   |
|    | f.5 El control ha fallado en comunicarse con la estación central.   |
|    | g.6 Falla de zona. Presione [5] y el indicador de zona correspondiente  |
|    | h.7 La zona con falla se encenderá.   |
|    | i.8 Sabotaje de Zona. Presione [6] y el indicador (es) de zona correspondiente.   |
|    | j. 9 Las zonas saboteadas se encenderá.   |
|    | k.10 Batería baja de zona.  |
| 19 | Teclado suena:  |
| 20 | Presione [7] -1 - Zonas con baterías baja (Teclado LED -indicadores de zona 1 a 8 Presione [7] de nuevo – 2 - Teclados manuales con baterías baja (Teclado LED - indicadores de zona 1 a 4) |
| 21 | Presione [7] de nuevo - 3 - Llaves inalámbricas con baterías baja (Teclado LED - indicadores de zona 1 a 8).  |
| 22 | Para ver las condiciones de batería baja de las teclas inalámbricas 9 a 16, usted debe de estar en un teclado LCD.  |
| 23 | Pérdida de Tiempo en el Reloj del Sistema. Para ajustar la hora del sistema, siga las instrucciones en “Ajustar Fecha y Hora en el Sistema.   |

Fuente: (DSC, 2009).

### 3.4 CONFIGURACIÓN DE CAMARAS IP (ACTUADORES)

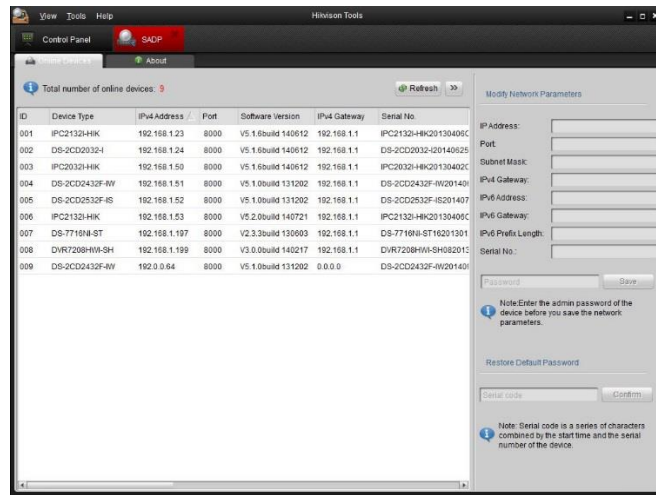
Para ingresar a la configuración de las cámaras en el buscador web, se introduce la dirección IP del dispositivo, se desplegará una página en la cual se procede a introducir las credenciales de acceso y de esta manera poder acceder a la configuración del dispositivo, en esta debemos escribir el usuario que para el caso será la palabra **admin** y en el espacio de contraseña se establecerá una que conlleve mínimo el uso de 8 caracteres, el acceso se lo debe realizar mediante la red Wifi configurada o en la que están conectando los dispositivos.



**Figura 20. Ingreso de usuario y administrador.**

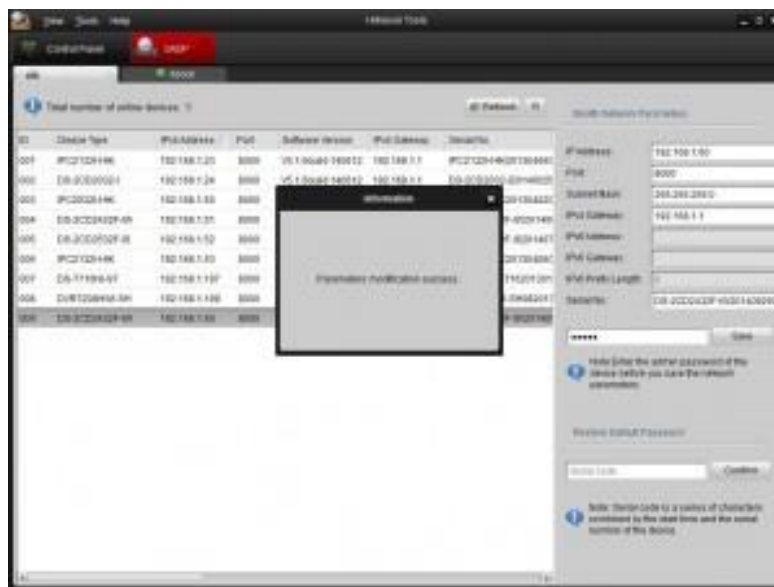
La dirección de red que viene por defecto en los dispositivos de esta marca es 192.0.0.64, por lo que se debe tener en cuenta que, para poder acceder a la configuración desde cualquier equipo, esta debe estar en el mismo segmento de red que el dispositivo, de esta manera se podrán realizar los ajustes necesarios.

Para encontrar todos los dispositivos de la misma marca instalados en la red es necesario implementar la herramienta de búsqueda que viene por defecto por la marca Hikvision, en este caso dicha herramienta es el software de búsqueda SADP (Protocolo de búsqueda de equipos activos), esta herramienta nos permitirá realizar cambios en las características de red y configuración de los equipos de esta marca.



**Figura 21. Búsqueda de cámaras en la red-SADP.**

Desde esta herramienta se cambia la dirección IP de un dispositivo, en un inicio se pondrá la IP que viene preestablecida y la clave que viene por defecto, en este caso 12345. Se realiza las configuraciones necesarias y luego se presiona en Guardar.



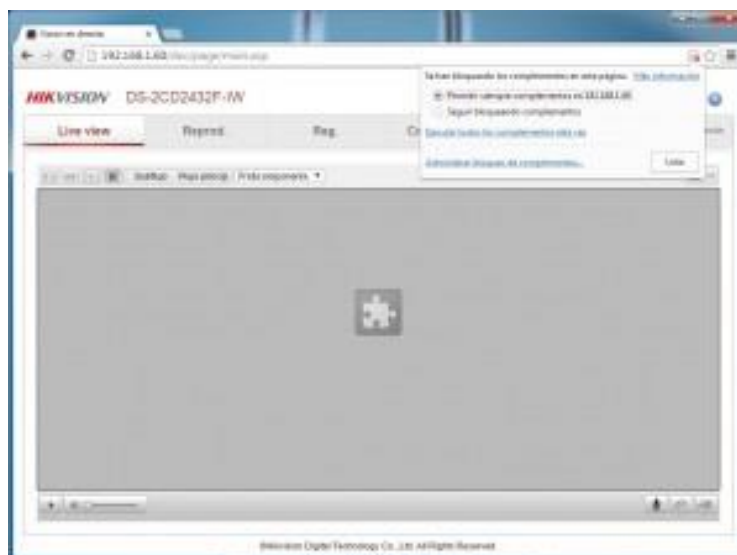
**Figura 22. Cambio de direcciones de red.**

Realizados los cambios necesarios para que el dispositivo funcione correctamente en la red diseñada, se podrá acceder al dispositivo desde un navegador web con la nueva dirección IP establecida.



**Figura 23. Ingreso al dispositivo mediante la Web.**

El momento que se instala o se accede a cualquier dispositivo por primera vez, se solicitará la instalación de un complemento ActiveX, el mismo debe ser descargado y ejecutado en la máquina de configuración para poder acceder al mismo.



**Figura 24. Instalando complemento ActiveX.**

Una vez que se ejecuta el complemento ActiveX la cámara podrá emitir el video y presentar la visual del sitio en el que fue instalado y así poder iniciar con la monitorización.

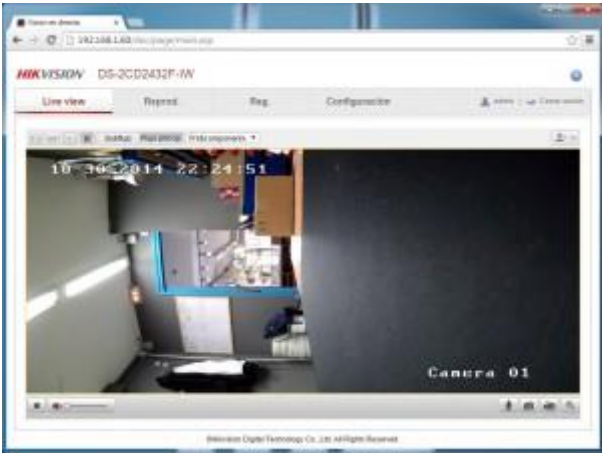


Figura 25. Visual de Cámaras.

Cuando se accede a cualquier equipo vía web, se puede realizar las demás configuraciones para que el equipo quede funcionando según las necesidades del cliente o usuario.

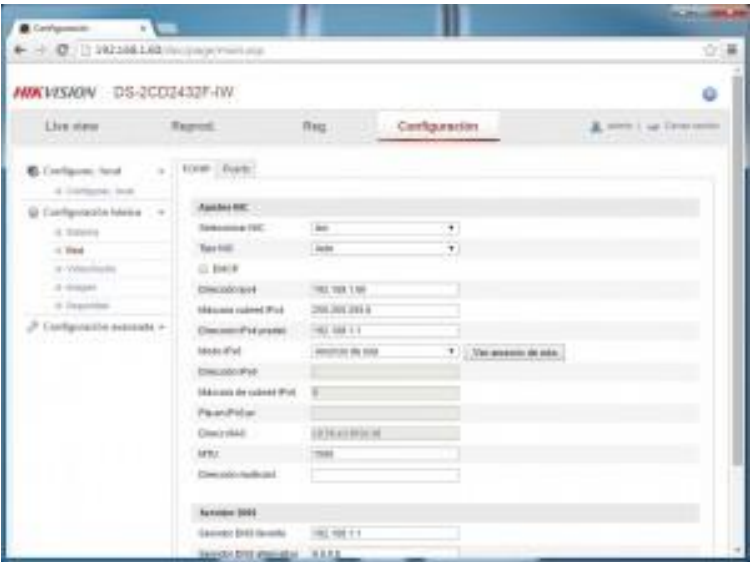


Figura 26. Configuración de parámetros de red.

### 3.5 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS DE RED

#### Configuración tipo Punto a Punto de antenas Ubiquiti

La configuración de antenas se debe realizar como enlace punto a punto para enlazar los diferentes segmentos de red del proyecto propuesto, ya que por distancia los enlaces cableados sobrepasan las distancias permitidas.

#### 1. Configuración inicial del adaptador de red.

Tabla 8. Parámetros iniciales para las antenas.

| PARÁMETROS        |   |
|-------------------|---|
| DIRECCIÓN IP      | 192.168.0.XXX   |
| MÁSCARA DE SUBRED | 255.255.255.XXX   |
| PUERTA DE ENLACE  | Al inicio se debe poner la predeterminada y luego la misma dirección se debe colocar en las antenas |
| DNS               | Aquí se debe usar la dirección del operador de internet   |

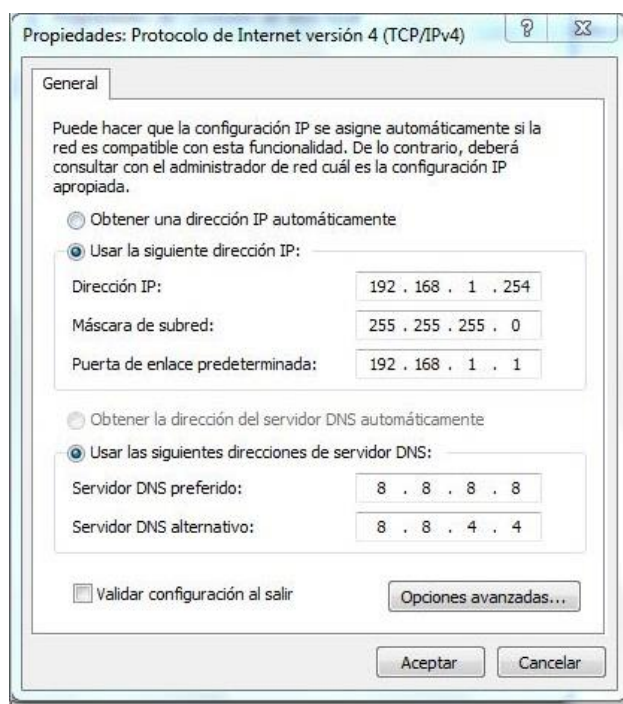
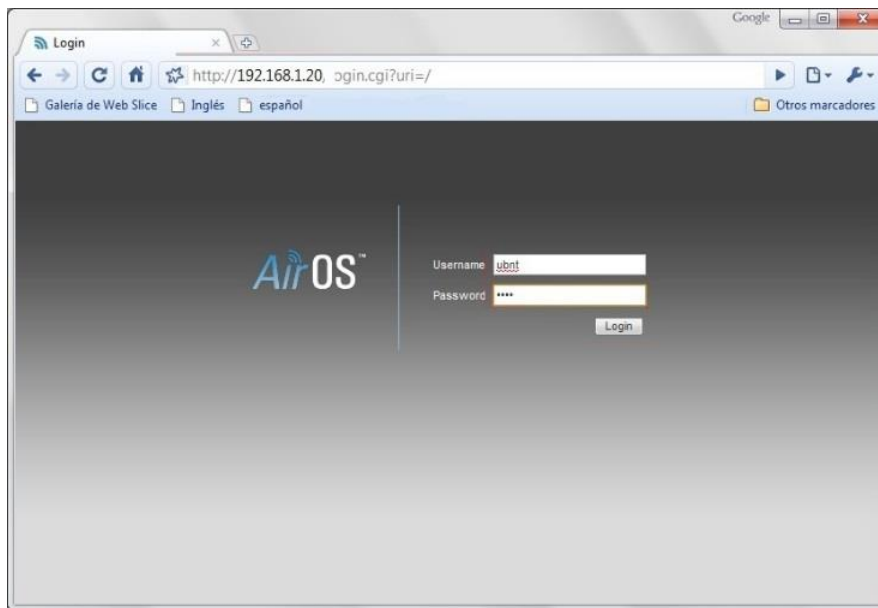


Figura 27. Ejemplo de configuración de parámetros de red en las antenas.



## 2. Inicio de Sesión.

Para el acceso de configuración de las antenas se hace el uso de un navegador web en el cual se debe poner la siguiente dirección IP 192.168.1.20, al realizar esto se presentará una pantalla en la que se solicitara las credenciales necesarias como la de Usuario que para el caso es “ubtn” y en el casillero de clave también será la misma palabra “ubtn”, con esto ya se accede a la parte de configuración de la antena.

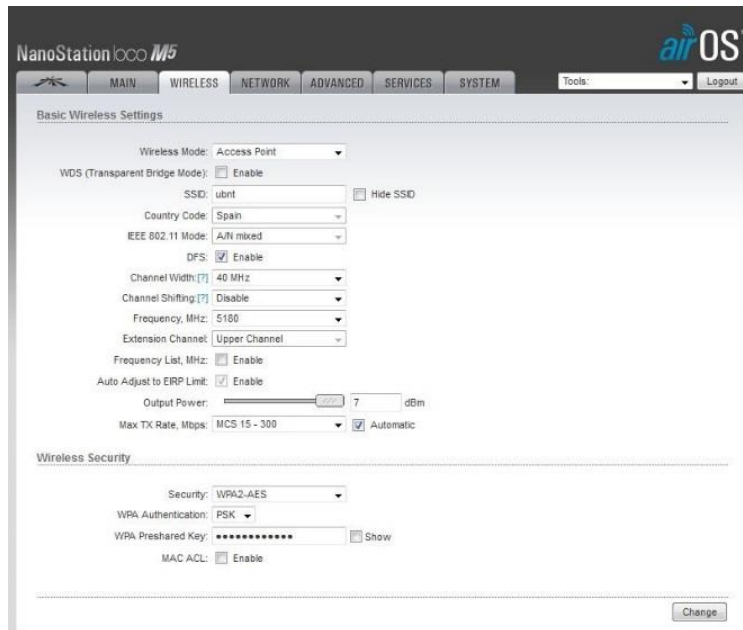


**Figura 28. Ingreso de credenciales para la configuración de antena.**

## 3. Configuración de Wireless de las antenas.

Una vez ingresada a la pestaña de configuración de la antena, se debe realizar los siguientes cambios:

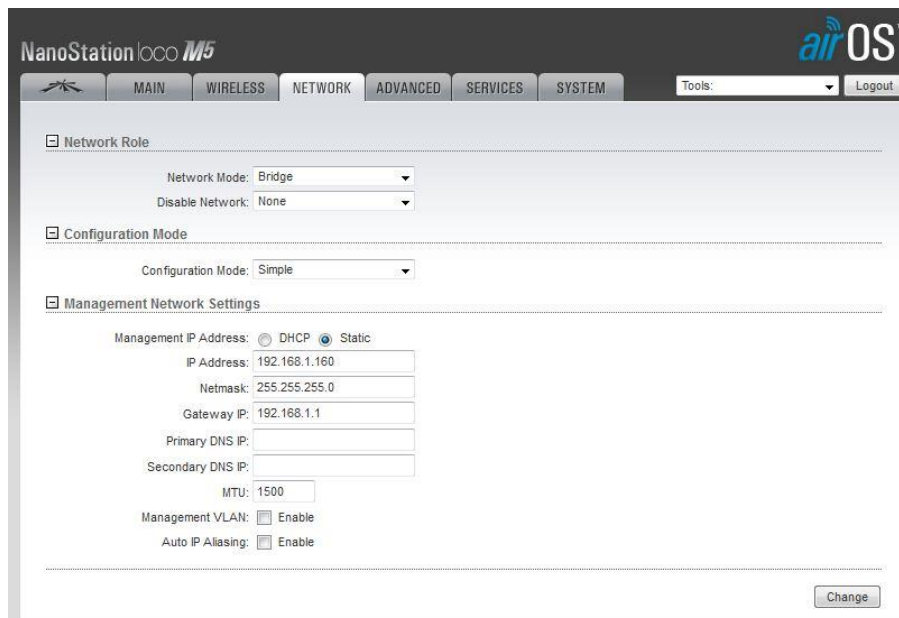
En la clave de seguridad WPA se debe colocar una que contenga caracteres alfanuméricos y como máximo de una longitud de 12 caracteres, de complejidad alta, la misma que debe ser guardada en un archivo de claves que luego se entregara a los administradores del sistema para que luego ellos puedan acceder a las misma y poder realizar los cambios que ellos crean necesarios en los diferentes dispositivos de red, realizados estos cambios se procede a dar clic en Aplicar.



**Figura 29. Seguridades para acceso a la red de la antena.**

#### 4. Configuración de parámetros de red

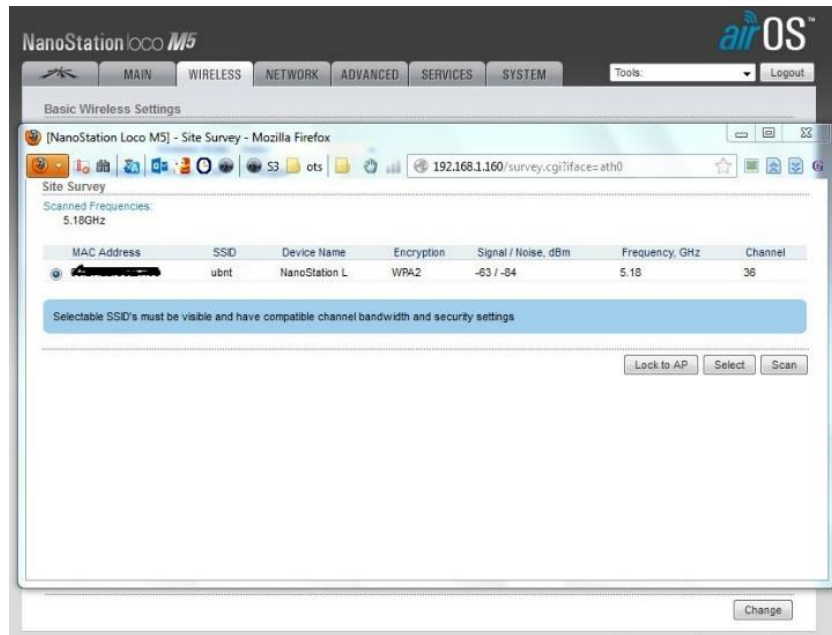
Aquí se configura la dirección IP con la que trabajaran las antenas dentro de la red, en la parte del Gateway se debe colocar la misma dirección del adaptador de red, realizados los cambios se debe guardarlos para que los equipos queden con las nuevas configuraciones.



**Figura 30. Cambio de direcciones de red para las antenas.**

Una vez configurados los nuevos parámetros de red, la antena se debe conectar al router principal de la red, para que de esta manera la otra antena pueda direccionarse de una manera correcta con los mismos parámetros de enrutamiento.

En la pestaña SSD se debe configura los siguientes parámetros.



**Figura 31. Ventana de antenas ya configuradas.**

En la ventana anterior se selecciona la dirección Mac de la primera antena y como se menciona la anterior debe permanecer conectada al router para establecer una comunicación adecuada entre las mismas y el enlace quede con las mejores características de señal, realizados estos cambios se debe guardar los mismos (UBIQUITI INC, 2021).

## CAPÍTULO IV

### PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA

#### 4.1 PRUEBAS

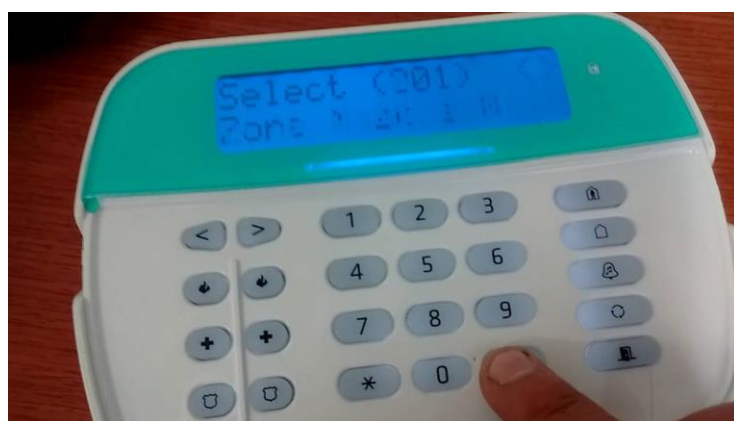
En el presente capítulo se detalla las distintas pruebas que se realizaron a los dispositivos instalados en el sistema de monitorización, además se recoge el resultado de dichas pruebas para ver si los mismos son los que se buscaban o se acercan a lo planificado.

#### Prueba de dispositivos inalámbricos.

Una vez instalados todos los dispositivos inalámbricos se procede con la verificación de que el sistema haya reconocido todos los dispositivos inalámbricos, para lo cual pulsamos en el teclado el siguiente código:

Presione \*5 + Clave principal + 17 + verificar Zonas + #5

Aquí se indicará en la pantalla del teclado todas las zonas activas y reconocidas con su número de parte y de zona asignadas.



**Figura 32. Teclado con zonas activas.**

Luego de esto se realiza la prueba de sensores, en la cual se verifica que los mismos estén enviando la señal correspondiente para que el sistema actúe.



**Figura 33. Sensor dando alarma de intrusión.**

Para verificar que los dispositivos están actuando correctamente, en la parte interna disponen de un led intermitente el cual se pone en color rojo para dar la señal que ha detectado algún evento y esta señal será enviada al sistema como una alerta o acción a ejecutarse.

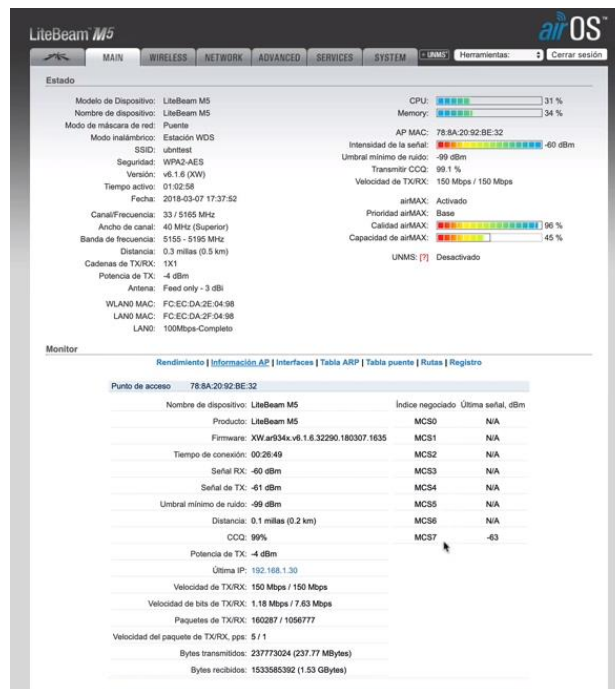
**Prueba de conexión en enlaces.**



**Figura 34. Instalación de antenas.**

Instaladas las antenas de enlace se procede con la realización de las pruebas para ver la calidad de enlace, velocidad y transmisión de datos por el mismo, para lo cual se ingresa a las antenas

y se verifica los datos correspondientes. Realizadas las pruebas los enlaces están con una calidad excelente, esto lo podemos determinar por lo que dicha calidad esta en un 96%.



**Figura 35. Prueba de calidad de señal de antenas.**

Para verificar la calidad y pérdida de transmisión de datos en los enlaces se realiza la siguiente prueba.

Se transmite una cantidad de datos por la antena que se le designa como transmisora y se verifica que la receptora reciba el 100% de paquetes enviados, para esto, en el software de las antenas se debe ingresar la cantidad de megas a transmitir, ejemplo 300Mbps, y se verifica que la recepción sea completa.

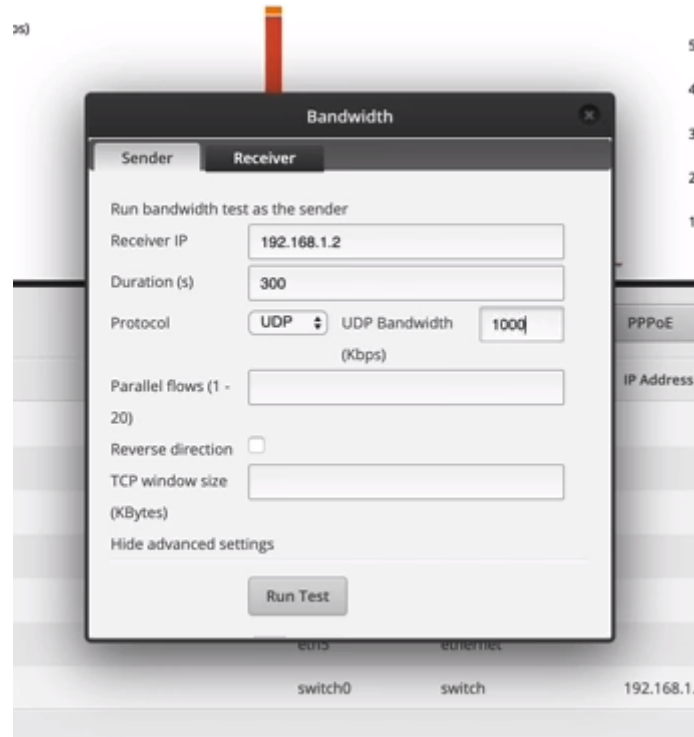


Figura 36. Ingreso de datos para prueba de velocidad en antenas.

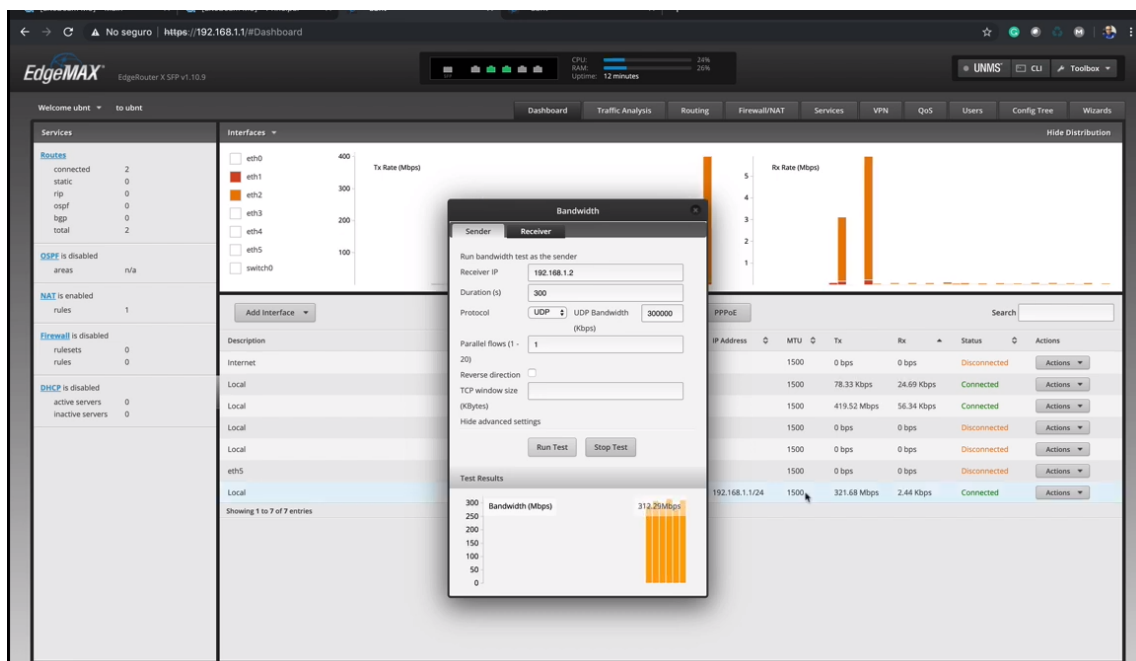
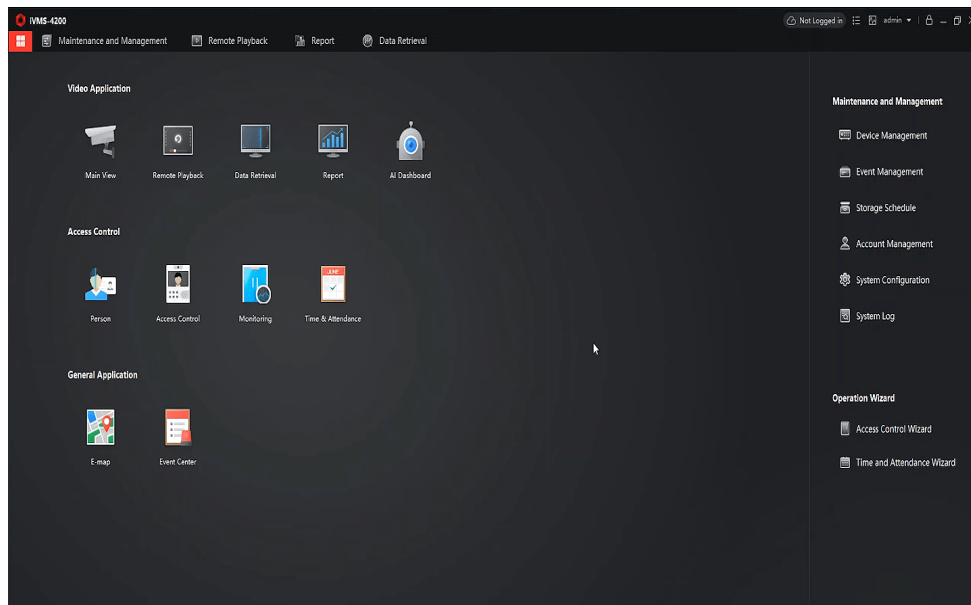


Figura 37. Prueba de velocidad de transmisión en antenas.

## Prueba de dispositivos de red CCTV.

Para verificar que todos los dispositivos CCTV cámaras, nvr, router, están en red en perfecto funcionamiento, se realiza la prueba de visibilidad de cámaras en un monitor, mediante el software de administración, iVMS-4200 existente en el mercado, de adquisición libre, el cual permite administrar y visualizar los dispositivos que están activos, es decir, instalados y bien configurados en la red.



**Figura 38. Ventana de acceso a software de administración iVMS-4200.**

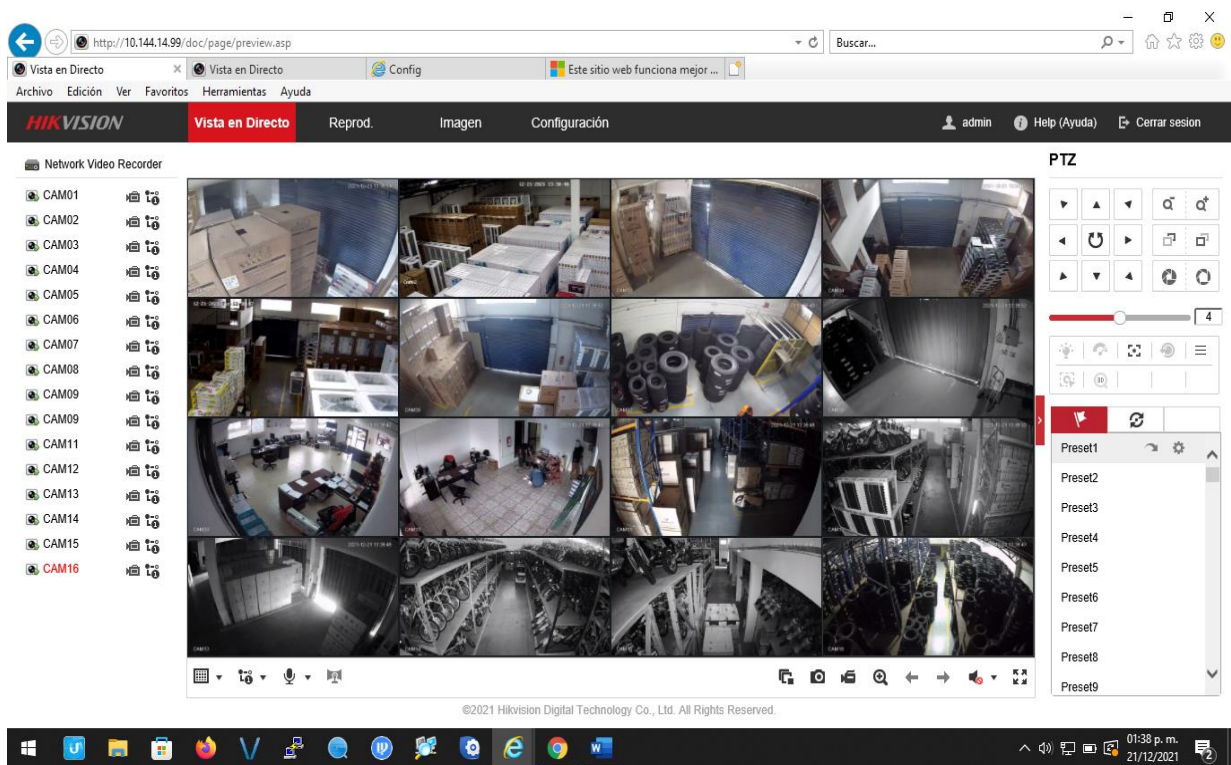
Una vez ingresada todas las credenciales de acceso, el software de administración permite visibilizar todos los equipos activos, además que en el rack de comunicaciones en el switch también se puede visibilizar cuantos equipos están activos, ya que hacen link y parpadea un led indicativo de color verde.





**Figura 39. Rack de conexión dispositivos de red.**

Se presenta todas las visuales de las cámaras al usuario, para verificar la ubicación de todos los dispositivos y su área de cobertura.



**Figura 40. Visual de dispositivos de monitorización funcionando.**

Se finaliza las pruebas de la red WSAN, tanto de la parte de sensores y actuadores inalámbricos, como de dispositivos de red y se le presenta al usuario, quedando de acuerdo el funcionamiento de la parte del sistema de intrusión y el sistema de monitorización.

## 4.2 RESULTADOS

### Resultado de enlaces inalámbricos.

A continuación, se detalla que la conexión de las antenas es satisfactoria, ya que, el enlace tiene un 96% en la calidad airMAX con lo cual todos los dispositivos unidos a este enlace pueden comunicarse sin problema.

La calidad AirMax Quality (AMQ) nos permite ver la cantidad de reintentos en la transmisión de paquetes que realiza la red, la misma debe estar por encima del 80%, además este porcentaje nos indica que la ubicación de las antenas es la más correcta.

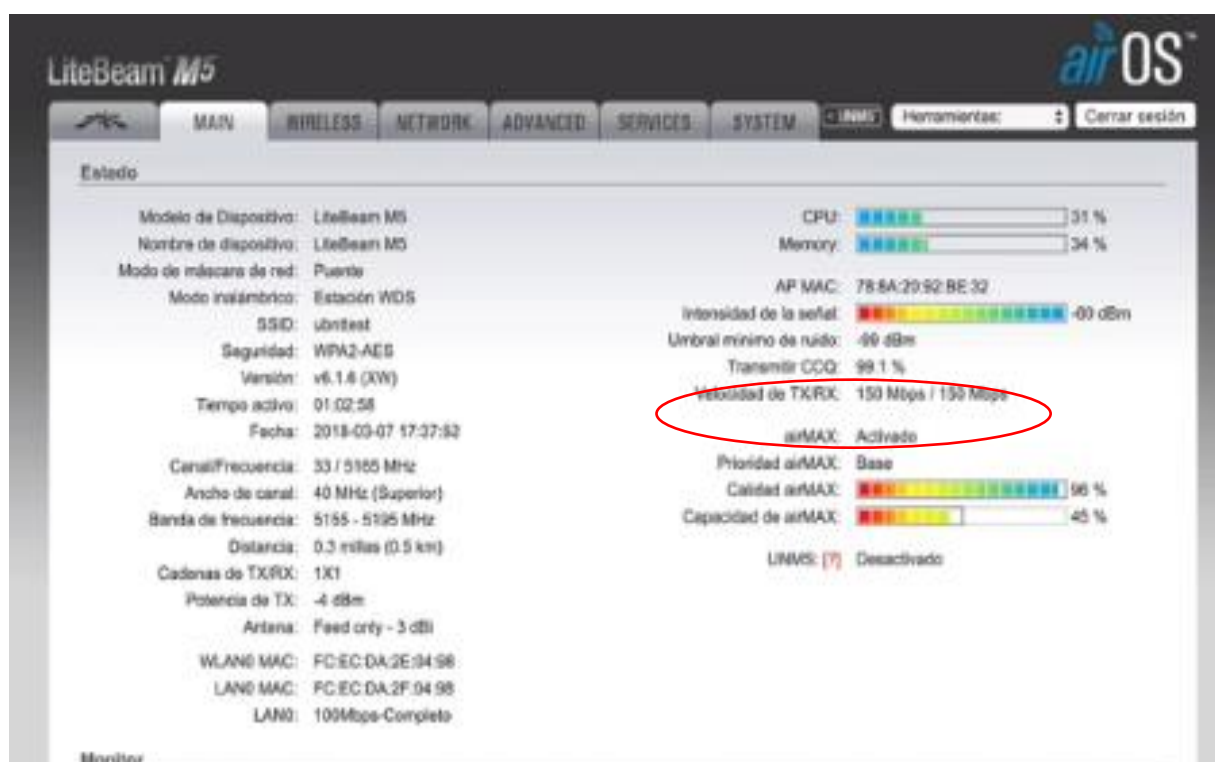
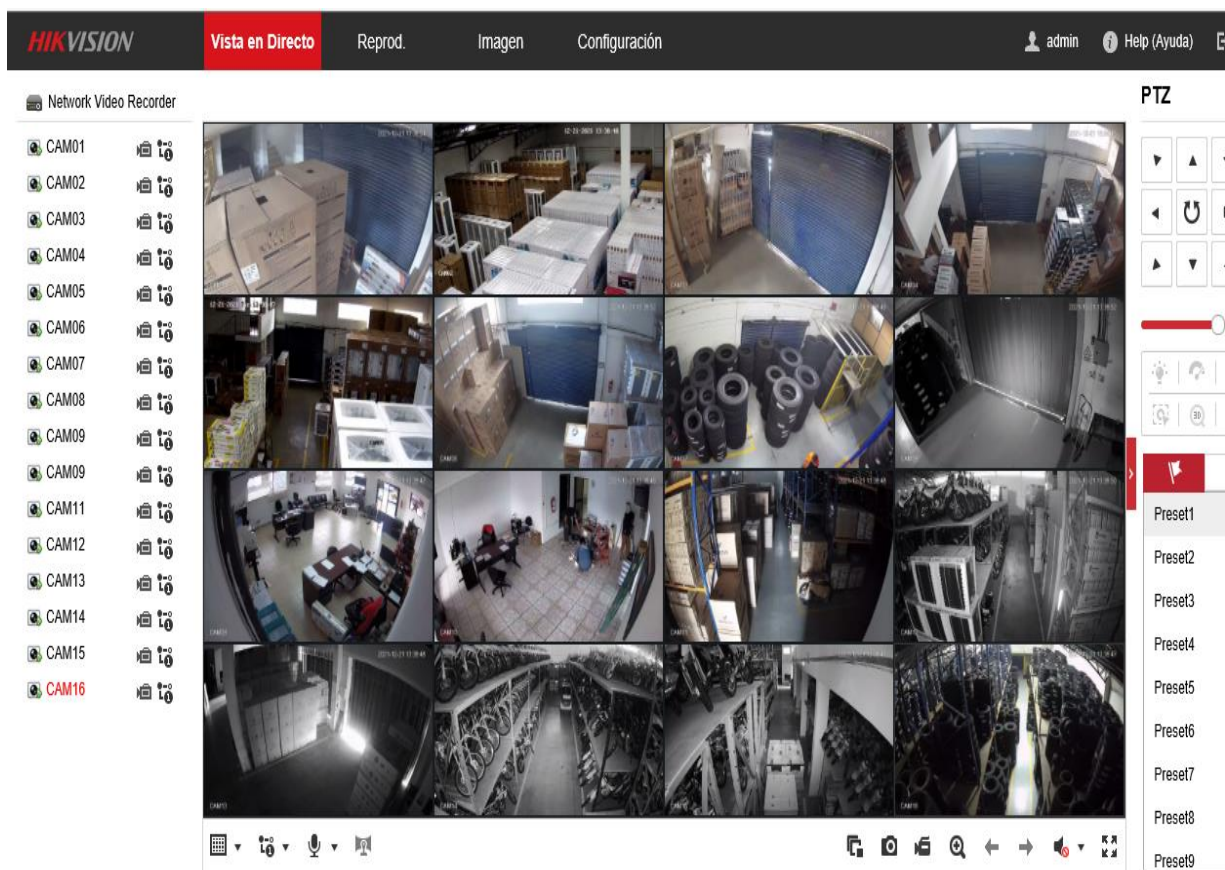


Figura 41. Resultado de conexión de antenas.

## Resultado del sistema de CCTV

Para ver los resultados del sistema de CCTV, se ingresa al sistema **iVMS-4200** de hikvision desde un computador, se ingresa las credenciales y se observa que todas las cámaras instaladas están operativas y cubren las áreas destinadas y propuestas en el inicio del proyecto, obteniendo imágenes claras y concisas de las diferentes áreas instaladas, además se verifica que los videos esten guardados en el grabador o servidor de video, accediendo a ellas desde cualquier dispositivos del cliente.



**Figura 42. Resultado de conexión de sistema de CCTV.**

### 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para evidenciar el alcance de los resultados obtenidos de la implementación del proyecto en la empresa, se realiza un cuadro comparativo de ciertas características, entre la solución que tenían instalada y el nuevo sistema que se instaló.

**Tabla 9. Tabla comparativa entre sistemas existentes e instalados.**

| <b>SISTEMA</b> | <b>INTRUSION</b>  | <b>CCTV</b>   |
|----------------|---|---|
| <b>ANTES</b>   | <i>Sistema totalmente cableado cat 3</i>  | <i>Sistema existente con cableado cat 5E</i>  |
| <b>HOY</b>     | <i>Sistema hibrido cableado cat 6 - inalámbrico</i>   | <i>Sistema hibrido cableado cat 6 - inalámbrico</i>   |
| <b>ANTES</b>   | <i>Dispositivos obsoletos</i>   | <i>Dispositivos obsoletos</i>   |
| <b>HOY</b>     | <i>Dispositivos actualizados e inalámbricos</i>   | <i>Dispositivos actualizados e inalámbricos</i>   |
| <b>ANTES</b>   | <i>Se necesitaba movilizar personal técnico para realizar cambios o actualizaciones en la configuración de equipos o dispositivos.</i>  | <i>Se necesitaba movilizar personal técnico para realizar cambios o actualizaciones en la configuración de equipos o dispositivos.</i>  |
| <b>HOY</b>     | <i>Los cambios de configuración en los equipos se los realizará de manera remota.</i>   | <i>Los cambios de configuración en los equipos se los realizará de manera remota.</i>   |
| <b>ANTES</b>   | <i>Entrega de alarmas tardías a los eventos sucedidos</i>   | <i>Entrega tardía de videos solicitados, sobre eventos sucedidos</i>  |
| <b>HOY</b>     | <i>La entrega de alarmas y eventos es inmediata</i>   | <i>La entrega de videos es inmediata y en vivo</i>  |
| <b>ANTES</b>   | <i>Gasto de recurso económico para movilización de personal técnico a las distintas dependencias de la empresa para realizar cambios en la configuración de equipo o revisión de fallas en los mismos</i> | <i>Gasto de recurso económico para movilización de personal técnico a las distintas dependencias de la empresa para realizar cambios en la configuración de equipo o revisión de fallas en los mismos</i> |
| <b>HOY</b>     | <i>Ahorro en un 80% del recurso económico en movilización de personal técnico, ya que cuando el daño o configuración se sensores o paneles son graves, dicha movilización es necesaria</i>                | <i>Ahorro en un 80% del recurso económico en movilización de personal técnico, ya que cuando el daño o configuración de cámaras o equipos son graves, dicha movilización es necesaria</i>                 |

|              |  |  |
|--------------|--|--|
| <b>ANTES</b> | <i>El control de las dependencias era localmente, y el dueño o administrador tenía que solicitar información de las alarmas a cada dependencia.</i>                          | <i>La monitorización de las dependencias era localmente, y el dueño o administrador tenía que solicitar información de los eventos a cada dependencia.</i>   |
| <b>HOY</b>   | <i>Desde su propia matriz u oficina los administradores o dueños pueden acceder a la información de cualesquiera de sus dependencias, con esto ahorrando tiempo y dinero</i> | <i>Desde su propia matriz u oficina los administradores o dueños pueden acceder a los videos e incluso pueden ver los videos en directo tanto de su personal como de sus productos, con esto ahorrando tiempo y dinero</i> |

**Fuente: Datos obtenidos de la implementación del proyecto.**

#### **4.4 NUEVAS NORMAS DE SEGURIDAD**

##### **ANTES:**

- El control del ingreso, del personal y de clientes a la empresa se la hacía manualmente en la garita de los guardias.
- El personal o cliente tenía que esperar que un guardia esté presente en garita para realizar su ingreso.
- El acceso a áreas críticas o dependencias de administradores no era restringido, cualquier persona podía ingresar a cualquier oficina.
- Si existía un problema en el sistema de monitorización o intrusión, los técnicos tenían que acercarse a solucionar los problemas.
- Como no se tenía una visual clara por parte de las cámaras antigua, no se podía determinar las personas que cometían alguna falta en el manejo de la mercadería.

##### **HOY:**

- El control de personal y clientes ahora queda a cargo del personal de IT ya que con la solución implementada se lo hace de una manera más rápida y eficiente, por tratarse de un sistema de acceso electrónico, el cual se encargará de dar los permisos o

autorizaciones para el ingreso a la empresa, con esto no es necesario la presencia de personal de seguridad.

- De igual manera se establece áreas con restricción a los cuales solo personal con autorización lo podría realizar, con esto se mejora la seguridad en oficinas administrativas y cuartos de control y servidores.
- El acceso a los sistemas de monitorización sea estos de video vigilancia o intrusión ahora se los hace remotamente y solo por personal autorizado.
- Con los archivos de videos ahora si ya más nítidos, se puede establecer responsabilidades en el manejo de mercaderías o productos.
- El manejo de archivos de video vigilancia ya no queda a cargo del personal de seguridad, estos quedan ahora a cargo del departamento de IT (se toma esta decisión por motivos que a veces el personal de seguridad no sabía manejar bien los equipos), si hubiese alguna anomalía o evento este departamento comunicara al departamento de seguridad para que tome las resoluciones correspondientes.

## CONCLUSIONES

La implementación de este proyecto en La Fabril es de ayuda significativa ya que los administradores, dueños y empleados podrán tener el control de su mercadería, empleados y desenvolvimiento de las actividades en la misma, además accederán a conceptos de nuevas tecnologías, las mismas que podrán ser implementadas más adelante.

Se logró diseñar una red de monitorización adecuada a las necesidades de la empresa, realizando un estudio de nuevas tecnologías e implementándolas en el sistema.

Con el sistema implementado se define el personal calificado para manejar dicha solución, en este caso personal de IT existente, además se redefine actividades para personal de seguridad.

El uso de dispositivos inalámbricos, ayuda a economizar en temas de obra civil (instalación de nuevas tuberías, resanado de paredes), recurso humano (menos personal para realizar las instalaciones), recurso tiempo (15 días), ya que no se necesita del cableado, no se interrumpió las actividades de la empresa, con esto el impacto económico para la empresa fue el menor posible.

El software utilizado hace que el acceso con dispositivos móviles en estas soluciones hace posible la administración de la solución desde cualquier lugar en donde se encuentre el usuario.

Ciertas normas de acceso y seguridad son definidas para el personal y clientes de la empresa, como, por ejemplo, no todos pueden acceder a áreas críticas o de manejo exclusivo para personal con autorización.

En temas de seguridad, el manejo de los productos y mercadería se llevará de una manera más eficiente y segura para evitar posibles pérdidas o sustracción de estas.



Con la implementación de este sistema se logra un ahorro en movilización de personal técnico hacia las dependencias ya que como los accesos a la información son remotos ya no hay la necesidad de movilizar personal técnico para la obtención de resultados.

Al realizar un estudio de costos tanto en equipos como en implementación del sistema, se logra que el impacto económico sea el menor para la empresa.

El usuario ahora recibe las alarmas de intrusión y videos de seguridad de manera inmediata en su dispositivo móvil, también puede acceder a esta información ingresando al servidor de la solución con solo introducir sus credenciales, ya que esto antes conllevaba mucho tiempo y operaciones como el solicitar al departamento de sistemas que le haga llegar esta información.

El Internet de las cosas ayudó en este proyecto, ya que todos los dispositivos instalados sean estos sensores o actuadores pueden ser configurados de manera remota, con solo acceder al servidor del sistema desde cualquier parte de la nube.



## **RECOMENDACIONES**

Como recomendación para las empresas es que toda empresa debe buscar la implementación de nuevas tecnologías y así poder llevar al desarrollo y tecnificación de estas, claro seta desarrollando un organigrama empresarial el mismo que le servirá para definir actividades y obligaciones a cada departamento.

A pesar de haber realizado este proyecto con equipos de marca DSC e HIKVISION por las facilidades y capacidades técnicas de los dispositivos, estas redes pueden diseñarse con cualquier marca de dispositivos, claro está que manejen los protocolos de comunicación indicados.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Albaladejo, X. (2016). *Proyectos agiles.org*. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- DSC. (2009). *Manual de instalación*. Obtenido de <https://cms.dsc.com/download2.php?t=1&id=16456>
- DSC. (2013). *DSC*. Obtenido de <https://cms.dsc.com/download.php?t=1&id=17275>
- Esquivel, Y. (2007). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/tecnologias-inalambricas/>
- HIKVISION. (2022). Obtenido de <https://www.hikvision.com/en/products/IP-Products/Network-Cameras/Pro-Series-EasyIP-/?category=Network+Products&subCategory=Network+Cameras&series=Pro+Series+%28All%29&checkedSubSeries=EasyIP+1.0+Plus%3BEasyIP+2.0+Plus%3BEasyIP+3.0%3BEasyIP+4.0+with+AcuSe>
- HIKVISION. (2022). *Easier configuration at your fingertips IVMS4200*. Obtenido de <https://www.hikvision.com/en/support/download/software/ivms4200-series/>
- Jiménez, M., Vera, J. A., & Losilla, F. (2010). *ResearchGate*. Obtenido de Redes de sensores y actuadores (WSAN) en domótica: [https://www.researchgate.net/publication/36720680\\_Red\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores\\_WSAN\\_en\\_domotica](https://www.researchgate.net/publication/36720680_Red_de_sensores_y_actuadores_WSAN_en_domotica)
- Martínez, D., Blanes, F., Simo, J., & Crespo, A. (2008). Redes de Sensores y Actuadores Inalámbricas: Una caracterización y caso de estudio para aplicaciones médicas y espacios cerrados. *Redes de Sensores y Actuadores Inalámbricas*, 1-2.
- Mfbarcell. (2006). Introducción a las redes de sensores inalámbricas. *Wireless Sensor Network*.
- Montaña, R. (2021). Redes inalámbricas y movilidad. *Redes inalámbricas y movilidad*, 4-10.
- Pérez, L., & Osóres, M. (2021). *ComputerWeekly.es*. Obtenido de <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-inalambrica-de-sensores-y-actuadores-o-WSAN>
- Ray, B. (2019). *Examining 5 IEEE Protocols - ZigBee, WiFi, Bluetooth, BLE, and WiMax*. Obtenido de <https://www.iotforall.com/ieee-protocols-zigbee-wifi-bluetooth-ble-wimax>
- UBIQUITI INC. (2021). Obtenido de <https://ubiquiti.cjp.mx/como-configurar-enlace-punto-a-punto>
- Ubiquiti Inc. (2022). *Guía de inicio rápido de LBE-M5-23*. Obtenido de [https://dl.ubnt.com/qsg/LBE-M5-23/LBE-M5-23\\_ES.html](https://dl.ubnt.com/qsg/LBE-M5-23/LBE-M5-23_ES.html)