



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**

UNAN - MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TÍTULO

Diseño de sistema preventivo basado en las normativas contra incendio NTON 2202-09 y NFPA, utilizando tecnología IOT, para mejorar la seguridad de los edificios del POLISAL y Auditorio Roberto González de la UNAN-Managua en el segundo semestre del año 2020.

Seminario de graduación como requisito final para optar al título de Ingeniero Electrónico.

AUTORES:

Br. Norman Leonidas Urbina Rodríguez.

Br. Scarleth Roberta Urbina Arana.

TUTOR:

MSc. Milciades Delgadillo.

Managua, Nicaragua 19 de Enero del 2021.

Dedicatoria

El presente trabajo es dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y guiador en cada uno de mis pasos, a mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

Al Dr Álvaro Segovia por ayudarnos y educarnos para realización de dicha investigación, a todo el personal docente en general que nos alentó a siempre dar lo mejor de nosotros como estudiantes y animarnos a pensar siempre en grande como futuros ingenieros.

Scarleth Roberta Urbina Arana.

Dedicatoria

En el presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y el que me da las fuerzas para continuar con este proceso de acercarme a uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he podido lograr llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Norman Leonidas Urbina Rodríguez.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad en especial en estos momentos que actualmente vivimos.

Gracias a mis padres, William Manuel Urbina Jarquín y Flor de María Rodríguez Duarte, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado. Además de todo el apoyo económico y ser un pilar muy grande que me han sostenido durante toda mi vida y en especial esta etapa de mi vida.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al MSC. Harry A. Martínez y Dr. Álvaro Segovia tutores de este tema de investigación quienes me han guiado con su paciencia y rectitud como docentes.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

Managua, 30 de noviembre del 2020

MSc. Elim Campos

Director
Departamento de Tecnología

Estimado Maestro:

El motivo de la presente es para comunicarle que he guiado, orientado y revisado el trabajo de Seminario de Graduación elaborado por los bachilleres: Scarleth Roberta Urbina Arana y Norman Leónidas Urbina Rodríguez de la carrera de Ingeniería Electrónica, el cual lleva por título: **“Diseño de sistema preventivo basado en las normativas contra incendio NTON 2202-09 y NFPA72 utilizando tecnología IOT, para mejorar la seguridad de los edificios del POLISAL y Auditorio Roberto Gonzáles de la UNAN-Managua”**.

No omito manifestarle que hemos seguido el proceso de elaboración del documento y consideramos que cumple con los requisitos establecidos por la Universidad. Por lo tanto, solicito realizar trámites requeridos para el proceso de defensa y titulación.

Sin más a que referirme, le saludo cordialmente.

Atentamente,

MSc. Milciades Delgadillo
Tutor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Milciades'.

MSc. Karen Acevedo Mena
Asesora Metodológica

Resumen

El diseño de los sistemas de protección contra incendio es una especialidad relativamente nueva en la Ingeniería conceptual de una edificación o proyecto en nuestro país. Habitualmente se tenía la idea que combatir un incendio consistía en llamar a las autoridades pertinentes y realizar de forma efectiva el proceso de evacuación; sin embargo, se ha demostrado que esos factores no son suficiente, se hace necesario contar con un sistema capaz de dar respuesta inmediata mientras se recibe la ayuda profesional.

Este documento tiene como tema Sistema preventivo basado en las normativas contra incendio NTON 2202-09 y NFPA, utilizando tecnología IOT, para mejorar la seguridad de los edificios del POLISAL y Auditorio Roberto González de la UNAN-Managua en el segundo semestre del año 2020 y tiene como principal objetivo diseñar un sistema innovador que sea capaz de monitorear, detectar, notificar y dar alarma de un posible inicio de conato y así evitar la propagación de un siniestro.

Para cumplir con el propósito de este tema, primeramente se hizo un diagnóstico de las instalaciones, respaldándose a través de las Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON) y a su vez se encuentran referenciadas por la National Fire Protection Association (NFPA), en las cuales están contenidos los procedimientos adecuados a seguir, así como las instituciones encargadas de su regulación. De igual forma se especifica los diferentes elementos que componen un sistema de detección y monitoreo así como su diseño en dependencia de las características que presenta los edificios propuestos.

Contenido

Introducción	1
Antecedentes	2
Planteamiento del problema	4
Justificación.	6
Objetivo General	7
Objetivos específicos	7
Marco teórico	8
Normativas	8
Concepto de NTON (Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses)	8
Concepto y definición de la normativa NFPA72 (National Fire Protection Association)	9
Sistemas preventivos de alarmas para incendio	9
Definición de alarma.	9
Concepto de incendio.	10
Tipos de incendios y clasificación.	10
Componentes electrónicos para el diseño del sistema preventivo.	12
Historia, definición y funcionamiento.	12
Tipos de sensores.	12
Tecnología IOT	13
Como funciona IOT	14
Microcontroladores.	15
Monitoreo por servidor WEB	15
Monitoreo de los sistemas preventivos de incendios. El monitoreo de la información en tiempo real de los sensores es un parte critica de un sistema preventivo de incendio.	15
Servidor WEB	18
Diseño metodológico	19
1. Tipo de estudio	19
2. Área de estudio.	19
3. Población y muestra.	19
4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.	19
5. Procedimientos para la recolección de datos de información.	20
6. Matriz de operacionalización de variables.	20

7. Plan de análisis y procesamiento de datos e información.....	27
Desarrollo.....	28
Diagnostico a los edificios basados en las normativas NTON y NFPA.....	28
Ubicación del campo de estudio.....	28
Estructura de la infraestructura	29
Organización Jerárquica de la UNAN-Managua.....	36
Organización seguida para la recopilación de información.....	37
Análisis de Entrevistas Realizadas.....	38
Diseño actual de los edificios	39
Análisis del diagnóstico para los edificios POLISAL y Auditorio 52 en la Unan Managua.	41
Requisitos Generales para el previo diseño Capítulo 5 NFPA72.....	42
Requerimientos para los sensores Capítulo 5.5 Cobertura Total NFPA72	43
Requerimientos para las fuentes de energía.....	43
Requerimiento para los detectores de humo.	44
Diseño del sistema.	45
Componentes propuestos a utilizar para el previo diseño de sistema.	46
Tecnologías de conectividad inalámbricas de largo alcance.	51
Diseño para el edificio POLISAL.	52
Diseño de monitoreo del sistema mediante service web.....	66
Tratamiento de las variables	68
Topología de la red usada.	68
Diagrama de actividad de los sensores.....	70
Diagrama lógico de la red del POLISAL y el Auditorio 52.....	71
Visualización de la disponibilidad de puertos para las conexiones del diseño aprovechando la red existente en el campus universitario.	72
Conclusión.....	86
Recomendaciones	87
Bibliografía	88
Anexos	90
Entrevista a Docente	90
Entrevista a Egresados de Construcción.....	91

Índice de tablas.

Tabla 1 Tipos de sensores.	13
Tabla 2 Densidad de los materiales.	42
Tabla 3 Características del sensor de temperatura IOT.	47
Tabla 4 Especificaciones del sensor de humo IOT.	49
Tabla 5 Tecnologías de conectividad.	51
Tabla 6 Direccionamiento IP Gemelo 1 primer nivel.	53
Tabla 7 Direccionamiento IP Gemelo 1 segundo nivel.	55
Tabla 8 Direccionamiento IP Gemelo 1 tercer nivel.	57
Tabla 9 Direccionamiento IP Gemelo 2 primer nivel.	59
Tabla 10 Direccionamiento IP Gemelo 2 segundo nivel.	61
Tabla 11 Direccionamiento IP Gemelo 2 tercer nivel.	63
Tabla 12 Direccionamiento IP Auditorio 52 Roberto González.	65
Tabla 13 Disponibilidad de puertos en el Gemelo 2, primer nivel.	74
Tabla 14 Disponibilidad de puertos Gemelo 2, segundo nivel.	75
Tabla 15 Materiales para stock.	78
Tabla 16 Materiales Ferreteros.	78
Tabla 17 Presupuesto de sensores.	93

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1 Tipos de incendio y su clasificación.	11
Ilustración 2 Estructura de monitoreo.	17
Ilustración 3 Ubicación Unan- Managua.	28
Ilustración 4 Organigrama Unan-Managua.	36
Ilustración 5 Organización Jerarca.	37
Ilustración 6 Sensor de temperatura, Sigfox climate.	46
Ilustración 7 Sensor de humo OIT.	48
Ilustración 8 Microcontrolador.	50
Ilustración 9 Topología de la red usada.	69
Ilustración 10 Diagrama Lógico de conectividad.	70
Ilustración 11 Diagrama lógico de la red del Polisal.	71
Ilustración 12 Visualización de AP en el Auditorio 52.	72
Ilustración 13 Equipo disponible, Switches.	73
Ilustración 14 Topología de planificación de red para Gemelo 1, primer nivel.	77
Ilustración 15 Declaración de variables.	80
Ilustración 16 Creación de base de datos.	81
Ilustración 17 Presentación grafica de las variables en su conjunto.	83
Ilustración 18 Flujograma del sistema en su conjunto.	84
Ilustración 19 modelo en 3D sistema de incendio para oficina.	92

Ilustración 20 modelo en 3D sistema de incendio para oficina, vista panorámica superior derecha.	92
Ilustración 21 modelo en 3D sistema de incendio para oficina, vista panorámica superior izquierda.	92

Índice de diseños.

Diseño 1 Gemelo 1, Primer nivel.....	52
Diseño 2 Gemelo 1, Segundo nivel.....	54
Diseño 3 Gemelo 1, Tercer nivel.	56
Diseño 4 Gemelo2, primer nivel.....	58
Diseño 5 Gemelo 2, Segundo nivel.....	60
Diseño 6 Gemelo2, Tercer nivel.	62
Diseño 7 Auditorio Roberto González.....	64

Índice de planos.

Plano 1 Gemelo 1, primer nivel.....	29
Plano 2 Gemelo 2, primer nivel.....	30
Plano 3 Gemelo 1, segundo nivel.....	31
Plano 4 Gemelo 2, segundo nivel.....	32
Plano 5 Gemelo 1, tercer nivel.....	33
Plano 6 Gemelo 2, tercer nivel.....	34
Plano 7 Planta arquitectónica, Auditorio 52.	35

Introducción

Hoy en día las nuevas tecnologías relacionadas con nuestro entorno, están agilizando, optimizando y perfeccionando algunas actividades que se realiza a diario. En términos generales la tecnología ha aportado grandes beneficios a la humanidad. La tecnología en los sistemas de seguridad ha evolucionado de manera exponencial tomando en cuenta que el diseño de los sistemas preventivos de incendio es una especialidad relativamente nueva en la ingeniería.

La UNAN Managua cuenta con más de 40 mil estudiantes 77 carreras y 78 posgrados, el Recinto Universitario Rubén Darío alberga la cantidad de 14,693 alumnos en todas sus modalidades a la vez de brindar trabajo a 1,760 tanto personal docente como personal administrativo. Este recinto es bastante amplio constando de varios edificios y laboratorios que no presentan un sistema anti incendio, además el recinto recibe una gran cantidad de persona por día, siendo esto el principal motivo por el cual las instalaciones deben constar con las medidas de protección adecuadas ante un acontecimiento de esta naturaleza.

La idea de diseñar un sistema preventivo de incendio nace con el objetivo de dar respuesta a la necesidad que se presenta en algunos edificios de la Universidad. Se desarrollará el diseño de un sistema que permita monitorear elementos iniciadores de una señal de alarma como: sensores de temperatura y sensores de humos que permitan dar una señal de alarma específica que muestre el lugar y la magnitud del riesgo que presente la ignición del fuego inminente.

Antecedentes

En mayo del 2017 fue presentada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad U de M (Nicaragua) la tesis " Proyecto de alarma contra incendio". Por los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial Rivas, E. Alanís, F. y Hernández, J. El cual consistía en mostrar la elaboración de una alarma contra incendio y el funcionamiento de la misma.

En el año 2016 en Ecuador fue presentada la tesis: " Sistema electrónico de alerta temprana para la detección de incendios en la empresa ACETERM de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas" en la modalidad de proyecto de investigación para optar al título de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones por Chávez, L. El cual consistió en el diseño de un sistema electrónico de alerta temprana para la detección incendios, encaminando a la seguridad de los trabajadores y de la empresa ACETERM en la ciudad de Santo Domingo de Tsáchilas.

En el 2015 fue presentado en la Facultad de Ciencias e Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua el trabajo: Propuesta de aplicación de un material pirorretardante a materiales constructivos para la reducción de riesgos por incendios en el sector comercial de Nicaragua en el período de septiembre 2014 a septiembre 2015" para optar al título de ingeniería industrial y de sistema. La cual consistió en elaborar un material capaz de detener la propagación inmediata de un posible escenario de incendios, no obstante dicha investigación se relaciona a esta en la manera que ambas se trabajaron basando el diseño en la normativa NFPA.

En Marzo del 2012 en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador, Pachacama, A. presentó el proyecto, Diseño y propuesta de construcción de un sistema de detección, alarma y control de incendio en la subestación Cristiana No. 18 de la E. E. Q. S. A. el cual consistió en un sistema completo de detección, alarma y control de incendios en base a

sensores de humo y calor principalmente en armarios, cuarto de baterías y en transformadores.

Planteamiento del problema

Se analizó el estado de los edificios (Gemelo 1 y 2 del POLISAL y el Auditorio Roberto González) mediante la normativa internacional NFPA (National Fire Protection Association) y la normativa nacional NTON 2202-09 (Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses) encontrando los siguientes puntos críticos:

- No cuentan con un sistema contra incendio.
- Se registra un antecedente de incendio.
- No cuentan con sistemas de alarma.
- Antigüedad de los edificios.
- Deterioro de los materiales de las instalaciones eléctricas
- Personas con enfermedades respiratorias.
- Problemas de salud por el humo inhalado en cierta medida.
- Presencia de equipos, sustancias, gases iniciadores.
- Ausencia de medidas de mitigación como podría ser alarmas.
- Presenta riesgos latentes.

Para evitar que dichos problemas se presenten es necesario diseñar un sistema preventivo de incendios eficiente la cual pueda mitigar un siniestro de esta naturaleza a los edificios (Gemelo 1 y 2 del POLISAL y el Auditorio Roberto González) seleccionados para el sistema. Ya que esto disminuirá de gran manera la posibilidad de riesgos y daños hacia los trabajadores de estos establecimientos, ya que el personal debe ser prioridad en toda empresa o institución más si se ejecutan trabajos de altos riesgos (como un ejemplo sería mencionar un laboratorio) y el trabajador al sentirse seguro en su lugar de trabajo ejecutaría mejor sus actividades trayendo beneficios para el campus universitario y los usuarios que al final son los receptores del servicio que brindaría el sistema.

Ante tal situación se propone dar solución al problema planteándonos la siguiente pregunta:

¿El sistema basado en las normativas con tecnología IOT diseñado para los edificios gemelo 1 y 2 del POLISAL y auditorio 52 Roberto González de la UNAN-Managua, garantizará la alerta temprana de un conato de incendio para salvaguardar la vida del personal?

Justificación.

En la UNAN-Managua estudian más de 40,000 estudiantes entre grado, posgrado y programas especiales no obstante, en el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD) se aloja alrededor de 14,693 alumnos en todas sus modalidades, así como también se le proporciona trabajo a 1,760 personas, por consiguiente el proyecto de diseño de sistema preventivo de incendios nació de la necesidad de contar con un sistema contra incendios capaz de mitigar la posibilidad de un siniestro que se ocasione en las instalaciones.

Existen muchos sistemas importantes para el desarrollo y mantenimiento de una empresa sin embargo los sistemas preventivos de incendios es uno de los mecanismos de seguridad fundamentales en cualquier empresa, edificio u hogar, por lo que este tema es muy delicado ya que si llegara a fallar se pondría en riesgo las vidas de las personas, la operación de la empresa o los materiales que se encuentran en los edificios. Cabe recalcar que el Recinto Universitario Rubén Darío (UNAN-Mangua) presenta riesgos latentes en algunos de sus edificios, los cuales fueron clasificados según los criterios de la NTON 22 002-09 (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense) y la NFPA (National Fire Protection Association).

Lo descrito anteriormente justifica la importancia de diseñar un sistema preventivo que garantice aviso inmediato y protección para el auditorio 52 Roberto González y los edificios gemelos 1 y 2 Polisal.

Objetivo General

- Diseñar un sistema preventivo basado en las normativas contra incendio NTON 22002–09 y NFPA72 utilizando tecnología IOT para mejorar la seguridad de los edificios del POLISAL y Auditorio Roberto González de la UNAN-Managua.

Objetivos específicos

- Diagnosticar los distintos aspectos físicos de construcción, eléctricos y geográficos de los edificios gemelos 1 y 2 del POLISAL y auditorio 52 Roberto González de la UNAN-Managua mediante las normativas NTON y NFPA72.
- Diseñar un sistema electrónico preventivo anti incendio mediante una red de sensores de la tecnología IOT.
- Monitorear el sistema automatizado de manera remota para garantizar la seguridad tanto del personal docente como de los estudiantes.

Marco teórico

En el presente capítulo se encuentran los conceptos y definiciones de las palabras claves para mejor comprensión del diseño de un sistema preventivo de incendio basado en las normativa NTON y NFPA72, con sensores para mejorar la seguridad de los edificios gemelos 1 y 2 Polisal y el Auditorio 52 Roberto González en la UNAN-Managua.

Normativas

El presente documento está basado en dos normativas importantes a tomar en cuenta para realizar un diseño preventivo para incendio. Es importante involucrar primeramente la normativa nicaragüense NTON que no es más que una guía de técnicas y pasos a seguir para analizar los riesgos y mejorar la calidad de los sectores o instituciones en Nicaragua. (Asamblea Nacional, 2005)

Concepto de NTON (Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses)

Son las siglas para Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (reglamentos técnicos). Básicamente son unas guías sobre ciertos procesos para estar a los niveles internacionales, tiene como objetivo el mejoramiento continuo de la calidad de los procesos productivos, productos y servicios nacionales; estimular la participación del sector privado, público, científico y de consumidores en la elaboración con el uso de las normas. (Cumplimiento higiene ocupacional y seguridad , 2020)

Concepto y definición de la normativa NFPA72 (National Fire Protection Association)

Es la fuente de códigos y normas que gobiernan la industria de protección contra incendios y seguridad humana. El sistema de desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es un proceso abierto basado en el consenso que ha producido algunos de los más referenciados materiales en la industria de la protección contra incendios, incluyendo el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana, el Código Uniforme contra Incendios, y el Código Nacional de Alarmas de Incendios. Por medio de los Códigos contra Incendios y sus publicaciones, la NFPA establece sólidos principios para la protección y seguridad. Más de 79,000 miembros, representando 107 naciones, son parte de la red global de protección contra incendios.

Sistemas preventivos de alarmas para incendio.

Definición de alarma.

Según el portal de alarmas 24h nos da la definición de que:

Una alarma contra incendios es un sistema de seguridad cuya función es alertar a las personas que se encuentran en un establecimiento de incidentes que podrían provocar un incendio o, peor aún, una explosión (Alarmas 24h, s.f.)

Es de gran importancia constar con un sistema de seguridad preventivo de incendios para salvaguardar las vidas humanas proporcionando así tranquilidad y evitando situaciones de pánico entre el personal y por supuesto garantiza protección a los edificios ante este posible siniestro como también los materiales que se encuentran en dicho lugar, permite el normal funcionamiento cotidiano en las actividades de cada edificio.

Concepto de incendio.

Según el concepto de incendio refiere que:

Un incendio es todo aquel fuego grande que se produce en forma no deseada, propagándose y destruyendo lo que no debía quemarse. Puede ser natural o provocado por descuidos humanos o realmente adrede por personas inescrupulosas.

El fuego, no es más que una reacción química entre dos sustancias, una que se denomina combustible y la otra comburente. Se considera que para que exista fuego deben estar presentes tres factores: combustible, aire (oxígeno) y calor. (Concepto Definición, incendios, 2019)

Existen muchos factores para que inicie un incendio como ya lo antes mencionado podría ser de manera natural o por descuidos humanos ya sea en la planificación del edificio en el lugar en el que se encuentre así como el mal mantenimiento en las instalaciones eléctricas, los sistemas de aire entre otros.

Precisamente explicando un poco sobre la reacción química que se da para que exista fuego es que el diseño del sistema integral pretende detectar la posible iniciación de fuego para su posterior propagación.

Tipos de incendios y clasificación.

Según la página oficial de LAARCOM, empresa especializada en brindar soluciones integrales y personalizadas en seguridad electrónica manifiesta que:

Lo principal que se debe saber, es que los incendios se clasifican según el material combustible, el lugar y magnitud. (Ver ilustración 1, fuente: Elaboración propia) (LAARCOM, 2020)

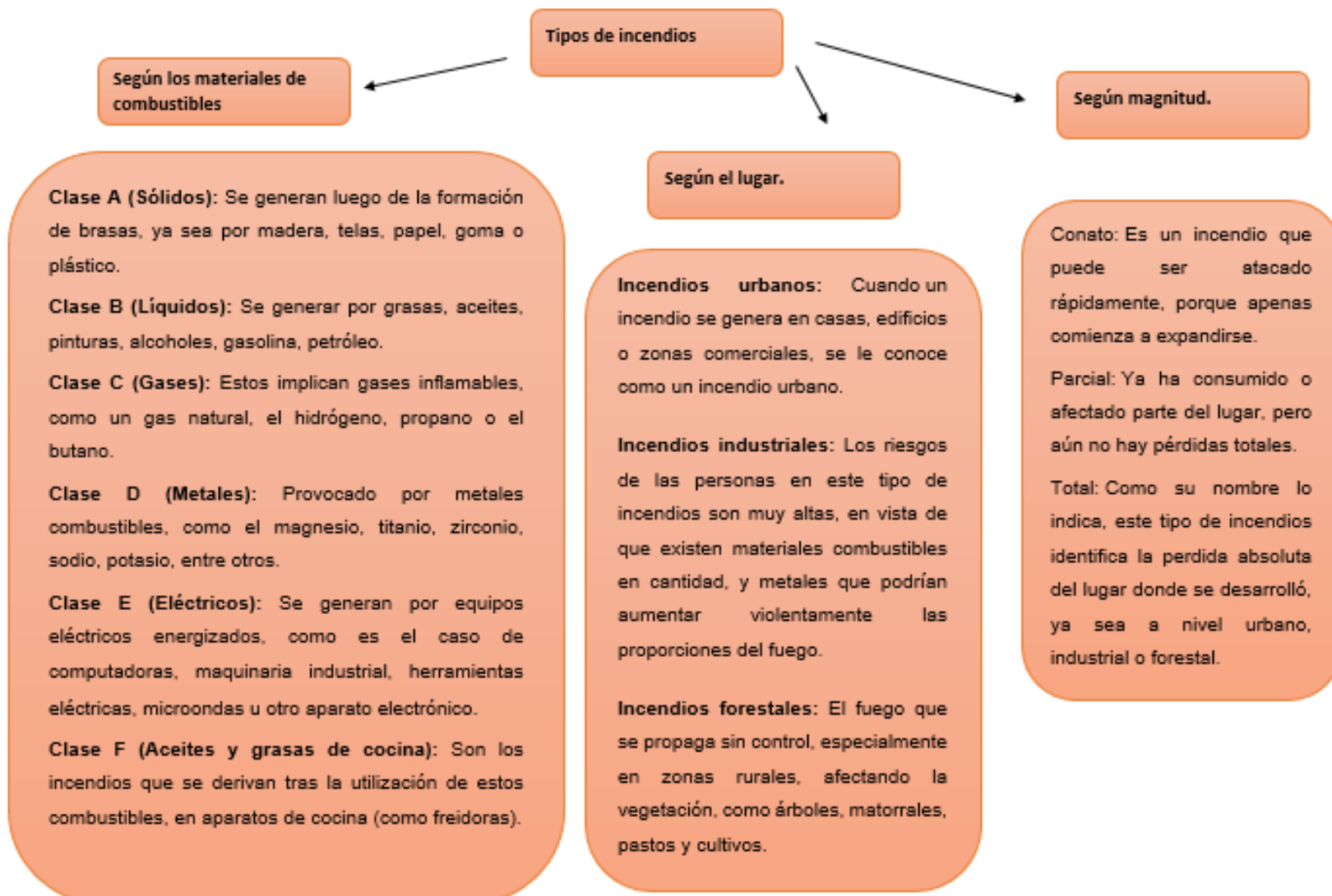


Ilustración 1 Tipos de incendio y su clasificación.

Componentes electrónicos para el diseño del sistema preventivo.

Historia, definición y funcionamiento.

Un hecho histórico de las redes de sensores es que su origen es algo difuso y oculto. Esto es debido a que, originalmente, se trataba de una iniciativa militar y es por ello por lo que se carece de información al respecto.

El primer sensor de temperatura reglado de la historia se atribuye a Daniel Gabriel Fahrenheit, y tenía una forma muy similar a la que se ha conservado hasta hace muy poco. Tras probar varios materiales, se decantó en 1714 por un termómetro de vidrio con mercurio en su interior.

Uno de los primeros proyectos que se conocen, catalogado como red de sensores, es el Sound Surveillance System¹ (SOSUS). Este proyecto fue creado por la Armada de Estados Unidos durante la Guerra Fría en el año 1950. Consistió en una red de boyas sumergidas en el agua, capaces de detectar la presencia de submarinos en sus alrededores mediante los sensores acústicos que incorporaban, llamados hidrófonos.

Según el portal de electrónica general da la definición de sensores como:

Un sensor es un receptor de alguna señal en particular. Este dispositivo está diseñado para recibir la información del exterior que puede ser de temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, etc.; y hacer una transformación de esta señal en una magnitud eléctrica que seamos capaces de cuantificar, medir, manipular, etc. Por lo tanto un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. (Electrónica General, sensores, s.f.)

Tipos de sensores.

Existen varios tipos de sensores según sea la necesidad, entre las características técnicas de un sensor se pueden clasificar en dos tipos, estáticas y dinámicas.

Según la enciclopedia de ingeniería, Ingeniería Mecanix, los tipos sensores se clasifican a como lo ilustra la siguiente tabla. (Ingeniería Mecafenix, s.f.)

Tabla 1 Tipos de sensores.

Tipos de sensores que existen con algunos ejemplos.	
Posición angular o lineal.	Potenciómetro, Encoder.
Desplazamiento y deformación.	Gala extensiométrica, Magnetostrictivos, LVDT.
Velocidad lineal y angular	Dinamo tacométrica, Encoder, Inclinómetros, RVDT, Giróscopio.
Aceleración	Acelerómetro, Fuerzas y par (deformación), Galgas extensiométrica y Triaxiales.
Presión	Membranas, Piezoeléctricos, Manómetros digitales.
Caudal	Turbina, Magnético.
Temperatura	Termopar, RTD, Termistor NTC, Termistor PTC, Bimetal.
Presencia	Inductivos, Capacitivos, Ópticos.
Proximidad	Capacitivo, Inductivo, Fotoeléctrico.
Acústico	Micrófono.
Luz	Fotodiodo, Fotorresistencia, Fototransistor.

Fuente: Elaboración propia.

Tecnología IOT

El Internet de las cosas, o IoT, es un sistema de dispositivos informáticos interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que cuentan con identificadores únicos (UID) y la capacidad de transferir datos a través de una red sin necesidad de personal Interacción humana o humana a computadora.

Historia de la iot.

Kevin Ashton, cofundador del Auto-ID Center en MIT, mencionó por primera vez el internet de las cosas en una presentación que hizo a Procter & Gamble (P&G) en 1999. Queriendo que la ID de frecuencia de radio (RFID) llamara la atención de P&G la gerencia superior, Ashton llamó a su presentación “Internet de las cosas” para incorporar la nueva y genial tendencia de 1999: internet. El libro del profesor del MIT, Neil Gershenfeld, *When Things Start to Think* , que apareció también en 1999, no utilizó el término exacto, pero proporcionó una visión clara de hacia dónde se dirigía IoT.

IoT ha evolucionado a partir de la convergencia de tecnologías inalámbricas, sistemas microelectromecánicos (MEMS), microservicios e Internet. La convergencia ha ayudado a derribar los silos entre la tecnología operacional (OT) y la tecnología de la información (TI), permitiendo que los datos generados por máquinas no estructurados sean analizados para obtener información para impulsar mejoras.

Como funciona IOT

Un ecosistema de IoT consiste en dispositivos inteligentes habilitados para la web que utilizan procesadores integrados, sensores y hardware de comunicación para recopilar, enviar y actuar sobre los datos que adquieren de sus entornos. Los dispositivos de IoT comparten la información del sensor que recopilan al conectarse a una puerta de enlace de IoT u otro dispositivo de borde donde los datos se envían a la nube para analizarlos o analizarlos localmente. A veces, estos dispositivos se comunican con otros dispositivos relacionados y actúan sobre la información que obtienen unos de otros. Los dispositivos realizan la mayor parte del trabajo sin intervención humana, aunque las personas pueden interactuar con ellos, por ejemplo, para configurarlos, darles instrucciones o acceder a los datos.

Los protocolos de conectividad, redes y comunicación utilizados con estos dispositivos habilitados para la web dependen en gran medida de las aplicaciones específicas de IoT implementadas.

Microcontroladores.

Según el portal electrónica estudio.com, define microcontroladores como:

Un microcontrolador es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora. Se puede decir con toda propiedad que un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado. (electrónicaestudio.com, 2020)

Monitoreo por servidor WEB

Monitoreo de los sistemas preventivos de incendios. El monitoreo de la información en tiempo real de los sensores es un parte crítica de un sistema preventivo de incendio.

Según la página SECURE WEEK lo más relevantes en noticias de seguridad, afirma que:

Cuando suena una alarma de incendio en algún edificio, el monitoreo asegura que la señal se evalúe rápidamente para verificar que no sea una falsa alarma. Con el monitoreo de las señales captadas por los sensores, los encargados del monitoreo pueden estar seguros de que incluso si se produce un incendio cuando su edificio está desocupado, se informara rápidamente a los servicios de emergencia, lo que ahorrara potencialmente decenas de miles de dólares en daños a la propiedad.

La NFPA 101, sección 9.6.4.2, establece que los sistemas preventivos de incendio requeridos para cualquier ocupación deben estar equipados para transmitir automáticamente la notificación de una alarma mediante una interfaz de monitoreo. Se puede usar cualquier de los siguientes medios si es aceptable para la autoridad competente:

- Estación central de supervisión
- Estación de supervisión remota vía apk Android
- Estación de supervisión remota mediante servidor WEB”

Para apreciar la estructura del monitoreo del sistema en cuestión véase ilustración 2. Mapa conceptual de la estructura de monitoreo de la red. (Secure Week, lo mas relevantes en noticias de seguridad, s.f.)



Ilustración 2 Estructura de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

Servidor WEB

Según el portal de Digital guide IONOS, afirma y define un servidor web como:

Los servidores web sirven para almacenar contenidos de Internet y facilitar su disponibilidad de forma constante y segura. Cuando visitas una página web desde tu navegador, es en realidad un servidor web el que envía los componentes individuales de dicha página directamente a tu ordenador. Esto quiere decir que para que una página web sea accesible en cualquier momento, el servidor web debe estar permanentemente online. (Digital Guide IONOS , 2020)

Diseño metodológico

1. Tipo de estudio

El tipo de estudio es Descriptivo ya que consiste en analizar los distintos aspectos físicos, geográficos y eléctricos que caracterizan al entorno donde se pretende desarrollar el sistema anti incendio busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Además, se analizará la normativa NFPA para el diseño del sistema preventivo.

Según el período y secuencia del estudio es Transversal, ya que se la recolección de datos se realizará en un solo momento.

El enfoque de la investigación es Mixto ya que se monitorea a un fenómeno físico (temperatura) regulable dentro de un espacio cerrado como también se utilizan técnicas para evaluar y observar a través de los testimonios del personal la necesidad de un sistema que dé alerta temprana ante un posible inicio de conato.

2. Área de estudio.

El área de estudio se desarrolló en los edificios gemelos 1 y 2 Polisal y Auditorio 52 Roberto González, el cual está ubicado dentro de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua).

3. Población y muestra.

El universo está constituido por toda la Universidad UNAN-Managua y la muestra por toda el área del Polisal y el auditorio 52.

4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Entrevista directa: Se entrevistó a docentes del campus universitario, Harry Martínez, Osvaldo Balmaceda y a dos de los estudiantes del Departamento de construcción.

Observación: A través de las visitas en la universidad, respectivamente en los edificios gemelos 1 y 2 Polisal y Auditorio 52 Roberto González se pudo analizar con los conocimientos de la normativa NFPA que estos edificios necesitan de un sistema preventivo anti incendio.

Consulta y revisión bibliográfica: Se consultará bibliografía que contribuya a comprender y reafirmar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y las instrucciones para el diseño del sistema en su conjunto.

5. Procedimientos para la recolección de datos de información.

Para la recolección de los datos primeramente se solicitaron los permisos necesarios a las autoridades para obtener los planos e información de los edificios, a través del profesor Osvaldo Balmaceda y los estudiantes egresados de construcción se obtuvo información más explícita del análisis de los aspectos de los edificios siendo ellos los principales participantes de esta investigación.

6. Matriz de operacionalización de variables.

Objetivo General: Diseñar un sistema preventivo basado en las normativas contra incendio NTON y NFPA72 utilizando tecnología IOT para mejorar la seguridad de los edificios del POLISAL y Auditorio Roberto Gonzales de la UNAN-Managua.

Objetivo específico	Variables	Conceptualización	Indicador	Técnicas
<p>✓ Diagnosticar los distintos aspectos físicos de construcción, eléctricos y geográficos de los edificios gemelos 1 y 2 del POLISAL y auditorio 52 Roberto González de la UNAN-Managua mediante las normativas NTON y NFPA72.</p>	<p>Aspectos de construcción.</p>	<p>Dentro de los aspectos de construcción se tomarán en cuenta todos los parámetros y técnicas para la edificación de infraestructuras, desde la planificación hasta la elección de los materiales.</p>	<p>1. ¿Está diseñado el edificio para resistir diferentes tipos de desastres naturales? 2. ¿Considera usted que la infraestructura de los edificios Polisal y Auditorio 52 de la UNAN-Managua cuenta con los parámetros de acuerdo las leyes de construcción? 3. ¿Cree usted que estos edificios están adecuado para agregarle un nivel más? 4. ¿Qué tipo de materiales se usaron en la obra? 5. ¿Qué tipo de dosificación fue empleada en la obra?</p>	<p>Entrevista. Observación.</p>

			<p>6. ¿Se cumplió con el proceso adecuado del curado de la obra gris?</p> <p>7. ¿Cuenta el edificio con algún antecedente de desastre natural que pudieron poner en peligro la integridad humana?</p>	
	Aspectos eléctricos.	Con respecto a los aspectos eléctricos se puede afirmar que es el conjunto de circuitos eléctricos que tiene como objetivo dotar de energía eléctrica a edificios, instalaciones, lugares públicos, infraestructuras.	<p>1. ¿Qué tipo de sistema eléctrico tienen los edificios Polisal y Auditorio 52?</p> <p>2. ¿En qué condiciones se encuentra el cableado de los edificios?</p> <p>3. ¿De dónde se alimenta el sistema eléctrico de los edificios?</p> <p>4. ¿Cuentan los edificio de la unan Managua con todos los parámetros de seguridad para las instalaciones eléctricas?</p> <p>5. ¿Actualmente existe un cálculo del balance de carga de los edificios?</p>	Observación Entrevista

	Aspecto geográfico.	Se toman en cuenta todas las características del terreno ya sea rocoso, arcilloso, arenoso, humíferos o ya sean fallas sísmicas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué tipo de terreno es donde se encuentra el edificio? 2. ¿Qué materiales se usaron en el movimiento de tierra para edificación de los edificios? 3. ¿Se encuentran ubicados o cerca de una falla sísmica los edificios? 4. ¿Se hicieron estudios geográficos previos a la construcción de los edificios? 5. ¿Hay un lugar de zona segura para cualquier posible evento de incendio o cualquier otro desastre? 	Entrevista Observación
✓ Diseñar un sistema electrónico preventivo anti incendio mediante una red de	Red inalámbrica.	Se utiliza en informática para designar la conexión de nodos que se da por medio de ondas electromagnéticas, sin necesidad de	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuenta el edificio con cableado de red Ethernet? 2. ¿Cuenta el edificio con una distribución de puntos de accesos libres? 	Entrevista

sensores de la tecnología IOT.		una red cableada o alámbrica.		
	Sensores de temperatura.	Son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesados por equipos electrónicos, ejemplo: termistores, RTD y termopar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo funciona un sensor de temperatura? 2. ¿Hasta que rango de temperatura puede leer este sensor? 3. ¿Cuánto consume de energía? 4. ¿Cuál es el medio para dar aviso de cualquier lectura del sensor? 	Revisión Bibliográfica
	Sensores de humo.	Este detector de humo con conexión Wi-Fi le avisa tanto de la detección de humo como de un aumento excesivo de temperatura; para ello, emite una alarma sonora para aquellas personas que estén cerca y una alerta por teléfono por si no se encuentra allí.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo funciona n sensor de humo? 2. ¿Hasta qué rango de temperatura puede leer este sensor? 3. ¿Hasta qué cantidad de humo el sensor para emitir una alarma? 	Revisión bibliográfica

			4. ¿Es necesario que estos sensores inalámbricos tengan una fuente secundaria de alimentación?	
	Microcontrolador ESP32	<p>Está hecha con el módulo oficial WROOM32. Hay un convertidor USB-a-serie incorporado, un reinicio automático del cargador de arranque y un cargador de iones de litio/polímero. También hay todos los GPIO presentados para que pueda usarlos con cualquier sensor.</p> <p>Ese módulo contiene un chip ESP32 de doble núcleo, un flash SPI de 4 MB, una antena sintonizada y todos los pasivos que necesita para aprovechar este nuevo y poderoso</p>		Observaciones de las pruebas

		procesador. El ESP32 tiene soporte para Wi-Fi y Bluetooth Classic/LE. Eso significa que es perfecto para cualquier proyecto inalámbrico o conectado a Internet.		
✓ Monitorear el sistema automatizado de manera remota para garantizar la seguridad tanto del personal docente como de los estudiantes.	Servidor de base de datos	Proporciona servicios de gestión, administración y protección de la información (datos) a través de conexiones de red, gobernadas por unos protocolos definidos.		<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación 2. Configuración 3. Puesta en marcha

7. Plan de análisis y procesamiento de datos e información.

Para el análisis de las entrevistas se redactó un breve párrafo donde se refleja la información obtenida de las preguntas que se aplicaron en la entrevista.

Para el diseño 3D se utilizó el programa Sketch up 2019, es un programa totalmente gratuito el cual admite diseñar estructuras y elementos para simular un lugar tal cual fuera real.

También se utilizó un editor de video Adobe premier cc2019, este programa permite animar y recrear situaciones como en el caso de simular incendio y chispas que dé la ilusión de cortocircuito.

Para la ilustración del diseño de la red sensores IOT se utilizó el software Photopea, es un editor de gráficos de ilustraciones que permite editar imágenes, este software permite señalar la posición de los actuadores en el plano.

Para el servicio web se utilizaron distintos softwares para su creación en su conjunto, inicialmente se utilizó el software sublime text 3 que fue donde se le dio vida al sistema, en otras palabras es un editor de código multiplataforma, ligero, concebida para programar sin ningún tipo de limitantes. Se utilizó también el software de MySQL que es un sistema de gestión de bases de datos relacional que permite integrar la información que se recolecta de los sensores y por último y no menos importante se utilizó XAMPP (Apache,MySQL,PHP,Perl) que es un paquete de software libre, y consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script PHP y Perl.

Desarrollo

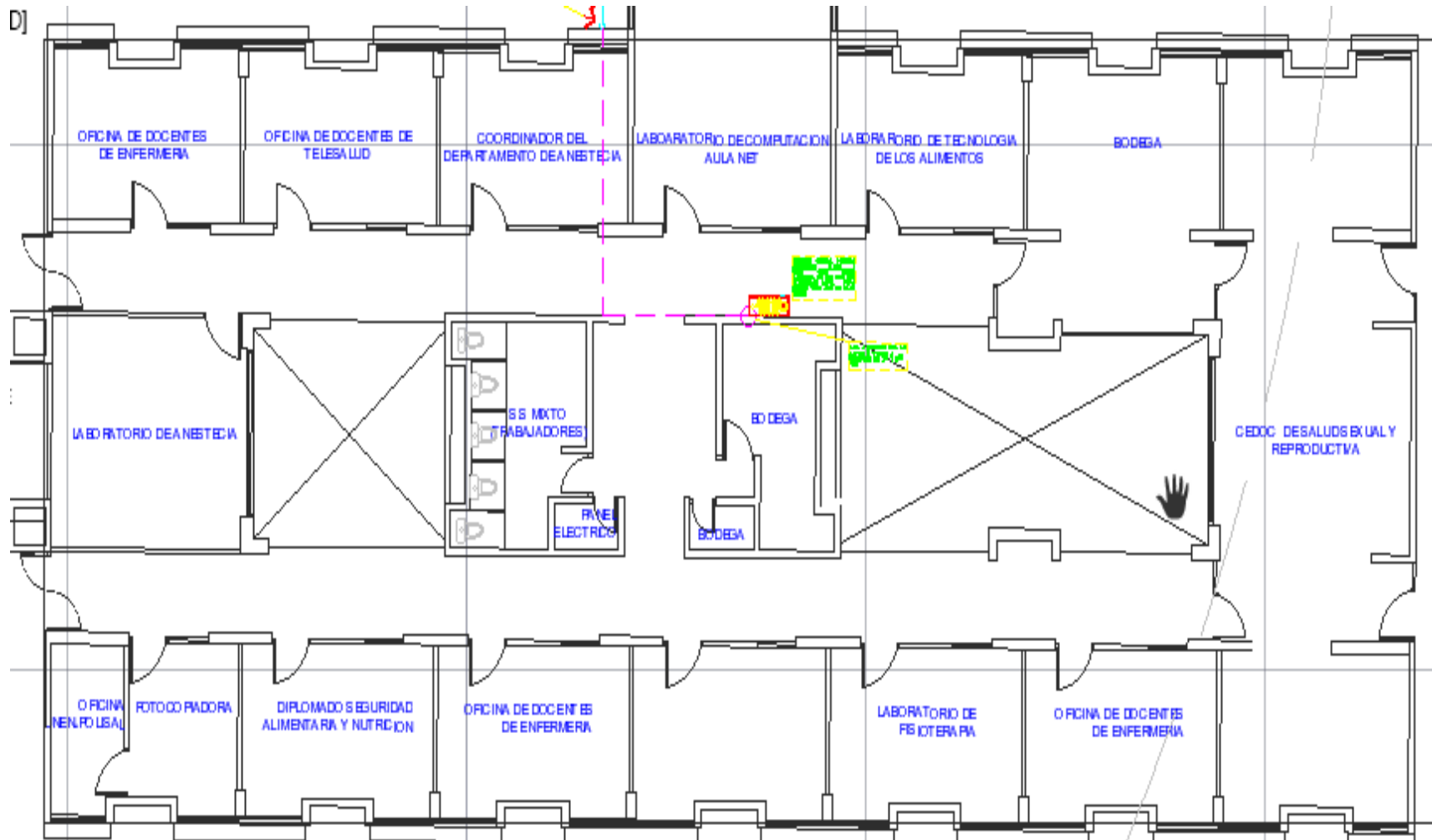
Diagnostico a los edificios basados en las normativas NTON y NFPA Ubicación del campo de estudio.

La universidad Nacional Autónoma de Nicaragua se encuentra ubicada en el departamento de Managua, contiguo al estadio nacional de futbol. Véase Ilustración 1. Ubicación UNAN-Managua. Durante esta investigación se está siguiendo una organización jerárquica para la recopilación y el acceso al campo de estudio. Ver Ilustración 3. Organización jerárquica de la investigación.

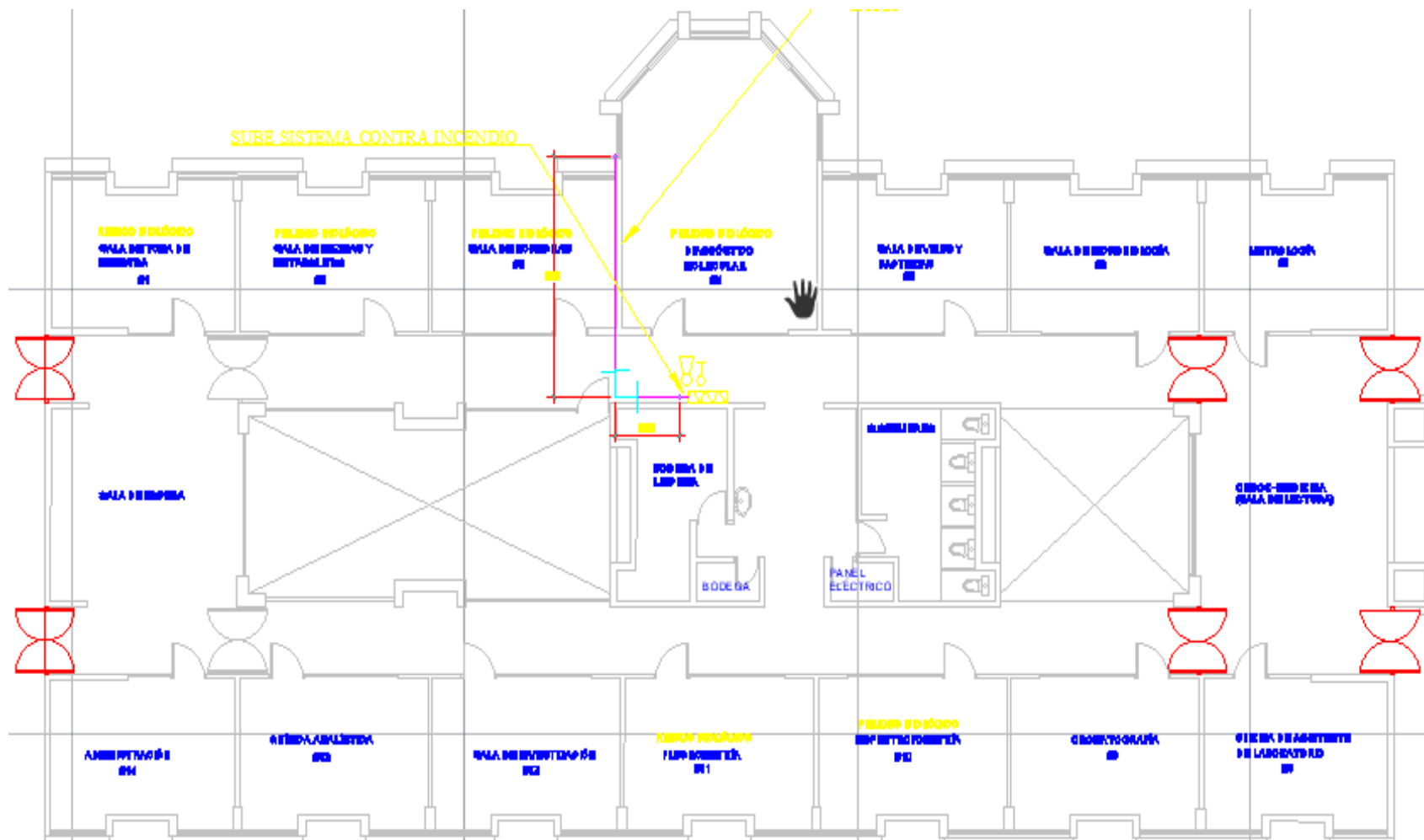


Ilustración 3 Ubicación Unan- Managua.

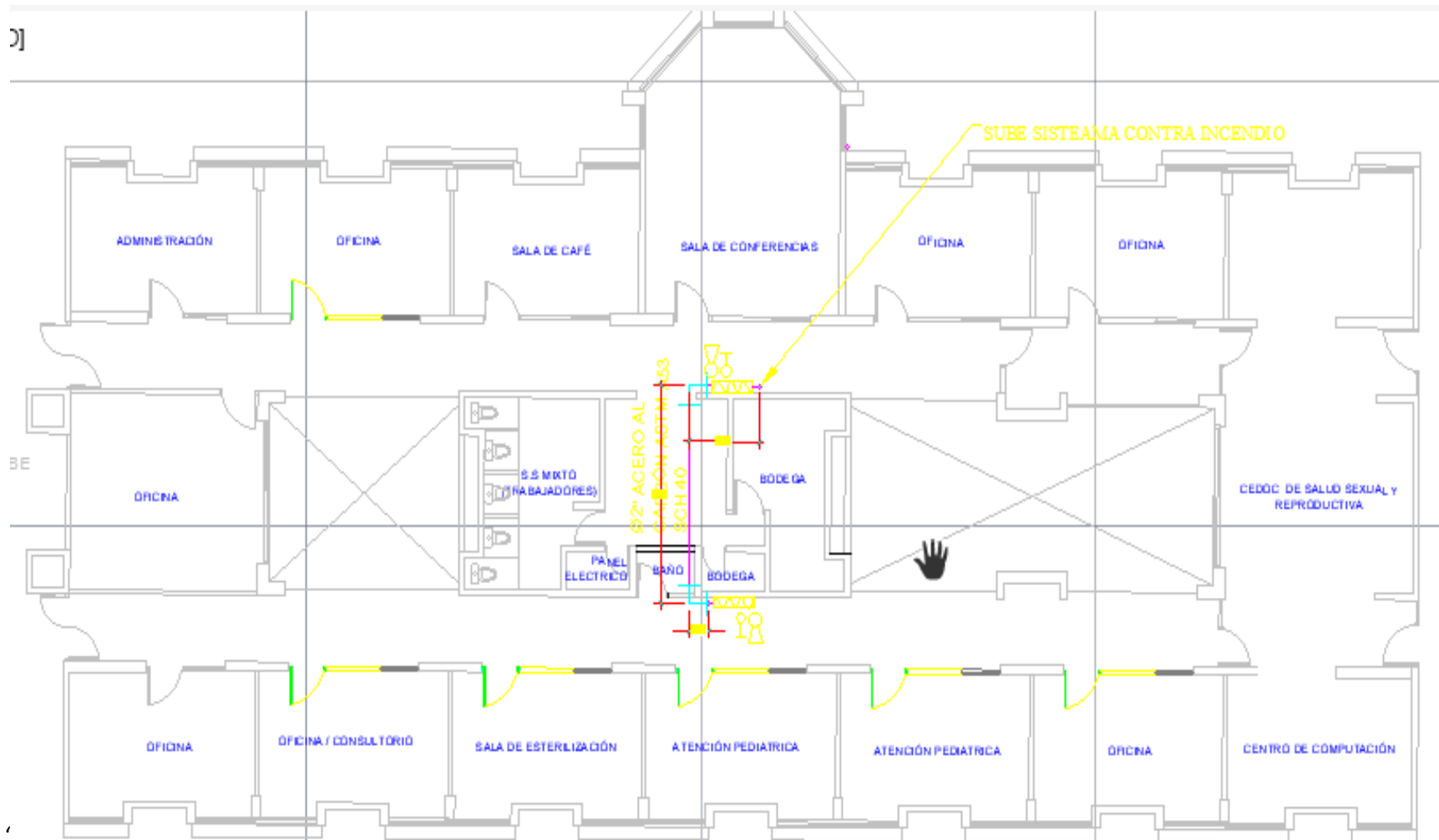
Estructura de la infraestructura



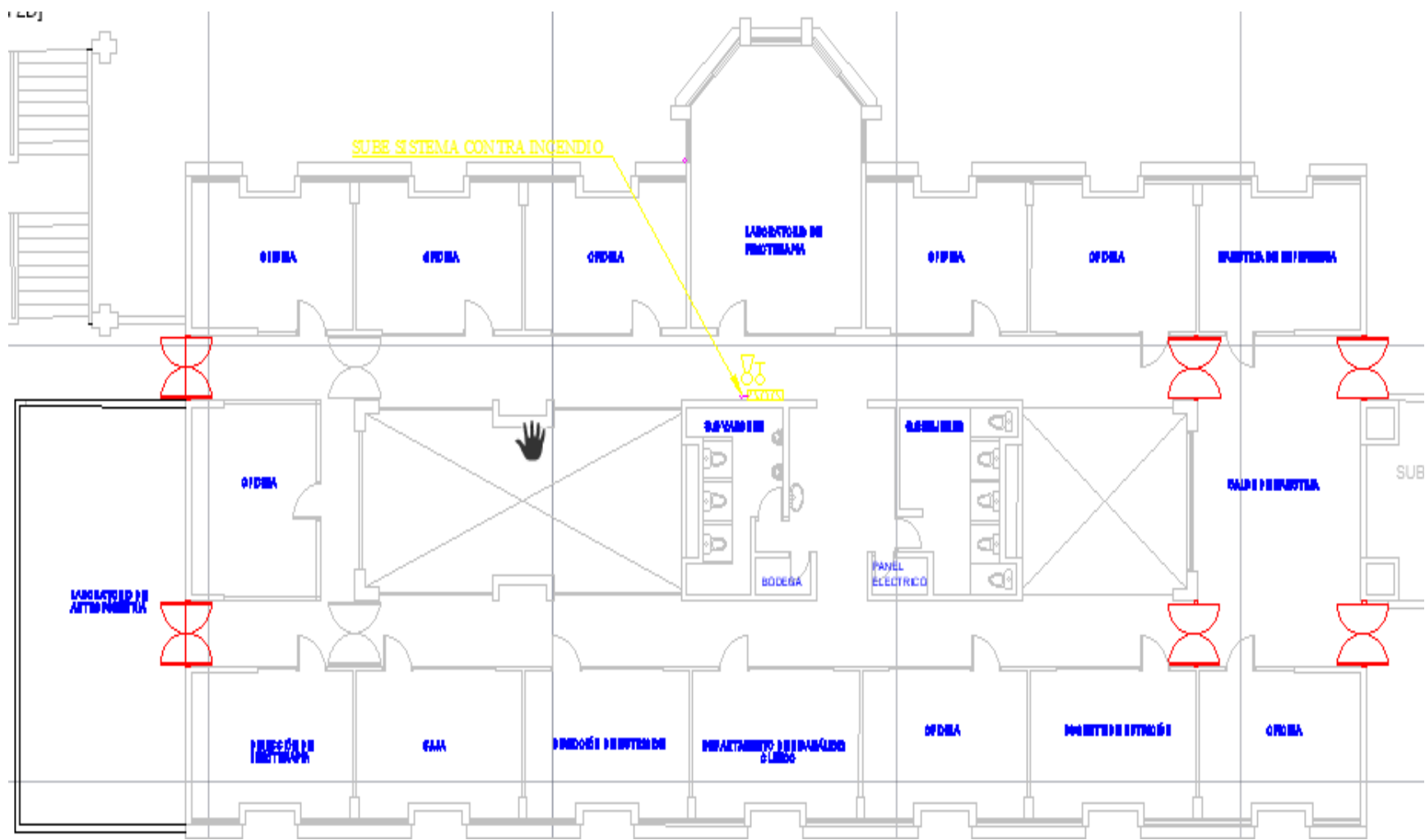
Plano 1 Gemelo 1, primer nivel.



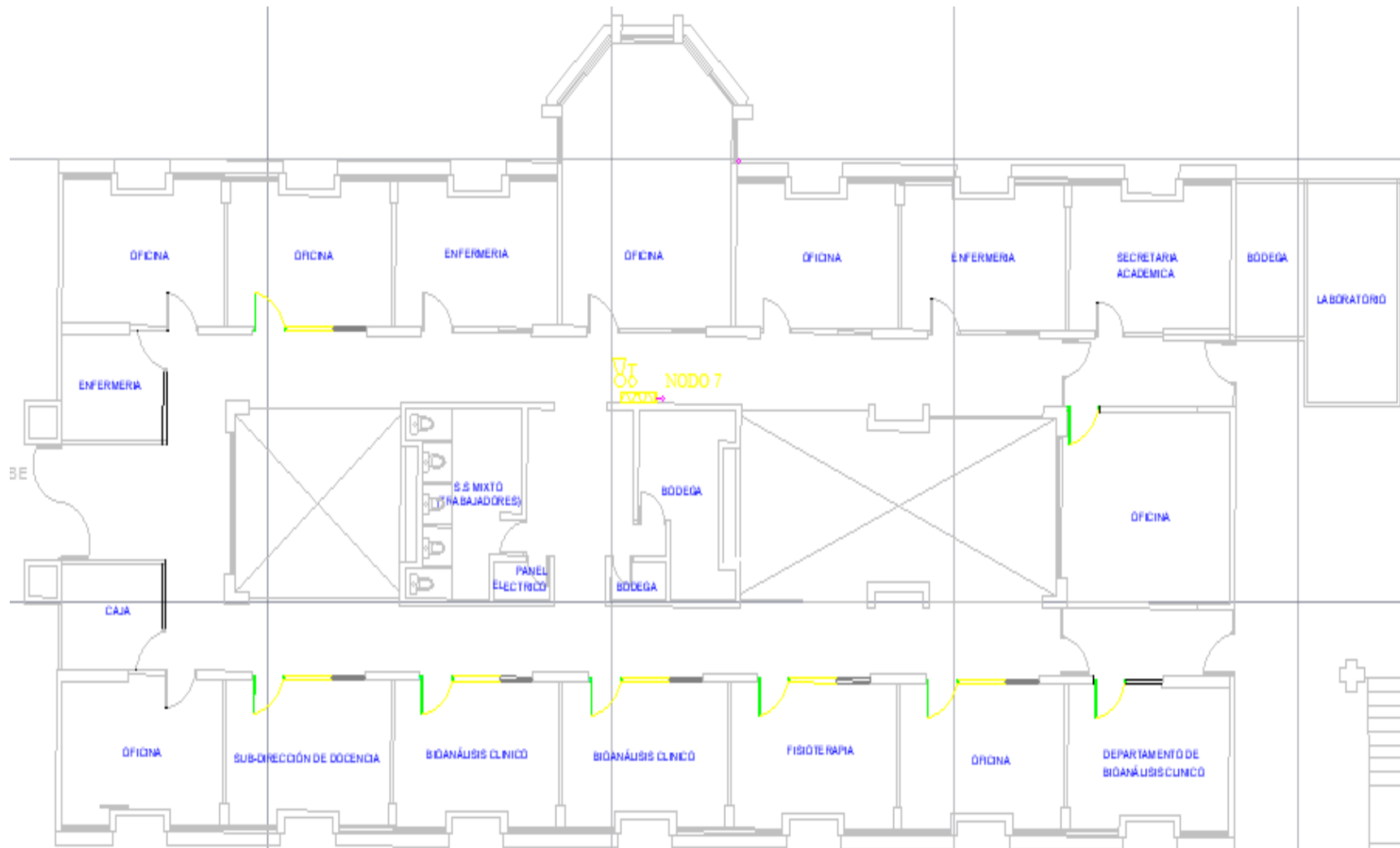
Plano 2 Gemelo 2, primer nivel.



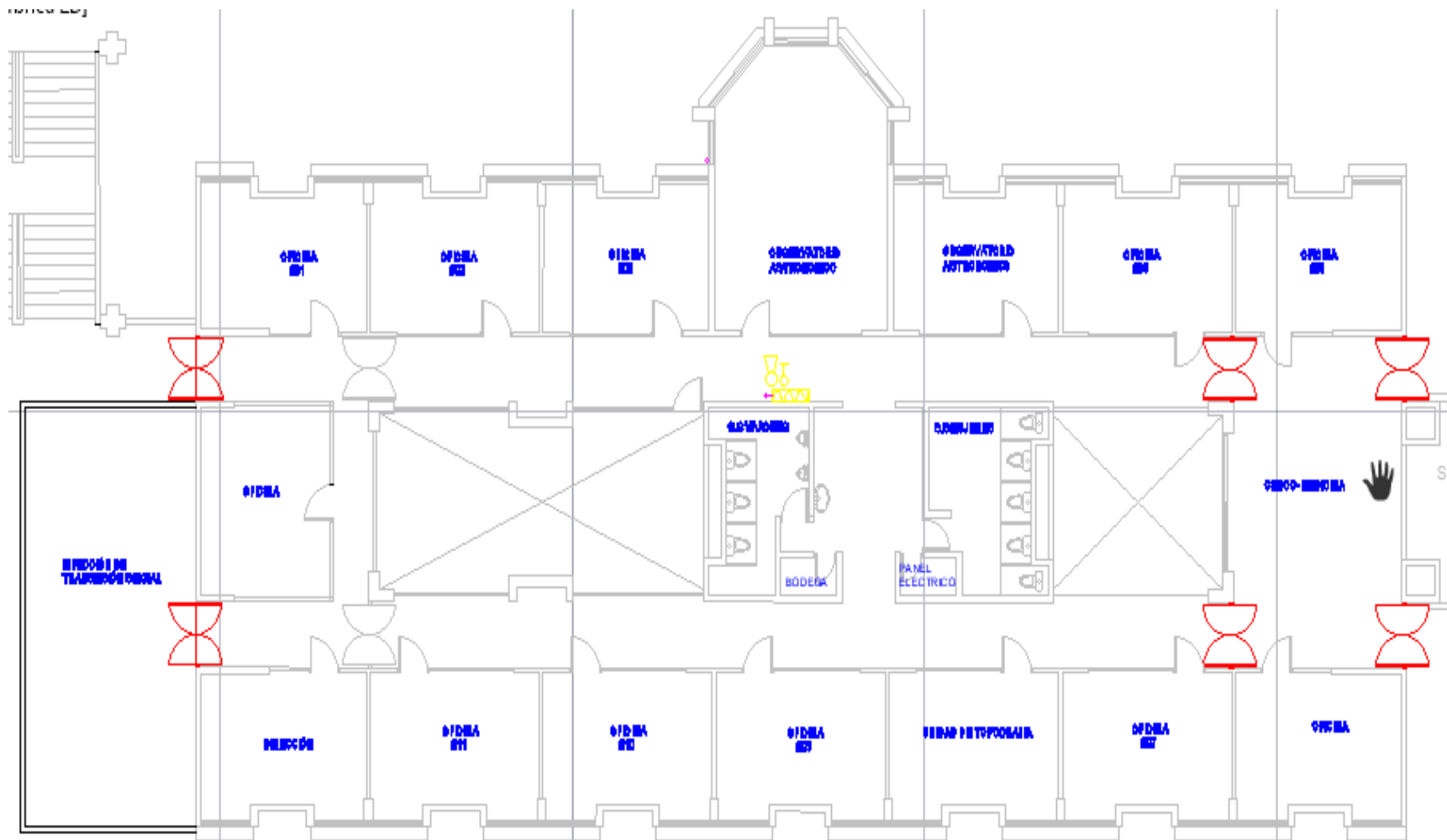
Plano 3 Gemelo 1, segundo nivel.



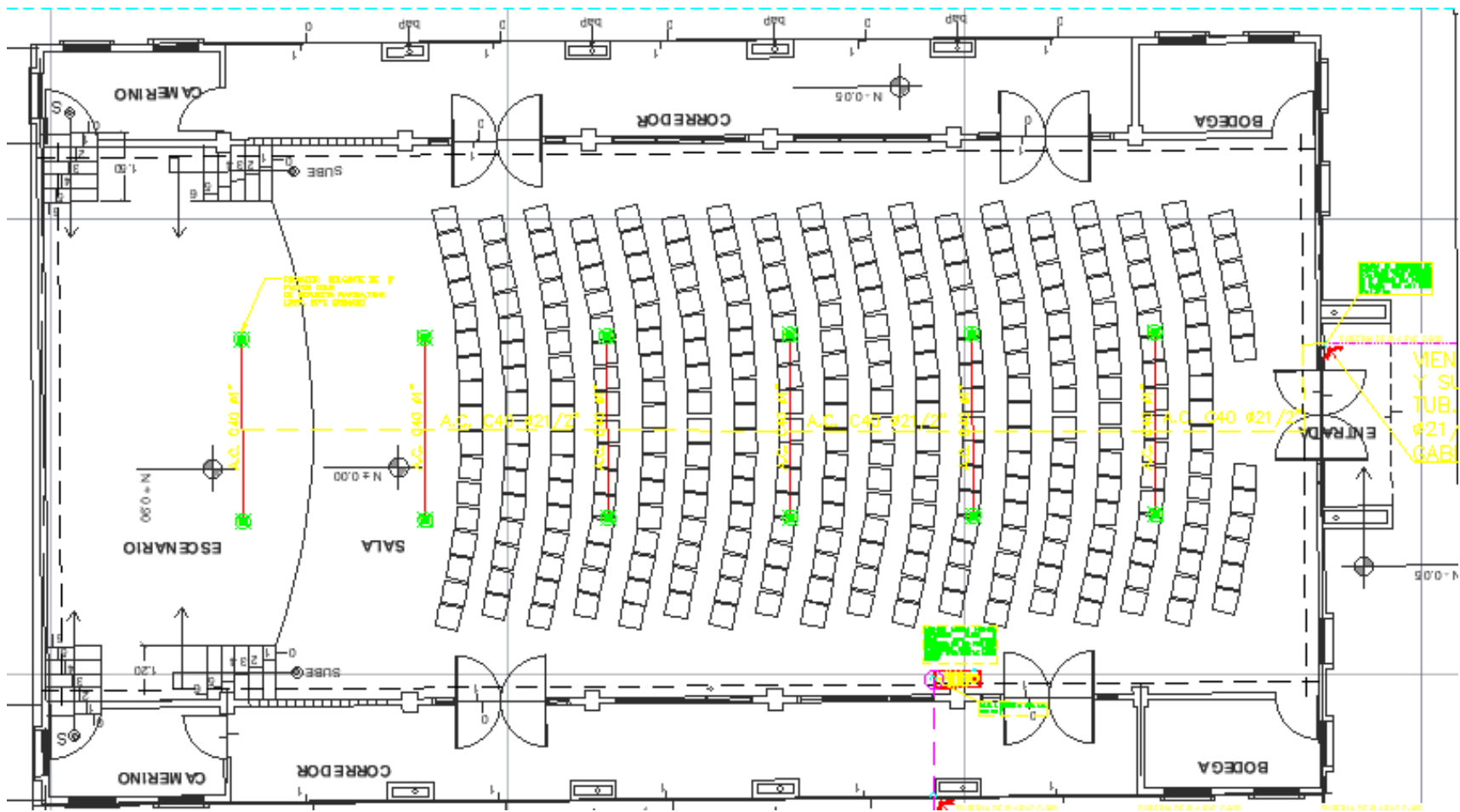
Plano 4 Gemelo 2, segundo nivel.



Plano 5 Gemelo 1, tercer nivel.



Plano 6 Gemelo 2, tercer nivel



Plano 7 Planta arquitectónica, Auditorio 52.

Organización Jerárquica de la UNAN-Managua.

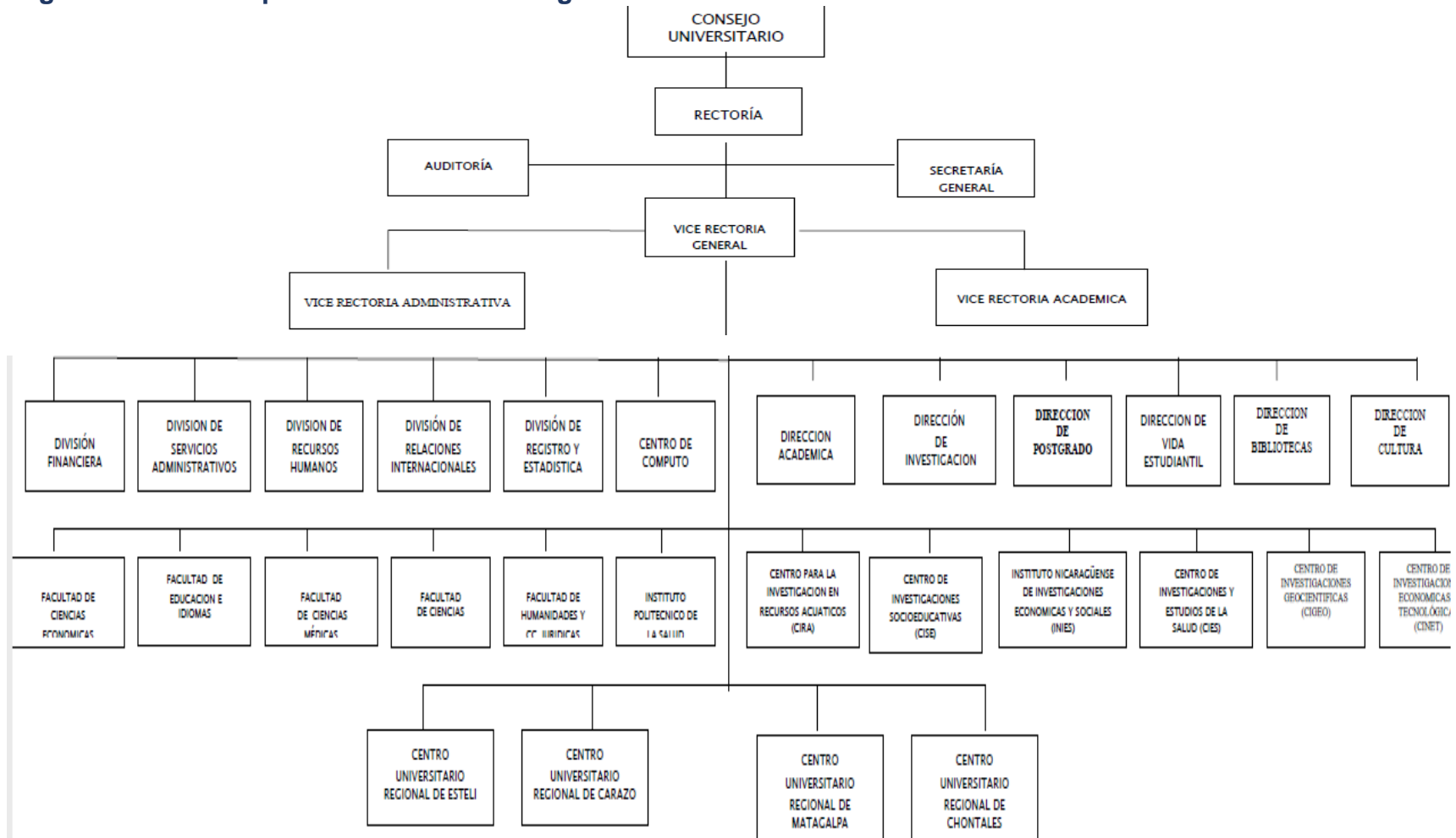


Ilustración 4 Organigrama Unan-Managua.

Organización seguida para la recopilación de información.

Para la obtención de la información que concierne la investigación se siguió una jerarquía específica. De tal manera que la información que se recopilara fuese válida para probar que se presentan debilidades y problemáticas en el campo de estudio, en este caso los edificios POLISAL y auditorio 52 de la UNAN-Managua. Ver Ilustración 5. Organización jerárquica de investigación.

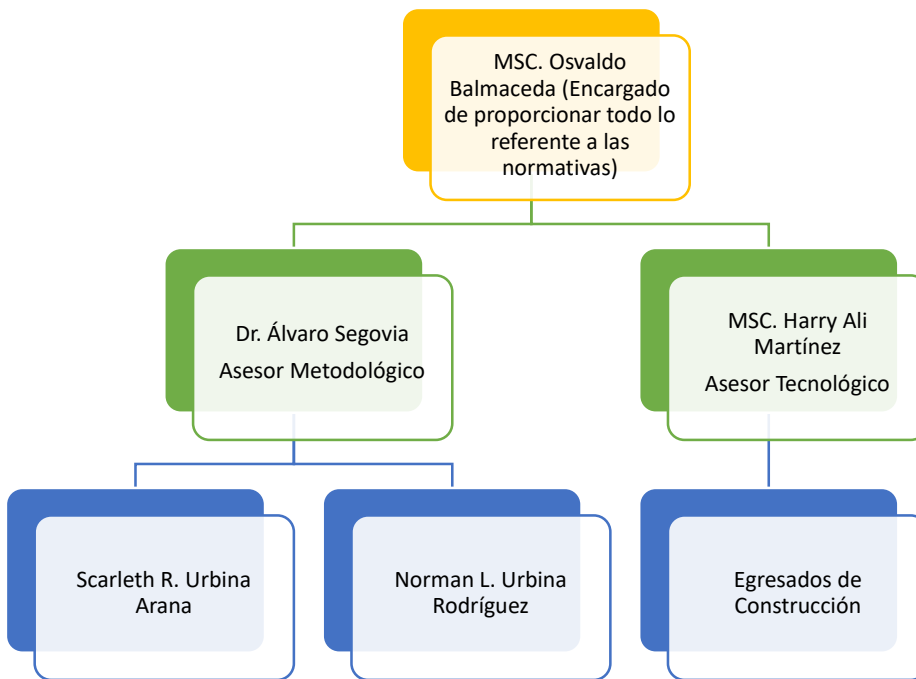


Ilustración 5 Organización Jerarca.

Análisis de Entrevistas Realizadas

Se concluye mediante entrevistas realizadas a docentes del campus universitario que este tipo de escenario de incendios ha tenido presencia en el pasado. Y que han podido observar que algunos de los edificios de la universidad presentan ciertas debilidades que los califican como propensos a este tipo de escenario.

“Creo que es necesario este tipo de sistema, ya que existen muchos edificios propensos a la ocurrencia de un incendio, que pueden poner en riesgo la vida de los que trabajamos en ellos, además de que existe un precedente de este tipo de escenario que sucedió en el año 2018 que generó muchas pérdidas materiales de la escuela primaria (ARLEN SIU) del campus”. Alego MSC. Harry A. Martínez

También fue notorio que la mayoría de los entrevistados cuentan con la experiencia de haber trabajado con la Normativa NFPA fuera del campus universitario. *“La normativa es clara y establece en su capítulo 5 que todo establecimiento de trabajo gubernamental y campus universitario requiere un sistema preventivo de incendio”.*

Menciono el Ing. Osvaldo Balmaceda

Por otro lado, los datos recolectados a 2 estudiantes de 5to de la carrera de construcción fueron más reveladores dado que los mismos fueron participes en el diagnóstico de los edificios que se mencionan a lo largo de este documento. Ambos tienen conocimientos de las normativas que rigen el diseño de este tipo de sistemas y cuentan con experiencia en el área. *“Basándonos en la normativa NFPA 72 y la NTON realizamos el diagnostico a los edificios tomando en cuenta todos los parámetros que las mismas establecen, como edad de las instalaciones, sistema eléctrico, demanda de personas, materiales combustibles presente, el uso que se le da los mismos entre otros”* relató la BR. Giselle Reyes Téllez.

Como más comunes debilidades presentes en los edificios seleccionados ha sido la ausencia de un sistema actual, y la presencia de bastantes materiales combustibles que pueden hacer que se propague con velocidad un posible incendio. *“Además es notorio que cada uno de los edificios diagnosticados cuentan con una demanda alta de personas que acceden diariamente a ellos”* señaló el Br. Randy Méndez

De los edificios diagnosticados cada uno de ellos requieren el sistema, porque cada uno de ellos cuenta con la cantidad de debilidades que los ponen en un riesgo de presencia de un incendio, esto basado en las normativas. *“Mediante preguntas realizadas a distintos trabajadores de los edificios antes mencionados, se logró encontrar que el campus universitario cuenta con antecedentes de este tipo de escenario, en el año 2015 en el edificio gemelo 1 tercer nivel”*. Aludió la Br. Giselle Reyes.

Ver formato de entrevistas en anexos.

Diseño actual de los edificios

Se evaluó a través de las normativas NFPA y NTON, que actualmente no existe un diseño que alerte de un incendio a las personas. A través de la normativa se plantea que los edificios presentan las debilidades que hacen que sea una necesidad el realizar un diseño que pueda dar solución a esta problemática.

Aspectos Generales del diseño actual del POLISAL y Auditorio 52.

POLISAL (Edificio Luis Felipe Moncada): también conocido como los edificios gemelos, son dos edificios de tres plantas cada uno, en los cuales se realizan diferentes actividades tales como:

- Oficinas
- Laboratorios
- Clínicas

Después de realizar recorridos por las instalaciones se pudo observar que:

- En los laboratorios del sector salud existen 5 extintores CO₂ de 10 lbs, cada piso cuenta con señalización para mostrar la ruta de evacuación en caso se presentará un evento como sismo, incendio u otro.
- La parte administrativa del POLISAL cuenta con 1 extintor PQ de 5 lbs y 1 extintor PQ de 2.5 lbs.
- El CEDOC tiene 1 extintor PQ de 10 lbs.
- Las bodegas del POLISAL cuentan con 2 extintores PQ, uno de 2.5 lbs y otro de 10 lbs.
- La secretaría académica del POLISAL tiene 1 extintor PQ de 10 lbs .
- Dirección tiene 1 extintor CO₂ de 5 lbs.
- Laboratorio de anestesia y reanimación cuenta con 1 extintor PQ de 10 lbs.
- Aula NET tiene 2 extintores CO₂ de 10 lbs.
- Laboratorio de enfermería No 5402 y No 5405 cuenta con 2 extintores CO₂ de 10 lbs.
- En la dirección de enfermería se encuentra 1 extintor CO₂ de 10 lbs.
- Laboratorio de fisioterapia cuenta con 1 extintor PQ de 10 lbs y 1 extintor CO₂ de 10 lbs.
- Laboratorio de Bioanálisis tiene 2 extintores CO₂ de 20 lbs.
- Laboratorios de Biología Molecular cuenta con 1 extintor PQ de 2.5 lbs y 2 extintores PQ de 20 lbs.

Auditorio 52 “Roberto González Herrera”: se utiliza para realizar

- Eventos con gran aglomeración de personas
- Clases magistrales

El auditorio tiene cuatro salidas de emergencia localizadas en los costados del edificio, además cuenta con 2 extintores CO2 de 10 lbs.

Análisis del diagnóstico para los edificios POLISAL y Auditorio 52 en la Unan Managua.

Cabe mencionar que durante se procedía a hacer el diagnóstico de cada uno de los edificios para determinar si los mencionados califican para ser necesario la implementación de un sistema contra incendios, se pudo constatar mediante entrevistas a docentes que tienen ubicadas sus oficinas administrativas en uno de ellos que contaba con un antecedente de un escenario de este tipo.

Mediante una indagación exhaustiva sobre precedentes investigaciones que se relacionen de algún modo, cabe mencionar que las previas investigaciones o propuestas de medidas de prevención o mitigación ante este siniestro se quedan hasta el punto de un control de los materiales a la hora de construir que reduce el riesgo de una propagación de incendios. Por otra parte, la propuesta que se hace en este documento da un paso en el sentido que se pretende no solo tener una alternativa ante este tipo de escenarios, sino que también dicho sistema tenga la capacidad de predecir con anticipación la posible presencia de un escenario de este tipo.

Requisitos Generales para el previo diseño Capítulo 5 NFPA72

- ✓ Los dispositivos de inicio (sensores) no deberán instalarse en lugares inaccesibles.
- ✓ Un dispositivo de inicio debe estar protegido cuando esté propenso a daños mecánicos.
- ✓ Los dispositivos iniciadores deben instalarse de manera que faciliten el mantenimiento periódico.
- ✓ Los dispositivos iniciadores deberán instalarse en todas las áreas por otros códigos y normas.
- ✓ Grosor máximo entre paredes 3.5 cm y densidad máxima de material 500kg/m³ (de ser mayor la separación entre estos es nula)

Tabla 2 Densidad de los materiales.

Tipo de Material	Densidad en Kg/m ³
Aluminio	2.7 Kg/m ³
Espuma poliuretano	45 Kg/m ³
Madera (Varía según el tipo de madera)	345 Kg/m ³ – 391 Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Requerimientos para los sensores Capítulo 5.5 Cobertura Total NFPA72

Cuando las áreas contengan materiales combustibles, deberán instalarse 1 o más dispositivos iniciadores (En dependencia del alcance de los mismos).

Requerimientos para las fuentes de energía.

Cuando se utiliza un sistema de alarmas de incendio para alertar a los ocupantes, los predios asociados serán por lo general evacuados durante interrupciones de energía prolongadas. Cuando este no fuera el caso o en algunas instalaciones académicas o gubernamentales se requerirá de una energía secundaria adicional para tratar una interrupción más prolongada.

En los casos que se utilizan un sistema de computadores o de cualquier tipo para recibir y procesar señales de supervisión o de alarma, se requerirá el uso de una fuente de alimentación interrumpible, con capacidad suficiente para activar todo el sistema con el fin de evitar una pérdida de las señales o un retraso en la señal superior a los 10 segundos.

Requerimiento para los detectores de humo.

Los detectores de humo se deben colocar tan cerca del centro como sea posible.

Además de cumplir los siguientes estándares:

- ✓ Separación entre detectores 12 metros máximo.

- ✓ Área de detección por dispositivos 30 m².

- ✓ Para que el detector sea efectivo la altura del techo debe ser como máxima 3 metros.

- ✓ Se debe evitar instalar sensores de humo en salidas o retornos de equipos de aire acondicionado porque pueden producir acumulación de polvo y provocar falsas alarmas.

- ✓ Para el caso de auditorios o espacios que el cielo raso supere los 2 mts de altura los sensores se instalaran en paralelo con un ángulo de 90 grados de inclinación.

Diseño del sistema.

El sistema está compuesto de una interconexión de sensores IOT instalados estratégicamente según lo establece la NFPA72 (National Fire Protection Association) a tres metros de altura los detectores de humo, con una separación entre detectores de no más de 12 metros, dado que estos sensores son de la tecnología IOT cada uno de ellos viene integrado con un módulo de conexión WIFI que los conectara al Access Point que se instaló estratégicamente en el edificio de modo que pudiese tener cobertura para que todos los sensores se conecten a él.

Las variables a censar y monitorear a través del sistema serán temperatura, humedad y cantidad de gases. Si hay algo que recalcar es que en la variable de La humedad será la relativa ya que es fuertemente proporcional a la temperatura y altamente sensible a sus cambios. Esto significa que, si tiene una temperatura estable en el sistema, su humedad relativa también lo será. Además de la temperatura, la humedad relativa también depende de la presión del sistema en cuestión.

Aprovechando la existente red interna del campus universitario, se crea una VLAN para la recepción, transporte y monitoreo de la información que los dispositivos iniciadores estarán captando en tiempo real. La principal fuente de alimentación eléctrica de los dispositivos iniciadores será la actual red eléctrica con la que cuenta cada edificio en el que será instalado el sistema.

Tomando en cuenta la posibilidad de que la fuente primaria que alimenta a toda la red de los dispositivos iniciadores fallara, se instalara un módulo de batería UPS a cada uno de los sensores, este módulo es capaz de conmutar una vez la fuente primaria falla. Así se evita una interrupción y pérdida de la señal del sistema que pudiese invalidar al mismo.

Componentes propuestos a utilizar para el previo diseño de sistema. Sensor de temperatura y humedad.

Para el previo diseño se recomienda el sensor climate sigfox lot es un Sensor inalámbrico que monitoriza la Temperatura y Humedad. Este Sensor es el primer dispositivo de bajo consumo (funciona con Batería) y de fácil instalación sin cableados. Funciona con tecnología inalámbrica (Cobertura SIGFOX IoT) Plug & Play. La reducción de costes en mano de obra y cableados, hace que sea el más económico y funcional del mercado.

Los datos de temperatura y humedad serán comprimidos y almacenados localmente, este sistema de reduce significativamente la cantidad de transmisión de datos. Funciona con una batería de litio 3.6V / 3600mAh, que, en modo comprimido, permite una autonomía de hasta 9 años, transmitiendo datos una vez por día.



Ilustración 6 Sensor de temperatura, Sigfox climate.

Tabla 3 Características del sensor de temperatura IOT.

Frecuencia (MHz) UE	868-870
Potencia de transmisión (dBm)	+14
Sensibilidad del receptor (dBm)	-126
Protocolo	Sigfox IoT
Encriptación de datos	AES128
Alarmas	Baja Batería, On-Off, Max y Min Temperatura
Avisos	SMS y Email
Directivas y estándar	EN, 61000-4-2 EN 300-220-1 V2-4-1, EN 301 489 V1-6-1CE, compatible con la recomendación de RoHS

Fuente: Elaboración propia.

Sensor de Humo

Este detector de humo con conexión Wi-Fi le avisa tanto de la detección de humo como de un aumento excesivo de temperatura; para ello, emite una alarma sonora para aquellas personas que estén cerca y una alerta por teléfono por si no se encuentra allí.

Este detector de humo y calor de fácil instalación se conecta a la red Wi-Fi sin necesidad de un concentrador.

Ofrece una tranquilidad absoluta con sus dos funciones de seguridad, al detectar tanto el humo como los aumentos rápidos de temperatura.

Características

- Detector de humo con conectividad Wi-Fi: le avisa tanto del humo como de los aumentos excesivos de temperatura para una tranquilidad absoluta
- Fácil conexión a la red Wi-Fi para habilitar el envío de alertas a su teléfono
- Potente alarma para advertir del peligro a las personas que se encuentren en la casa o a su alrededor
- Capacidad de emparejamiento con otros productos SmartLife para, por ejemplo, activar automáticamente las luces cuando suene la alarma



Ilustración 7 Sensor de humo OIT.

Tabla 4 Especificaciones del sensor de humo IOT.

Tipo de detector	Humo y calor
Tecnología inalámbrica	Wi- fi
Color	Blanco
Conformidad EN	EN14604
App disponible para	Android™ & iOS
Batteries included	2x AA/R6
Compatible with	Nedis® SmartLife
Ganancia de la antena	2 dBi
Max. potencia de transmisión de radio	20 dBm
Rango de frecuencias	2412 - 2484 MHz
Sonido	90 dB
Temperatura de funcionamiento	5 - 37 °C
Tensión de entrada	3 VDC
Vida útil del sensor	10 años

Fuente: Elaboración propia.

Micro controlador ESP32

A medida que la automatización industrial se acelera, los ingenieros en la fábrica trabajan para conectar los sistemas a internet de las cosas (IoT), lo que, en muchos sentidos, ha hecho que las plantas de fábrica más antiguas queden en el pasado. Sin embargo, tanto para sistemas nuevos como heredados, la conectividad inalámbrica a IoT mediante Wi-Fi o Bluetooth se ha hecho relativamente simple utilizando módulos y kits ESP32.



Ilustración 8 Microcontrolador.

Características

- ✓ Procesador dual core Xtensa LX6 de 32 bits.
- ✓ Es compatible Arduino con el plugin adecuado.
- ✓ Velocidad de reloj : Entre 160 Mhz y 240 Mhz
- ✓ 520 Kb de RAM
- ✓ Wifi integrado: Acces point & Station
- ✓ Bluetooth 4.2 2.4 Ghz; BT 2.0 y 4.0 BLE
- ✓ 36 GPIO pins.
- ✓ 16 x Analog-to-Digital Converter (ADC) de 12 bits de resolución y se pueden programar con límite de entrada a 1V, 2 V y 4V
- ✓ 2 x Digital to Analog converter DAC de 8 bits.
- ✓ Pueden definirse hasta 16 canales de PWM.
- ✓ 2 x UART o puertas serie
- ✓ 2 x I2C channels y 4 x SPI channels.

Tecnologías de conectividad inalámbricas de largo alcance.

Analizando el mercado, podemos encontrar las siguientes tecnologías de conectividad inalámbrica que adoptan protocolos o funcionalidades de bajo consumo, y que más se ajustan a las especificaciones de este diseño.

Tabla 5 Tecnologías de conectividad.

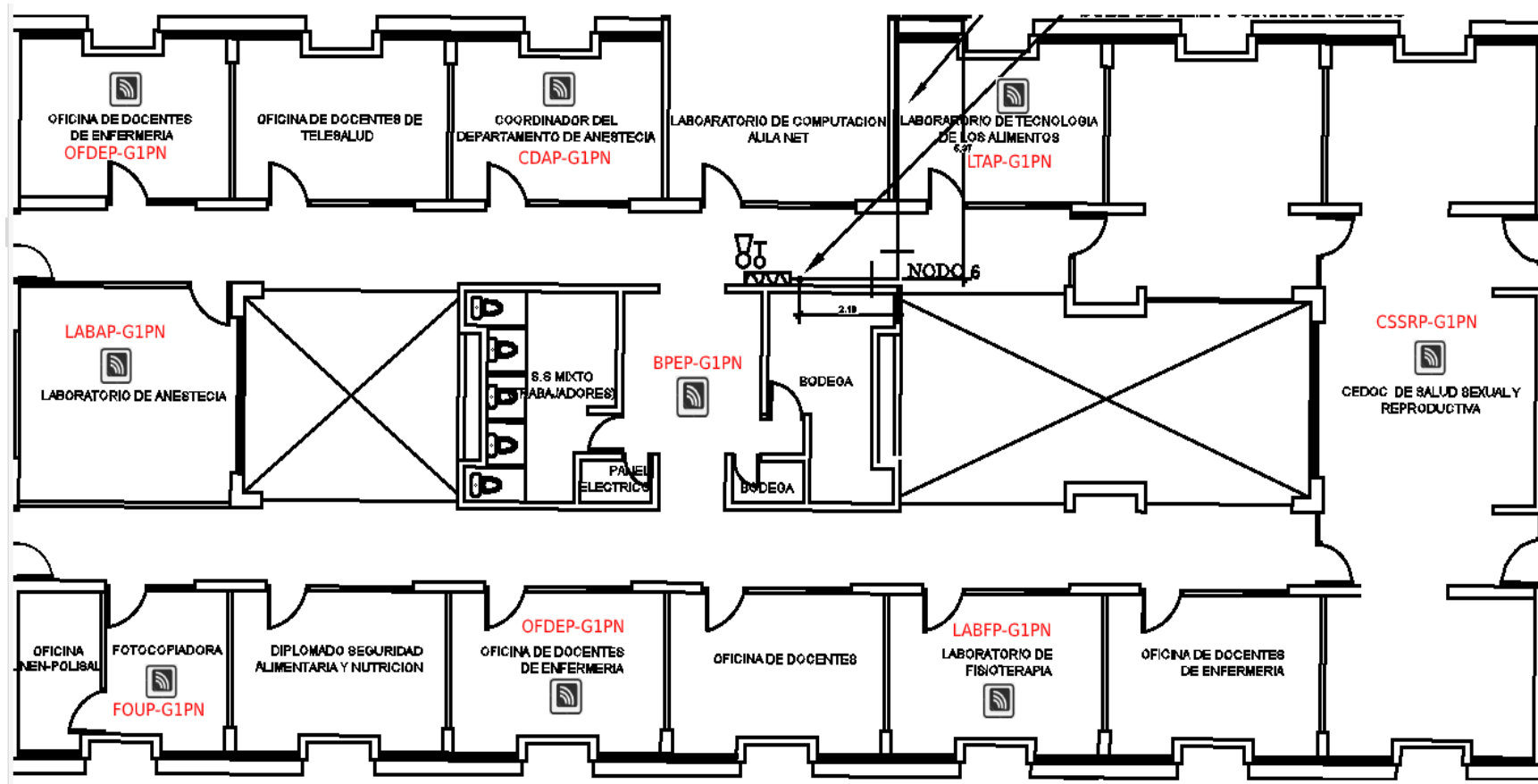
Technologia	Frecuencias/ GHz	Velocidad	Alcance
Bluetooth 5 LR	2,4 - Sub-GHz	1 Mbps	500m
LoRaWAN	Varias	0.3 - 50 kbps	5km
SigFox	Sub-GHz	0.3 kbps	30km
Wi-Fi ah	2,4 - 5 - Sub-GHz	150 kbps- 346 Mbps	1km (900 MHz)
Zigbee	2,4	250 kbps	10- 100m

(Quintanilla., s.f.)

En este diseño se propone la tecnología de Sigfox ya que es una de las más conocidas ya que usa la banda ultra estrecha, que le confiere capacidad para atravesar objetos sólidos y poder dar cobertura incluso a objetos subterráneos. Trabaja en la frecuencia del Sub-1GHz y tiene un alcance de entre 3 y 50 km dependiendo del entorno y opera bajo una topología en estrella de un salto. SigFox es una compañía francesa fundada en 2009 en busca de convertirse en un proveedor de redes IoT. A diferencia de muchos de sus competidores, posee una gran infraestructura que le otorga una amplia cobertura en un conjunto de 50 países.

Diseño para el edificio POLISAL.

Diseño 1, Gemelo 1, primer nivel.



Diseño 1 Gemelo 1, Primer nivel.

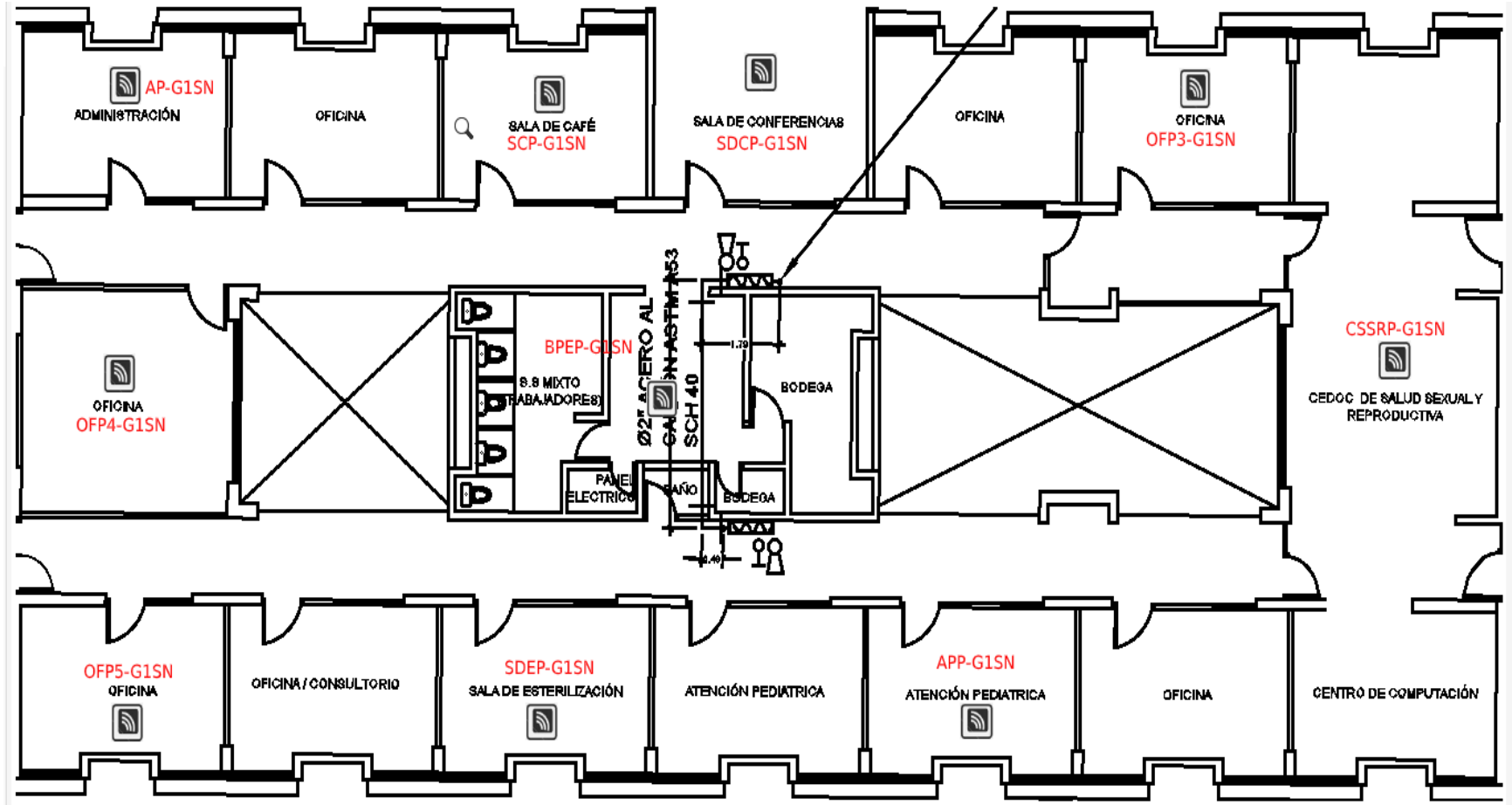
Para el primer diseño como ya antes ha sido mencionado a lo largo del documento se utilizarán sensores IOT que se ubican de manera estratégica para que se pueda aprovechar hasta el máximo el rango establecido por el sensor, en este nivel del gemelo 1 se encuentran laboratorios, oficinas y bodegas por lo que se propone instalar 4 sensores de humo ubicados en el centro de cada uno de los laboratorios a su vez abarcan parte de sus alrededores como es el caso de la oficinas de tele salud. El material de que son hechas las paredes, es un material denso con un grosor que permite que la comunicación entre los sensores y el punto de acceso para posteriormente ser dirigida al servicio web sea excelente, ya que en los requerimientos al diseño previo según la normativa NFPA72 afirma que el grosor máximo deberá ser de 3.5 cm, también se propone instalar 5 sensores de temperatura que pueda incluir una longitud menos de 11 metros de ancho y 3 metros de largo (Establecido por la normativa NFPA72 capítulo 5) para mejor calidad en el proceso de recolectar datos en el área, es importante mencionar que estos sensores están conectados inalámbricamente a través de un punto de acceso para ser redirigida al servicio web donde se monitorea las variables de temperaturas, cantidad de gases y humedad.

Tabla 6 Direccionamiento IP Gemelo 1 primer nivel.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Humo	10.1.34.31	255.255.255.0	LTAP-G1PN
2	Humo	10.1.34.32	255.255.255.0	CSSRP-G1PN
3	Humo	10.1.34.33	255.255.255.0	LABAP-G1PN
4	Humo	10.1.34.34	255.255.255.0	BPEP-G1PN
5	Temperatura	10.1.34.35	255.255.255.0	OFDEP-G1PN
6	Temperatura	10.1.34.36	255.255.255.0	CDAP-G1PN
7	Temperatura	10.1.34.37	255.255.255.0	FOUP-G1PN
8	Temperatura	10.1.34.38	255.255.255.0	OFDEP-G1PN
9	Temperatura	10.1.34.39	255.255.255.0	LABFP-G1PN

Fuente: Elaboración propia.

Diseño 2, Gemelo 1, segundo nivel.



Diseño 2 Gemelo 1, Segundo nivel.

Para el segundo diseño se propone nueve sensores de temperatura y uno de humo ya que en este nivel del gemelo 1 no se encuentra ningún tipo de laboratorio donde se pueda manipular sustancias que puedan provocar algún tipo de inicio de conato sin embargo sí se encuentran papeles, cartones y libros cerca de aparatos electrónicos el cual puede causar un posible escenario de incendio. Se propone instalar un sensor de humo entre bodega y panel eléctrico.

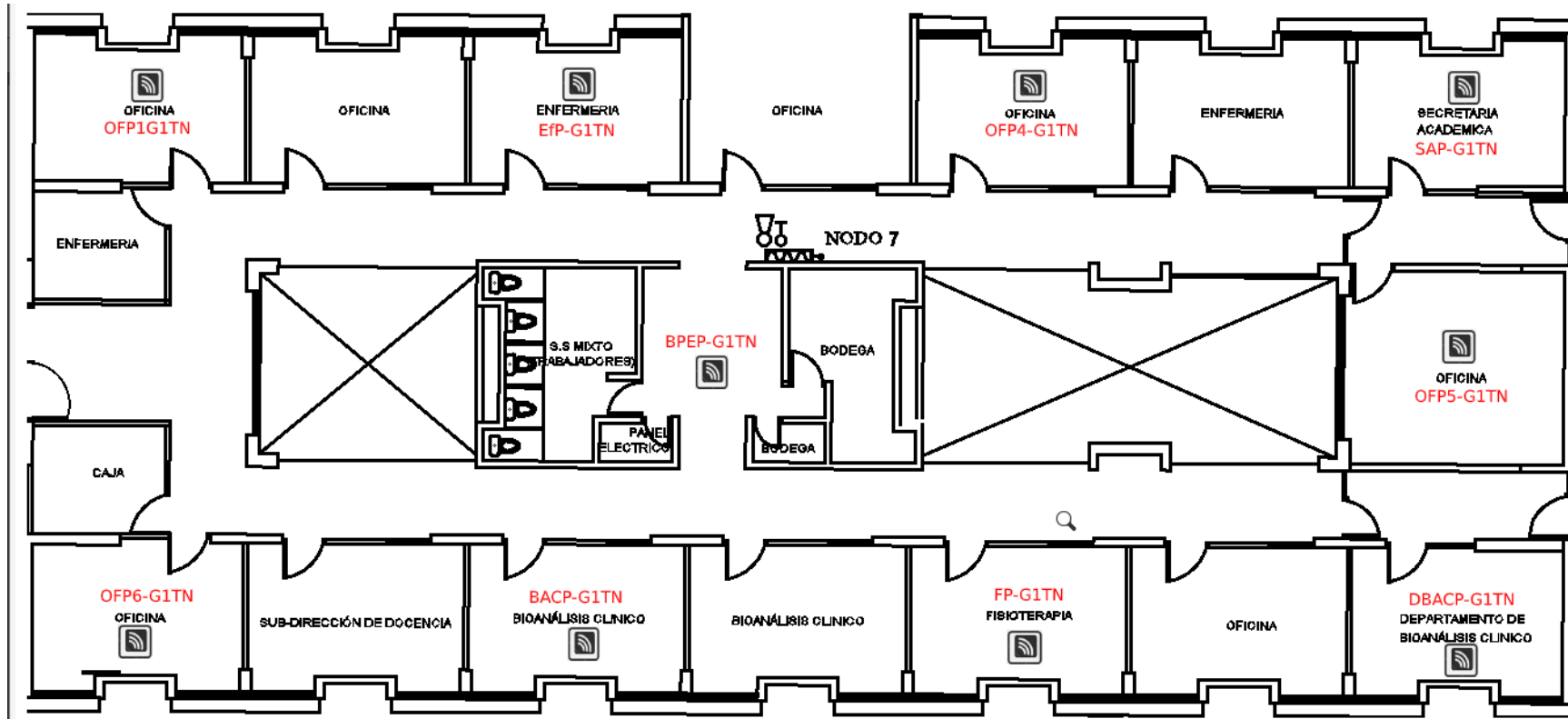
En cada uno de los niveles de los gemelos 1 y 2 se diseñó una circuitería distinta que favorezca el ambiente que presente el área donde se instalará el sistema en su conjunto.

Tabla 7 Direccionamiento IP Gemelo 1 segundo nivel.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Temperatura	10.1.34.40	255.255.255.0	AP-G1SN
2	Temperatura	10.1.34.41	255.255.255.0	SCP-G1SN
3	Temperatura	10.1.34.42	255.255.255.0	SDCP-G1SN
4	Temperatura	10.1.34.43	255.255.255.0	OFP3-G1SN
5	Temperatura	10.1.34.44	255.255.255.0	OFP4-G1SN
6	Temperatura	10.1.34.45	255.255.255.0	CSSRP-G1SN
7	Temperatura	10.1.34.46	255.255.255.0	OFP5-G1SN
8	Temperatura	10.1.34.47	255.255.255.0	SDEP-G1SN
9	Temperatura	10.1.34.48	255.255.255.0	APP-G1SN
10	Humo	10.1.34.49	255.255.255.0	BPEP-G1SN

Fuente: Elaboración propia.

Diseño 3, Gemelo 1, Tercer nivel.



Diseño 3 Gemelo 1, Tercer nivel.

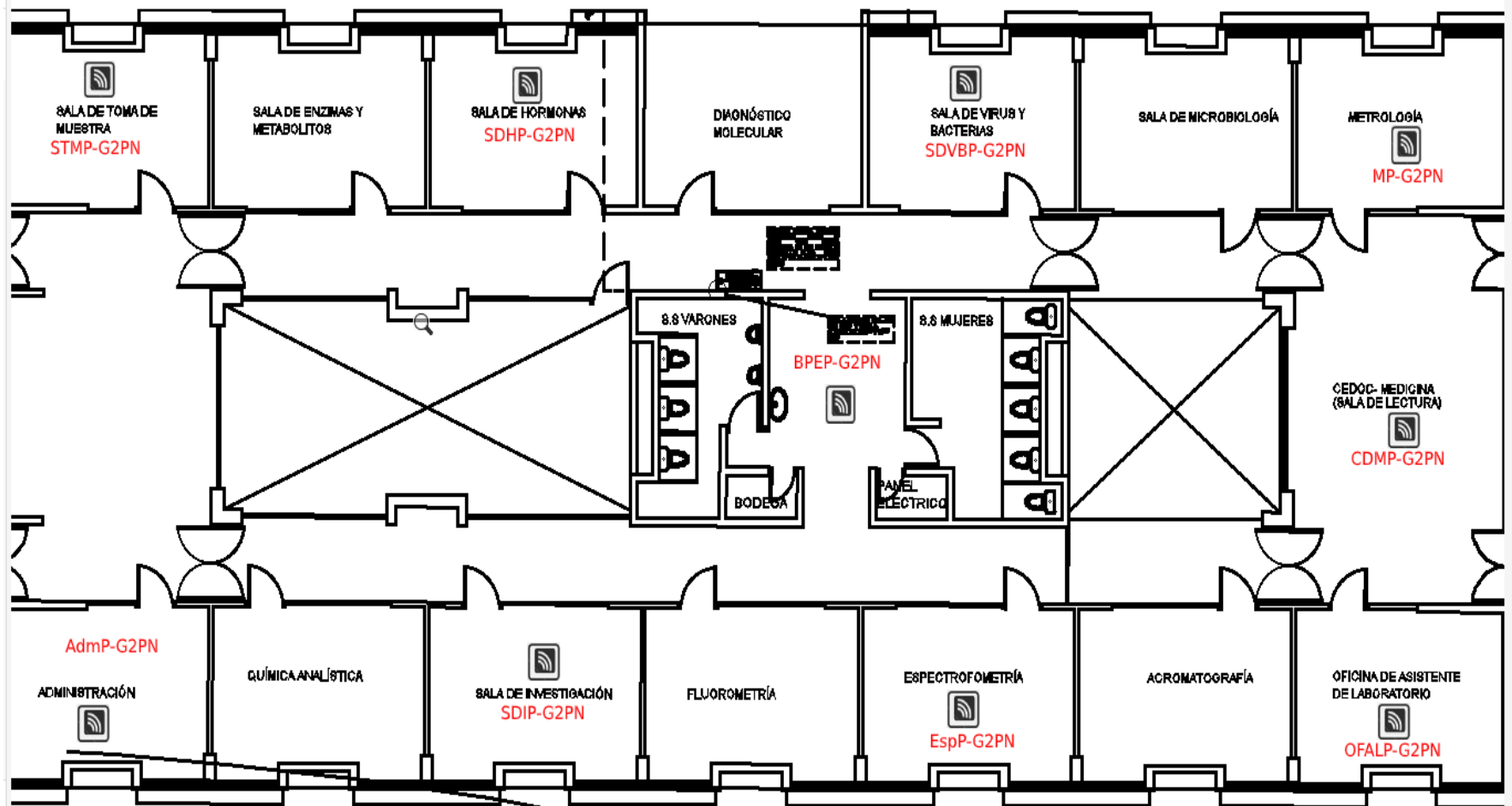
Para este nivel se hace el uso de una red conformada por 5 sensores de humo y 5 sensores de temperatura, que se ubican en: enfermería, secretaria académica, bioanálisis clínico, departamento de bioanálisis clínico y uno posicionado estratégicamente cerca del panel eléctrico y bodega. Basado en los parámetros de la normativa NFPA72 indica que deben ser instalados a una altura de no más de 2 metros (con una separación entre dispositivos de 30 mts sin obstáculos). Para este nivel la separación entre estos no excede los 10 metros esto debido a que se encuentran 2 paredes de 2 cm de grosor entre estos (tomando en cuenta también la densidad del material de la pared). Estos estarán conectados a un access point (utilizando la red ya existente del recinto universitario para reducir costos) y a su vez al microcontrolador de forma inalámbrica; mediante el access point se envían los datos al service web y mediante el microcontrolador se activa la alarma en el caso de que se haya alcanzado el umbral de medición. Véase tabla 8.

Tabla 8 Direccionamiento IP Gemelo 1 tercer nivel.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Humo	10.1.34.3	255.255.255.0	EFMP-G13N
2	humo	10.1.34.4	255.255.255.0	SAP-G13N
3	Humo	10.1.34.5	255.255.255.0	BACP-G13N
4	Humo	10.1.34.6	255.255.255.0	DBACP-G13N
5	Humo	10.1.34.7	255.255.255.0	PEBP-G13N
6	Temperatura	10.1.34.8	255.255.255.0	OFF- G13N
7	Temperatura	10.1.34.9	255.255.255.0	OFF- G13N
8	Temperatura	10.1.34.10	255.255.255.0	FSTP- G13N
9	Temperatura	10.1.34.11	255.255.255.0	OFF2- G13N
10	Temperatura	10.1.34.12	255.255.255.0	OFF3- G13N

Fuente: Elaboración propia.

Diseño 4, Gemelo 2, Primer nivel.



Diseño 4 Gemelo2, primer nivel.

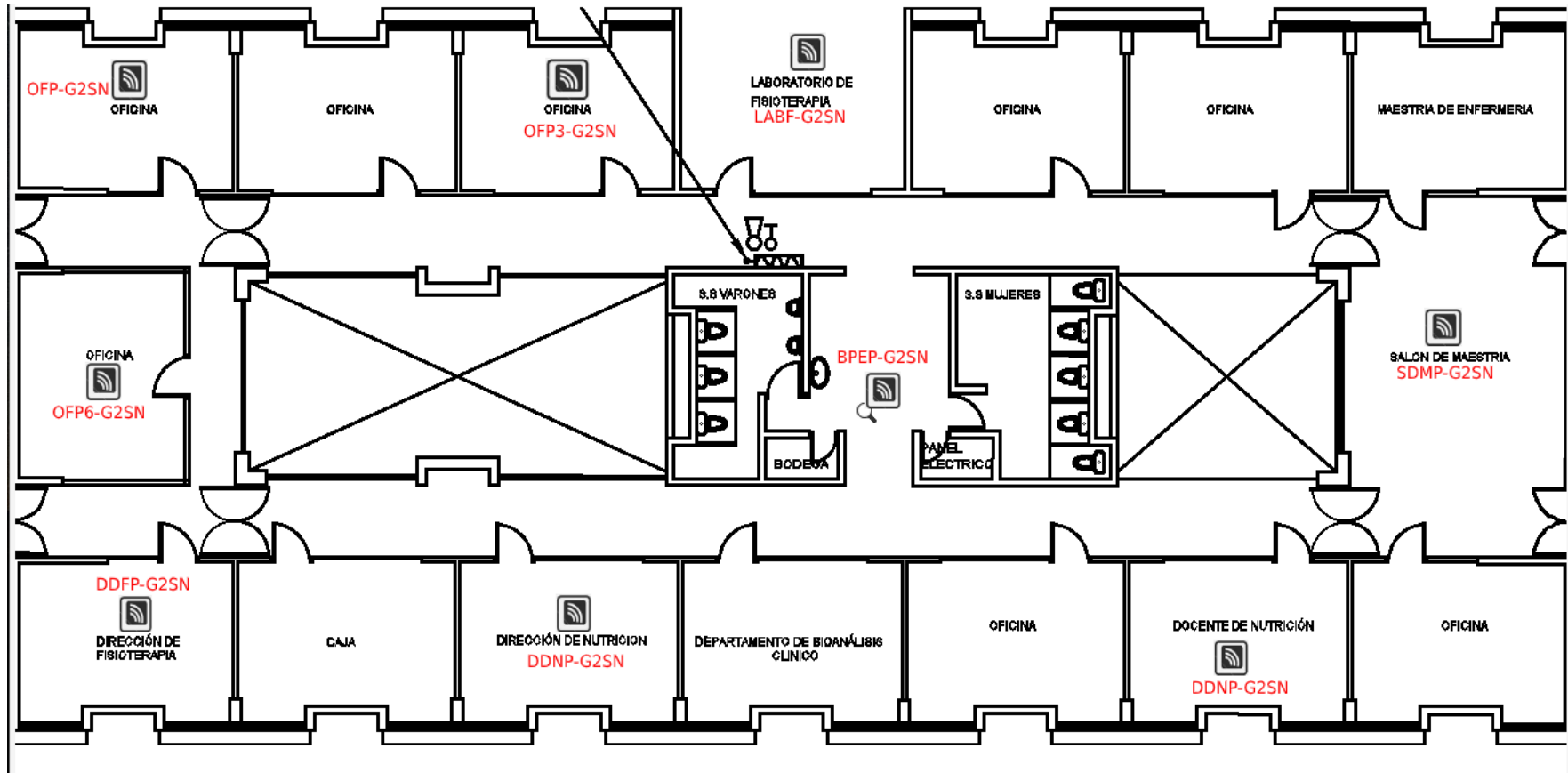
En el diseño de primer nivel para el gemelo 2 se propone utilizar ocho sensores de temperatura y uno de humo, colocados estratégicamente para aprovechar al máximo los rangos de alcance que tienen estos sensores, a como se puede observar en la imagen del diseño 4 gemelo 2, primer nivel no se encuentran laboratorios ni clínicas para colocar sensores de humo sin embargo si bodegas y paneles eléctricos donde sí se instaló uno. Por otro lado, es importante mencionar que en estos diseños se propone utilizar la red interna del campus universitario esto con el propósito de ahorrar costos y explotar al máximo los equipos que se encuentran disponibles en la institución véase tabla 9.

Tabla 9 Direccionamiento IP Gemelo 2 primer nivel.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Temperatura	10.1.34.50	255.255.255.0	STMP-G2PN
2	Temperatura	10.1.34.51	255.255.255.0	SDHP-G2PN
3	Temperatura	10.1.34.52	255.255.255.0	SDVBP-G2PN
4	Temperatura	10.1.34.53	255.255.255.0	MP-G2PN
5	Temperatura	10.1.34.54	255.255.255.0	CDMP-G2PN
6	Temperatura	10.1.34.55	255.255.255.0	AdmP-G2PN
7	Temperatura	10.1.34.56	255.255.255.0	SDIP-G2PN
8	Temperatura	10.1.34.57	255.255.255.0	EspP- G2PN
9	Humo	10.1.34.58	255.255.255.0	BPEP- G13N

Fuente: Elaboración propia.

Diseño 5, Gemelo 2, segundo nivel.



Diseño 5 Gemelo 2, Segundo nivel.

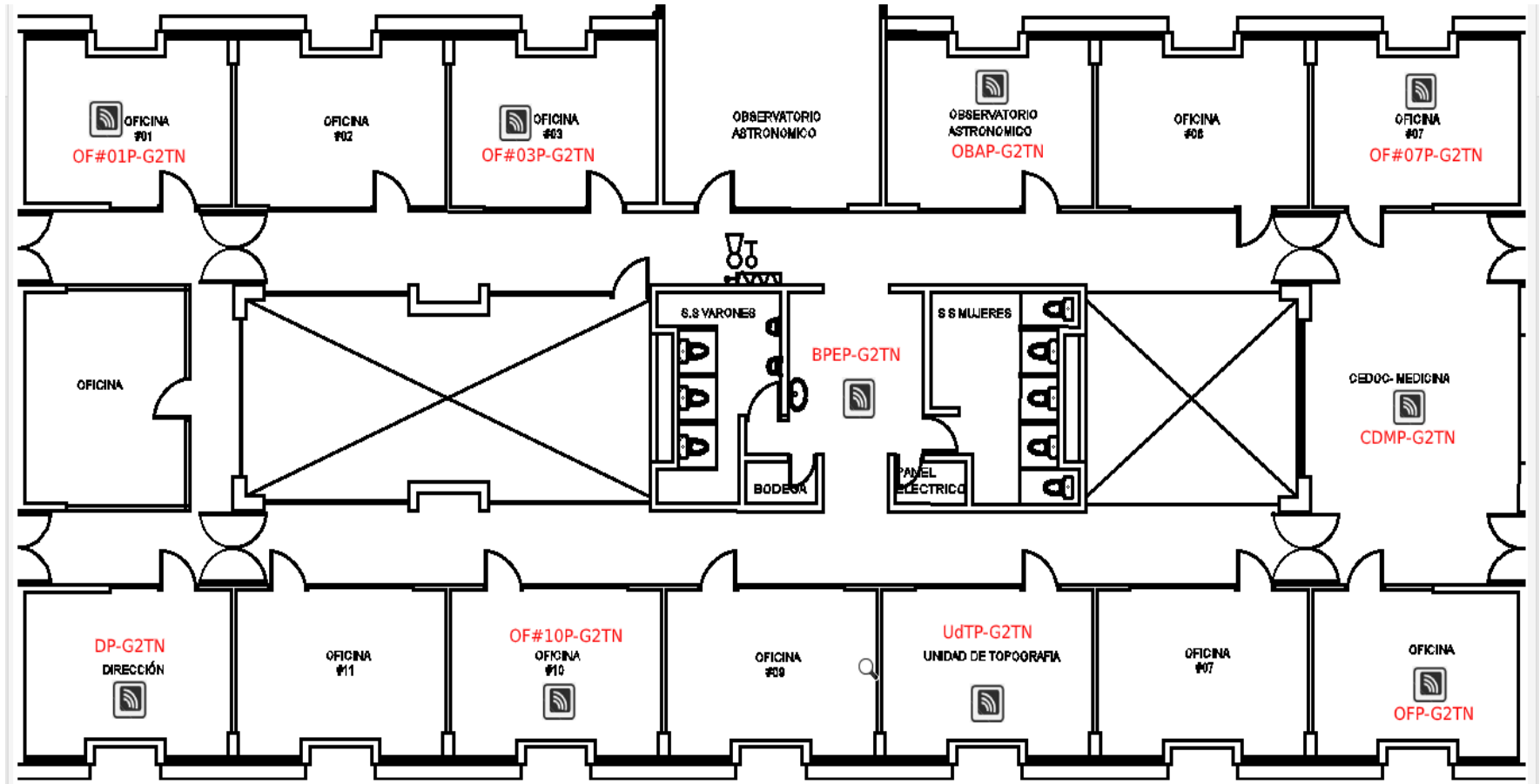
Para el quinto diseño, gemelo 2 segundo nivel se plantea el uso de nueve iniciadores, siete de temperatura y dos de humo que acaparen los metros para los que se encuentran diseñados los sensores, a como se puede observar en el diseño se encuentran un laboratorio, donde pueda existir algún tipo de sustancia que provoque un inicio de conato, sin embargo a como se repite en algunos de los diseños anteriores si hay bodegas y paneles eléctricos por lo cual esos se priorizan y se pone un sensor justo en medio de la bodega y el panel eléctrico esto garantiza calidad y eficiencia del sistema en su conjunto véase tabla 10.

Tabla 10 Direccionamiento IP Gemelo 2 segundo nivel.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Temperatura	10.1.34.59	255.255.255.0	OFF-G2SN
2	Temperatura	10.1.34.60	255.255.255.0	OFF3-G2SN
3	Humo	10.1.34.61	255.255.255.0	LABF-G2SN
4	Temperatura	10.1.34.62	255.255.255.0	SDMP-G2SN
5	Temperatura	10.1.34.63	255.255.255.0	DDNP-G2SN
6	Temperatura	10.1.34.64	255.255.255.0	DNP- G2SN
7	Temperatura	10.1.34.65	255.255.255.0	DDFP- G2SN
8	Temperatura	10.1.34.66	255.255.255.0	OFF6- G2SN
9	Humo	10.1.34.67	255.255.255.0	BPEP- G2SN

Fuente: Elaboración propia.

Diseño 6, Gemelo 2, tercer nivel.



Diseño 6 Gemelo2, Tercer nivel.

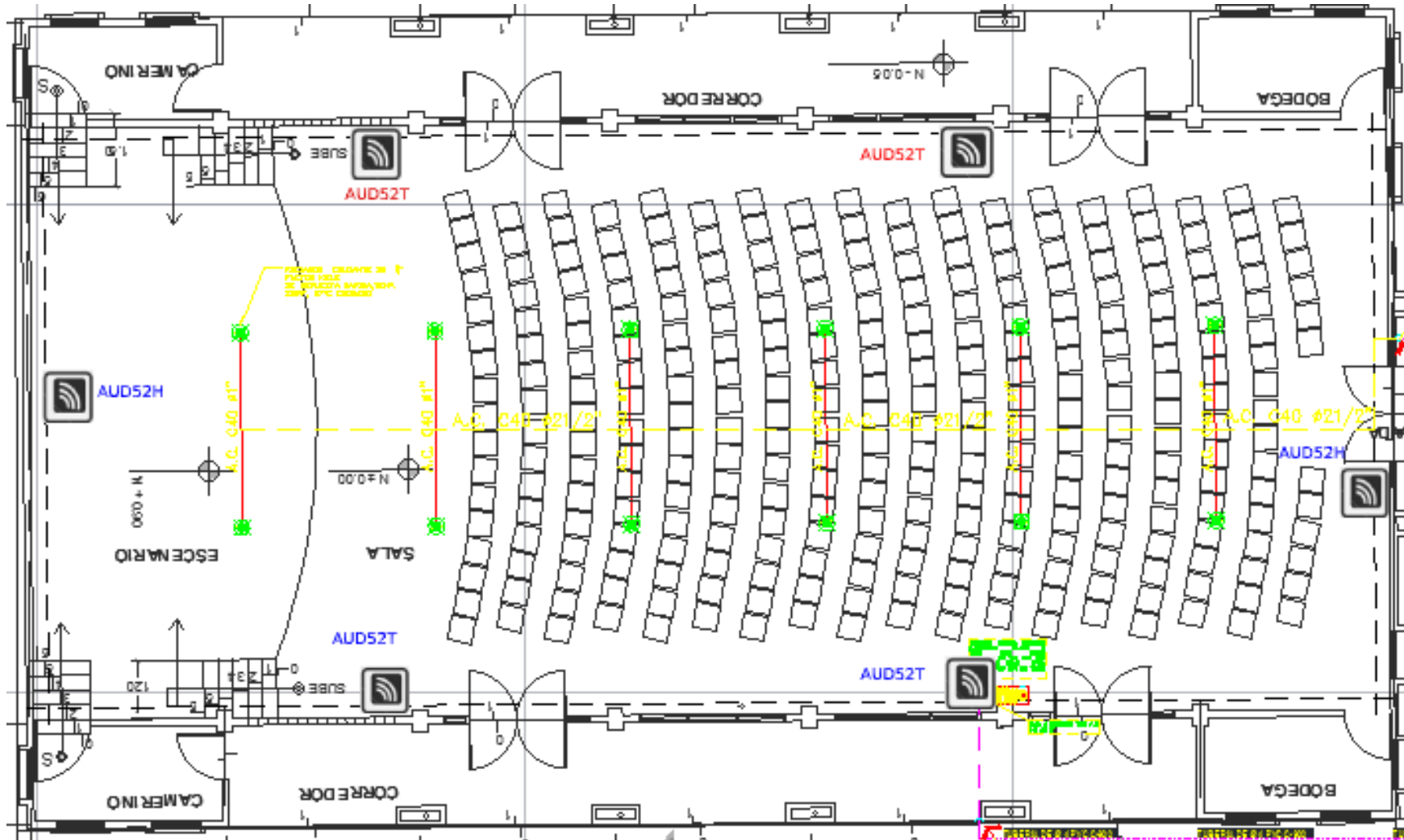
Para este diseño se requiere el uso de 3 sensores de humo ubicados en: Observatorio astronómico, CEDOC Medicina, y el ultimo instalado estratégicamente cerca del panel eléctrico y bodega (se instala 1 por cada uno de estos lugares antes mencionados porque no superan el radio de alcance de los sensores). Y 2 sensores de temperatura que cubren oficinas 1, 2 y 3 separados entre sí a 9 metros. 1 sensor de temperatura que cubre las oficinas 6 y 7. Así mismo 2 sensores de temperatura instalados de modo que cubren oficinas 9,10 y 11. Dos sensores más de temperatura instalados entre Unidad de Topografía y Oficina, igual tomando en cuenta la normativa una separación de no más de 9 metros de distancia debido a la presencia de paredes (Nota: Para determinar la separación entre sensores por la presencia de paredes se tomó en cuenta que estas no rebasen el límite establecido por la normativa en su capítulo 5 densidad y grosor véase Requerimientos generales previos al diseño capítulo 5 NFPA72). Véase tabla 11.

Tabla 11 Direccionamiento IP Gemelo 2 tercer nivel.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Humo	10.1.34.20	255.255.255.0	OAP-G23N
2	humo	10.1.34.21	255.255.255.0	CDMP- G23N
3	Humo	10.1.34.22	255.255.255.0	PEB- G23N
4	Temperatura	10.1.34.23	255.255.255.0	OF1P- G23N
5	Temperatura	10.1.34.24	255.255.255.0	OF3P- G23N
6	Temperatura	10.1.34.25	255.255.255.0	OF6P- G23N
7	Temperatura	10.1.34.26	255.255.255.0	OF7P- G23N
8	Temperatura	10.1.34.27	255.255.255.0	OF9P- G23N
9	Temperatura	10.1.34.28	255.255.255.0	OF11P- G23N
10	Temperatura	10.1.34.29	255.255.255.0	OFP- G23N

Fuente: Elaboración propia.

Diseño 7, Auditorio 52 Roberto González.



Diseño 7 Auditorio Roberto González.

Para este escenario en especial se implementaron 4 sensores de temperatura y 2 sensores de humo. Al ser un auditorio se encuentran presente aires acondicionados y de acuerdo a la normativa NFPA72 no pueden ubicarse en las salidas de estos (véase requerimientos para los detectores de humo) porque provocarían acumulación de polvo y esto a su vez crearía falsas alarmas en el sistema. Además esto implica que es un espacio con temperatura regulada, así la mejor medida que se puede tomar es el uso de sensores de temperatura para garantizar un monitoreo más adecuado. Al estar en un entorno sin obstáculos se aprovecha mejor su radio de alcance, para este caso los sensores no estarían instalados en cielo raso del espacio por lo que este supera los 2 mts de altura, si no que se instala a 1,8 mts con un ángulo de 90 grados de inclinación (véase requerimientos para los sensores de humo). Del mismo modo los sensores de temperatura se instalan en paralelo a una altura de 2 mts con una separación máxima de 13 mts. Véase tabla 12.

Tabla 12 Direccionamiento IP Auditorio 52 Roberto González.

Nro	Tipo sensor	Ip sensor	Mascara	Código sensor
1	Humo	10.1.34.30	255.255.255.0	AUD52
2	humo	10.1.34.31	255.255.255.0	AUD52
3	Temperatura	10.1.34.32	255.255.255.0	AUD52
4	Temperatura	10.1.34.33	255.255.255.0	AUD52
5	Temperatura	10.1.34.34	255.255.255.0	AUD52
6	Temperatura	10.1.34.35	255.255.255.0	AUD52

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de monitoreo del sistema mediante service web.

Para el diseño del servicio web es necesario recalcar algunos aspectos que ayudarán a comprender mejor la realización de este punto clave en el diseño del sistema preventivo, para adentrarnos en el monitoreo no está de más mencionar algunos de los beneficios de utilizar esta tecnología iot.

Según la página The Adecco Group Institute relata distintos beneficios de esta tecnología entre las que destacan:

Reducción de costes.

En la industria 4.0, los dispositivos IoT pueden monitorear equipos y minimizar el tiempo de inactividad al predecir fallos en la línea de producción. Las empresas ahorran y mejoran su eficiencia energética.

Aumento de la productividad

Los dispositivos IoT pueden ayudar a las compañías a evaluar con precisión la demanda. Además, también es posible administrar de manera eficiente las etapas de producción. Del mismo modo, se reducen las tareas repetitivas o monótonas, por lo que los empleados pueden dedicar su tiempo a desempeñar funciones más productivas.

Mejora del servicio al cliente y la experiencia de usuario

Un servicio de atención al cliente impecable es un factor clave para garantizar la rentabilidad de cualquier organización. Opciones que faciliten las transacciones o el seguimiento de las compras, mejorarán la experiencia de usuario.

Mayor seguridad laboral

Los dispositivos IoT pueden ayudar a los empleadores a garantizar la seguridad de los empleados y mejorar las condiciones en el lugar de trabajo. Los sensores integrados y los dispositivos portátiles permiten que los trabajadores en entornos de

alto riesgo puedan ser monitoreados. Empleados de sectores como la minería o la construcción recibirán avisos instantáneos contra derrumbes, caídas o agotamiento. Por su parte, las pequeñas empresas pueden utilizar cámaras de videovigilancia y cerraduras inteligentes. Éstas facilitarán el control y la protección de activos e instalaciones.

Uso mejorado de los activos

A través del IoT para empresas, se consigue realizar un control en tiempo real de todos los activos. De esta manera, se localizará al momento cualquier incidencia que interfiera en el rendimiento de recursos y equipos.

Protección de datos

La experiencia ha demostrado que casi dos tercios de los propietarios de *smartphones* utilizan sus dispositivos personales para actividades relacionadas con el trabajo. Sin embargo, para la organización, este hecho podría traer consigo importantes riesgos para la seguridad de datos confidenciales de la empresa.

El IoT permite configurar estos dispositivos para que su uso no comprometa la privacidad y la seguridad de la información sensible de la corporación.

Una vez señalado algunos de los beneficios de esta tecnología, se procede a mencionar y describir las variables que serán visibles en la interfaz gráfica.

Tratamiento de las variables

Dado que este tipo de sistemas consiste en la recopilación y visualización de una variable para un uso posterior es necesario tener claro que se denomina factor de tratamiento de una variable de interés cuyo posible efecto sobre la respuesta se quiere estudiar. Los niveles de un tratamiento son los tipos o grados específicos de la variable que se tendrán en cuenta a la hora de su tratamiento. En este caso en específico las variables a tratar son: Temperatura, Humedad Relativa, Cantidad de Gases (Humo).

La temperatura es la variable que se mide en grados Celsius que en el medio ambiente está comprendida en un rango entre (15 °C y 35 °C), dicho sistema que se ha propuesto a lo largo de este documento estará monitoreando 24/7 esta variable y enviara una señal de alarma en el caso que dicha variable presente un aumento de entre 8 °C y 15°C por minuto, que es el rango recomendado según la norma NFPA72. El otro escenario en el que se enviara una señal de alarma será cuando los detectores de humo capten una presencia del 20 % de dióxido de carbono (humo) que corresponde a un aumento de 20 °C en la temperatura.

Topología de la red usada.

Este tipo de topología tiene un nodo central, al que todos los demás nodos están única y exclusivamente conectados. El nodo raíz canaliza y coordina las conexiones del resto de nodos, controlando todas las transmisiones de datos. En caso de que un nodo quiera comunicarse con otro, necesariamente tendrá que hacerlo a través del nodo central. Es decir, la información se transmite directamente al nodo central y éste a los demás.

Como ventaja, podemos observar que el hecho de añadir o quitar nodos a la red, no afecta a la misma, al igual que cuando un nodo falla, sólo afectará a su propia comunicación, dejando el resto de la red intacta. Por contra, siendo el nodo raíz el que controla todas las transmisiones, concentrará toda la carga de red, pudiendo afectar al estado de esta. Por la misma razón, si éste sufriera una caída, la red entera dejaría de funcionar.

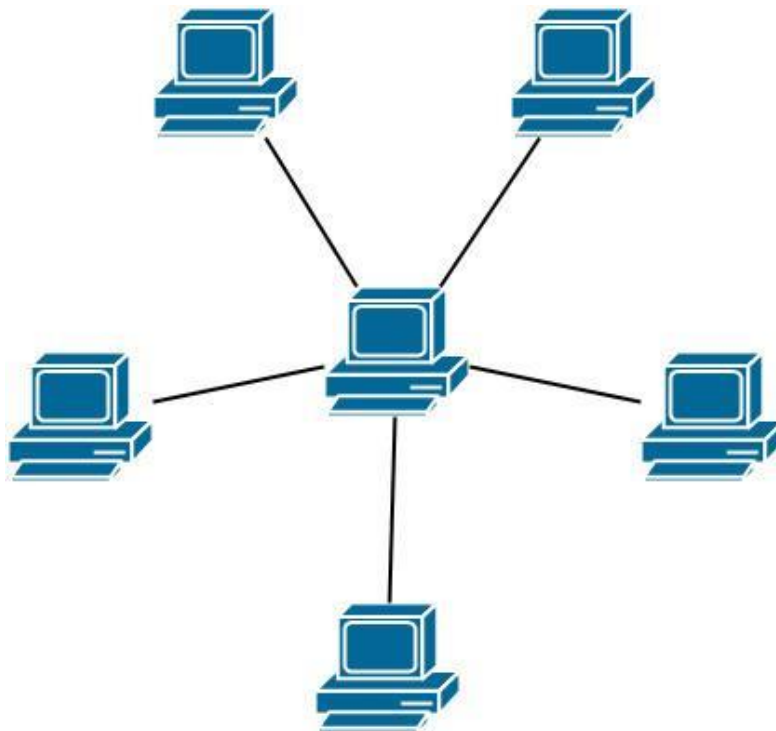


Ilustración 9 Topología de la red usada.

Diagrama de actividad de los sensores.

En la siguiente ilustración se puede observar el diagrama lógico de la conectividad de los sensores a los puntos de accesos consecutivamente conectados a un servidor.

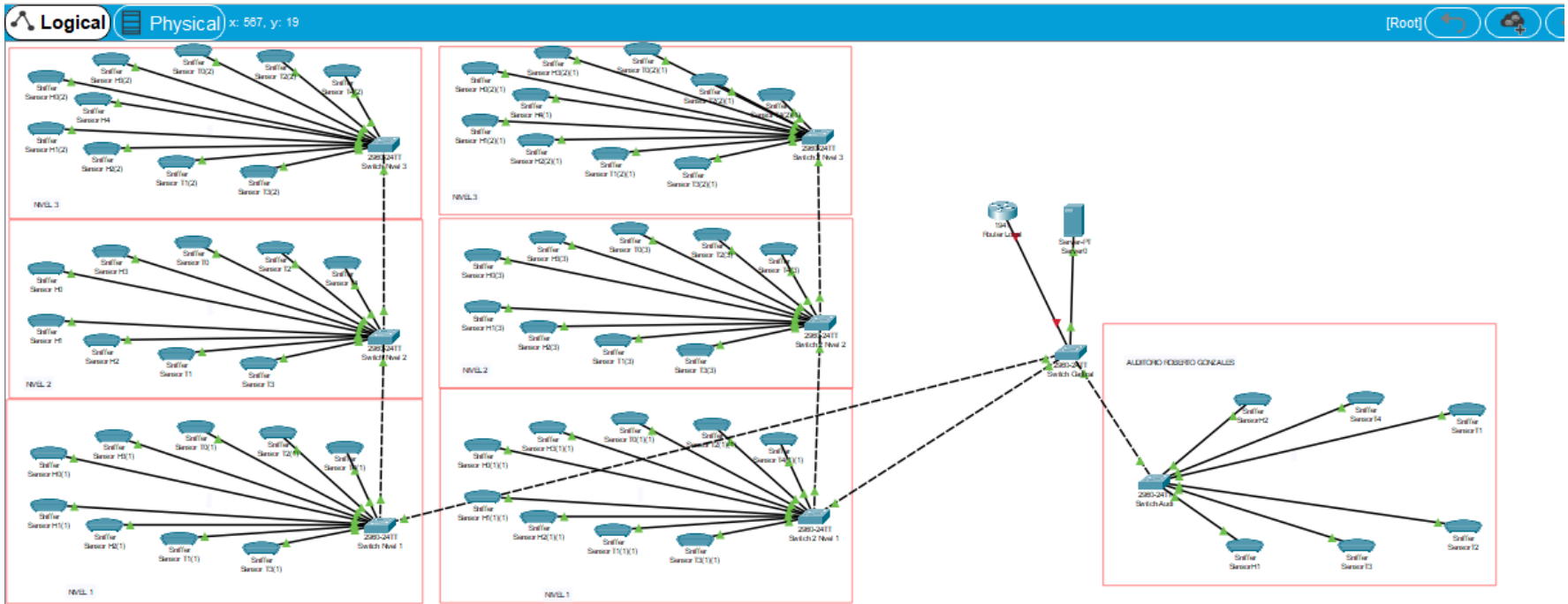


Ilustración 10 Diagrama Lógico de conectividad.

Diagrama lógico de la red del POLISAL y el Auditorio 52.

En la siguiente ilustración se puede apreciar la representación de la conexión lógica del POLISAL, esta imagen fue brindada por las autoridades competentes encargadas de la administración de redes del recinto universitario.

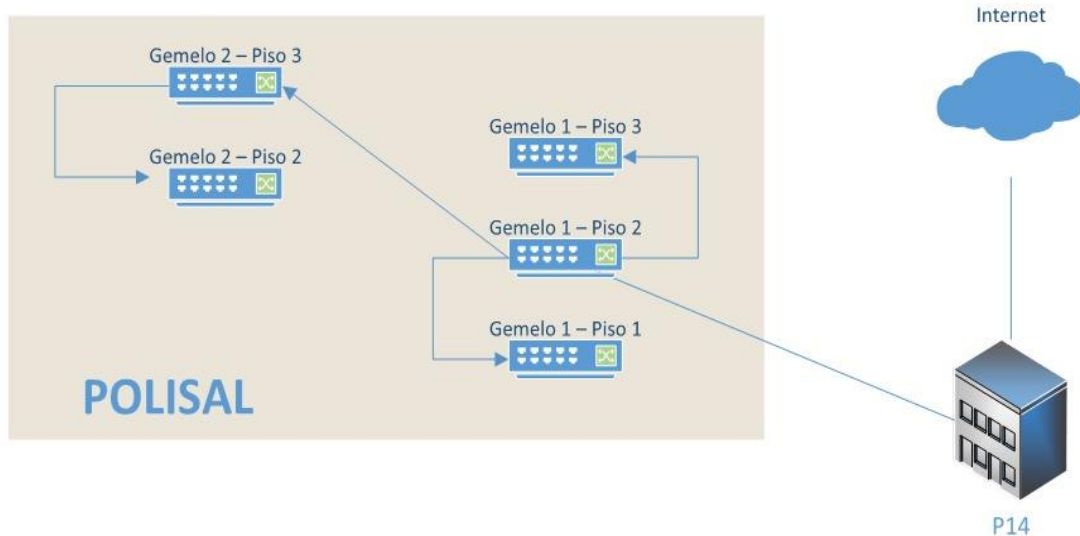


Ilustración 11 Diagrama lógico de la red del Polisal.

Por parte de las autoridades de la Unan esta ha sido la única información que se pudo obtener de la redes ya que por motivos de seguridad y no poner en riesgo la vulnerabilidad del campus universitario se reservan detalles de las conexiones existentes no obstante se hizo una visita exhaustiva para hacer por cuenta propia el levantamiento de la red existente y reconocer los puertos donde pueda ser posible la conexión la posible implementación de esta propuesta de diseño preventivo contra incendio.

Visualización de la disponibilidad de puertos para las conexiones del diseño aprovechando la red existente en el campus universitario.

Se tuvo acceso al Auditorio 52 y al Gemelo 2 del POLISAL y con el fin de verificar los puertos disponibles para conexión y reutilizar el equipo de red en uso que se encuentran en las instalaciones en caso de que este diseño se llegara a implementar, según el encargado de las instalaciones aseguró haber disponibilidad de al menos un puerto en cada módulo de oficina, laboratorio o sala.

A continuación se puede apreciar en la siguiente ilustración los equipos a los que será enlazado el diseño preventivo en el Auditorio 52 Roberto González.

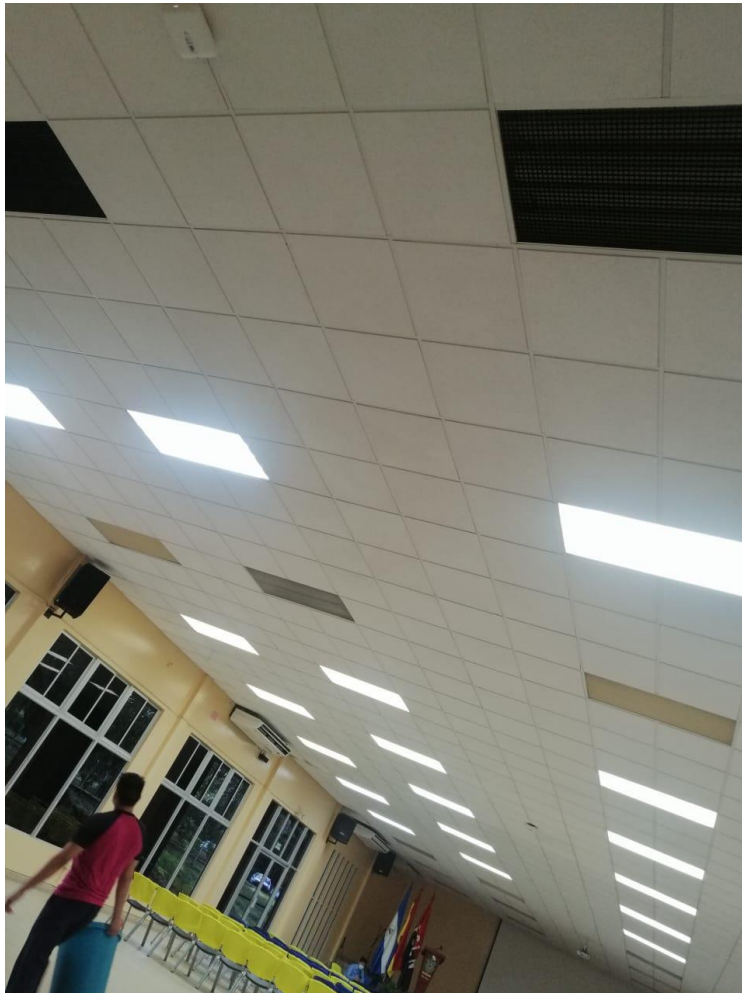


Ilustración 12 Visualización de AP en el Auditorio 52.

A como se puede apreciar en las ilustraciones, los equipos están habilitados para agregar o utilizar la misma red existente en la universidad.

Una vez ya mostrado la disponibilidad en el auditorio pasamos al gemelo 2 del POLISAL. En el primer nivel del gemelo 2 actualmente no se encuentra ningún AP a como estaba instalado en el auditorio 52, sin embargo si se encontró puertos disponibles para agregar puntos de acceso instalándose estratégicamente de modo de evitar que se atenúe la señal, en seguida se

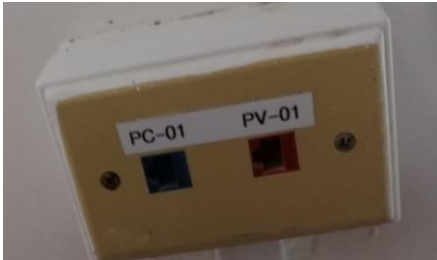
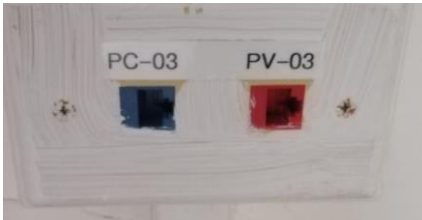
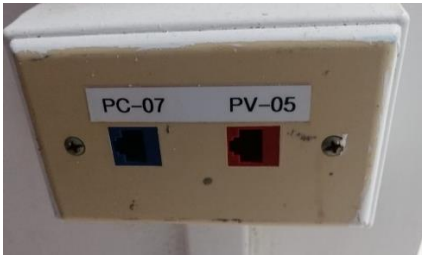





Ilustración 13 Equipo disponible, Switches.

mencionará y demostrará los puertos donde se propone la instalación de los AP.

Un punto importante a mencionar es que en el primer nivel del gemelo 2 no se encuentran ningún tipo de acceso inalámbrico también el gabinete de este edificio se encuentra en el segundo piso, a continuación la disponibilidad de puertos en el primer nivel.

Tabla 13 Disponibilidad de puertos en el Gemelo 2, primer nivel.

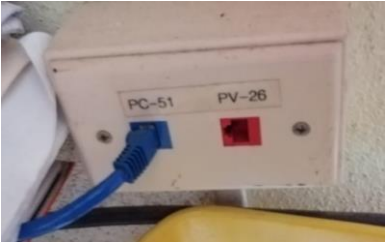

Puertos disponibles en el primer nivel gemelo 2		
Administración	Puerto PV-12	X
Sala de toma de muestras	Puerto PC-01 PV-01	
Sala de hormonas	Puerto PC-03 PV-03	
Sala de virus y bacterias	Puerto PC-07 PV-05	
Metrología	Puerto PC-14 PV-06	
Espectrofotometría	Puerto PC-24 PV-08	

		
Sala de investigación	Puerto PC-09	

Fuente: Elaboración propia.

Para la disponibilidad de puertos del segundo nivel del gemelo 2 véase la siguiente tabla.

Tabla 14 Disponibilidad de puertos Gemelo 2, segundo nivel.

Puertos disponibles del segundo nivel gemelo 2		
Sala de docentes de enfermería	PV-22	X
Dirección de fisioterapia	PV-26	
Maestría de enfermería	PC-37 PV-19	
Oficina G2SN	PC-40 PV-29	X

Fuente: Elaboración propia.

Debido a la inexistencia de la red en digital por motivos de resguardar y evitar ataques contra la vulnerabilidad del campus universitario no se tuvo acceso a toda la información de los edificios no obstante como ya antes se mencionó por parte de los encargados de las instalaciones de la red de la Universidad aseguraron la existencia de disponibilidad de acceso a la red en caso de llegar a implementar algún tipo de sistema de seguridad.

Encontrándose de que independientemente se encuentra habilitada la red de la Unan-Managua para su uso, se propone para el gemelo 1 primer nivel la planificación de una red desde cero para la instalación del sistema preventivo siendo esto repetitivo para los siguientes niveles siguiendo la misma topología que se ha estado proponiendo a través del documento.

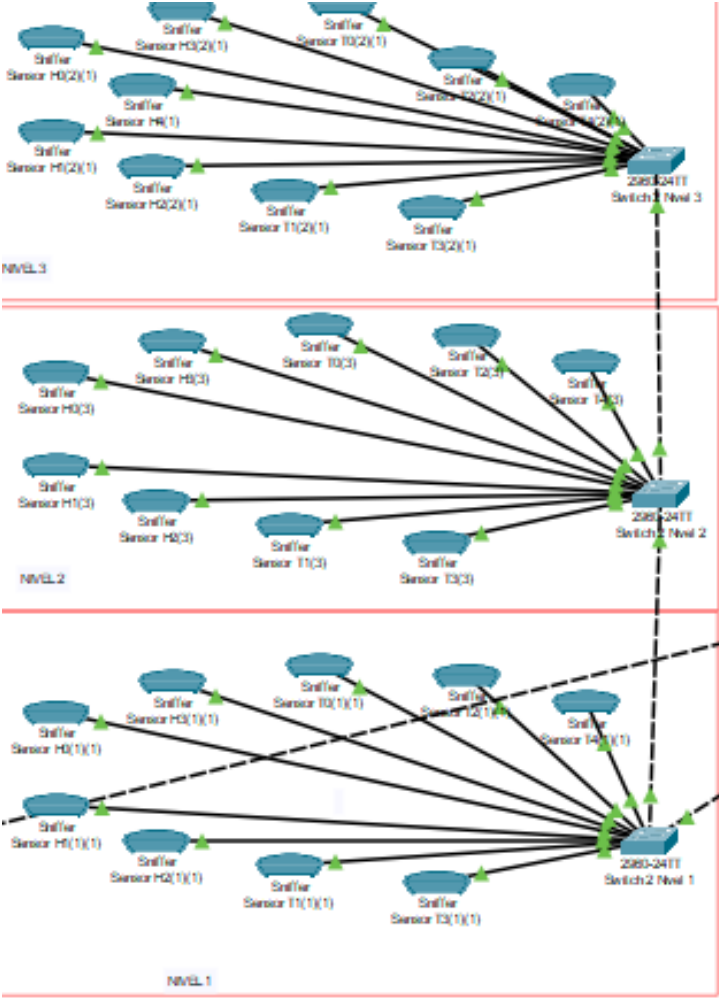


Ilustración 14 Topología de planificación de red para Gemelo 1, primer nivel.

Siguiendo este mismo modelo se hizo la planificación de la red el cual se hizo dos tablas con especificaciones de los materiales que se utilizan en caso de que no se utilice la red existente.

Tabla 15 Materiales para stock.

Materiales para Stock		Fecha	
REDES			
DESCRIPCION DE MATERIALES	CANTIDAD	U/M	
Cable UTP cat6 color azul	230	Mts	
Patch panel cat 6 24 puertos	1	Und	
Switch cisco SG300 10PP	1	Und	
Patchcord	8	Und	
Cinta para rotular 1/2	1	Und	
Ap wireless Huawei	8	Und	
Tape Negro	1	Und	
Conector RJ45	10	Und	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Materiales Ferreteros.

FERRETERO			
DESCRIPCION DE MATERIALES	CANT	U/M	
Conector PVC conduit Cedula # 40 de 3/4"	50	Und	
Curva PVC conduit Cedula # 40 de 3/4"	60	Und	
Tubo EMT UL de 3/4"	25	Und	
Conector EMT de presion en 3/4"	60	Und	
Brida EMT de 3/4"	60	Und	
Pegamento PVC, 1/8"	4	tarro	
spiches de plástico de 1/4 x 2"	100	Und	
Tornillos gypsum punta broca cabeza arandelada de 1"	100	Und	
Caja de registro solida knockout de 1/2" y 3/4"	12	Und	
Tapa para caja de registro de 4 x 4"	12	Und	
Alambre galvanizado #16	10lb	Lbs	
Tape electrico scotch 3M color negro	1	Und	

Fuente: Elaboración propia.

Antes de partir por la creación del monitoreo es importante recalcar que para llevar a cabo la realización de este diseño primero fue necesario descargar e instalar los siguientes programas:

- ✓ MySQL WORKBENCH
- ✓ Visual studio code
- ✓ Entorno de ejecución de JavaScript NODE.JS

Paso 1: Creación de la base de datos

Mediante MySQL Workbench se creó una base de datos a la que se nombró como sensores. En esta se declararon las variables de temperatura, humedad y cantidad de gases (humo); además de una variable llamada datetime para permitir el monitoreo en tiempo real. Véase ilustración 15 e ilustración 16.

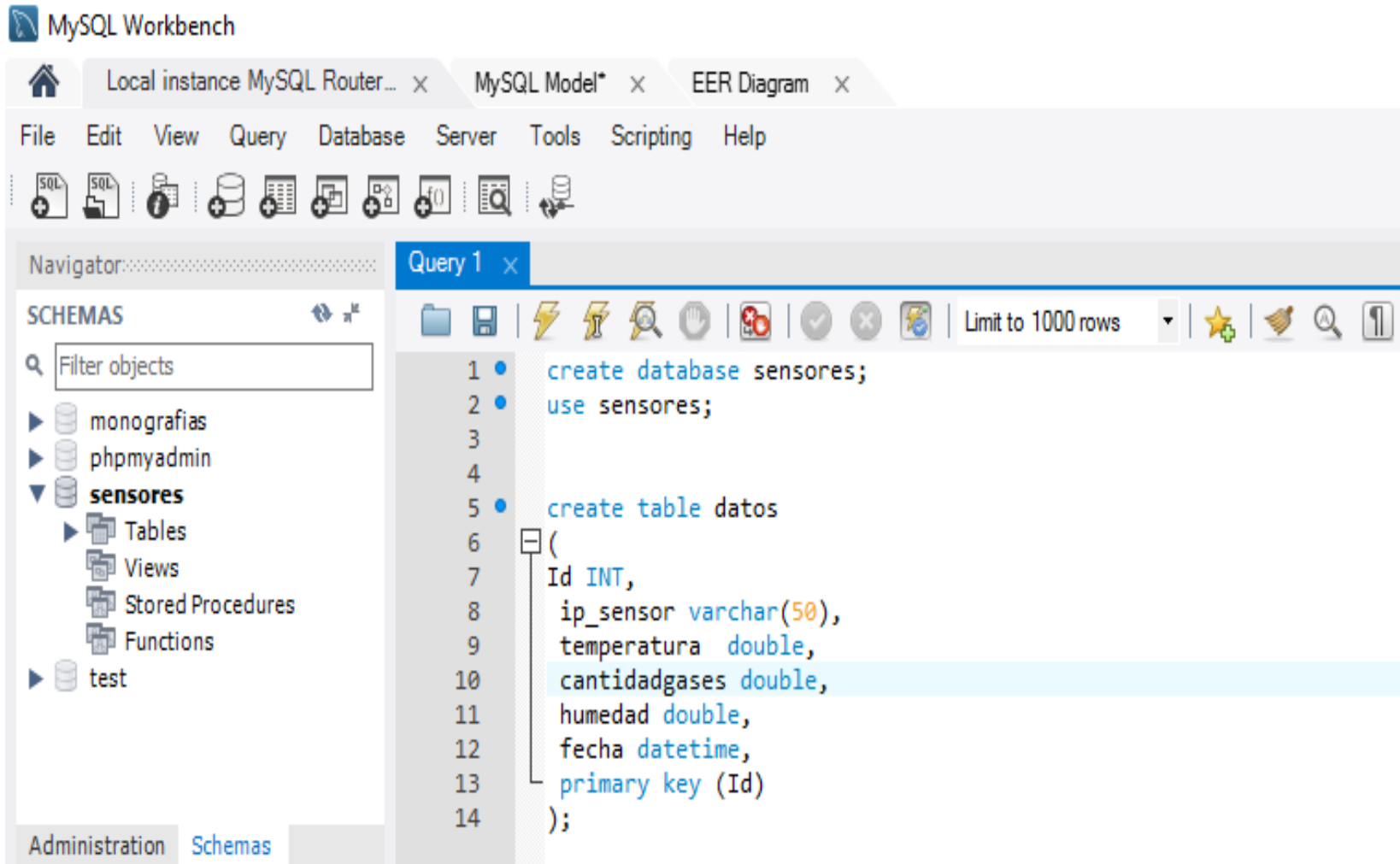


Ilustración 15 Declaración de variables.

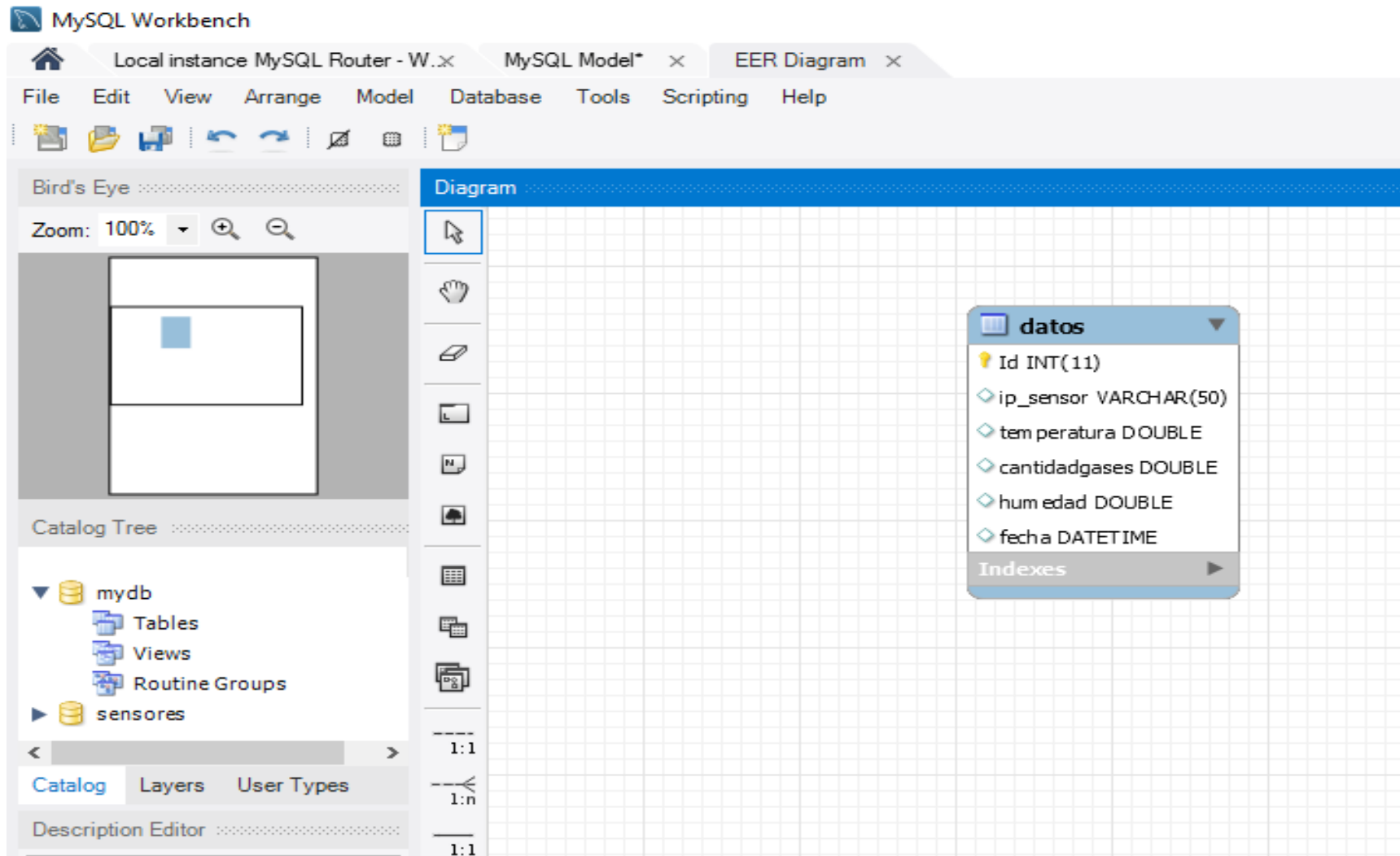


Ilustración 16 Creación de base de datos.

Paso 2: Enlace de la base de datos con la interfaz gráfica.

Haciendo uso del editor de código fuente Visual Studio Code se enlazó la base de datos con la interfaz gráfica, para la visualización y registro de los datos captados por los sensores.

Paso 3: Visualización de datos mediante interfaz gráfica de monitoreo

Véase ilustración 17.

En este tipo de diseño de service web el reto más grande y más común que se encuentra es el servidor local sobre el cual se instalará el servicio. La primera interfaz de monitoreo se creó usando los softwares que se mencionan en diseño de monitoreo mediante service web, a excepción que se usó XAMP como servidor local sobre el cual se instaló la interfaz gráfica de monitoreo (y un hosting gratuito con un límite de 300 MB). Pero debido a que este servidor local utiliza apache para las peticiones de registro, limitaba la velocidad de registro y visualización además que saturaba al servidor con tantas peticiones, esto sucedía a causa que el monitoreo es en tiempo real así que se tenía que hacer una petición a cada segundo para actualizar los datos enviados por los sensores.

(172800 peticiones al servidor por día este número nos resulta de sumar 86400 peticiones para registrar y 86400 peticiones para visualizar). Mediante una investigación se encontró que mediante el entorno de ejecución de JavaScript NODE.JS se puede crear un servidor local que nos permite una forma diferente de trabajo. A diferencia de XAMP en este con solo dejar el puerto abierto permitiría la actualización de los datos enviados por los sensores sin necesidad de realizar una petición de registro a cada segundo por lo cual al ser más óptimo se utilizó este último mencionado para el service web.

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost:8080//sensor/inicio.php'. The page has a dark blue header with a logo on the left and navigation links 'Inicio' and 'Información' in the center. A settings gear icon is on the right. Below the header, the main content area is titled 'NyS Assosiation' with a breadcrumb 'Inicio / Datos'. A blue bar labeled 'NyS System' is below the title. The main content area features three large white cards with rounded corners, each displaying a numerical value and a label with an icon: '37 °Temperatura' (with a thermometer icon), '20 Cantidad de gases' (with a flame icon), and '65 Humedad' (with a cloud and rain icon). Below these cards is an 'Información' section containing a table with the following data:

Codigo Sensor	Temperatura	Humedad	Cantidad de gases

At the bottom of the page, there is a copyright notice: 'Copyright © 2020 NyS Assosiation. All rights reserved.' and the text 'NyS System' in orange on the right side.

Ilustración 17 Presentación gráfica de las variables en su conjunto.

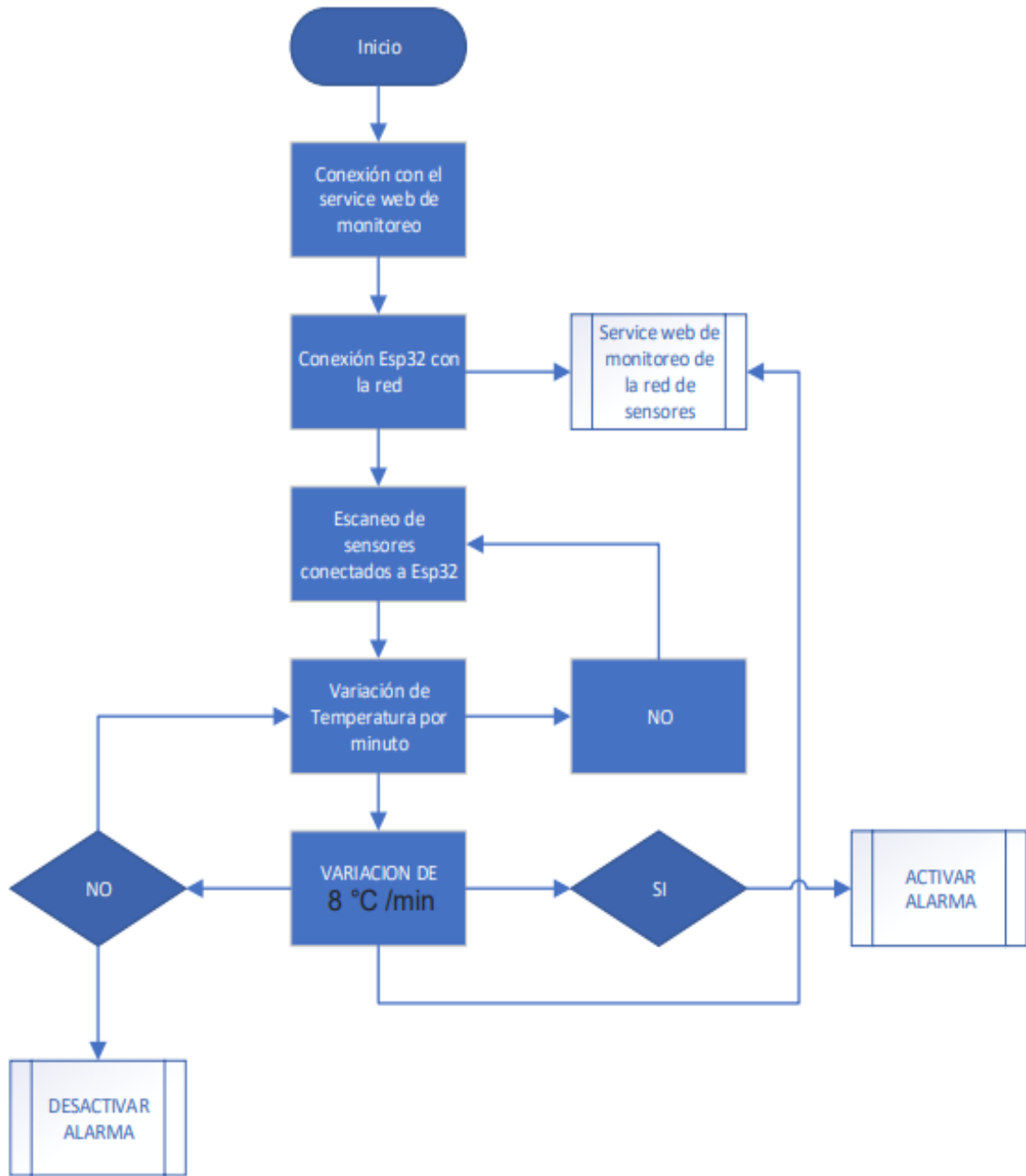


Ilustración 18 Flujograma del sistema en su conjunto.

El diagrama de flujos que se aprecia en la ilustración 18 muestra la lógica de procesos que sigue el sistema preventivo. En primera instancia se realiza la conexión con el service web de monitoreo, luego se conecta la ESP32 (microprocesador) con la red, luego se hace un escaneo de cuantos sensores están conectados a esta tarjeta. Luego proceden las condiciones para que el sistema alerta la presencia de un posible escenario de incendio, cuando la temperatura varia 8 grados Celsius por minuto se activa la alarma dando aviso de un conato de incendio para que este pueda ser controlado de inmediato; al mismo tiempo todos estos datos captados por los sensores están siendo enviados y monitoreados por un service web en el que se pueden observar en tiempo real cada una de estas variaciones. Cabe resaltar que el flujograma o diagrama de flujo que se observa en la (aquí pone el nombre de la ilustración) sigue solamente la lógica para los sensores de temperatura, dado que de este modo es más ventajoso pues es la variable que más rápido inicia a variar según un determinado tiempo. Así el sistema reacciona a un mejor tiempo y una mayor velocidad para prevenir un posible escenario de incendio.

Conclusión

Es sencillo hoy en día encontrarse muchas instalaciones que presentan distintas debilidades que ponen en riesgo las vidas humanas y los materiales presentes en ellas. Para hacer un diagnóstico preciso que pudiese reflejar realmente las debilidades que validen la realización de un diseño de sistema que pueda dar respuesta ante esa necesidad, fue necesario basarse en las normativas que rigen a este tipo de sistema, las cuales se han mencionado a lo largo de este documento NFPA72 (National Fire Protection Association) y NTON (Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense) que se encargan de dirigir que tipo de establecimiento requiere este tipo de sistema y que parámetros de se deben seguir para implementar este sistema correctamente.

Para el diseño electrónico se utilizaron los conocimientos obtenidos en las distintas áreas que se imparten en el pensum de la carrera de ingeniería electrónica así haciendo uso de las principales técnicas de redes y otras para un diseño único y mejorado para el desarrollo de un sistema preventivo de incendio basado en las normativa NTON y NFPA72, con sensores con tecnología de punta para mejorar la seguridad de los edificios Gemelo 1 y Gemelo 2, Polisal y Auditorio 52 Roberto González de la UNAN-Managua.

A lo largo de la elaboración de la propuesta de este servicio web que a diferencia de otros sistemas, contiene una interfaz gráfica donde se puede visualizar en tiempo real la variación de todas las inconstantes propuestas para prevenir cualquier posible inicio de conato.

Recomendaciones

Los riesgos de la incidencia de un escenario de incendio siempre están presentes en todo lugar y momento por distintas causas. Por ello es ideal el contar con sistema de monitoreo y de alerta temprana que garantice la seguridad tanto material como social.

Los sistemas preventivos de monitoreo y alerta temprano deben ser instalados no solamente en Centros de educación superior, sino que, en instituciones gubernamentales, colegios de educación primaria y secundaria y residenciales con alta densidad poblacional para garantizar la seguridad social y material.

Para la realización de un diagnóstico válido sobre una infraestructura para verificar si esta requiere la instalación de un sistema como el que se propone en este documento, es muy conveniente el uso de la normativa NTON 2202 -09. Y para la que rigen los sistemas contra incendios se recomienda el uso de la normativa NFPA72 para la realización de un diseño para un lugar específico ya que esta contribuye con todas las pautas y parámetros que se deben seguir.

Para futuras investigaciones se recomienda que el sistema debe contar con una fuente de energía secundaria que pueda mantener activo el sistema por un determinado tiempo, en caso de que la fuente primaria falle. Para ello se recomienda un sistema de baterías recargables de buena capacidad eléctrica.

Se recomienda además la integración de un sistema automatizado de distribución de agua para mitigar un posible incendio, mediante la instalación de una cisterna con un bomba con la capacidad para distribuir agua a toda la infraestructura que cuente con el sistema preventivo.

Para mantener la operatividad del sistema para la detección de incendios, se deben realizar inspecciones periódicas, pruebas y mantenimiento a toda la red cada 6 meses, con el fin de identificar elementos que pudieran afectar un monitoreo y respuesta eficaz ante un conato de incendio.

Bibliografía

- Alarmas 24h. (s.f.). Recuperado el 13 de Mayo de 2020, de <https://www.alarmasyseguridad24h.com/contra-incendios/>
- Asamblea Nacional. (18 de Enero de 2005). *Normas jurídicas, Normas técnicas (Publicado en la gaceta n° 12 el 18 enero 2005)*. Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/xpMainDIL.xsp>:
<http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/77f14583a2819d04062574d4005d136d?OpenDocument>
- Calor y Frío. com* . (20 de Mayo de 2020). Obtenido de El portal sectorial de las instalaciones. : <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/nueva-gama-sensores-temperatura-humedad-akodata-lot-refrigeracion-comercial.html>
- Concepto Definición, incendios. (19 de Julio de 2019). Recuperado el 30 de Abril de 2020, de <https://conceptodefinicion.de/incendio/>
- Cumplimiento higiene ocupacional y seguridad* . (Ma de 2020). Obtenido de <https://nicawebsandblogs.wixsite.com/cumplimiento-hys/single-post/2017/04/12/Que-Son-las-NTON-y-las-NTN-y-para-que-las-necesito-en-una-empresa>
- Digital Guide IONOS . (14 de Mayo de 2020). *Digital Guide IONOS*. Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/servidor-web-definicion-historia-y-programas/>
- Electrónica General, sensores*. (s.f.). Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de <http://electronica-general.blogspot.com/2013/11/introduccion-los-sensores.html#>
- electronicaestudio.com*. (20 de Mayo de 2020). Obtenido de <https://www.electronicaestudio.com/que-es-un-microcontrolador/>
- <https://www.unan.edu.ni/>. (26 de Agosto de 2015). *Unan Managua*. Obtenido de https://repositorio.unan.edu.ni/3250/1/10551.pdf?fbclid=IwAR0BMJJ6LfaELnk5mWMqfKBB7-kkJNVI_WiY6iahDB71iUW1pin1sz6x8Po
- Ingeniería Mecafenix*. (s.f.). Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de La enciclopedia de la ingeniería: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>
- LAARCOM. (30 de Abril de 2020). *www.laarcom.com*. Recuperado el 30 de Abril de 2020, de <https://www.laarcom.com/tipos-de-incendio>
- Quintanilla., R. (s.f.). *Diseño e implementación de una red inalámbrica de sensores para la detección precoz de incendios forestales*. Recuperado el 17 de Agosto de 2020, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/128022/Quintanilla%20-%20Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20una%20red%20inal%C3%A1mbrica.pdf?sequence=2>

Secure Week, lo mas relevantes en noticias de seguridad. (s.f.). *Secure Week*. Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <https://www.secureweek.com/>:
<https://www.secureweek.com/requisitos-de-monitoreo-para-alarmas-de-incendio/>

The internet of thing with ESP32. (20 de Mayo de 2020). Obtenido de <http://esp32.net/>

Anexos

Entrevista a Docente

Nombres y Apellidos:

Cargo que ocupa:

Estimado MSC: Osvaldo Balmaceda el motivo por el que se realiza esta entrevista, es para validar nuestra investigación sobre lo que es el diseño de un sistema preventivo de incendio a una red de 18 edificios de la UNAN-Managua basado en la normativa NTON y NFPA. Se le agradece su tiempo y colaboración en nuestra investigación. Sin más que agregar.

¿Cuál es su grado de preparación profesional?

Ingeniería () Licenciatura () Maestría () Postgrado ()

Especifique

¿Cuál es la antigüedad que tiene como docente en el recinto?

¿Tiene conocimientos sobre las normativa NTON y NFPA?

SI () NO ()

¿Tiene conocimientos sobre los sistemas preventivos de incendios?

SI () NO ()

¿Tiene experiencia trabajando fuera del recinto en esta área? De ser así mencione algo al respecto.

SI () NO ()

¿Sabe usted si se ha implementado este tipo de sistemas en el recinto? Mencione

SI () NO ()

¿En los trabajos que realizó fuera del recinto trabajó con las normativas antes mencionadas? Relate al respecto

Entrevista a Egresados de Construcción

Nombres y Apellidos:

Año que cursan:

Estimado (a) estudiante el motivo de la entrevista se debe a la necesidad de validar la investigación sobre el tema de un diseño de sistema preventivo de incendio basado en la normativa NTON y NFPA a una red de 18 edificios de la UNAN-Managua. Sin más que agregar se agradece su tiempo y colaboración.

¿En qué normativa se basaron para realizar el diagnóstico a los edificios del recinto?

¿Existen precedentes de investigaciones a estos edificios para evaluar la necesidad de un sistema contra incendios?

SI () NO ()

¿Encontraron muchas debilidades en los edificios del campus universitario que requieran de un sistema preventivo de incendio?

SI () NO ()

Mencione cuantos edificios requieren el sistema ¿Por qué?

Mencione las debilidades más comunes presente en la mayoría de los edificios

¿Alguno de los edificios diagnosticados cuenta con sistema contra incendio?

SI () NO ()

¿Se presentan antecedentes de conatos de incendios en los edificios evaluados?

SI () NO ()

Mencione algunos



Ilustración 19 modelo en 3D sistema de incendio para oficina



Ilustración 20 modelo en 3D sistema de incendio para oficina, vista panorámica superior derecha.



Ilustración 21 modelo en 3D sistema de incendio para oficina, vista panorámica superior izquierda.

Tabla 17 Presupuesto de sensores.

Tabla de presupuesto (por unidad)	
Sensor de temperatura marca Sigfox	\$150
Sensor de humo	\$100
Microcontrolador Esp32	\$ 15
Total:	\$265

Fuente: Elaboración propia.

