



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA:
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:
“DISEÑO DE UNA RED WSN APLICADA EN IOT DENTRO
DE LA EMPRESA TECNOCAR S.A.”**

**AUTOR:
JIMÉNEZ CABRERA ALFREDO ENRIQUE**

**DIRECTOR DEL TRABAJO:
ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2022



**ANEXO XI- FICHA DE REGISTRO DE
TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO:	“Diseño de una red WSN aplicada en IoT dentro de la empresa Tecnocar S.A.”		
AUTOR (apellidos y nombres):	Jiménez Cabrera Alfredo Enrique		
TUTOR y REVISOR (apellidos y nombres):	Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg. / Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, Mg.		
INSTITUCIÓN:	Universidad De Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad De Ingeniería Industrial		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero En Teleinformática		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de septiembre de 2022	No. DE PÁGINAS:	90
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnología de las Telecomunicaciones		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	WSN, IoT, Wifi, sensor.		
RESUMEN/ABSTRACT (150 palabras):			
<p>Resumen</p> <p>Las redes de sensores inalámbricos (WSN) y la IoT (internet de las cosas) actualmente son una tendencia tecnológica en el mundo de la automatización industrial, considerada una de las opciones de futuro más prometedoras. Se trabaja en esta tesis con modelo de red cliente-servidor, utilizando red WLAN, topología estrella, protocolo Wifi IEEE 802.11n, router principal, con sistemas embebidos de bajo coste y sensores de la calidad de aire (ambos consumen 300mAh), van a monitorear la calidad de aire de la empresa Tecnocar, luego enviar datos a la página Thingspeak dependiendo la periodicidad configurada. Lo versátil de la plataforma IoT es que es multicanal, actualizado automático de cada sensor, aunque en ocasiones existe pérdida de paquetes por congestión en su red. Los valores capturados oscilan entre 500 ppm, indica posibles daños en la salud de trabajadores. La plataforma IoT supero los 110.00 valores recopilados, cumpliendo el monitoreo en tiempo real eficientemente.</p>			

Abstract:

Wireless sensor networks (WSN) and IoT (internet of things) are currently a technological trend in the world of industrial automation, considered one of the most promising future options. This thesis works with a client-server network model, using WLAN network, star topology, IEEE 802.11n Wifi protocol, main router, with low-cost embedded systems and air quality sensors (both consume 300mAh), will monitor the air quality of the company Tecnocar, then send data to Thingspeak page depending on the configured periodicity. The versatility of the IoT platform is that it is multichannel, automatically updated from each sensor, although sometimes there is packet loss due to congestion in its network. The captured values range between 500 ppm, indicating possible damage to the health of workers. The IoT platform exceeded 110.00 collected values, efficiently fulfilling real-time monitoring.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:	E-mail: alfredo.jimenezc@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ind. Ramón Maquilón Nicola, Mg	
	Teléfono: 042-658128	
	E-mail: direccionti@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA TELEINFORMATICA**



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo **JIMÉNEZ CABRERA ALFREDO ENRIQUE** con C.C. No. **0924328743**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“DISEÑO DE UNA RED WSN APLICADA EN IOT DENTRO DE LA EMPRESA TECNOCAR S.A.”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

JIMENEZ CABRERA ALFREDO ENRIQUE
C.C.: 0924328743



**ANEXO VII - CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA
INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado **ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **JIMÉNEZ CABRERA ALFREDO ENRIQUE**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA RED WSN APLICADA EN IOT DENTRO DE LA EMPRESA TECNOCAR S.A. ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio TURNITIN quedando el 6% de coincidencia.

Link:

https://www.turnitin.com/newreport_classic.asp?lang=es&oid=1900773577&ft=1&bypass_cv=1

Turnitin Informe de Originalidad

Procedido el: 15-sep-2022 16:43:05
Identificador: 1900773577
Número de palabras: 10420
Integridad: 5

Antiplagio 1 Por Alfredo Jimenez

Índice de similitud		Similitud según fuente	
6%		Internet Sources:	2%
		Bibliotecas:	2%
		Trabajo del estudiante:	2%

modos: [ver informe en esta aplicación (vista clásica)] [Change mode] [export] [actualizar]

Match	Source	Similarity
<1% match	Internet desde 23-nov-2021	0%
<1% match	Internet desde 23-nov-2021	0%
<1% match	Internet desde 17-jul-2020	0%
<1% match	Internet desde 17-jul-2020	0%
<1% match	Internet desde 20-nov-2021	0%
<1% match	Internet desde 26-mar-2021	0%
<1% match	Internet desde 11-nov-2020	0%
<1% match	Internet desde 23-nov-2020	0%



Firmado electrónicamente por:

**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.C. 0603375395
FECHA: 19 DE SEPTIEMBRE 2022



**ANEXO VI - CERTIFICADO DEL DOCENTE
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA
INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 20 de septiembre del 2022

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **DISEÑO DE UNA RED WSN APLICADA EN IOT DENTRO DE LA EMPRESA TECNOCAR S.A.** del estudiante **JIMÉNEZ CABRERA ALFREDO ENRIQUE**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C. 0603375395

FECHA: 20 DE SEPTIEMBRE 2022



**ANEXO VIII – INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA
INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 22 de septiembre de 2022

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“DISEÑO DE UNA RED WSN APLICADA EN IOT DENTRO DE LA EMPRESA TECNOCAR S.A.”** del estudiante **JIMÉNEZ CABRERA ALFREDO ENRIQUE**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 14 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 3 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA
ANDRADE**

ING. TELECOM. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG

C.C:0922668025

FECHA: 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

Índice General		
Nº	Descripción	Pág.
Capítulo 1		
El Problema		
1.1.	Planteamiento del problema	2
1.2.	Formulación del problema	3
1.3.	Objetivo General	3
1.4.	Objetivos Específicos	3
1.5.	Justificación del problema	3
1.6.	Hipótesis	4
1.7.	Variables e indicadores	4
1.8.	Alcance.	5
Capítulo II		
Marco Teórico		
2.1.	Antecedentes	6
2.2.	Fundamentación teórica	7
2.2.1.	Señal inalámbrica	7
2.2.2.	Redes inalámbricas	7
2.2.2.1.	Clasificación de las redes inalámbricas	7
2.2.2.1.1.	WPAN	7
2.2.2.1.2.	WLAN	8
2.2.2.1.3.	WMAN	8
2.2.2.1.4.	WWAN	8
2.2.2.2.	Estándares de conexión inalámbrica	8
2.2.2.2.1.	Wifi	8
2.2.2.2.1.1.	Seguridad a nivel de protocolo	9
2.2.2.2.2.	Bluetooth	10
2.2.2.2.3.	IrDA	10
2.2.2.2.4.	ZigBee	11
2.2.3.	Redes de Sensores Inalámbricos	12
2.2.3.1.	Elementos de una red de Sensores inalámbricas	13
2.2.3.1.1.	Nodos Sensores	13
2.2.3.1.2.	Puerta de Enlace o Gateway	14
2.2.3.1.3.	Servidor	14

2.2.3.1.4.	Estación base	14
2.2.3.2.	Arquitecturas	14
2.2.3.3.	Capas de arquitectura de una red WSN	15
2.2.3.4.	Aplicaciones de redes de sensores inalámbricos	16
2.2.5.	Topologías de WSN	16
2.2.5.1.	Topología en estrella	17
2.2.5.2.	Topología árbol	17
2.2.5.3.	Topología malla	17
2.2.6.	Red neuronal	17
2.2.7.	Inteligencia artificial (IA)	18
2.2.7.1.	Machine learning	18
2.2.7.1.1.	Tipos de machine learning	19
2.2.7.2.	Ciencia de datos	19
2.2.7.3.	Visión artificial	20
2.2.8.	Programas utilizados en el reconocimiento de placas	20
2.2.8.1.	Y.O.L.O.	20
2.2.8.2.	OpenCV	20
2.2.8.3.	Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)	21
2.2.9.	Marco Legal	21

Capítulo III

Metodología y Propuesta

3.1.	Métodos de investigación	23
3.1.1.	Método cuantitativo	23
3.1.2.	Investigación bibliográfica	23
3.1.3.	Investigación exploratoria	23
3.1.4.	Investigación de campo	23
3.2.	Requerimientos	25
3.2.1.	Situación actual de la empresa TECNOCAR S.A.	25
3.2.2.	Técnica de recolección de datos	26
3.2.2.1.	Entrevista	26
3.3.	Análisis	28
3.3.1.	Análisis red local	28
3.3.2.	Análisis de los Canales WiFi	29

3.3.3.	Análisis de Requerimientos	30
3.3.4.	Análisis de Infraestructura	32
3.3.5.	Análisis de plataforma IoT	32
3.3.6.	Análisis de topologías de red	34
3.3.7.	Análisis de estándares de red inalámbrico	34
3.3.8.	Análisis de módulos wifi	35
3.3.9.	Análisis de sensores	36
3.3.10.	Análisis de sistemas operativos	38
3.3.11.	Análisis de programa para escribir código	39
3.3.12.	Análisis de servidor web	39
3.4.	Diseño	40
3.4.1.	Descripción del diseño plataforma IoT	40
3.4.2.	Esquema del proyecto plataforma IoT	41
3.4.3.	Descripción del reconocimiento de placas	42
3.4.4.	Esquema del Reconocimiento de placas	42
3.4.5.	Infraestructura de Red	43
3.4.6.	Prototipo de nodos sensores	43
3.4.7.	Plataforma	44
3.4.7.1.	IDE Arduino – Cliente	44
3.4.7.2.	Visual studio code – reconocimiento placa	45
3.4.7.3.	Servidor – Registra y almacena las placas	46
3.5.	Prueba de funcionamiento	48
3.5.1.	Resultados	48
3.5.1.1.	Página web thingspeak.com	48
3.5.1.2.	Reconocimiento de placas	49
3.5.1.3.	Análisis de datos	50
3.6.	Escenario Propuesto	52
3.7.	Análisis de la hipótesis	53
3.8.	Conclusiones	54
3.9.	Recomendaciones	55
	Anexos	56
	Bibliografía	70

Índice Tablas

Nº	Descripción	Página
1.	Operacionalización de las variables	4
2.	Estándares IEEE Wifi	8
3.	Algoritmos de Seguridad	9
4.	Arquitectura de redes WSN	14
5.	Componentes del hardware	30
6.	Componentes del software	31
7.	Características de Plataformas IoT	33
8.	Topologías de red	34
9.	Análisis de estándares de red inalámbricos	35
10.	Características del ESP12 y ESP32	36
11.	Características de tipos de sensores	37
12.	Comparación entre SO	38
13.	Comparación entre IDE y editores de código	39
14.	Comparación entre servidores web	39

Índice Figuras

Nº	Descripción	Página
1.	Alcance de las redes inalámbricas	7
2.	Bluetooth	10
3.	IrDA	11
4.	Ilustración del envío de datos a plataforma IoT	12
5.	Procesos involucrados en nodo sensor	13
6.	Capas de arquitectura WSN	15
7.	Aplicaciones de redes WSN	16
8.	Topología en estrella	17
9.	Estructura de red neuronal	17
10.	Detección mediante machine learning	18
11.	Estructura de ciencia de datos	19
12.	Detección de placas con Y.O.L.O.	20
13.	Ubicación y hoja de ingreso de empresa Tecnocar S.A.	25
14.	Croquis de la empresa Tecnocar S.A.	26
15.	Router utilizado en la empresa Tecnocar S.A.	28
16.	Redes aledañas a la empresa Tecnocar S.A.	29
17.	Mapa de Calor en la empresa Tecnocar S.A.	29
18.	Canales 2.4 y 5 GHz red Tecnocar	29
19.	Estudio de la señal red Tecnocar	29
20.	Ubicación de equipos de red	32
21.	Ubicación de nodo sensor	32
22.	Plataforma IoT utilizada en el proyecto	34
23.	Software	38
24.	Descripción de la plataforma IoT	40
25.	Descripción del reconocimiento de placas	42
26.	Ubicación de los sensores	43
27.	Prototipo nodo sensor DHT11 y MQ9	43
28.	Configuración de la red wifi desde IDE Arduino	44
29.	Variables del programa Arduino y plataforma IoT	44
30.	Algoritmo en Arduino y valor del datasheet	45
31.	Librerías y variables de algoritmo en Python	45

32.	Variables del programa Arduino y plataforma IoT	45
33.	Parte del algoritmo en Python	46
34.	Programa XAMPP – Servidor	46
35.	Código en PHP a la página web principal	47
36.	Base de datos de placas detectadas	47
37.	Datos de plataforma IoT del día 8 de septiembre 2022	48
38.	Prueba de funcionamiento de plataforma IoT	48
39.	Fotos para el entrenamiento del algoritmo	49
40.	Detección de la placa y su lectura	49
41.	Registro de placas en la plataforma	50
42.	Datos totales en plataforma IoT Thingspeak.com	50
43.	Predicción de máxima temperatura dentro del trimestre	51
44.	Predicción de máximo de CO dentro del trimestre	51
45.	Análisis del 19 de agosto de 2022 del CO	52
46.	Recomendación de ubicación de sensores	52

Índice Anexos

Nº	Descripción	Página
1.	Instalación de Software	57
2.	Plataforma IoT	61
3.	Recomendación zonas de ubicación de sensores	62
4.	Calibración de Sensores	64
5.	Instalación de sensores dentro de la empresa	69



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**“DISEÑO DE UNA RED WSN APLICADA EN IOT DENTRO DE LA EMPRESA
TECNOCAR S.A.”**

Autor: Jiménez Cabrera Alfredo Enrique

Tutor: Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

Resumen

Las redes de sensores inalámbricos (WSN) y la IoT (internet de las cosas) actualmente son una tendencia tecnológica en el mundo de la automatización industrial, considerada una de las opciones de futuro más prometedoras. Se trabaja en esta tesis con modelo de red cliente-servidor, utilizando red WLAN, topología estrella, protocolo Wifi IEEE 802.11n, router principal, con sistemas embebidos de bajo coste y sensores de la calidad de aire (ambos consumen 300mAh), van a monitorear la calidad de aire de la empresa Tecnocar, luego enviar datos a la página Thingspeak dependiendo la periodicidad configurada. Lo versátil de la plataforma IoT es que es multicanal, actualizado automático de cada sensor, aunque en ocasiones existe pérdida de paquetes por congestionamiento en su red. Los valores capturados oscilan entre 500 ppm, indica posibles daños en la salud de trabajadores. La plataforma IoT supero los 110.00 valores recopilados, cumpliendo el monitoreo en tiempo real eficientemente.

Palabras claves: WSN, IoT, WiFi, sensor.



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN (INGLÉS)
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**"DESIGN OF A WSN NETWORK APPLIED IN IOT WITHIN THE TECNOCAR
S.A. COMPANY"**

Author: Jiménez Cabrera Alfredo Enrique

Advisor: Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

Abstract

Wireless sensor networks (WSN) and IoT (internet of things) are currently a technological trend in the world of industrial automation, considered one of the most promising future options. This thesis works with a client-server network model, using WLAN network, star topology, IEEE 802.11n Wifi protocol, main router, with low-cost embedded systems and air quality sensors (both consume 300mAh), will monitor the air quality of the company Tecnocar, then send data to Thingspeak page depending on the configured periodicity. The versatility of the IoT platform is that it is multichannel, automatically updated from each sensor, although sometimes there is packet loss due to congestion in its network. The captured values range between 500 ppm, indicating possible damage to the health of workers. The IoT platform exceeded 110.00 collected values, efficiently fulfilling real-time monitoring.

Keywords: WSN, IoT, WiFi, sensor.

Introducción

La tecnología es una pieza fundamental hoy en día para toda empresa que desee tener un lugar de trabajo más seguro, por ello, dentro de esta amalgama de herramientas tanto físicas como lógicas, en el transcurso de esta tesis se podrá observar la gran ayuda que presta actualmente como la mejor aliada.

La empresa TECNOCAR ubicada en la Ciudad de Guayaquil, Sector Norte, Barrio Mapasingue, fecha de constitución mayo 2015, es un taller multimarca, el cual presta sus servicios a entidades gubernamentales en todo lo relacionado con cuidados preventivos y correctivos a vehículos de tracción automotriz, actualmente tiene 21 empleados en sus instalaciones.

Según (Moreta, 2020), los gases más conocidos que deterioran la salud son: CO, dióxido de carbono (CO₂), butano (C₄H₁₀), propano (C₃H₈), metano (CH₄), NO_x, humo; todos estos gases en espacios con poca ventilación y dependiendo el tiempo que son inhalados pueden causar problemas nuestro organismo como: alergias, asma, rinitis, y en casos extremos la muerte.

Según (AAP, 2021), cada año 20.000 personas ingresan en urgencias por intoxicación de monóxido de Carbono (CO), el cual es un gas incoloro, inodoro, se considera letal, lo emanan principalmente los automóviles, calentadores, entre otros.

Según (Antonov, 2021), los datos se han convertido en una pieza fundamental dentro de toda empresa para la toma de decisiones, ya que pueden ser ordenados, sectorizados y tabulados, para luego ser estudiados, analizados y den como resultado información que puedan salvar vidas.

Según (Ministerio de Telecomunicaciones, s.f.), muestra un informe en donde la velocidad promedio en Ecuador es de 25 Megabytes por segundo (Mbps), se encuentra en la posición 28 de 78 naciones censadas, además el gobierno promueve una política en beneficio a los ciudadanos, por lo tanto, el envío de datos hacia un servidor externo no tendrá ningún inconveniente.

Monitorear lugares públicos o privados hoy en día es de suma importancia, ya que se cuenta con toda la infraestructura a nivel tecnológico y contribuir con el medio ambiente. El presente trabajo diseñara una red de sensores inalámbrica (WSN) para monitorear la calidad de aire de la empresa en mención, además de poder generar alertas por medio del análisis de datos.

Capítulo I

El problema

1.1. Planteamiento del problema

Hoy en día las empresas buscan tener mayor seguridad en todo sentido, por ello, se han aliado con la tecnología, dicha sinergia ha dado como resultado tener lugares de trabajo mucho más inteligentes, al reducir aspectos tales como: evitar daños a la salud de su personal, incendios, reducción de costos por energía eléctrica, entre otros.

Las lubricadoras son lugares en donde se maneja un sin número de sustancias tóxicas, las cuales son nocivas para el medio ambiente y el ser humano. Los gases que emanan los aceites usados dentro de un establecimiento pueden generar daños en la salud de los trabajadores.

El aceite desechado de los autos y los tensoactivos que generan los diferentes procesos dentro de una lubricadora generan residuos de diferente naturaleza los cuales son considerados como peligrosos para los humanos.

Según (M. N. Mohammed, 2019), los peligros del Monóxido de Carbono en la sangre suelen ser perjudiciales cuando existe un porcentaje de COHB% >200, la detección a tiempo es decisiva en estos casos, cuando se trabaja con carros es importante la utilización de sistemas con detección de este tipo de gases.

La prevención en los últimos años es un tema de suma importancia desde el punto de vista económico. El evitar que llegue a fraguarse un daño en la salud será el mejor aliado para los dueños de negocios y mermar daños en la infraestructura, como a su personal.

Uno de los problemas que afronta la empresa Tecnocar es la falta de organismos públicos o privados que ayuden con el monitoreo de la calidad de aire dentro de lugares en donde existe una alta manipulación de sustancias nocivas para la salud, adicional que la tecnología actual facilita la detección de partículas en el aire con varios sistemas de detección que contrarrestan daños ya sea al medio ambiente o un lugar determinado.

Dado que la problemática existente es la contaminación en la empresa Tecnocar, que es causado por la afluencia de automotores y la manipulación de sustancias nocivas, se presenta este proyecto para diseñar una red de sensores para monitorear, recopilar datos en tiempo real y medir la calidad de aire, cuyo propósito es dar a conocer cómo está la contaminación del aire a través de ellos.

1.2. Formulación del Problema

Elegir una plataforma IoT que permita el correcto funcionamiento del software / hardware, segura, accesible, asequible, fácil funcionamiento y que mantenga los datos seguros es una tarea compleja. Por otro lado, como favorece la implementación de una red WSN dentro de una empresa que manipula diariamente sustancias nocivas con salud, por ellos se han planteado varias preguntas para ahondar en el problema.

¿Cómo ayudaría la creación de una red WSN enfocada en la calidad de aire dentro de la empresa Tecnocar?

¿Cuál será la mejor plataforma IoT para la recopilación, visualización y análisis de datos?

¿Se puede diseñar una WSN que cumpla con los requerimientos existentes de la empresa Tecnocar?

¿Cómo implementar un correcto diseño de red dentro de la empresa Tecnocar?

¿Son óptimos los niveles de CO que se encuentran dentro del día a día dentro de la Empresa Tecnocar?

¿Cuán Importante es desarrollar una red WSN para minimizar daños en la empresa Tecnocar?

¿Cuál es la tecnología inalámbrica más idónea para trabajar en una red WSN?

1.3. Objetivo General

Diseñar una infraestructura WSN para IoT con ayuda de la IA y sistemas embebidos en la empresa TECNOCAR.

1.4. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la empresa TECNOCAR con miras al uso de plataformas IoT para una mejor gestión.
- Determinar los sensores, tecnologías y plataformas IoT idóneos a utilizar en la empresa.
- Diseñar una WSN cliente para el correcto envío de información a una plataforma IoT.
- Probar el servicio de plataforma IoT recomendada.

1.5. Justificación del problema

Según (Distincion Ambiental, 2022), la Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire, presento mediante decreto No. 50, la última reforma en donde establece métodos y procedimientos para determinar cuáles son los agentes que más contaminan el medio ambiente, además de mostrar los límites máximos permitidos de sustancias contaminantes en el aire.

El monitoreo dentro de una empresa es un punto crucial ya que permite tener un control total sobre la empresa, en este caso los pasos para el tratamiento de datos es el siguiente:

Análisis, transformación, recolección, almacenamiento y traducción de los mismos para luego tomar decisiones que ayuden a la empresa.

El final de los eslabones es la traducción de datos, en donde se determina cual será la mejor opción para la empresa, ya que involucra pasos de mucho estudio previo.

Según (Ambiente, 2019), página oficial del Ministerio del Ambiente indica que, controlar la contaminación de un lugar contribuye significativamente a la calidad de vida de la población, por tal motivo, es fundamental incorporar políticas y acciones que permitan el control de los niveles de calidad del aire, dentro de este contexto se han implementados equipos de monitoreo en varias ciudades del país.

Según (Bryson, 2019) indica que, la IA está presente desde 1980, ahora cada vez más utilizada, inteligente y predictiva, hace trabajos cada vez más relevantes y complejos, en la industria se ha convertido en un eje principal para evitar pérdidas en los negocios.

Según (Castro, 2019), menciona que se prevé que para el año 2030 la IA tendrá un impacto pleno dentro del mundo de los negocios y la sociedad, con epicentro en EE. UU y tasa de crecimiento anual de 20%, a partir del año 2025 alcanzará niveles de productividad 10 o 15 veces por encima de la 3era. revolución industrial, actualmente el mundo está en una fase de transición.

Con este proyecto se busca contribuir para obtener una empresa más segura con la ayuda del monitoreo mediante la red WSN y vigilancia permanente de cámaras por medio del machine learning, para generar un ambiente de trabajo estable mermando lo mejor posible daños y pérdidas económicas.

1.6. Hipótesis

De qué manera la selección de una plataforma IoT para el monitoreo y medición CO contribuirá a la información de los niveles de contaminación en la empresa Tecnocar.

1.7. Variables e indicadores

Tabla 1. *Operacionalización de las variables.*

Variable	Tipo	Dimensión	Indicador
Plataforma IoT	Independiente	Servicios	Calidad de dato
		Rendimiento de Red	Número de Dispositivos Conectados

Monitoreo y medición de CO	Dependiente	Medios de transmisión	Equipos de Comunicación
		Ancho de banda	Cantidad de Equipos
		Velocidad de transmisión	Redundancia de red
		Tolerancias a fallas	Arquitectura de red
		Seguridad	Nivel de integridad de los datos

Elaborado por el autor.

1.8. Alcance.

Este proyecto buscar ayudar a mitigar pérdidas materiales y humanas, mediante el diseño una red WSN que monitoree las instalaciones de la empresa Tecnocar para luego analizar los datos obtenidos.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes

Se encontró un estudio realizado por (N.A.M. Alduais, 2019), en el cual indica que el mundo ha evolucionado en los últimos años y es muy importante mantener todo interconectado en tiempo real, la tecnología WSN e IoT, se aplica a varios campos en donde se requiera el estudio de datos; sin embargo, existen varios obstáculos entre ellos el almacenamiento, velocidad de procesamiento y energía limitada, este último punto se centra su investigación, mediante algoritmos inteligentes los cuales minimizan que un nodo envíe datos innecesarios a la nube y así reducir en un 98% su gasto energético.

En otra investigación realizada por (Lobo, 2019) , indica que se debería unificar varias tecnologías, en este caso particular serán las WSN (Red de Sensores Inalámbricos), BIM (Modelado de Información de Construcción) y AR (realidad aumentada móvil) para el mejoramiento de las operaciones dentro del mundo de la construcción, la WSN y BIM van a integrarse y a fusionar datos para luego ser enviados a la visualización AR, la información estará ágil y segura, ya sea accediendo dentro o fuera de un edificio.

Los autores (Chang, 2019), crearon un módulo concentrador diseñado para recibir señales por medio de 8 módulos esclavos, utilizando la tecnología bluetooth, el protocolo utilizado es TCP/IP y se almacenan los datos; sin embargo, para aumentar la eficiencia del sistema, se implementa un código de peso ligero, método de subprocesos múltiples simultáneos y de baja latencia, todo esto dará una alta eficiencia del sensor y un ahorro significativo de consumo de energía del módulo.

La investigación de (Burbano, 2019) trabajó en desarrollar una red de sensores inalámbricos, a través de aprendizaje automático en la ciudad de Ambato, crea niveles de ambientes: alto, medio y bajo nivel de contaminación, ubica los sensores en lugares sensibles de la ciudad y obtiene como resultado un rendimiento de clasificación del 95% de datos fiables.

Como se puede observar los cuatro artículos científicos muestran que, mediante la optimización de código, el evitar envío de datos redundantes a la nube y buscando opciones convenientes de cargar los dispositivos obtener una WSN eficientes para evitar fallas en su envío.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Señal inalámbrica

Son ondas electromagnéticas que viajan en el espacio. Dichas ondas se forman cuando la energía eléctrica viaja a través de un conductor (cobre, aluminio, entre otros), las ondas se forman alrededor del conductor, la distancia que se emita la señal dependerá de la fuerza de dicha energía.

2.2.2. Redes Inalámbricas

Conjunto de equipos electrónicos creados para compartir información entre sí, se lleva a cabo cuando ondas electromagnéticas viajan por el aire, dentro de un perímetro limitados. Para existir conectividad entre dos dispositivos se deberá tener: un adaptador de interfaz de red en un terminal (cliente), y una estación base.

Según (Javier, 2022), indica que actualmente tiene mayor presencia en: hogares, empresas y telefonía, siendo este el nicho en mayor crecimiento, se espera que en los próximos años se vaya afianzando con mayor fuerza la tecnología 5G, y navegar con velocidades de hasta 10 Gbps, 3 veces más rápido que el plan promedio en el mercado de fibra óptica.

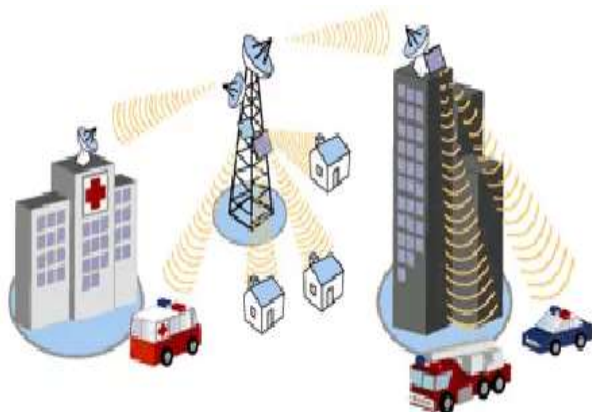


Figura 1. Alcance de las redes inalámbricas.

Fuente: Imagen tomada de (internetpasoapaso, 2021).

2.2.2.1. Clasificación de las redes inalámbricas

Según el área de alcance son las siguientes:

2.2.2.1.1. WPAN

Según (Ionos, 2019), las redes Inalámbricas de área personal, este tipo de redes se basan en el estándar del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.15, distancias cortas, oscilan entre unos 10 metros.

Son redes de fácil conectividad y poca infraestructura, son eficientes en temas relacionados con la energía eléctrica, bajo costo y baja velocidad de transmisión, es extremadamente versátil y compatible con un amplio repertorio de dispositivos.

2.2.2.1.2. WLAN

Según (Ionos, 2019), las redes inalámbricas de área local, tienen el estándar 802.11 del IEEE, comercialmente hablando se lo conoce como WiFi, este tipo de redes abarca un máximo de 100 metros, los puntos más utilizados en donde son requeridas son: escuelas, universidades, hogar, oficinas, entre otros.

2.2.2.1.3. WMAN

Según (Ionos, 2019), son redes inalámbricas de área metropolitana, en tercera posición del grupo, el estándar del IEEE 802.16, también es llamado WiMax (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es similar al Wi-Fi pero con la diferencia que su cobertura es mayor (50 Km), opera en dos bandas: Con licencia (2 GHz a 11 GHz) y sin licencia /10 GHz a 66 GHz), una ventaja es que al operar en ambas bandas puede trabajar con poca o nula línea de vista, alcanza transmisiones de datos de hasta 70 Mbps.

2.2.2.1.4. WWAN

Según (Ionos, 2019), son redes de áreas amplia inalámbrica, la particularidad de este tipo de Redes inalámbricas es que se extiende por encima de los 50 km, la red celular utiliza esta tecnología, al inicio GPRS, EDGE, HSPA.

Fue inventada para abarcar grandes terrenos, tales como ciudades o países, gracias a las antenas de gran potencia. Se considera una red muy segura ya que debe cumplir con ciertos requisitos de seguridad (cifrado de datos y doble autenticación) y transmisión (potencia para enviar los datos).

2.2.2.2. Estándares de Conexión inalámbrica

2.2.2.2.1. Wifi.

Estándar IEEE 802.11n. Son ondas electromagnéticas viajando por el aire desde un equipo que porta una antena de RF (router) hacia un dispositivo receptor (nodo), la conexión se establece por medio de una red inalámbrica.

Esta tecnología dispone de una tasa aceptable de transferencias de datos, es una de las más utilizadas a nivel mundial por la facilidad que existe de tener laptop, celulares, etc.

Tabla 2. Estándares IEEE Wifi.

Estándar IEEE	Especificaciones
IEEE 802.11b	Inicio con este estándar, admite hasta 11 Mbps en la banda 2,4 GHz.
IEEE 802.11g	Sucesor del anterior, opera en la banda 2.4 GHz tiene un mejor ancho de banda 54 Mbps.

IEEE 802.11n	Opera en dos bandas, 2.4 GHz y 5 GHz, puede transmitir velocidades de hasta 600 Mbps.
IEEE 802.11ac	Nació en el año 2013 y exclusivamente opera en la banda 5GHz, transmite velocidades de hasta 1.3 Gbps (empleando 3 antenas), mejora velocidad, escalabilidad, aumenta eficiencia hasta un 10 %, menor consumo de energía y aumento de canales.
IEEE 802.11ax	Velocidades hasta 10 Gbps, más alta un 37% que el ac. Denominado: Wifi 6
IEEE 802.11be	Año de lanzamiento: 2024 Bandas de transmisión: 2.4, 5 y 6 GHz. Velocidades hasta 30 Gbps. Denominado: Wifi 7

Elaborado por el autor

2.2.2.2.1.1. Seguridad a nivel de protocolo:

Dentro de la red inalámbrica es necesario mantener políticas de seguridad para evitar intrusión de parte de terceros, por ello existen diferentes tipos de algoritmos aprobados por la IEEE.

El envío de datos entre 2 puntos, A (router) y B (nodo) debe viajar por el aire de la manera más segura, por ello mantener actualizado nuestros equipos dará una ventaja en contra de los atacantes.

Tabla 3. Algoritmos de Seguridad.

Algoritmo de Seguridad	Especificaciones
WEP. Privacidad equivalente a cableado	Privacidad equivalente a cableado. Fácil de romper y difícil de configurar. Actualmente no se utiliza.
WPA. Acceso protegido Wi-Fi.	Mejora del anterior (WEP). Fácil de romper. Configuración: moderada. Seguridad: Baja.
WPA2. Acceso protegido Wi-Fi versión 2	Encriptación AES. Seguridad: Media.

<p>WPA3.</p> <p>Acceso protegido Wi-Fi versión 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal: 128 bits. - Enterprise: 192 bits. 	<p>Estándar Cifrado utilizado por EE.UU.</p> <p>Conexión: Fácil</p> <p>Configurable: Excelente</p> <p>Seguridad: Notable mejora de su antecesor.</p> <p>Protección contra ataques de piratería.</p> <p>Desventaja: Estándar compatible con dispositivos de gama alta.</p>
---	---

Elaborado por el autor

2.2.2.2.2. Bluetooth

Estándar IEEE 802.15.1, actualmente existe un boom en la utilización de estos dispositivos porque si bien es cierto que inicialmente nació como una tecnología de comunicación omnidireccional, además de eso que involucre un consumo mínimo de energía y que su alcance sea reducido, las cosas han evolucionado ya que al 2022 es muy utilizado en gadget: ratón, teclado, Smart watch, audífonos, manos libres, entre otros. Existen 3 tipos de clases:

- Clase 1, rango de unos 100 metros.
- Clase 2, rango máximo aproximadamente 10 metros.
- Clase 3, rango aproximado de 1 metro.



Figura 2. Bluetooth.

Fuente: Elaborado por el autor.

2.2.2.2.3. IrDA

Asociación de Datos Infrarrojo, en inglés Infrared Data Association (IrDA), este tipo de tecnología puede enviar y recibir información por rayos infrarrojos, soporta una gran variedad de aparatos electrónicos, su velocidad máxima de transmisión punto a punto es de 4 Mbit/s.

Esta tecnología nació para suplir a la tradicional que trabaja con cables, y al ser inalámbrica brinda ventajas de conectividad.

Opera bajo el tipo de red Ad Hoc, el cual brinda ciertas ventajas, tales como:

- Bajo requerimiento de energía.
- Bajo costo de sus productos.
- Transmisión punto a punto.
- Transmite en distancias menores a 1 metro.
- Velocidad entre 9600 bps y 4 Mbps

Entre los dispositivos más utilizados que operan bajo este estándar, entre ellos: Cámaras, pc portátiles, impresoras y Tv.

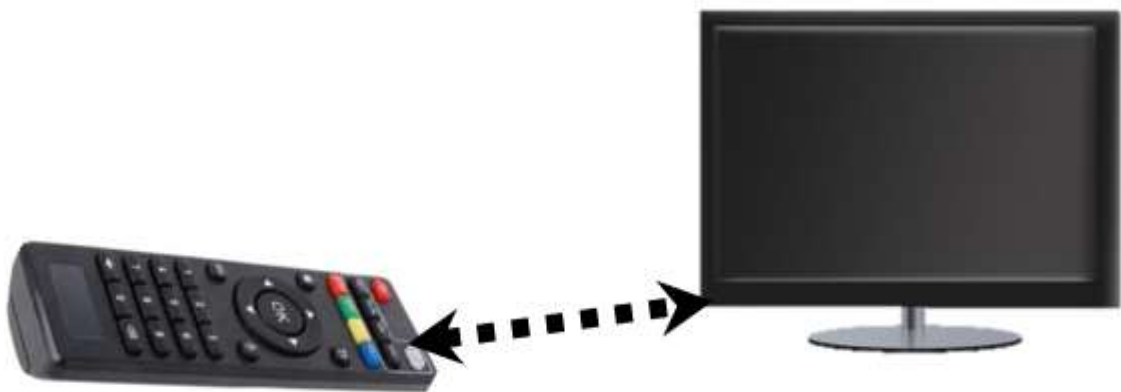


Figura 3. IrDA.

Fuente: Elaborado por el autor.

2.2.2.2.4. ZigBee

Basado en el estándar 802.15.4, actualmente se lo utiliza mucho en el área del Internet de las cosas IoT, ya que requiere trabajar con poca energía, en dicho mundo lo que se busca es maximizar el tiempo que pueda durar un dispositivo conectado a una fuente de energía no renovable, por ejemplo: en un parqueadero un dispositivo ZigBee se activa y se desactiva para enviar datos a su receptor, en dichos envíos puede utilizar por envío 30 mA y en reposo utiliza 3 μ A.

Existen 3 tipos de dispositivos:

- Coordinador o Controlador: Principal de la red, organiza todo el camino que llevara cada dispositivo.
- Router: Enlaza dispositivos.
- Dispositivo final: Es el usuario final, en este caso serán todos los sensores que se conecten a la red.

Cabe mencionar que cada vez más marcas reconocidas a nivel mundial utilizan este tipo de estándar, entre ellas: Samsung, LG, Amazon, Xiaomi, entre otras.

2.2.3. Redes de Sensores Inalámbricos

Las redes WSN son una colección de nodos organizados dentro de una red corporativa o doméstica, cada nodo tiene capacidad de procesar, múltiples memorias, transceptor de RF (radio frecuencia), fuente de energía, sensores y actuadores.

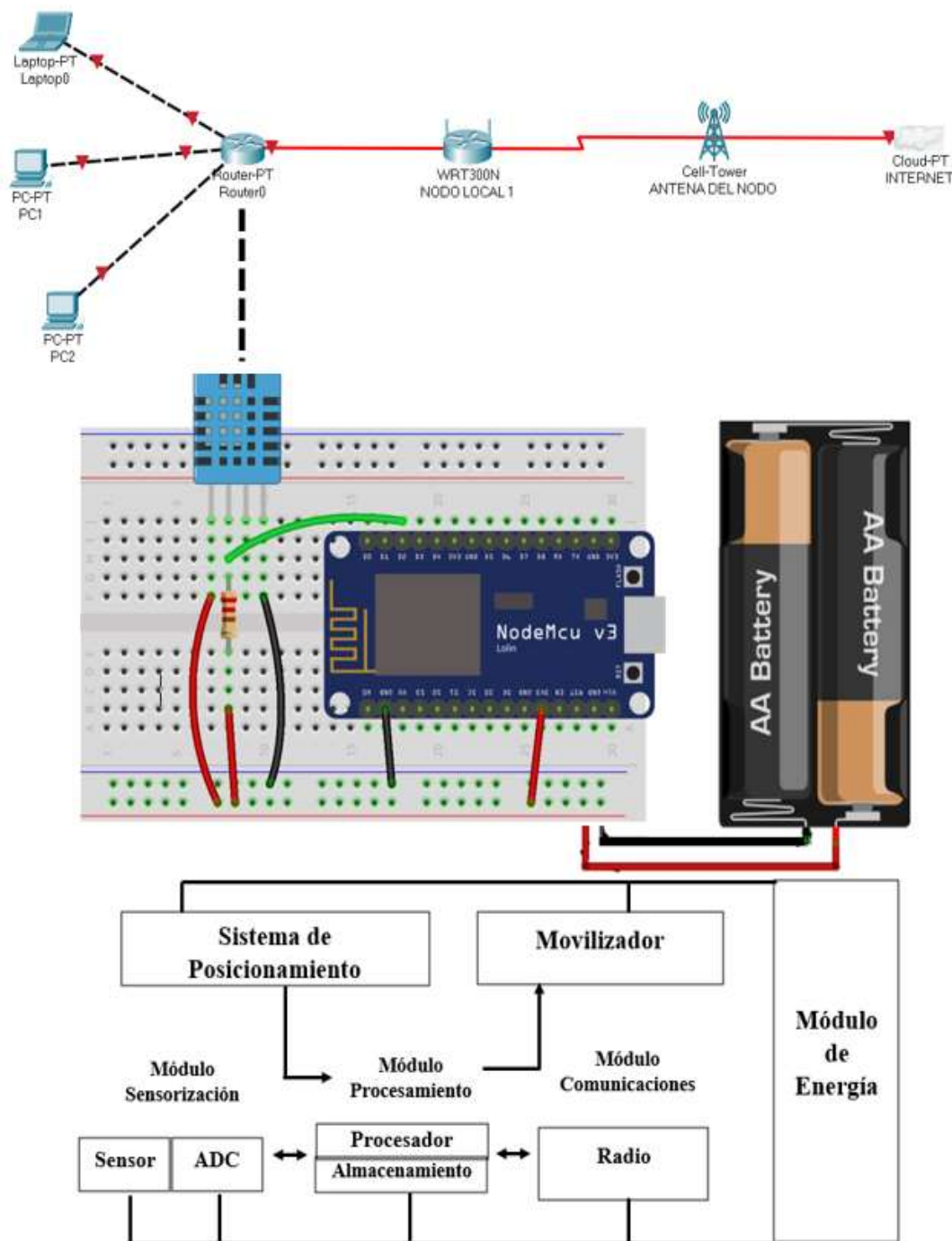


Figura 4. Ilustración del envío de datos a plataforma IoT.

Fuente: Elaborado por el autor.

Los nodos detectan, hallan y captan señales análogas para luego transformar en digitales, trabajan en múltiples climas, edificaciones, etc., una vez capturado el dato se procede a transmitirlo por medio el espectro hasta la antena más cercana.

Este tipo de redes tiene un ritmo vertiginoso a tal punto que se ha vuelto una herramienta imperativa dentro de hogares y empresas (pequeña, mediana y grandes), a tal punto que, la tecnología inalámbrica ha logrado amover casi completamente a la alámbrica en esta área específica.

2.2.3.1. Elementos de una red de Sensores inalámbricas

2.2.3.1.1. Nodos Sensores

Son dispositivos eléctricos y electrónicos que detectan una acción infringida en su entrada, para luego ser procesada internamente por un conjunto de elementos los cuales darán como resultado un dato, el cual deberá ser analizado por un hombre o por una máquina. Al detectar magnitudes químicas o físicas deben ser transformadas en señales eléctricas para luego ser entendido por un microcontrolador.



Figura 5. Procesos involucrados en nodo sensor.

Fuente: Elaborado por el autor.

Elementos de Hardware de un Nodo sensor

Sensores. – Equipo electrónico que predestinado a la captura de datos por medio de un hecho que produzca que se dispare un estímulo para luego ser analizadas por medio de algún software.

Radio. - Es el dispositivo que permite entablar conexión ya sea con otros sensores o con la puerta de enlace predeterminada de la red. Las bandas que generalmente utilizan los sensores son: 433 MHz y 2.4 GHz.

Existen estados con los cuales opera el sensor y son:

- Activo: Envía o recibe información.
- Inactivo: Apagado.

Dichos estados influyen en cuanta corriente van a consumir, puede variar entre 0 a 300 mAh, además del tiempo de vida útil de un sensor.

Procesador. – Es el microcontrolador, se encarga de decodificar y ejecutar código para ser cargado en la memoria, además de coordinar y controlar todos los componentes que forman parte del sensor.

Memoria. – El lugar encargado para guardar la información, entre las más conocidas: RAM (memoria de acceso aleatorio), flash y EEPROM (memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente), en la primera se utiliza para el proceso en tiempo real con el dispositivo encendido, la segunda opera almacenando información aun con el dispositivo apagado, las dos son indispensables en el funcionamiento del sensor.

Fuente de energía. – Este elemento es muy importante, ya que el permite que funcione el sensor porque brinda el correcto voltaje y corriente para que el circuito pueda desempeñarse de una manera correcta. Existen varios tipos de baterías: recargables, solares, alimentación eléctrica, conectores USB, entre otros.

2.2.3.1.2. Puerta de enlace o gateway. – Este dispositivo recibe el dato enviado por el sensor y se encarga de dirigirlo hacia fuera de la red usualmente mediante protocolo TCP/IP o dentro de la misma hacia otra instancia. Cabe recalcar que este punto puede referirse a otro nodo, o menciona directamente a aparatos de capa 3 del modelo OSI (nivel de red) que son: Router, Switches, Hub, entre otros.

2.2.3.1.3. Servidor. – Dispositivo que se encarga de receptar datos, puede ser un servidor local o remoto, una vez que guarda los datos emitidos por los sensores, se podrá revisarlos en múltiples plataformas digitales.

2.2.3.1.4. Estación base. – Recopila todo datos que envía ya sea arduino, raspberry, PIC, o cualquier dispositivo que forme parte de la red.

2.2.3.2. Arquitecturas

Las arquitecturas de redes WSN son esquemas modulares, esto quiere decir que deben tienen 2 puntos claves: reutilizables y componentes autónomos funcionales, es decir, deberán garantizar el enlace entre módulos, tanto la parte física como la parte lógica serán autónomas para permitir la portabilidad.

3 arquitecturas con las siguientes especificaciones:

Tabla 4. *Arquitectura de redes WSN.*

Arquitectura	Especificaciones
Centralizada	<p>Compuesta por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gateway - Nodos <p>Controlador Centralizado (Gateway) recibe información de múltiples sensores, las procesa, genera órdenes oportunas para los actuadores.</p>

Distribuida	Compuesta por: - Nodos La inteligencia del sistema se encuentra distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores.
Mixta	Módulos inteligentes de un sistema distribuido sean controlador por una unidad central que gestione el conjunto.

Elaborado por el autor

2.2.3.3. Capas de Arquitectura de una Red WSN

Capa de aplicación: Adquiere y procesa datos, básicamente el nodo sensor recopila datos luego se conecta con un dispositivo de más almacenamiento para que al final se pueda visualizar por el equipo final. Síntesis: Agregación de datos, interacciones con el usuario final. Protocolos: SSH, FTP, SMTP, DHCP, DNS, entre otros.

Capa de transporte: El sistema requiere transmitir datos al exterior para comenzar el envío y recepción. Síntesis: Transporte fiable de datos. Protocolo: TCP, UDP, FCP, ICMP, entre otros.

Capa de red: Permite conectar 2 o más nodos sensores a nivel local o global, el nodo central tiene una tabla de rutas preestablecidas para encontrar la ruta ideal para llegar a la red. Síntesis: Enrutamiento, redes, gestión de topología. Protocolo: ARP, ICMP, entre otros.

Capa de enlace de datos: Esta capa gestiona el medio que envía los datos por medio de la red, se cerciora que todos los enlaces sean fidedignos dentro de red de comunicación. Síntesis: Control de acceso y error de medios, detección de tramas de datos, multiplexación. Protocolo: PPP, HDLC, LLC, entre otros.

Capa física: Parte final de las capas, se encarga de encausar los datos, transforma en código binario (0s y 1s) para luego proceder al envío a través de un gateway disponible. Síntesis: Modulación, selección de frecuencias y canales, procesamiento de señales. Protocolo: ETHERNET, token ring, entre otros.

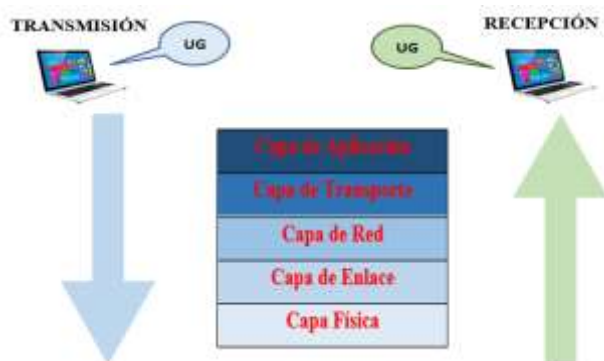


Figura 6. Capas de arquitectura WSN.
Fuente: Elaborado por el autor.

2.2.3.4. Aplicaciones de redes de sensores inalámbricos

Se puede observar que esta tecnología se aplica en diferentes áreas:

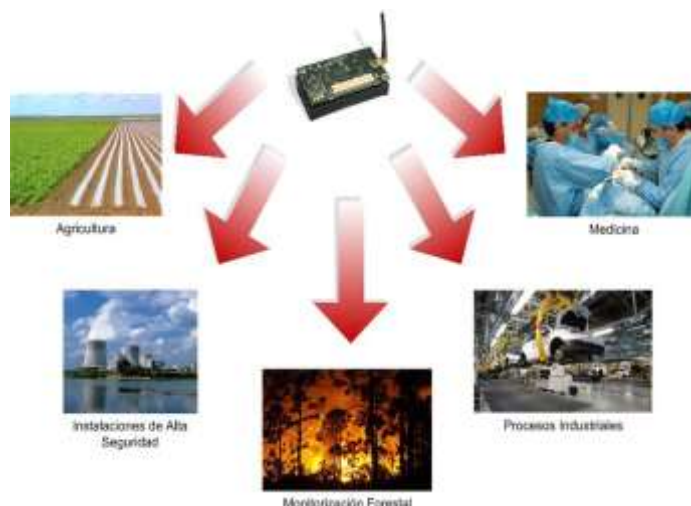


Figura 7. Aplicaciones de redes WSN.

Fuente: Elaborado por el autor.

Medioambiental

Monitorear el medio ambiente para bienestar de los seres vivos en general en todo plano y sentido, por ejemplo:

- Prevención de incendios, desastres naturales y terremotos.
- Detección de inundaciones.
- Rastreo de animales.

Industrial

La utilización más significativa será en el control de procesos ya que van a detectar posibles errores para así prevenir catástrofes en la industria será el trabajo de equipos de este tipo. Ejemplo de sensores de este tipo:

- Monitorear el control de calidad dentro de industrias.
- Monitorear centrales petroleras.
- Monitorear centrales nucleares

Medica

En este caso, la será el mejor aliado del médico para el control, detección, prevención, diagnóstico y monitoreo de un paciente, los sensores jugaran un papel crucial en todo el proceso que conlleva la vida hospitalaria.

2.2.5. Topologías de WSN

Este tipo de redes para estar operativas necesitan estar conectadas mediante una estructura solida de red, en donde los equipos puedan transmitir y receptar correctamente los datos. Según su estructura, existen 3 tipos:

2.2.5.1. Topología en estrella

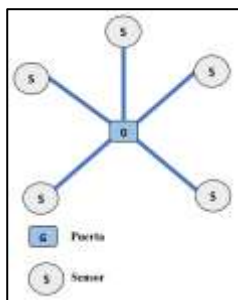


Figura 8. Topología en Estrella.
Fuente: Elaborado por el autor.

Un solo dispositivo es el eje de toda la red, se encarga de recibir la información de todos los sensores que se encuentran dentro de ella, para su posterior envío al exterior, no existirá comunicación entre sensores.

2.2.5.2. Topología árbol

Visualizar un árbol físico, es ver a esta red en acción, ya que ella se expande de la misma manera, Gateway o punto de acceso principal y se va desplegando hacia abajo con otros Gateway secundarios y los nodos sensores que se irán uniendo conforme se estime conveniente.

2.2.5.3. Topología malla

Permite que todos se conecten entre sí, es muy utilizada en edificios inteligentes en redes inalámbricas por ser resistente a problemas y no tener muchos problemas de tráfico, su desventaja es su costo elevado, configuración inicial elevada y su mayor consumo de energía.

2.2.6. Red neuronal

Según (Amazon, 2022), menciona que es un método de la IA que su objetivo principal enseñar a las computadoras a realizar procesos de datos de la misma manera que lo hace el cerebro humano.

Según (Amazon, 2022), indica que la importancia de la red neuronal es ayudar a las computadoras a tomar decisiones inteligentes limitando en lo posible el factor humano, gracias a que pueden aprender y modelar la relación de datos de E/S que no son lineales y que son complejos.

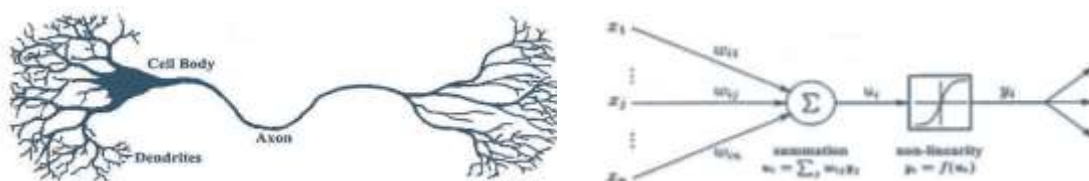


Figura 9. Estructura de red neuronal.
Imagen tomada de: (Magiquo, 2019)

En la figura 9 se observa el accionar de una neurona real y una neurona artificial, comparten similitud de funcionamiento, tanto en forma, estructura y funcionamiento, ya que es la encargada de encaminar correctamente la información.

2.2.7. Inteligencia Artificial (IA)

Según (Pascual, 2019), indica que es una ciencia nueva, cambiante y experimental, persigue que una máquina, robot o software, emule el comportamiento humano por medio de algoritmos.

La IA comparte similitudes con el Machine Learning (ML) y el Deep Learning (DL), la diferencia entre cada uno radica principalmente es que el primero persigue que el algoritmo proceda en sus acciones más como un humano, el segundo busca que el algoritmo aprenda por sí solo de la experiencia que va obteniendo con el paso de los días y el tercero que la red neuronal aprenda de una gran cantidad de datos que se le inyecta.

2.2.7.1. Machine Learning

Según (Cabanelas, 2019), menciona que es una rama de la IA utiliza técnicas estadísticas para que las computadoras puedan adoptar capacidades necesarias para lograr un correcto aprendizaje maquina y mejoren sus experiencias sin estar abiertamente programados.

Según (Garcia-olalla, 2019), nos indica que es una rama secundaria de IA que tiene como meta dar solución a problemas sin que sea necesario un algoritmo explicito que los soluciona, es necesario contar con una base de datos muy grande para que el sistema sea capaz de inferir patrones.

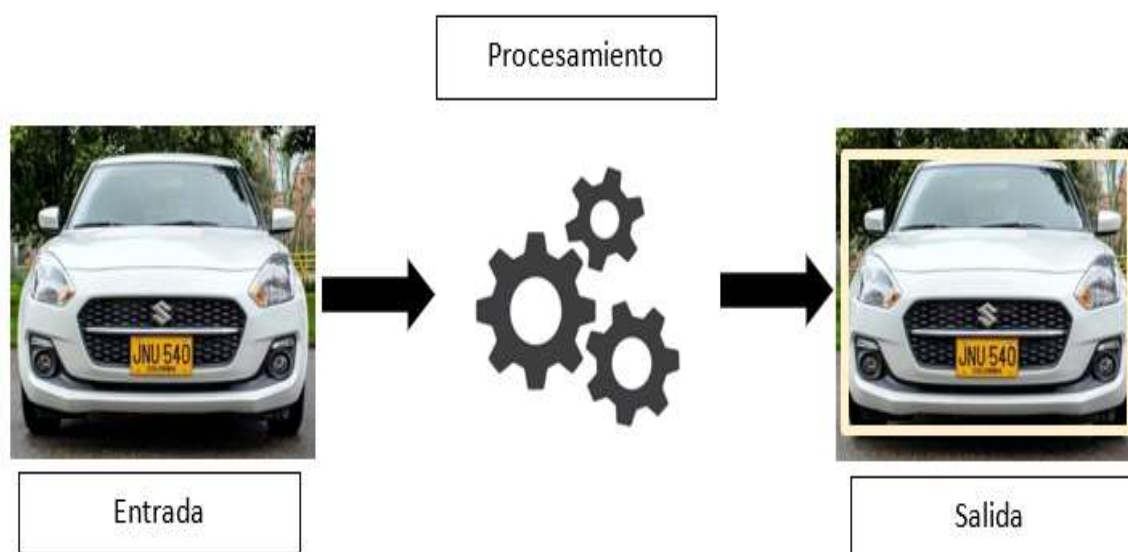


Figura 10. Detección mediante machine learning.
Elaborado por el autor.

Es una subdivisión de la IA, los algoritmos interpretan el mundo real gracias a un conjunto de líneas de código que se encargan de identificar patrones, ellos lo analizan, interpretan y muestran el resultado perseguido por el usuario final.

2.2.7.1.1. Tipos de Machine Learning

Supervisado: Este tipo de algoritmo es el más utilizado, posee una gran precisión ya que busca patrones de una manera muy precisa y específica ya que los datos proporcionados por el usuario simulan a un maestro que entrega su sabiduría al aprendiz, he ahí su gran eficiencia. Por ejemplo: detección de fraude, clasificación de imágenes, diagnósticos médicos, procesos de optimización, entre otros.

No supervisado: Este tipo de algoritmos no es muy utilizado, pero si muy importante, se utiliza cuando no existe una base de datos con etiquetas, se dice que en este caso el aprende y encamina su respuesta o resultado por patrones, tales como, rasgos o características, a diferencia del anterior este no tiene maestro y aprende por sí solo.

Aprendizaje de refuerzo: Este tipo de algoritmos se utilizan en el ámbito de los juegos, robótica y trading automático, aquí no existe prácticamente datos que el usuario ingresa. Aquí se codifica para que el programa obtenga siempre la victoria, para luego ser recompensado. Ejemplos: tareas de aprendizaje, juegos de IA, decisiones en tiempo real, entre otros.

2.2.7.2. Ciencia de datos

Según (AWS, 2022), indica que es el estudio de datos para comprender, entender y llegar a sacar el mayor provecho de ellos, estos análisis responden a preguntas: ¿qué pasó?, ¿por qué pasó?, ¿qué pasará?, entre otras.

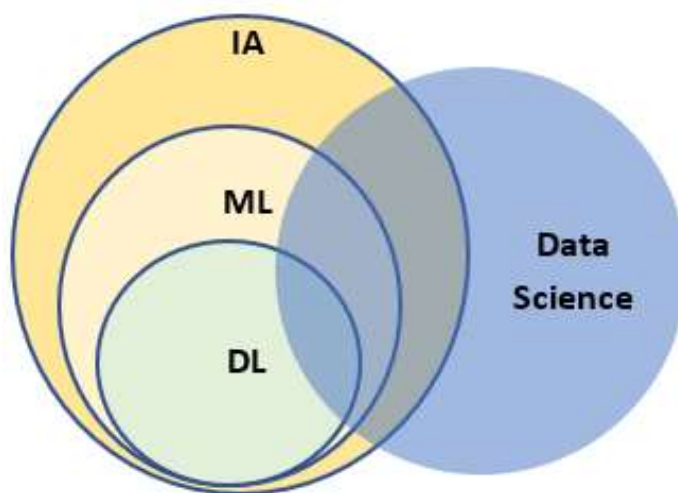


Figura 11. Estructura de ciencia de datos.
Elaborado por el autor.

La ciencia de datos tiene bases estadísticas y probabilísticas las cuales contribuyen positivamente al ML, simbiosis que se fortalece al paso de los días. Es muy utilizado hoy en día en los campos de: salud, finanzas, entretenimiento, telecomunicaciones, educación, entre otros.

2.2.7.3. Visión Artificial

Según (AWS, 2022), indica que es una disciplina científica con competencia que tienen los ordenadores para expresar información y conocimientos de imágenes y videos.

Según (AWS, 2022), tiene varias aplicaciones: reconocimiento placas, reconocimiento facial, encontrar contenido inapropiado de imagen o video, etiquetado de imagen, entre otros.

2.2.8. Programas utilizados en el Reconocimiento de Placas

2.2.8.1. Y.O.L.O.

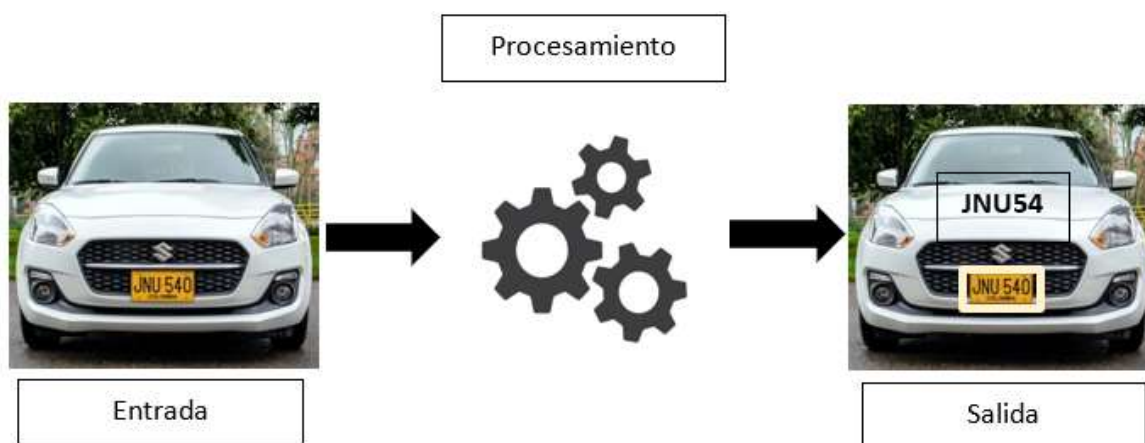


Figura 12. Detección de placas con Y.O.L.O.
Elaborado por el autor.

Con sus siglas en inglés you only look once, que significan solo miras una vez, es una red neuronal convolucional que su utilidad principal es detectar objetos en tiempo real. Una red neuronal es aplicada a su procesamiento de una imagen completa, por ello es muy rápida la detección, capaz de procesar 30 fps en vivo y en directo.

2.2.8.2. OpenCV

Programado en su totalidad en el lenguaje de Programación C++, actualmente es la librería más popular de visión artificial, entre lo que más destaca:

- Detección de movimiento.
- Reconocimiento de objetos.
- Reconstrucción 3D.
- Robótica móvil.

Es popular por 3 razones de peso: Es libre, multiplataforma y documentación actualizada.

2.2.8.3. Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)

Reconocer texto en imágenes es la principal utilidad de esta herramienta. La fuente original puede ser:

- Documentos Escritos.
- Texto a Mano.
- Imágenes.

Entre las técnicas más utilizadas para proceso de la imagen por medio de OCR:

- Limpiar impurezas, símbolos no reconocidos, daños en la imagen.
- Variar escala de colores de RGB a GRAY.
- Normalizar las escalas.
- Detección de palabras y segmentación de caracteres.

2.2.9. Marco Legal

El espectro radioeléctrico es un bien público, todo ecuatoriano puede hacer uso de el, en especial para la explotación de redes inalámbricas, en la ley lo mencionan los siguientes artículos:

La Carta Magna aprobada en el año 2008 mediante referéndum, promueve el uso del espectro radioeléctrico como un bien de dominio público y un recurso limitado del estado, por ello todo ciudadano puede hacer uso del el, manteniendo siempre los parámetros correctos de uso, por ello existen entidades que controlan la manera como es utilizada.

El art. 16 numeral 2 en la Constitución de la república del Ecuador que todo ecuatoriano tiene el derecho al acceso universal en lo que a tecnología se refiere.

Ley orgánica de telecomunicaciones – redes y prestaciones de Servicios de Telecomunicaciones – capítulo 1 – establecimiento y explotación de redes, art. 9, indica que es competencia de los GAD (Gobiernos Autónomos Centralizados) ejecutar obras la creación de redes e infraestructura de telecomunicaciones sean hábiles para conexiones.

La ARCOTEL, el ente regulador de las telecomunicaciones en el Ecuador, deberá establecer métodos y procedimientos que minimicen el riesgo de afectar contenido en las comunicaciones (derecho a la inviolabilidad), incluye el acceso y la decisión sobre todo lo concerniente a la información para proteger la integridad de la información física y virtual, la cual no podrá ser que se transmite por las bandas libres del espectro.

Artículos que hacen mención a la protección de datos son los siguientes:

El art. 66 numeral 19 en la Constitución de la república del Ecuador establece que todo ecuatoriano tiene derecho a no se vulnere su información, en caso de requerirla deberá tener autorización del titular o un mandato de ley.

En la Ley Orgánica de Telecomunicaciones estable el derecho a la intimidad, en donde garantiza que solo personal autorizado tenga acceso a datos personales se puede revisar específicamente en el: capítulo VIII – secreto de las comunicaciones y protección de datos personales, capítulo 2 – protección de datos personales, art. 78, numeral 1 – 2.

La protección de datos es un punto marcado en la Ley de comercio electrónico, firmas y mensajes de datos, en donde estable que la utilización de bases de datos utilizadas indebidamente tendrá sanción, específicamente el artículo se encuentra en: capítulo 1, principios generales, art. 5 - principios de confidencialidad de datos, art. 9 – protección de datos.

Las penas privativas para las personas que hagan uso indebido de información sensible de empresas públicas o privadas, según el COIP van desde 1 año a 3 años, en caso de tratarse de una entidad bancaria serán de 1 a 5 años de cárcel, se puede revisar específicamente este artículo en el: Código orgánico integral penal - Sección tercera - Delitos contra la seguridad de los activos de los sistemas de información y comunicación - Artículo 229.- Revelación ilegal de base de datos.

Capítulo III

Metodología y Propuesta

3.1. Métodos de investigación

3.1.1. Método cuantitativo

Según (Etecé, 2021), Es un conjunto de estrategias que involucra la recolección y procesamiento de datos que emplean magnitudes numéricas y técnicas estadísticas para su próximo análisis, gracias a ello, se obtiene conclusiones que pueden ser expresadas de forma matemática. Este método es muy utilizado en el campo de las ciencias exactas, como por ejemplo en la manipulación de datos recolectados, los cuales se podrán analizar adecuadamente.

3.1.2. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica está formada por la revisión del mundo académico, sobre un tema específico, además de tener una buena recopilación de información a través de libros electrónicos, artículos científicos, revistas, entre otros. Se estudiaron los siguientes contenidos de información textual: WSN, wifi, IoT, IA y variedad de sensores, y así lograr profundizar en temas que ayuden a resolver la hipótesis planteada en el proyecto de investigación.

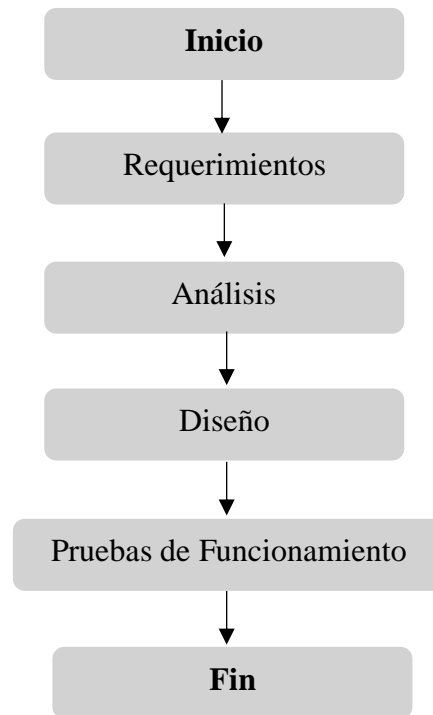
3.1.3. Investigación exploratoria

Este tipo de investigación ofrece una perspectiva más amplia del problema del cual se propone analizar información que sirva al investigador. Se hará uso de este tipo de investigación con el objetivo de obtener información que permita comprenderlos mejor, permitiendo adaptarse al tema que quizás no se conozca.

3.1.4. Investigación de Campo

La investigación de campo es aplicada cuando un investigador se desplaza hasta el punto indicado para recopilar todo lo necesario que se pueda considerar útil para llevar a cabo la investigación. En este caso para realizar la presente tesis se realizó una entrevista a la gerente de la empresa Tecnocar que permitió recopilar toda la información para su correspondiente análisis y poder obtener los requerimientos al fin de plantear un esquema de red que cubra las necesidades de la empresa.

Esquema de la propuesta



Analizando el siguiente esquema, vamos a dividirlo por puntos.

1.- Los requerimientos definen los objetivos y problemas que la empresa quiere resolver. En este punto se encuentra la información recabada dentro de la investigación de campo.

2.- Análisis completo: red local, hardware, software, infraestructura, plataforma IoT, SO, módulos, sensores, servidor web, todo lo antes mencionado ayuda a:

- Tener un panorama más amplio de las ventajas y desventajas de la red.
- Observar que de una manera detallada el hardware y software que se va a utilizar.
- Realizar un estudio del lugar donde se ubicarán los equipos.

Teniendo los elementos físicos y lógicos adecuados vamos a proceder con el desarrollo de la propuesta.

3.- Diseño o Propuesta: Infraestructura de red y Plataforma IoT.

El diseño cubre todos los aspectos de la infraestructura, lo cual incluye: redes, servidor web, plataforma IoT y prototipo de sensores.

El diseño nace luego de evaluar minuciosamente el punto anterior, se desea crear una propuesta para obtener un funcionamiento de nuestra red lo más estable en transmisión, monitoreo, visualización y almacenamiento de datos.

4.- Pruebas de funcionamiento: En esta 4 fase se podrá observar la ejecución, revisión y retroalimentación de las funcionalidades previamente diseñadas.

3.2. Requerimientos

3.2.1 Situación actual de la empresa TECNOCAR S.A.

Tecnocar S.A. es una empresa con más de 20 años, ubicada en el km. 2 vía a Daule y calle octava en el mercado automotriz atiende para todo tipo de vehículos, las áreas de:

- Mecánica general y especializada.
- Mantenimientos correctivos y preventivos.
- Enllantaje, balanceo y alineación computarizada.
- Sistemas electrónicos.
- Climatización.
- Limpieza y pintura.

Misión

Proveer de los mejores servicios en el área automotriz, de manera eficiente y eficaz, basados siempre en el marco de la calidad y satisfacción de nuestros clientes.

Visión

Ser un modelo de liderazgo en la atención personalizada para su vehículo, cubriendo todas las áreas requeridas y manteniendo un crecimiento continuo donde Tecnocar sea la solución y el respaldo necesario.

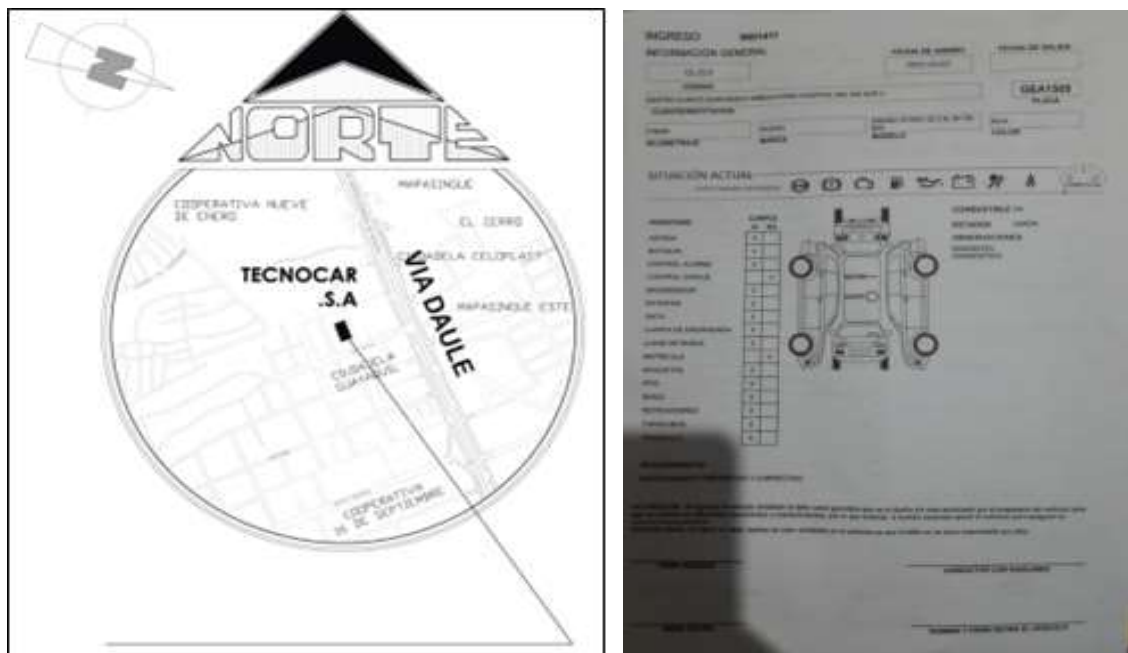


Figura 13. Ubicación de empresa y hojas de ingreso de vehículo de Tecnocar S.A.
Elaborado por el autor.

Instalaciones

- Capacidad para 80 vehículos.
- Elevadores hidráulicos.

- Elevadores de piso.
- Maquinaria para balanceo y alineación computarizada.
- Cámara de pintura.
- Sala de espera con internet, climatización y televisión.
- Cámaras de vigilancia.

La dimensión total del lugar es 1546 m², el cual se encuentra repartido en varios puntos entre ellos el área administrativa que se encuentre en la parte izquierda de la figura 13, de ahí toda la parte izquierda es para el mantenimiento correctivo y preventivo de los carros.

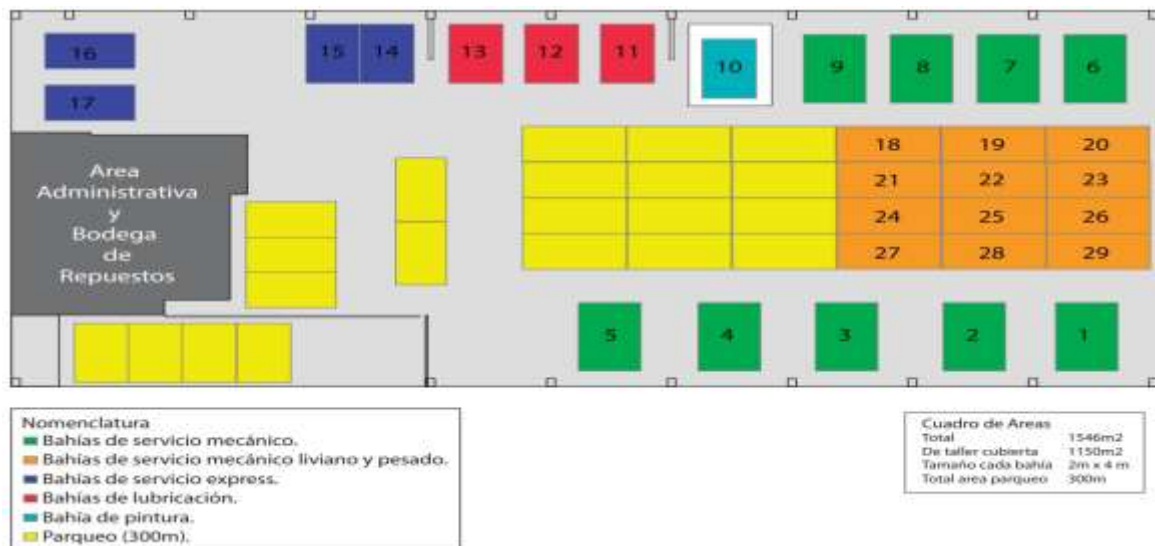


Figura 14. Croquis de la empresa Tecnocar S.A.
Elaborado por el autor.

3.2.2. Técnica de recolección de datos

3.2.2.1. Entrevista

Se procedió a realizar la entrevista al gerente general de la empresa Tecnocar S.A, con el objetivo de conocer los requerimientos de la empresa.

1.- ¿Qué le preocupa como gerente general de esta empresa?

Bueno, en realidad como gerente de este lugar tengo varios puntos que me preocupan, primero la infraestructura de la empresa, segundo la constante preocupación de que mis trabajadores tengan algún accidente porque en este lugar están a la orden del día, aparte de que existen procesos internos los cuales deseo automatizar porque veo que la competencia cada día está innovando y nosotros no.

2.- ¿Considera importante monitorear la temperatura de este lugar?

Claro que sí, porque de esta manera podría evitarse algún percance en la infraestructura de esta empresa.

3.- ¿Conoce algún gas nocivo que pueda afectar la salud de sus trabajadores?

En realidad, solo conozco que los gases emitidos por el tubo de escape de los carros son malos, pero de ahí desconozco si algún gas pueda dañar a mis trabajadores.

4.- ¿Ha tenido algún trabajador que manifieste algún problema de salud relacionado con la calidad de aire?

He notado que ciertos trabajadores me indican que en ocasiones tienen problemas por los olores fuertes de ciertas sustancias, aunque trato como encargada de este lugar en ayudar con la correcta indumentaria para todos.

5.- ¿Considera importante monitorear la calidad de aire de esta empresa, y que beneficios traerá a largo plazo?

Considero que todo proceso que ayude a monitorear todo lo relacionado con el aire será bienvenido, y los beneficios que traerá pueden ser desde salvaguardar la infraestructura de este lugar, hasta que nuestros trabajadores tengan mayor tranquilidad en sus puestos.

6.- ¿Conoce de alguna entidad privada o pública que ayude monitoreando los niveles de calidad de aire dentro de empresas?

Desconozco si existe alguna entidad privada, solo sé que publica son los bomberos, ya que ellos piden permisos de todo tipo para dar apertura una lubricadora.

7.- ¿Cuentan con circuito cerrado de televisión (CCTV)?

Si, desde el inicio de la empresa se implementó esta tecnología, solo la utilizo para en ocasiones revisar carros que ingresan o la hora de ingreso del personal.

Análisis general

La gerente del lugar le preocupan 3 puntos claves:

- La infraestructura – específicamente: daños causados por incendio.
- El personal – específicamente: daños en la salud
- Poca automatización – específicamente: poca innovación dentro de procesos tales como: ingreso de vehículos, base de datos actualizada, monitoreo constante de personal para evitar accidentes. Está consciente de que para mantenerse en el top de empresas en el campo automotriz debe cubrir paulatinamente esta área, por ello ya está dando los primeros pasos.

El trabajar con sustancias inflamables hace propicio tener un plan estratégico interno, donde se deberá implementar una tecnología adecuada para el monitoreo constante en tiempo real y crear alertas inmediatas.

El conocimiento de gases nocivos dentro del establecimiento es casi nulo, tomando en consideración la cantidad de sustancias o gases que se manipulan directa o indirectamente, por ejemplo: gasolina, diésel, alcohol, GLP, propano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, NOx, entre otros.

La empresa tiene trabajadores que llevan años manipulando con sustancias que emanan gases peligrosos, hasta el momento el promedio de edad pasa los 40 años, son personas que con el paso del tiempo tendrán complicaciones en su salud por la inhalación constante de gases nocivos. Tener un circuito cerrado de televisión (CCTV) actualmente es normal por el nivel delictivo del país, pero se podría generar detalles adicionales como monitorear aspectos de tipo automatización industrial.

3.3. Análisis

3.3.1. Análisis red local

Cuenta con la tecnología FTTH (fibra óptica hasta tu hogar), tiene un solo router, el cual reparte el internet a todo el lugar, es un Huawei modelo HS8245W, su proveedor de internet es Netlife y tiene un paquete de 100 Mbps, con una compartición 2:1, velocidad simétrica, no posee repetidores en el lugar.



Figura 15. Router utilizado en la empresa Tecnocar S.A.

Elaborado por el autor.

El router soporta los siguientes estándares: 802.11a/b/g/n/ac y es dual-band Wi-Fi (2.4 GHz & 5 GHz).

Al analizar la red un poco más profundamente:

- Seguridad tipo: WPA2
- Estándar: IEEE 802.11 n, velocidad teórica 60 Mbps.
- Estándar: IEEE 802.11 ac, velocidad teórica 867 Mbps.

La fuerza de la señal es aceptable -23 dBm, 85%, a una distancia de 7 metros, tomando en cuenta que existen carros de por medio, la banda en la cual emite la señal es 2.4 GHz.

SSID	BSSID	Alias	Gráfica	Señal	%	Min.	Max.	Prom.	Nivel	Banda	Canal	Ancho	Proveedor	Seguridad	Modo	Último v.
TECNOCAR	C6:44:7D:40:8A:40			-23	85	-87	-21	-29	2.4	4	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
AMMS-8832	A4:11:08:19:54:0B			-44	80	-46	-38	-42	2.4	9	20	20	ASUS	WPA2 Personal	2	3 s hace
Claro_WIFI_CANA000	50:8B:BC:EA:5C:7E			-	-	-46	-40	-40	2.4	7	20	20	Segurcom	WPA2 Personal	2	3 s hace
ONT-ESTEBES	14:8B:68:68:75:56			-	-	-46	-42	-42	2.4	11	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
ONT-ESTEBES.2	50:CT:6F:FA:D4:58			-	-	-46	-41	-44	2.4	1+1	40	40	TP-LINK	WPA2 Personal	2	3 s hace
DIRECT-86-BPSON-AC	02:68:9E:AC:16:08			-73	27	-75	-71	-73	2.4	4	20	20	-	WPA2 Personal	2	3 s hace
MIRANDO-PIGAS	3D:4E:44:83:A2:44			-	-	-46	-73	-45	2.4	13	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
NETUPE-CATRO	7D:8C:84:4D:8A:84			-	-	-46	-88	-88	2.4	7	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
NETUPE-MTE	7B:57:73:EB:A4:8C			-79	20	-81	-73	-76	2.4	11	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
ONTDIA-PIGAS	84:29:33:26:C7:88			-	-	-46	-73	-45	2.4	11	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
TECNOCAR	C6:44:7D:40:8A:40			-23	85	-87	-21	-29	2.4	4	20	20	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
NETUPE-MTE	7B:57:73:EB:A4:8C			-83	3	-86	-80	-84	5	149	80	80	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace
TECNOCAR	C6:44:7D:40:8A:44			-35	71	-37	-33	-38	5	149	80	80	HUAWEI	WPA2 Personal	2	3 s hace

Figura 16. Redes aledañas a la empresa Tecnocar S.A.
Elaborado por el autor.

Un análisis de calor del lugar indica hasta donde es óptima la señal.

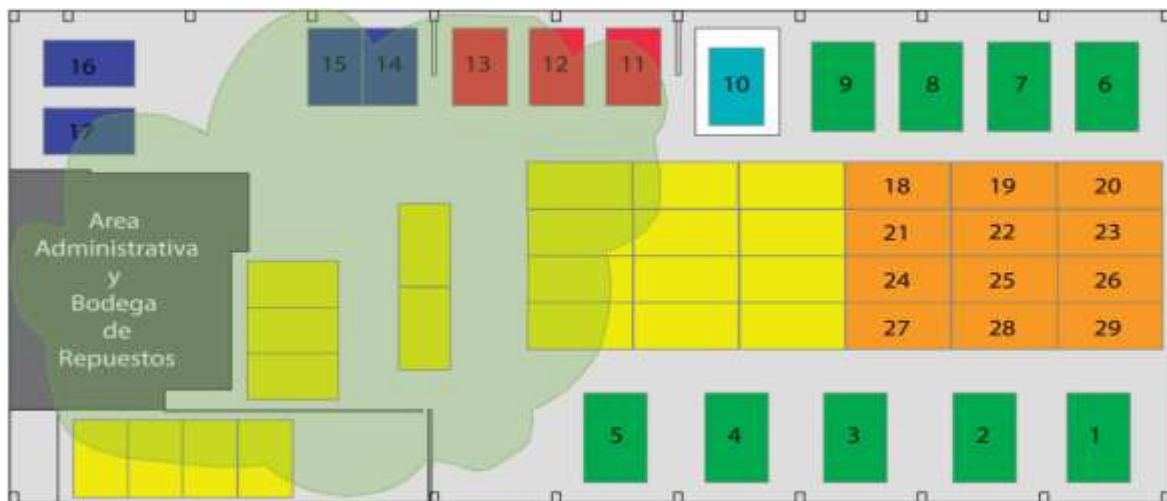


Figura 17. Mapa de Calor en la empresa Tecnocar S.A.
Elaborado por el autor.

3.3.2. Análisis de los Canales Wi-Fi

No se evidencia de problemas de solapamiento de redes aledañas ya que el canal de la empresa es el número 4 en 2.4 GHz y canal 149 en 5GHz.

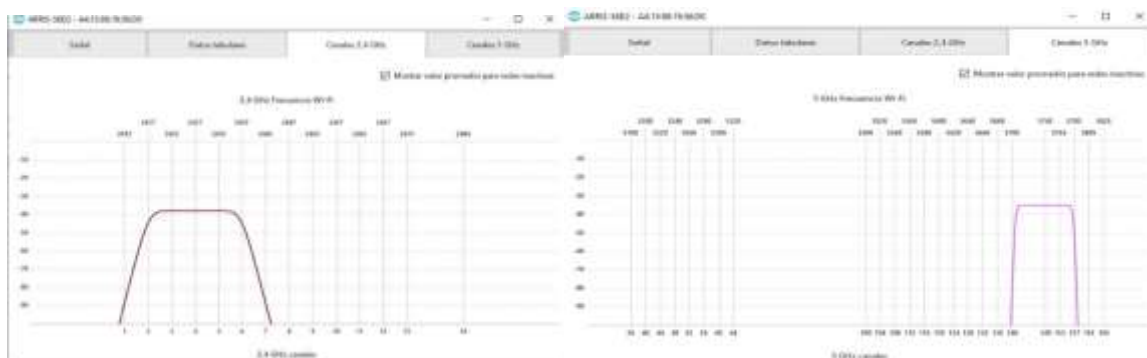


Figura 18. Canales 2.4 y 5 GHz red Tecnocar.
Elaborado por el autor.

Se considera una red estable, porque mantiene casi una línea homogénea en la señal, no existen caídas de señal.



Figura 19. Estudio de la señal red Tecnocar.
Elaborado por el autor.

3.3.3. Análisis de Requerimientos

Descripción Hardware

Servidor: hardware utilizado para un correcto almacenamiento y tratamiento de imágenes.

Sensor: El presente trabajo está enfocado en la medición de los niveles de calidad de aire, ellos serán los encargados de monitorear dicha variable, que permitan recolectar datos fiables, para su futuro análisis respectivo.

Modulo: Dispositivo para será el encargado del envío datos al router o puente más cercano.

El lugar cuenta con una red wifi estable, la cual se usura para el envío de datos, aunque no abarca en su totalidad, tiene unas dimensiones amplias, 50 x 23, por tal motivo deberá tener repetidores para evitar problemas de conexión entre el módulo y el gateway.

Table 5. Componentes del hardware.

Componente	Requisitos
Servidor	
• Procesador	Core i5 o Core i7
• Memoria RAM	12 GB (mínimo) puede expandirse a 16 GB.
• Disco Duro	HDD, 2 TB gradualmente puede crecer a 4 TB.
• Tarjeta de red	Inalámbrica (2.4 GHz y 5 GHz)
• Pantalla	Led 15" pulgadas.
• Varios	Cámara inalámbrica, Mouse y teclado.

Sensores <ul style="list-style-type: none"> • Sensor de CO • Sensor de CA Módulos <ul style="list-style-type: none"> • Módulos ESP • Fuente de Alimentación Red <ul style="list-style-type: none"> • Router • Wireless Bridge 	<p>Sensor de monóxido de carbono.</p> <p>Sensor de calidad de aire (CO, metano, humo, etc.).</p> <p>Modulo inalámbrico.</p> <p>5 V.</p> <p>Huawei HS8245W (disponen en la empresa)</p> <p>Amplificador de alcance inalámbrico, compatible con 802.11g para abarcar el área total de la empresa.</p>
--	---

Elaborado por el autor

Descripción Software

Se deberá incluir un sistema operativo, programas editores de código y un paquete de software que gestione el servidor web y a su vez el módulo, enviando los datos.

Table 6. *Componentes del software.*

Componente	Requisitos
Cliente	Plataforma IoT – almacenamiento y visualización de datos.
Servidor	<p>SO</p> <p>Web: Lenguaje de programación: PHP y MYSQL</p> <p>Reconocimiento de placas: Lenguaje de programación Python.</p> <p>Librerías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OpenCV • Numpy • Pandas
Módulos	<p>Editor de código fuente</p> <p>IDE Arduino</p> <p>Librerías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DHT sensor library • MQ135 • Thingspeak • Wifi

Elaborado por el autor

3.3.4. Análisis de Infraestructura

La ubicación de los equipos dentro de la red Tecnocar estará de la siguiente manera:

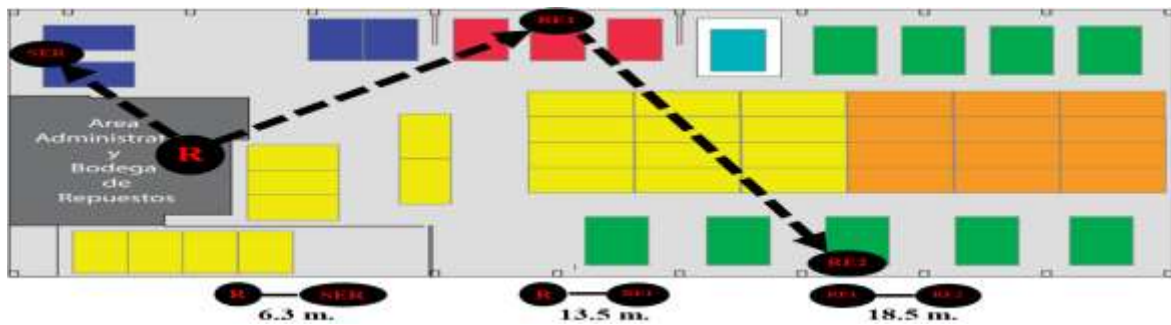


Figura 20. Ubicación de equipos de red.
Elaborado por el autor.

Tomando en consideración que las especificaciones del fabricante Huawei indica que el equipo posee un potente rendimiento wifi, la intensidad de la señal a 14 metros se mantiene en casi el 80%, el router se encuentra afuera del área administrativa, por ende, no hay problemas de línea de vista, tranquilamente permite la navegación de los equipos.

En la figura 20, la distancia entre el router (R) y el servidor (SER) es menor, ya que se encuentra en la parte de revisión electrónica de los carros, lugar que estratégicamente se escogió previamente con la gerente del lugar. El repetidor #1 se enlazará con el router principal, luego el repetidor # 2 se enlazará con el repetidor # 1 para poder abarcar todo el lugar.

Nodos sensores

Se ubicarán 3 sensores en un lugar que existe una alta manipulación de sustancias tóxicas, como gasolina, aceite quemado, entre otros, por tal motivo los datos censados deberán arrojar valores acordes a lo que sucede alrededor de ellos.

El módulo wifi con los sensores de calidad de aire, CO, temperatura y humedad, no tendrá problemas de conectividad, según el análisis previo.



Figura 21. Ubicación de nodo sensor.
Elaborado por el autor.

3.3.5. Análisis de plataforma IoT

Para elegir una buena plataforma IoT que pueda conectar estos 4 puntos claves:

Hardware: Nodo sensor encargado de recopilar información del medio donde se encuentra.

Conectividad: El nodo sensor debe transmitir toda la información a la nube.

Software: el sistema IoT debe ser estable en su interacción con el hardware, es decir recepiendo los paquetes de datos adecuados, almacenando, visualizando y permitiendo descargas de la información recopilada.

Interfaz de usuario: Debe ser una interfaz adecuada para el usuario, intuitiva y de fácil acceso desde cualquier dispositivo.

Tabla 7. Características de Plataformas IoT.

Características	Hardware	Ámbito	Ventajas	Desventajas
Thingspeak	Arduino, Raspberry, Pi	Casa inteligente Prototipos	Interfaz. App. Integración con redes sociales.	Documentación limitada para ciertos hardware.
Spark	Spark	Casa inteligente Prototipos	Ideal para iniciar. Escalable.	Poca compatibilidad con hardware.
Bluelab	SATEL, Grid	Energía de ciudad Fabricación	Especialistas en Ciudad inteligentes	Hardware limitado

Elaborado por el autor.

Adicional a lo anterior se escogió la plataforma Thingspeak.com por los siguientes puntos a considerar:

- Trabaja con API Keys, es decir que su nivel de seguridad para tener salvaguardado los datos en sus servidores.
- Es Gratuita.
- Conecta hasta 4 canales, es decir cuatro nodos sensores diferentes.
- Comparte hasta con 3 puntos distintos de visualización de datos.
- Genera hasta 8.200 mensajes por día y 3 millones al año.
- Tiene librerías listas para poder utilizarse con el IDE de Arduino.
- Basado en el lenguaje de programación Ruby.
- Es de fácil manejo y funcionalidad.



Figura 22. Plataforma IoT utilizada en el proyecto.
Elaborado por el autor.

Cuenta con varias Apps adicionales que generan mayor dinamismo dentro de la página, por ejemplo, enviar mensajes en tiempo real a un usuario determinado, enviar mensajes directos a Twitter y la más importante que trabaja directamente con el software Matlab.

3.3.6. Análisis de topologías de red

Diferentes tipos de topologías de red que permiten la configuración de empalmes entre nodos.

Tabla 8. Topologías de red.

Características	Estrella	Árbol	Malla
Instalación	Fácil	Media	Compleja
Tolerancia a fallas	Baja	Alta	Alta
Uso energético	Alta	Alta	Baja
Redundancia	Baja	Media	Alta
Costo	Baja	Alta	Alta
Escalable	Baja	Media	Alta
Trafico	Controlable	Basado en Jerarquías	Complejo de Manejar

Información tomada de <https://www.google.com>. Elaborado por el autor.

Se decide trabajar con la topología:

Estrella. - Se eligió la topología más adecuada para este proyecto, porque cada nodo sensor se comunica directamente y únicamente con el gateway, los sensores se encuentran ubicados a una distancia de 15 metros aproximadamente de la puerta de enlace, los nodos se encuentran ubicados los 3 en un mismo lugar, por ser un lugar muy utilizado con sustancias nocivas.

3.3.7. Análisis de estándares de red inalámbrico

Se puede tomar 3 estándares que se encuentran en auge hoy en día, con el fin de tener al más apto para llevar a cabo la red WSN.

Un dato predominante en tomar decisiones a la hora de elegir un estándar, será la facilidad de conexión dentro de una red, seguridad, interoperabilidad, alcance, bandas en las que opere, entre otras.

Tabla 9. *Análisis de estándares de red inalámbricos.*

Características	Wifi	Bluetooth	Zigbee
Precio	Caro	Medio	Barato
Configuración	Compleja	Compleja	Simple
Consumo Energ.	Alto	Bajo	Muy Bajo
Consumo transm.	400 mA	40 mA	30 mA
Tipo de Red	Estrella (nodo central router)	Estrella – Punto a Punto	Malla sin limites
Conectividad entre dispositivos	A través del router	A través de pasarela	Si (sin límites)
No. máximo de dispositivos	Depende del router	Depende de la pasarela	Máximo 65.000
Frecuencia de banda	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHZ Europa 865 MHz EEUU 915 MHz
Recursos	1 Mb	250 kb o más	4 kb – 32kb
Otros	Velocidad y flexibilidad	y Costo y seguridad	Bajo costo y escalable

Información tomada de <https://www.google.com>. Elaborado por el autor.



Se elige la tecnología Wifi dentro de la empresa Tecnocar, luego de un análisis de red se determinó que el estándar a utilizar será IEEE 802.11n en la banda 2.4 GHz, por la facilidad que brinda el establecimiento y al corroborar que no existen problemas para establecer la comunicación entre el nodo sensor y el router.

3.3.8. Análisis de módulos wifi

Se eligieron 2 módulos wifi por la versatilidad, seguridad, manejo y dimensiones de los dispositivos, ambos son se configuran en la misma interfaz que Arduino. Su gran ventaja en comparación con otros dispositivos es su bajo consumo, tienen una entrada de 5V la cual está regulada por para evitar subidas de tensión y que puedan dañar el dispositivo.

Otro factor muy importante, el cual es poco mencionado a la hora de elegir un módulo wifi es el modo HT20 o HT40, el primero el ancho de banda es de 20MHZ y es segundo es de 40MHz. La temperatura máxima y mínima los hacen aptos para poder trabajar en entornos como una lubricadora, en donde existen subidas de temperaturas por la cantidad de carros, por los líquidos utilizados, entre otros.

Tabla 10. Características del ESP12 y ESP32.

CARACTERÍSTICAS	ESP8266	ESP32
		
Wi-Fi (802.11 b / g / n)	HT20	HT40
Bluetooth	No posee	Bluetooth 4.2 y BLE
Frecuencia de operación (valor típico)	80 MHz	160 MHz
SRAM	No posee	448 KB
Flash	No posee	520 KB
GPIO	17	34
PWM (hardware)	No posee	No posee
PWM (software)	8 canales	16 canales
Interfaz MAC Ethernet	No	Sí
Temperatura de trabajo	-40°C to 125°C	-40°C to 125°C

Elaborado por el autor.

Se elige el dispositivo:

ESP32. - El módulo ESP-WROOM-32 es un módulo que trabaja perfectamente con la tecnología wifi (protocolos 802.11 b/g/n/e/i) y bluetooth, posee un reloj de 80 MHz a 240 MHz, SRAM: 520 KB, memoria flash 4M, utiliza aproximadamente trabaja con alimentación de 5V. Adicional a este, es compatible con una gran variedad de sensores, ya que posee 32 pines entre analógicos y digitales, los cuales pueden transmitir datos de manera adecuada ya que su procesamiento es adecuado para trabajar con este tipo de sensores.

3.3.9. Análisis de sensores

Elegir un sensor que tenga un nivel de precisión aceptable es una tarea ardua, por ello se expone una comparativa de los sensores. A continuación, se va a mostrar las características de cada tipo de sensor.

Tabla 11. *Características de tipos de sensores.*

Tipos de Sensor	Características
Electroquímicos	<p>- Voltaje de trabajo 5 VCD.</p> <p>Rango de medición 0 – 200 ppm</p> <p>Mas popular.</p> <p>Basado en un elemento electroquímico semiconductor que genera un voltaje de salida proporcional a la concentración del gas que se mide.</p> <p>Celda electroquímica con un electrolito sólido.</p>
Ópticos	<p>- Alta sensibilidad y la excelente selectividad de los gases.</p> <p>Bajo costo</p> <p>Método de elección para la detección por rápido tiempo de respuesta y baja demanda de energía del sensor.</p> <p>Una fuente de luz ilumina las partículas, luego la luz dispersa de ellas se mide con un fotómetro.</p>
infrarrojos no-dispersivos	<p>- Voltaje de trabajo 5 VCD.</p> <p>Rango de medición 0 – 5000 ppm</p> <p>Son sensores espectroscópicos.</p> <p>Internamente contiene una fuente infrarroja, un tubo de luz y un filtro de interferencia, un detector de infrarrojos.</p>

Tomado de: (solectroshop, 2021).Elaborado por el autor.

Electroquímico. – Se elegio este tipo de sensores por su alta sensibilidad con la detección de diferentes gases como: monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, alcohol, propano y humo. Dentro la familia de los MQ, se eligieron los 9 y 135.

Los sensores MQ-9 y MQ-135 trabajan con 5 voltios y consumen 0.8 mAh, su estabilidad mientras envía datos a una plataforma es alta, tomando en consideración que debe censar datos cada 30 segundos y enviarlos a la nube. Para el presente trabajo se observa la calidad de aire dentro de la empresa Tecnocar S.A. por esta razón el sensor MQ-9 detecta monóxido de carbono y el MQ-135 detecta CO, dióxido de carbono y alcohol.

Se utiliza por otro lado un sensor DHT11 de tipo resistivo de temperatura y humedad, tiene una alta sensibilidad al censo de dichas variables, trabaja variando su resistencia

conforme la variable a tratar modifica sus valores, trabaja con 3.3V a 5.5 V, posee un minio consumo de energía.

3.3.10. Análisis de Sistemas operativos



Figura 23. Software.
Elaborado por el autor.

Tabla 12. Comparación entre SO.

Características	GNU/LINUX	Windows
Hardware	Compatibilidad de hardware ha avanzado, pero aún existen compañías que no ofrecen soporte para el sistema.	Windows tiene mayor soporte de drivers para hardware, debido a que lidera el mercado mundial de SO.
Facilidad de Uso	Poca facilidad al usuario.	Sencillo manejo al usuario.
Difusión	Poco extendido en hogares y oficinas, muy extendido en servidores.	Copa todo el mercado.
Estabilidad	Muy estable, los servidores trabajan por meses.	Poco estable. Servidores pueden pasar semanas sin reinicio.
Código Fuente	Abierto.	Secreto empresarial.
Precio	Mayoría de programas gratuitos, pocos de paga.	La mayor parte de programas son de pago.
Comunicación con otros SO	Lee y escribe en sistemas de archivos y red de Windows, Macintosh, etc.	Solo lee y escribe sus propios sistemas de archivos.

Elaborado por el autor.

Windows. – Se optó por trabajar con dicho SO porque lo utilizan todas las máquinas de la empresa, adicional su facilidad de uso, y la opción de compatibilidad con los demás componentes. Las especificaciones de la máquina donde se procederá a instalar son:

Windows 10, Procesador Core i7, 12 GB de RAM, tarjeta gráfica GF GTX1650, disco duro de 2 TB.

3.3.11. Análisis de programa para escribir código

A la hora de elegir un buen programa para escribir nuestro código, el mercado nos da 2 opciones fundamentales:

Tabla 13. Comparación entre IDE y editores de código.

EDITOR DE CÓDIGO	IDE
<ul style="list-style-type: none"> - Software ligero con ayuda para escribir código. - Soporta múltiples lenguajes y tecnologías. - Enfocado en archivos - Puedes agregar plugins (toca configurar cada uno por separado) 	<ul style="list-style-type: none"> - Integra un editor con herramientas que necesita un desarrollador. - Se especializa en un lenguaje o tecnología (java, python, go, etc.). - Enfocado en proyectos completos. - Trae herramientas integradas y configurables.

Elaborado por el autor.

Se utiliza un editor de código y un IDE, porque en este caso puntual se requieren ambos.

Visual Studio Code. – Se eligió trabajar con un editor de código por varios motivos: compatible con Windows, necesita pocos recursos de RAM, fácil instalación de plugins, crea archivos directo del editor, interfaz amigable con el usuario.

Arduino IDE. - (Unir, 2021) indica que un entorno de desarrollo integrado (IDE), es multiplataforma, se lo utiliza para ingresar el algoritmo dentro del ESP32, previa configuración de la plataforma. Este software tiene como objetivo aligerar todo proceso de diseño de software, dando facilidades al usuario.

3.3.12. Análisis de Servidor web

Apache. – El paquete de Free software XAMPP que incluye el servidor web en cuestión, trabaja con un grupo de lenguajes como PHP, MySQL, Perl, los cuales se necesita para procesar, registrar y almacenar los datos que se van a ir recopilando con el paso de los días, es multiplataforma.

Tabla 14. Comparación entre servidores web.

Tipo de Servidor Web	Característica
Apache Http	- Servidor más popular del mundo.

<p>Ngnix</p> <p>Servidor IIS</p>	<p>Software de código abierto.</p> <p>Multiplataforma.</p> <p>Alrededor del 60% de ordenadores usan este servidor.</p> <p>Divide la carga de trabajo en diversos subprocesos</p> <p>- Multiplataforma.</p> <p>2ta. posición de popularidad en uso de servidores web.</p> <p>Ligero de alto rendimiento.</p> <p>Divide la carga de trabajo en diversos subprocesos</p> <p>- Servidor de alto rendimiento de Microsoft</p> <p>Estrechamente integrado con el SO de Microsoft, es fácil administrarlo.</p> <p>Desde el 2016 tiene un ascenso vertiginoso.</p>
----------------------------------	--

Elaborado por el autor.

3.4. Diseño

3.4.1. Descripción del diseño plataforma IoT

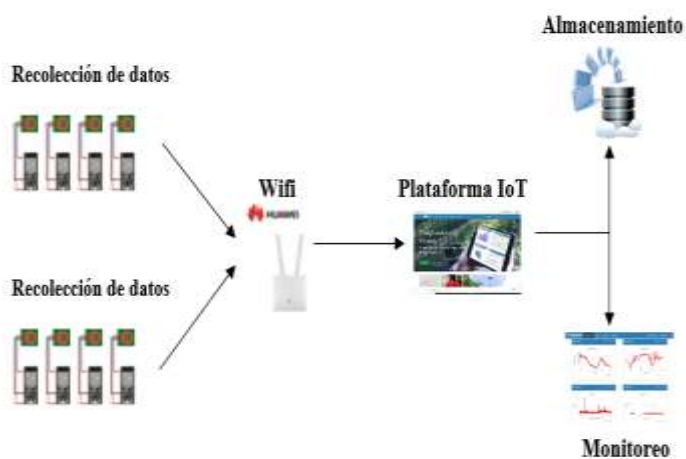


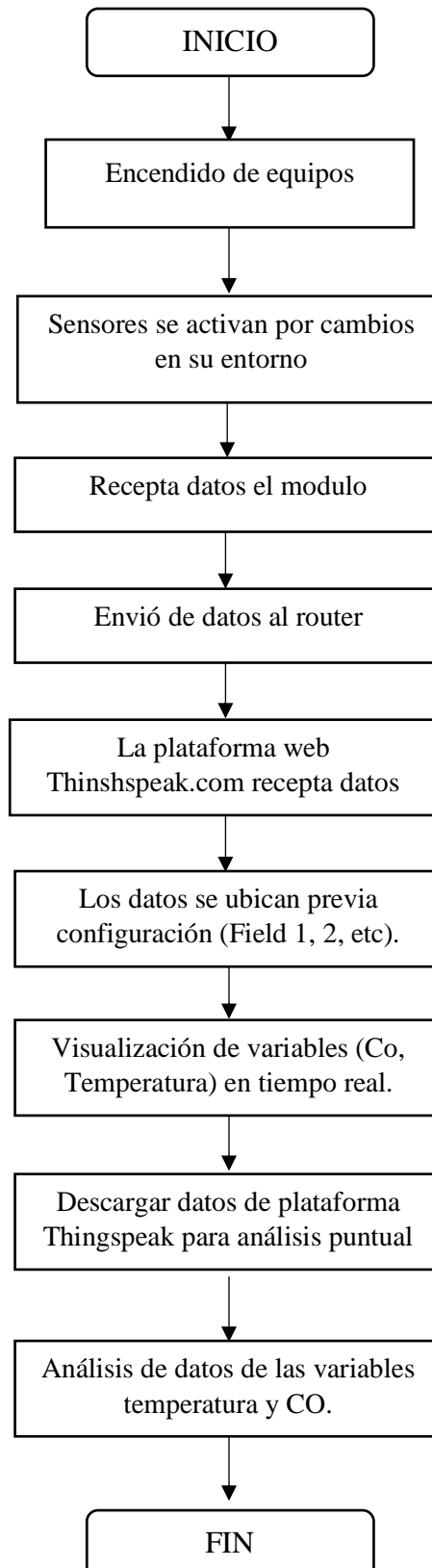
Figura 24. Descripción de la plataforma IoT.

Elaborado por el autor.

Una vez definido los requerimientos y el análisis de la presente tesis, se procede a realizar la descripción de la plataforma IoT, con sus respectivos nodos sensores que serán los encargados de receptor el dato que capturan en el aire, de ahí el para luego enviar al router

Huawei modelo HS8245W, y así la plataforma thingspeak.com podrá monitorear, almacenar, visualizar todo lo que será enviado desde la empresa Tecnocar S.A.

3.4.2. Esquema del proyecto plataforma IoT



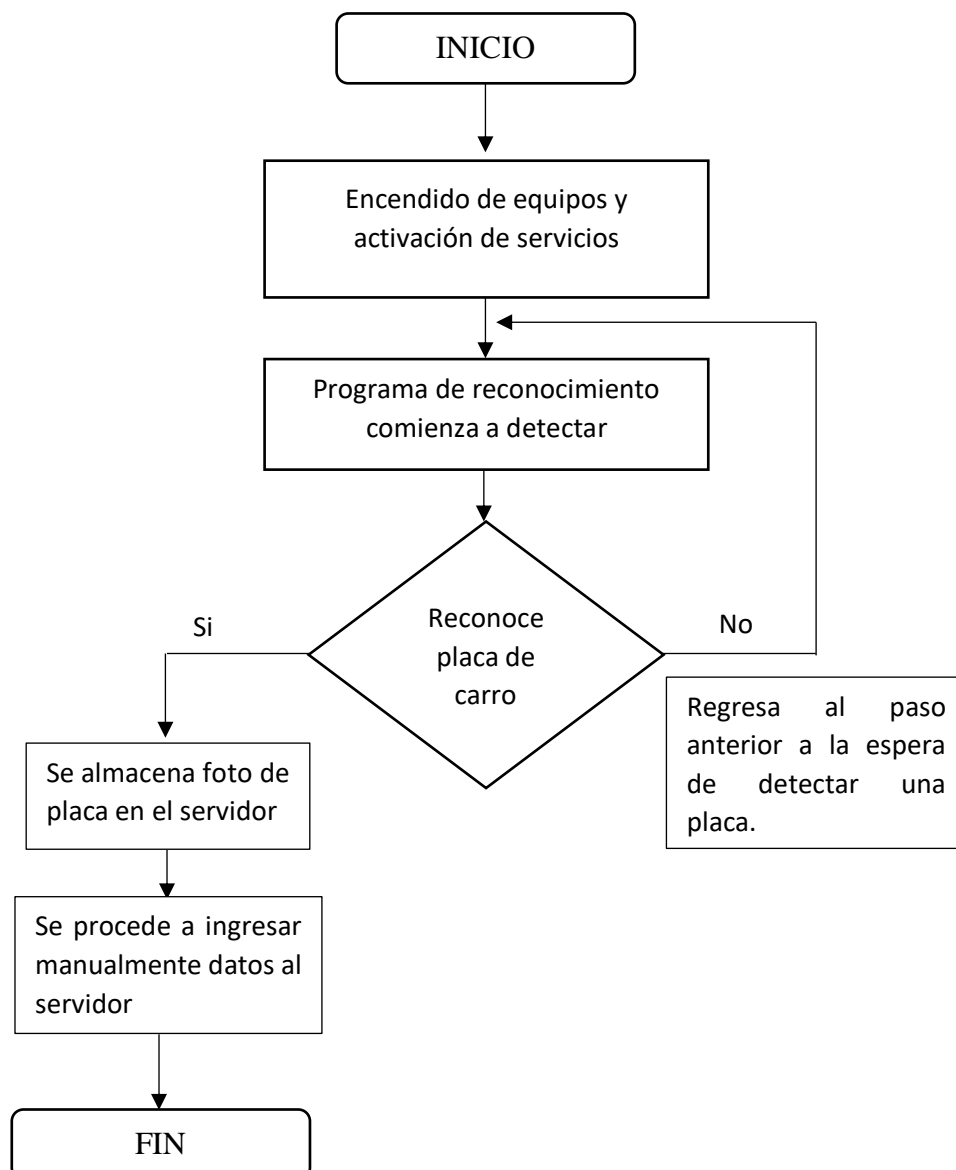
3.4.3. Descripción del reconocimiento de placas



Figura 25. Descripción del reconocimiento de placas.
Elaborado por el autor.

En figura 25 se puede analizar el grafico de como viaja la información desde la captura de la cámara hasta el almacenamiento en el servidor web.

3.4.4. Esquema del Reconocimiento de placas



3.4.5. Infraestructura de Red

Dentro de la empresa Tecnocar, se trabajará con la topología estrella, además se ubicarán 3 nodos sensor, que comprenden, tres módulos Wifi ESP32, 1 sensor MQ-9, 1 sensor MQ-135 y 1 sensor DHT11, en el área de lubricación,

La altura de los sensores es de casi 2 metros, desde el piso, para que tengan una mejor lectura, hay que recalcar que los sensores tienen un rango de acción el cual es mínimo, pero en dicho lugar existe un exceso de olores los cuales causan malestar entre las personas, ya que no tienen mascarillas de uso industrial para evitar el ingreso por vía aérea de sustancias nocivas.



Figura 26. Ubicación de los sensores.
Elaborado por el autor.

3.4.6. Prototipo de nodos sensores

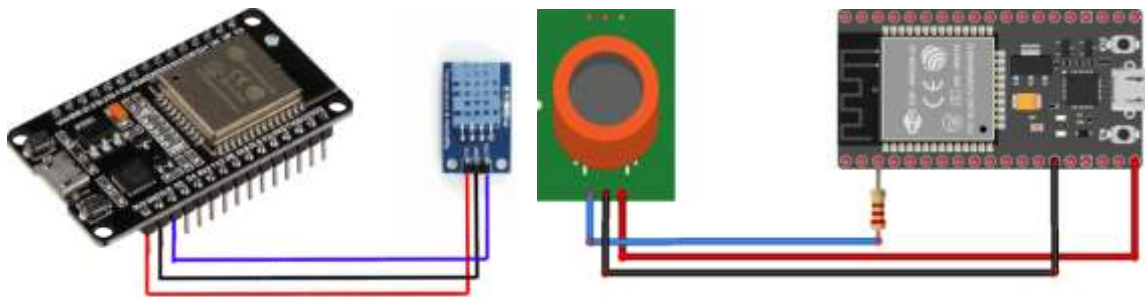


Figura 27. Prototipo nodo sensor DHT11 y MQ9.
Elaborado por el autor.

Componentes:

- Sensor MQ-9 – Medición de CO.
- Sensor MQ-135 – Medición de Calidad de Aire.

- Modulo ESP32 – Modulo Wifi – Conexión con Gateway.
- Resistencia 220 Ohmios – Mejora la lectura de los sensores.
- Jumpers macho – macho – permite conectar el sensor con el módulo.

En la figura 27 se muestra los módulos ESP32, el cable negro es negativo, el rojo positivo y el azul es el que envía el dato.

Se utilizo los siguiente para el reconocimiento de las placas vehiculares:

3.4.7. Plataforma

Se utilizó las siguientes plataformas:

3.4.7.1. IDE Arduino - Cliente

Configuración de la red Tecnocar en el módulo ESP32, se deberá ingresar correctamente este valor porque luego no se podrá conectar con la puerta de enlace y así enviar datos a la plataforma IoT, también mencionar que la apiKey deberá idéntica al de thingspeak.com.

```
#include <DHT.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

String apiKey = "P5ITFEJJ3RMD03TL";

const char *ssid = "TECNOCAR";
const char *pass = "t0812.INT";
const char* server = "api.thingspeak.com";
```

Figura 28. Configuración de la red wifi desde IDE Arduino.
Elaborado por el autor.

Dentro de la programación en el IDE de Arduino se deberá colocar el correcto valor de las variables, ya que este dato deberá ser idéntico a la plataforma IoT, como se observa a continuación:

```
String postStr = apiKey;
postStr += "&field1=";
postStr += String(t);
postStr += "&field2=";
postStr += String(h);
postStr += "\r\n\r\n";
client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
```

Field 1	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 2	Humedad	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 29. Variables del programa Arduino y plataforma IoT.
Elaborado por el autor.

Para poder establecer los parámetros correctos en la estructura del cliente para el envío de datos al servidor de thingspeak.com, se debe configurar correctamente el ESP32 y a su vez

los sensores MQ 9 y MQ135, se debe configurar la Resistencia inicial, con los datos del datasheet (hoja técnica) del fabricante.

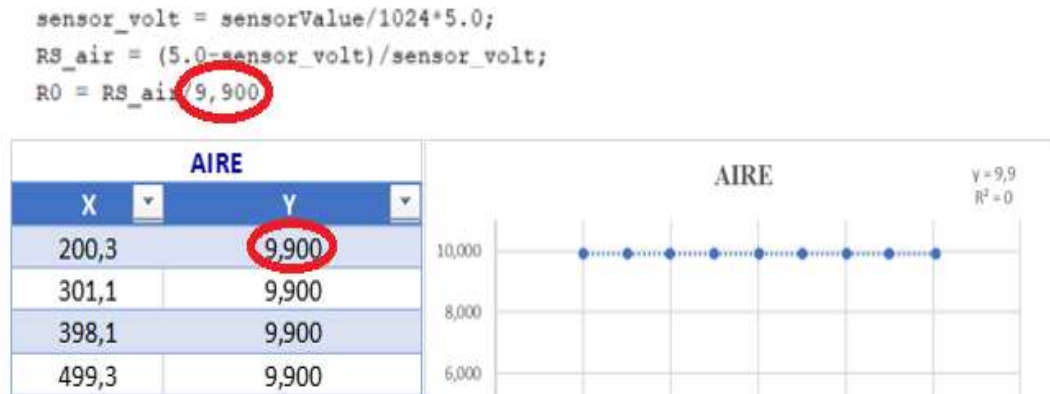


Figura 30. Algoritmo en Arduino y valor del datasheet.
Elaborado por el autor.

En este caso se deberá tener a la mano los datos obtenidos en la calibración para ingresarlos, recordar que se tiene 2 sensores: MQ 9 y MQ 135, ambos guardan cierta similitud, pero tienen diferentes valores a la hora de ingresar los datos.

3.4.7.2. Visual studio code – reconocimiento placa

```
import cv2
import numpy as np
import tensorflow as tf

import full_tensor_ia

DIGITS = "0123456789"
LETTERS = "ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ"
CHARS = LETTERS + DIGITS
```

Figura 31. Librerías y variables de algoritmo en Python.
Elaborado por el autor.

En la Figura 31 se puede observar que el algoritmo para reconocimiento de placas existe una parte sumamente importante que es el ingreso correcto de las librerías, además del arreglo que servirá para el entrenamiento y guardará todas las letras y números a identificar, ya que el permitirá elegir el carácter más idóneo según crea conveniente el algoritmo.

```
color = (255,0, 0,0, 255,0)
dic="ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0123456789"
print (pt1)
print (pt2)
x=[]
x=character_prob.tolist()
#print x
for i in range(len(x)):
    for j in range(len(x[0])):
        if x[i][j]>0.2:
            print( "Caracter: " )
            print (dic[j])
            print ("Porcentaje")
            print (x[i][j]*100,'%')
    print "[", "]",

print ("Placa: ",code)
cv2.rectangle(img, pt1, pt2, color)
```

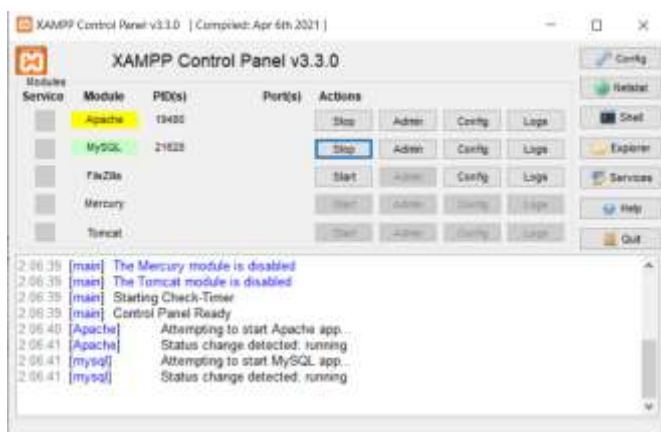


Figura 34. Programa XAMPP - Servidor.

Elaborado por el autor.

Al activar los servicios Apache y MySQL se puede correr el servidor.

La plataforma web de esta tesis tiene una pantalla para el ingreso, en este caso se habilito el para una única persona desde la base de datos.

Programación del servidor en php

```
$base=new PDO("mysql:host=localhost; dbname=i6838071_ma1", "root",);
$base->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
$sql="SELECT * FROM usuarios_pass WHERE USUARIOS= :login AND PASSWORD= :password";
$resultado=$base->prepare($sql);
$login=htmlentities(addslashes($_POST["login"]));
$password=htmlentities(addslashes($_POST["password"]));
$resultado->bindValue(":login", $login);
```

Configuración en phpMyAdmin



Ingreso de la página web.

Digite sus Accesos

0924328743

Figura 35. Código en PHP a la página web principal.

Elaborado por el autor.

Dentro de la plataforma phpMyAdmin que permite el almacenamiento de las placas a diario dentro de la empresa Tecnocar.

ID	CODIGO	PLACA
90939	25.6	147
90940	26	144
90941	26.2	158
90942		165
90943		141
90944	65	143
90945		139
90946	26.2	166
90947		161
90948	26.6	178
90949	27	220
90950	27.2	297
90951	27.3	318
90952	69	387
90953		350
90954	27.4	334
90955		250
90956	70	240
90957	28	221
90958		209

Figura 36. Base de datos de placas detectadas.
Elaborado por el autor.

3.5. Prueba de funcionamiento

3.5.1. Resultados

3.5.1.1. Página web thingspeak.com

Aquí se puede evidenciar que todos los sensores están funcionando en una pequeña porción de día 8 de septiembre de 2022, se encuentran operativos, los datos enviados tienen una lectura óptima y de acuerdo los parámetros establecidos por el fabricante.

90939	2022-09-08	09:02:21-05:00	90938	25.6	147	80
90940	2022-09-08	09:02:37-05:00	90939	26	144	75.3
90941	2022-09-08	09:02:54-05:00	90940	26.2	158	81.3
90942	2022-09-08	09:03:11-05:00	90941		165	74.3
90943	2022-09-08	09:03:27-05:00	90942		141	83.3
90944	2022-09-08	09:03:44-05:00	90943		139	84.2
90945	2022-09-08	09:04:01-05:00	90944	65	143	84
90946	2022-09-08	09:04:17-05:00	90945		139	81
90947	2022-09-08	09:04:42-05:00	90946	26.2	166	86
90948	2022-09-08	09:04:58-05:00	90947		161	85
90949	2022-09-08	09:05:15-05:00	90948	26.6	178	87
90950	2022-09-08	09:05:31-05:00	90949	27	220	95
90951	2022-09-08	09:05:49-05:00	90950	27.2	297	102
90952	2022-09-08	09:06:07-05:00	90951	27.3	318	120
90953	2022-09-08	09:06:23-05:00	90952	69	387	135
90954	2022-09-08	09:06:40-05:00	90953		350	138
90955	2022-09-08	09:06:56-05:00	90954	27.4	334	125
90956	2022-09-08	09:07:12-05:00	90955		250	100
90957	2022-09-08	09:07:28-05:00	90956	70	240	99
90958	2022-09-08	09:07:44-05:00	90957	28	221	95.3
90959	2022-09-08	09:08:00-05:00	90958		209	92

Figura 37. Datos de plataforma IoT del día 8 de septiembre 2022.
Elaborado por el autor.

Está configurada para el envío cada 30 segundos desde el dispositivo ESP32 hacia el Gateway y luego pueda viajar hasta alojarse en la base de datos de Thingspeak.com

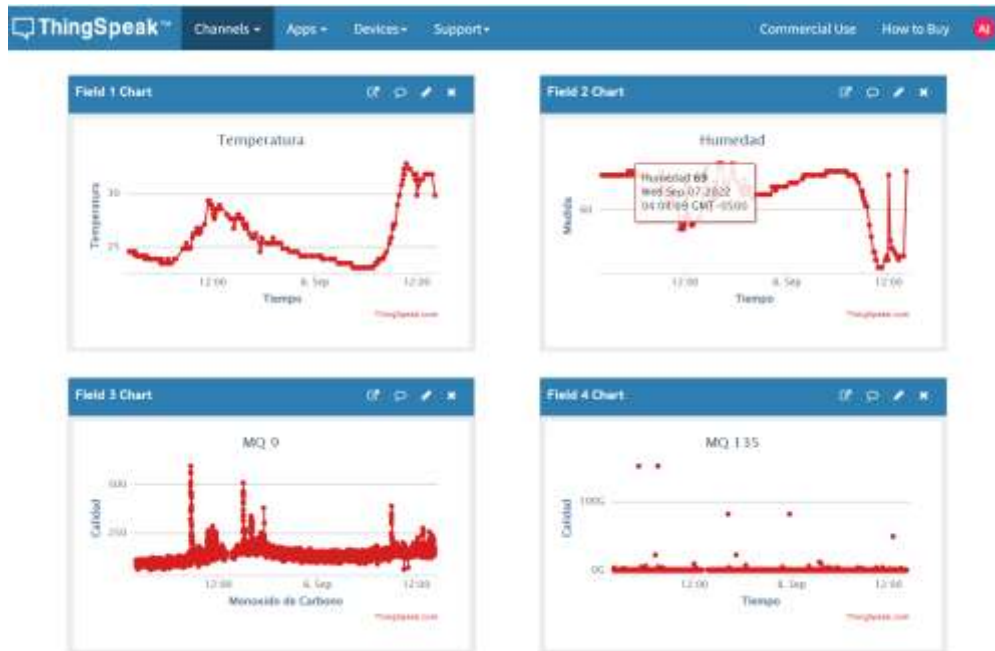


Figura 38. Prueba de funcionamiento de plataforma IoT.
Elaborado por el autor.

Se puede evidenciar que el día 7 y 8 de septiembre existen niveles por encima de la media, hay que recordar que cuando pasa de 200 ppm comienzan a crearse molestias en la salud, como dolor de cabeza, náuseas, vértigo. Los valores no se mantienen por un tiempo prolongado según figura 38, (4 minutos) y 38, pero se recomienda que en ese punto de alza por manipulación de sustancias químicas con alto grado de toxicidad el trabajador se proteja con indumentaria apropiada.

3.5.1.2. Reconocimiento de placas

El reconocimiento de placa se lo realiza mediante el algoritmo YOLO el cual esta entrenado para detectar la placa de los carros y luego procede a la captura de dicha imagen y extrae las letras.

Se trabaja en el IDE, visual studio code, el cual ya tiene instaladas las librerías para correr con Python, se debe entender que depende la placa va a tener cierto grado de fiabilidad en el dato.

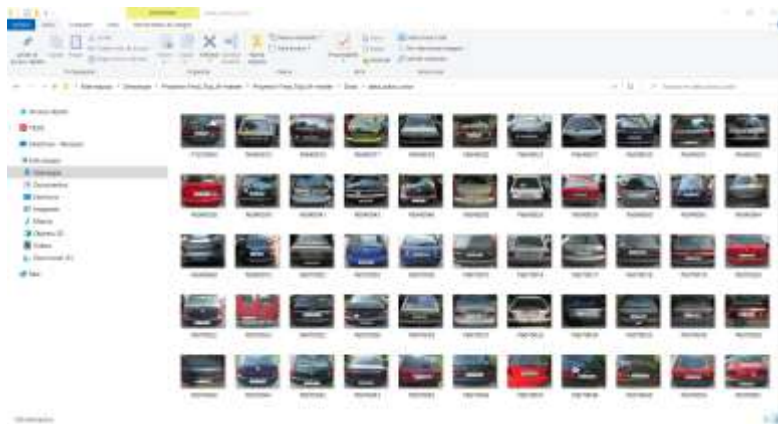


Figura 39. Fotos para el entrenamiento del algoritmo.
Elaborado por el autor.

Una vez abierto el programa se procede a correr para verificar si efectivamente lee la placa.



Figura 40. Detección de la placa y su lectura.
Elaborado por el autor.

Luego de la detección de la placa por medio del algoritmo, se procede al ingreso de los datos a la página web, para que luego puedan ser contrastados con la información que tienen dentro de la empresa.



Figura 41. Registro de placas en la plataforma.
Elaborado por el autor.

3.5.1.3. Análisis de datos

Hasta ahora se ha recopilado casi 100.000 registros distribuidos entre: Temperatura, Humedad, Monóxido de Carbono y otros gases que los sensores se encuentra recopilando datos en tiempo real.

En análisis de datos se trabaja con 2 variables: temperatura y monóxido de carbono, las cuales pasaron por el proceso de exploración, transformación y examinación de los datos obtenido mediante la plataforma IoT, para identificar tendencias para la toma de decisiones. Se va a plantear 2 tipos de análisis:

Análisis de datos predictivos. - En donde se aplicarán técnicas estadísticas para analizar datos recolectados por los sensores y con el historial de datos hacer predicciones.

En un futuro se puede trabajar con otra variable, por ejemplo: el dióxido de carbono, estudiar su tendencia si va de subida o de bajada por medio de algoritmos predictivos de análisis, por ende, se podrían tomar las precauciones del caso, antes de que comiencen a crear problemas en medio de los trabajadores.



Figura 42. Datos totales en plataforma IoT Thingspeak.com.
Elaborado por el autor.

En este caso se ha utilizado la plataforma JupiterLab, la cual es una plataforma para la manipulación de base de datos.

En primer lugar, se puede observar el análisis de datos de temperatura, la relación que existe entre temperatura y humedad, sube la temperatura, por ende, sube la humedad.

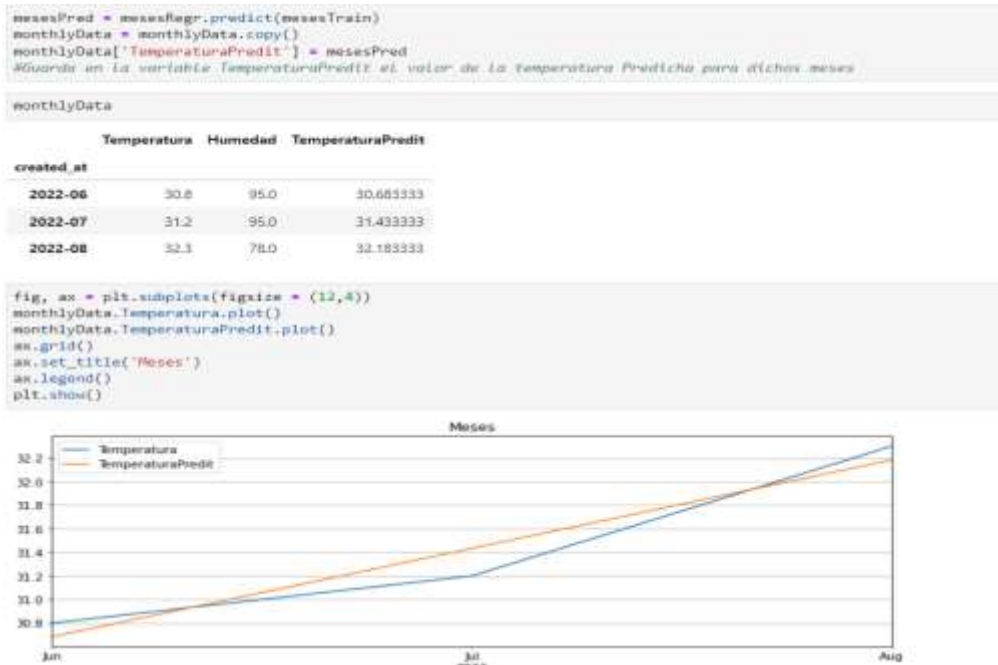


Figura 43. Predicción de máxima temperatura dentro del trimestre (Junio – Agosto).
Elaborado por el autor.

Predicción de los niveles de CO dentro la empresa Tecnocar S.A, se podrá observar como la predicción tiene una alta eficiencia al poder predecir casi correctamente los niveles dicho gas.

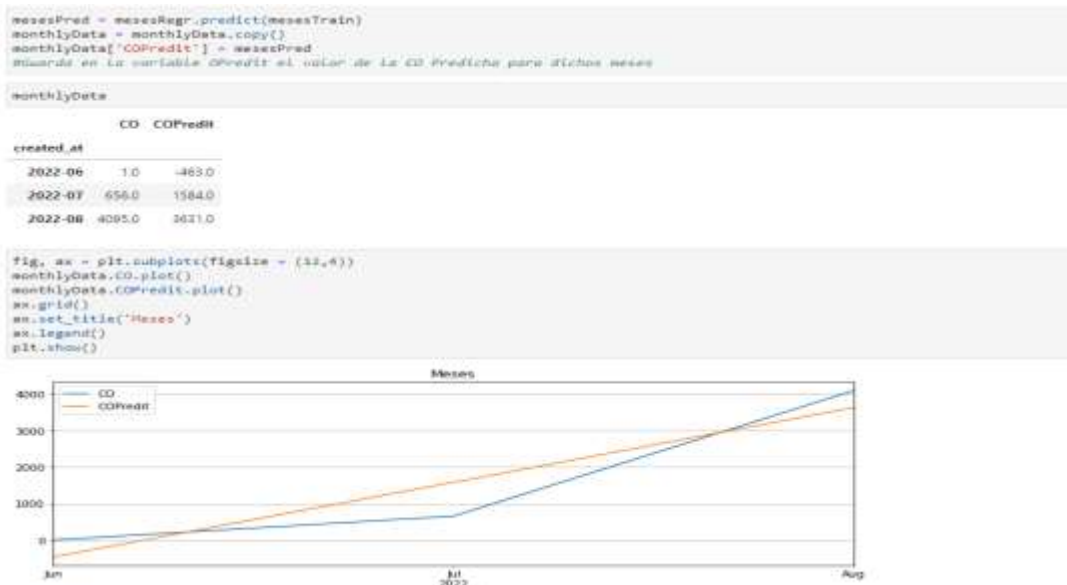


Figura 44. Predicción de máximo de CO dentro del trimestre (Junio – Agosto).
Elaborado por el autor

En la figura 44 se puede ver dos líneas, una naranja que es la predicción del algoritmo y la otra línea celeste que son los niveles de temperatura registrados, la temperatura máxima promedio registrada es de 32.3° y la temperatura que predice el sistema es de 32.18°, con esto se verifica que el sistema tiene una alta predicción para inferir sobre esta variable.

Analizar datos estadísticos. – En este caso se recopila, explora y se presenta gran cantidad de datos para descubrir patrones que, para este caso de estudio, se hará uso de la herramienta básica Excel, ya que los datos se van a depurar previamente para proceder a graficar y luego se establece un análisis final.

En la figura 45 se puede ver que el día 19 de agosto se analiza los niveles de CO, se puede observar de color naranja los niveles normales y como la diferencia es notable porque los niveles de dicho gas en esos horarios alcanzan niveles pico, los cuales son perjudiciales para la salud.

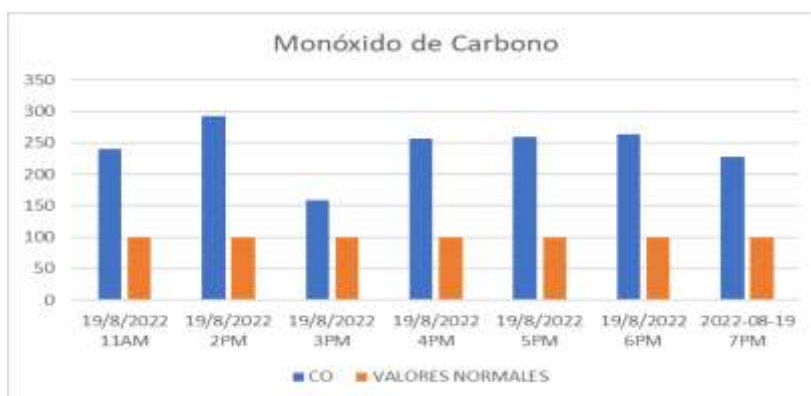


Figura 45. Análisis del 19 de agosto de 2022 del CO dentro de la empresa Tecnocar.
Elaborado por el autor.

3.6. Escenario Propuesto

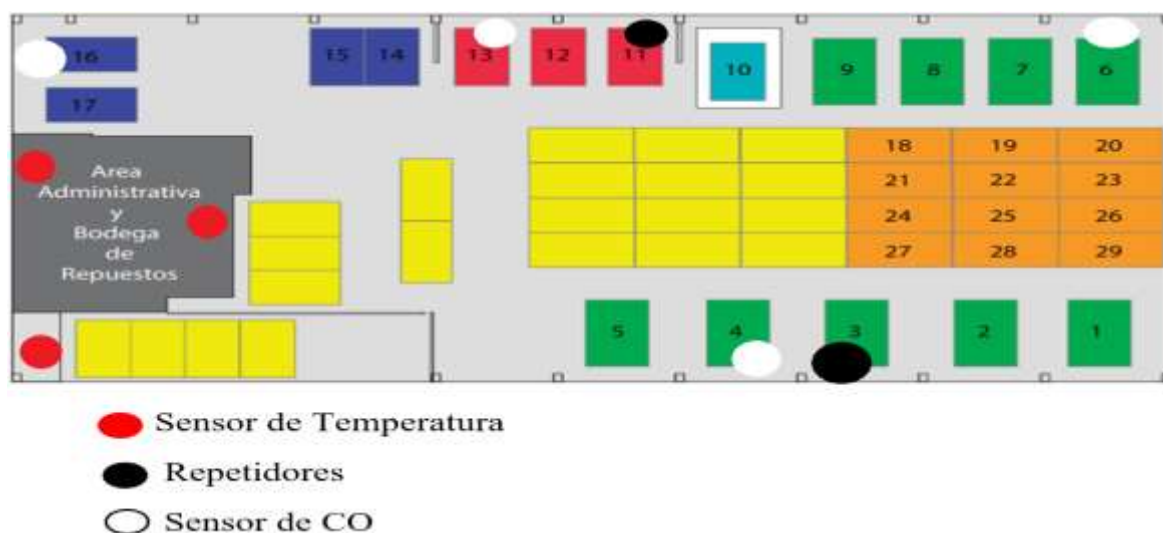


Figura 46. Recomendación de ubicación de sensores dentro de la empresa Tecnocar S.A.
Elaborado por el autor

Al ser una empresa con un amplio espacio 1150 m² para alojar los carros, se debe recomendar la ubicación de sensores distribuidos de una manera inteligente, tomando en consideración que puedan emitir el dato capturado y no se pierda en el camino.

En la figura 46 se puede observar que se elaboró un esquema referencial del lugar donde deberán ir ubicados (repetidores y sensores) dentro de la empresa, se procederá a colocar

con un círculo rojo los sensores temperatura, círculo negro los repetidores y blancos los sensores de CO, tomando en consideración que casi el router se encuentra en el área Administrativa.

Sensores de temperatura:

Área administrativa podría sufrir un accidente en el local por la gran cantidad de aparatos inflamables y papeles que reposan dentro.

Se procede a ubicar otro sensor cerca de la entrada porque en esa área se encuentran un calentador de agua, bombas de presión y guardan varios artículos en ese lugar, se recomienda cerca del tumbado para tomar mejor la lectura.

Sensor de CO:

En la figura 46 se puede observar que a lado del cuadrante 16 se procederá a poner un sensor ya que esa zona es para preparar los vehículos previos a la salida, realizan pruebas repetitivas de encendido y apagado de carro, por ende, hay una mayor proliferación de estos gases.

Cerca del cuadrante 6, dentro de la figura 46, porque en ese punto podría existir un acumulamiento de gases porque es la pared de la empresa, cabe mencionar que en este caso si deberá existir un repetidor el cual deberá estar cerca del cuadrante 11 para superior, alto para que no tenga inconvenientes con la señal por alguna obstrucción

Luego en el cuadrante 2, dentro de la figura 46, otro lector de CO porque en esa parte se dedican a pintar carros y debe estar cubierta en cuando a monitoreo de datos.

3.7. Análisis de la hipótesis

La hipótesis planteada al principio de la tesis ratifica gracias a los resultados obtenidos que la plataforma IoT, hasta el día 16 de septiembre del 2022 ha monitoreado y medido alrededor de 110.000 datos, indicando que existen valores que sobrepasan los 500 ppm de CO los cuales son un poco perjudiciales para los trabajadores. La plataforma trabaja en constante sinergia entre todos los componentes de la red WSN, permitiendo potenciar las funcionalidades de la misma. Thingspeak es segura y versátil, trabaja simultáneamente con app de terceros como es el caso de Twitter y Matlab, permite generar claves API Key para escritura desde los nodos sensores, además se puede compartir un canal que puede contener hasta 7 variables. Por último, uno de los puntos más importante de la plataforma es que se puede exportar la totalidad de la data de todos los sensores para luego analizarla mediante diferentes técnicas.

De qué manera la selección de una plataforma IoT para el monitoreo y medición CO contribuirá a la información de los niveles de contaminación en la empresa Tecnocar.

3.8. Conclusiones

En la presente tesis se planteó el diseño de una infraestructura WSN para IoT con sistemas embebidos con la ayuda de la IA en la empresa Tecnocar, en donde se concluyó lo siguiente:

Primero se analizó la situación actual de la empresa para establecer el estado de la red interna, velocidad, latencia, alcance inalámbrico, problemas de línea de vista, para luego determinar cómo se iba a estructurar la red WSN.

Se considero el análisis de: diferentes plataformas IoT, topologías de red, estándar inalámbrico, modulo wifi, sensores, sistemas operativos, IDE y servidor web; para concluir que los sensores electroquímicos MQ9 y MQ135, mediante la topología estrella, el estándar IEEE 802.11 ac y el módulo ESP32 envía datos cada 30 segundos de una manera fluida y con poca perdida, ya que la estructura de red que se ha realizado dentro la empresa, es estable y con bajos niveles de falla operativa de parte de los equipos.

Se definió que el diseño de red WSN cliente, se lo aplicaría de la siguiente manera: módulo ESP32 con las librerías y datos de la red wifi correctos cargadas en el dispositivo, será el encargado de enviar al router, además se pudo observar cierta mejora en el servicio de envío cuando se modifica el código en el IDE Arduino y se evita la utilización de los famosos delay para dar paso a los bucles, como para resaltar se logró evidenciar que un código más limpio evita bugs y menos caídas sufre la red.

El envío de datos por parte de los sensores es analógico, es decir que enviara un pequeño micro voltaje ente 0 y 1023, disponen de salidas digitales las cuales pueden utilizarse y parte del proyecto se migro de la primera a la segunda, teniendo niveles relativamente parecidos, es decir que ambos pueden ser utilizados para crear la red WSN cliente.

Para finalizar el lado del cliente se indica que la plataforma IoT la conforman todas las tecnologías que están implícitas, desde la recepción hasta el almacenamiento del dato, visualización, descarga y análisis de dato, trabajo de una manera idónea.

Un punto y aparte es la situación en el servidor web que sirve para el almacenamiento de imágenes, además un algoritmo se encuentra en constante reconocimiento de placas, solo cuando encuentra una de ella el sistema lee la placa y procede a guardarla.

Se pudo constatar que el trabajar con servidor apache y lenguaje PHP sigue siendo un buen camino porque no se tiene casi caídas, es estable y seguro, ya que dicho lenguaje de programación es uno de los más seguros aun hoy en día.

Se concluye que los resultados obtenidos de la lectura de placas son aceptables y aunque no se trabaje de manera automática, pero los datos se ingresan correctamente desde una plataforma web que brinda agilidad y acceso desde una computadora o celular.

3.9. Recomendaciones

- Se recomienda en primer lugar que los trabajadores utilicen mascarillas industriales cuando se trabaja con sustancias nocivas, para evitar daños en su salud, ya que el monitoreo no contrarresta los daños en su salud, solo indicaría que están elevados los niveles de algún gas dañino para la salud.
- Los sensores harán su trabajo cuando se suscite un incendio, creando alertas automáticas, tales como: sonidos audibles dentro del establecimiento, envió correo al personal, además de envió directo al Twitter de entidades encargadas de este tipo de siniestros.
- Se puede migrar a tecnologías inalámbricas más rápidas, como Zigbee, ya que tiene menor gasto de energía y tienen menos caídas que la wifi.
- La toma de imágenes por medio la cámara para realizar la lectura de placas deberá ser de manera automática.
- El machine learning es un campo muy amplio que podría ser explotado en un lugar como una lubricadora, por ejemplo, en seguridad industrial, en indicar que un trabajador no cumple con las normas básicas (mascarilla, chaleco, entre otros) en cuanto a indumentaria se refiere.
- Se recomienda tener un router especial para los sensores a fin de evitar colapsos en la red por el envió constante de información.
- Se podría implementar una fuente de energía renovable para evitar gastos de luz por medio de los sensores.
- Optimizar el algoritmo va a dar una mejor lectura de datos.
- Un servidor local que guarde datos como respaldo del servidor externo, ya que existen datos que se pierden a lo largo del día, ya que son varios sensores que monitorean a cada instante.
- Tener una cuenta de paga en la plataforma, para no tener restricción en el envió de datos.

- La cámara que realiza el reconocimiento de placa debería ser de una resolución más apropiada, además de que el lugar debería de poner luminarias para a fin de tener una mejor lectura.

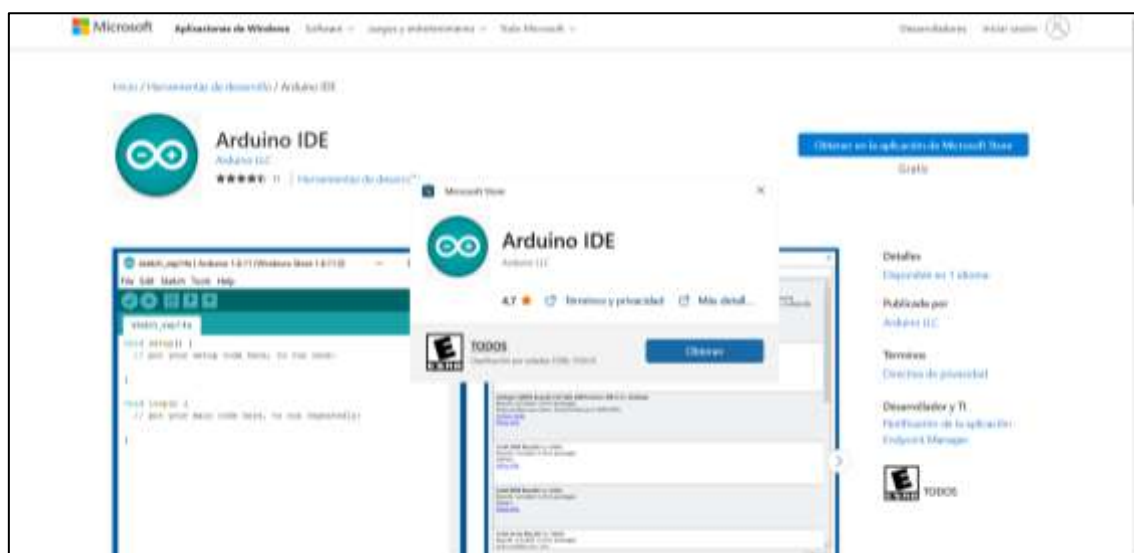
ANEXOS

Anexo 1

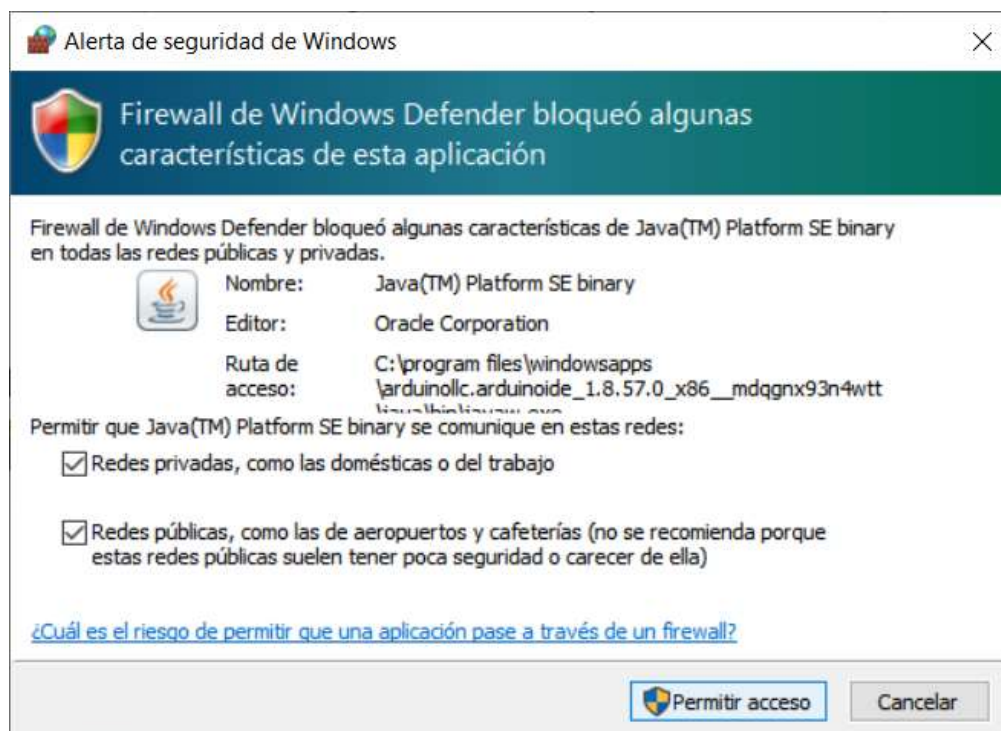
Instalación de Software



Arduino es un software libre, para tener operativo nuestro dispositivo ESP 8266, instalar el software apropiado y oficial, luego escoger <https://www.arduino.cc/en/software> y proceder a darle clic a la opción “Windows app Win 8.1 or 10”.



Presionar “Obtener” para instalar el Software, si sale alguna alerta como se observa en la Figura anterior, seleccionar ambas redes y luego presionar Permitir Acceso.



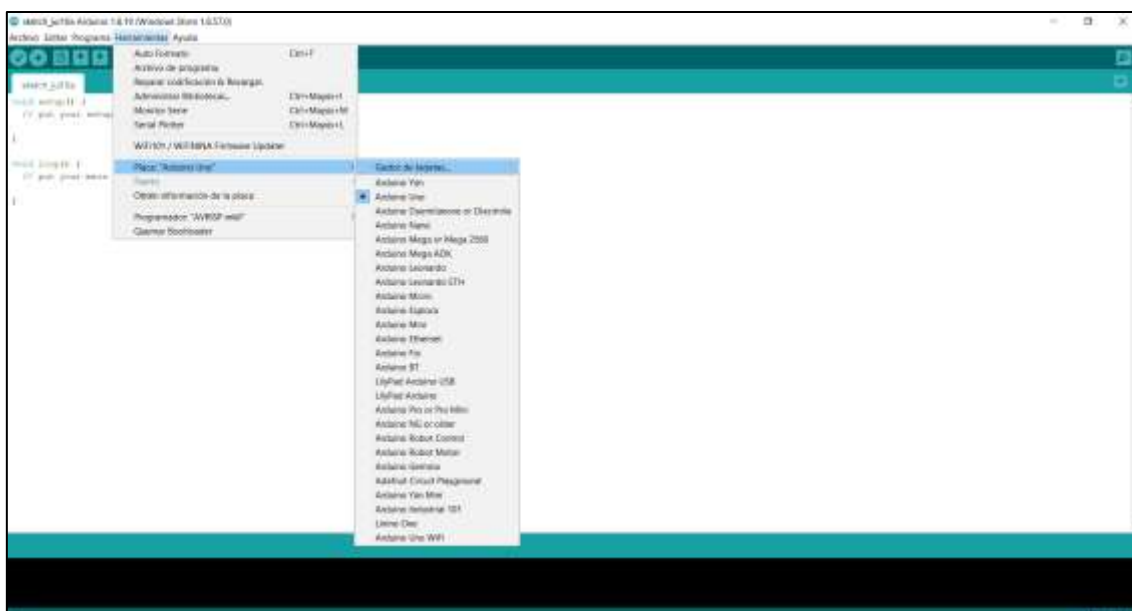
Alerta de Seguridad de Windows.



Instalar Plugin del ESP8266

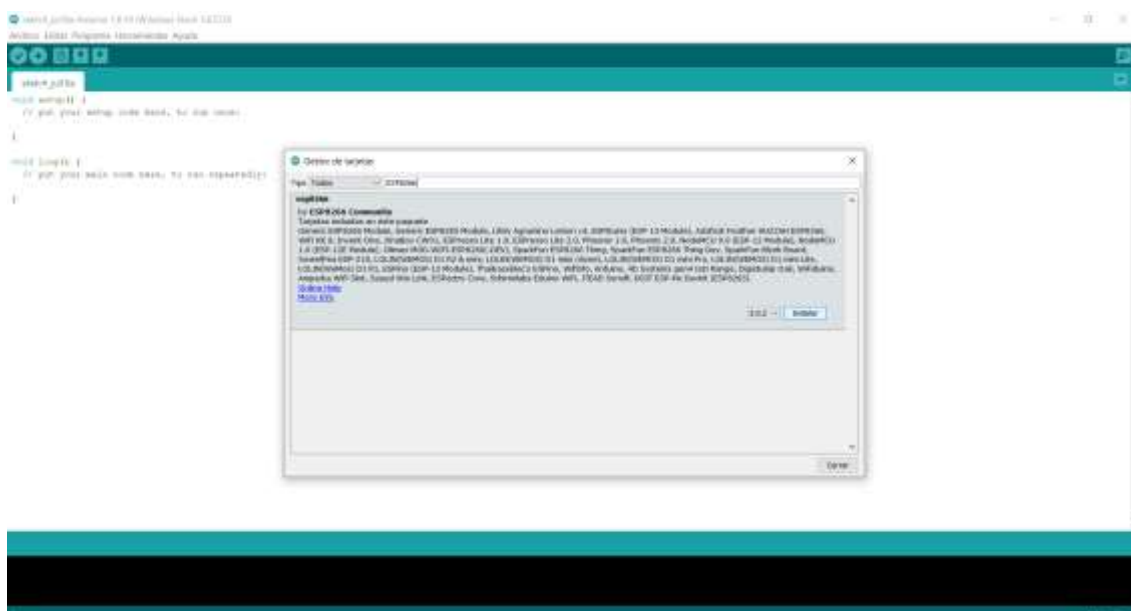
Se deberá copiar la siguiente URL:

https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, la cual servirá para luego poder instalar los drivers de la tarjeta ESP8266.



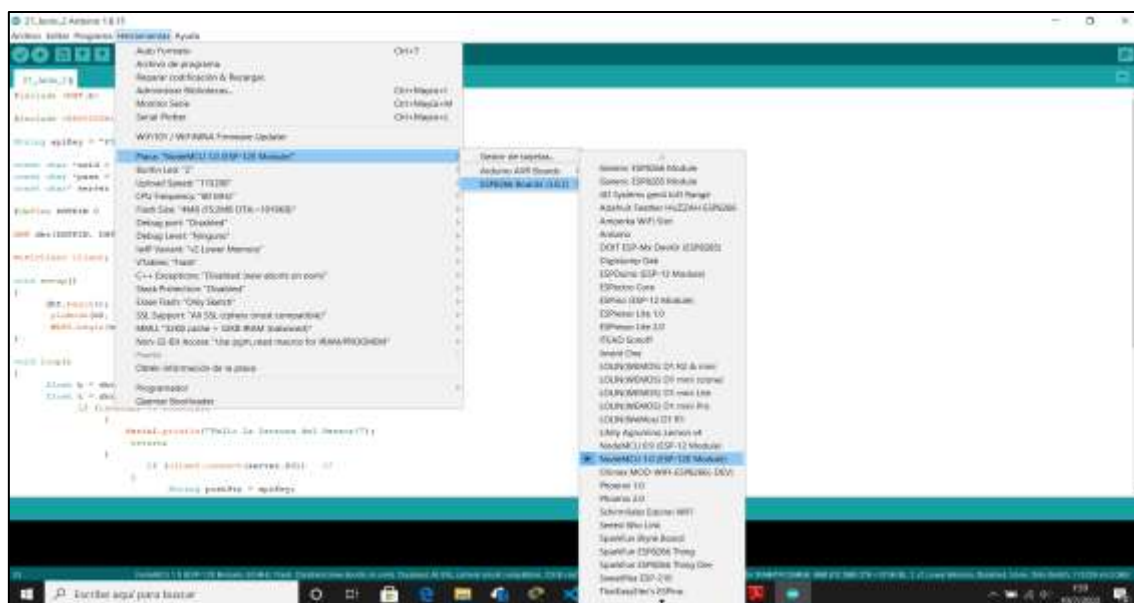
Gestor de Tarjetas de Arduino

Luego de haber ingresado la URL, ir a: Herramientas, Placa Arduino y se selecciona el gestor de tarjetas, en el caso de que opere con otra, se deberá ingresar el nombre de la tarjeta a utilizar.



Ingresa el nombre de nuestra tarjeta.

Para poder trabajar con el dispositivo ESP 8266, se deberá ingresar: “ESP 8266 Community”, luego proceder a presionar Instalar, esto permitirá poder gestionar y trabajar con nuestra placa.



Configuración de unidad ESP 32.

Las recomendaciones de configuración de la unidad ESP8266, si es original debería ser: Escoger en Placa: “NodeMCU 1.0 (ESP-12E)”, velocidad de subida 115200 baudios, CPU Frecuencia 80 MHz. Configurar nuestro equipo será fundamental para trabajar posteriormente con el.

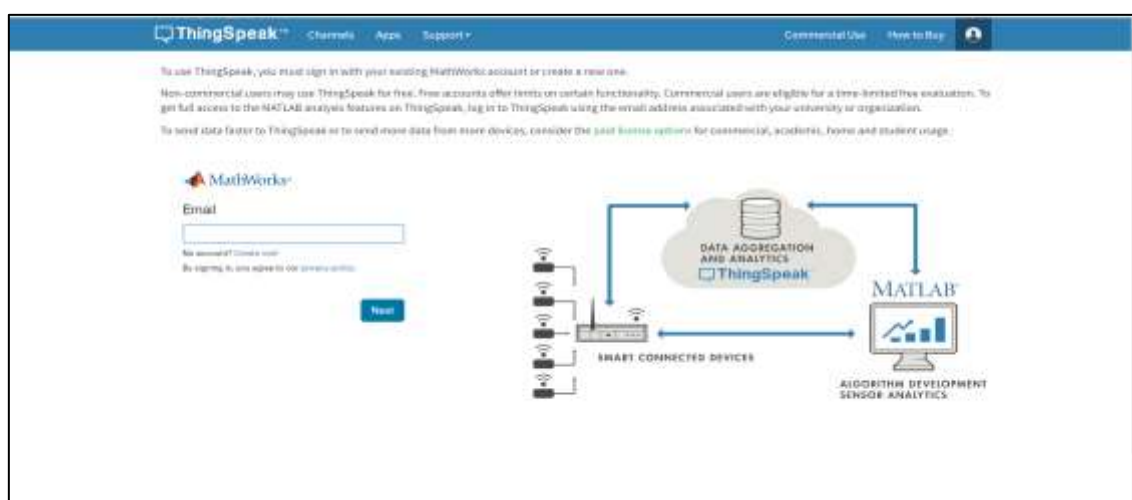
Anexo 2

Plataforma IoT



Plataforma IOT para enlazar con dispositivo ESP 8266.

La plataforma online: <https://thingspeak.com/>, ayudará a poder enlazar el dispositivo NodeMCU 1.0 (ESP-12E) con el internet, dicha página hospedará la información recaudada por ESP8266, es decir que el ESP será el cliente y el servidor será la plataforma IoT de Thingspeak.



Ingreso de la Plataforma para enlazar con dispositivo ESP 8266. Elaborada por Alfredo Enrique Jiménez Cabrera.

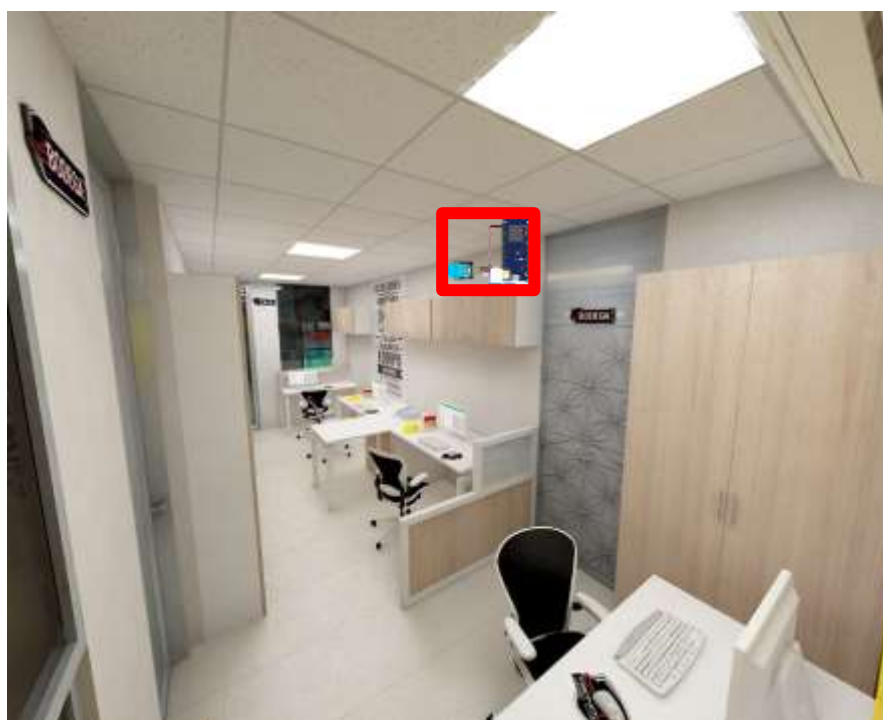
La plataforma IoT para poder enlazar los dispositivos realiza el siguiente recorrido la información:

El Sensor DHT 11 se conecta por medio del PIN D2 al ESP8266, el cual se enlaza a internet por medio de un código de autenticación denominado API KEY.

Anexo 3

Recomendación zonas de ubicación de sensores





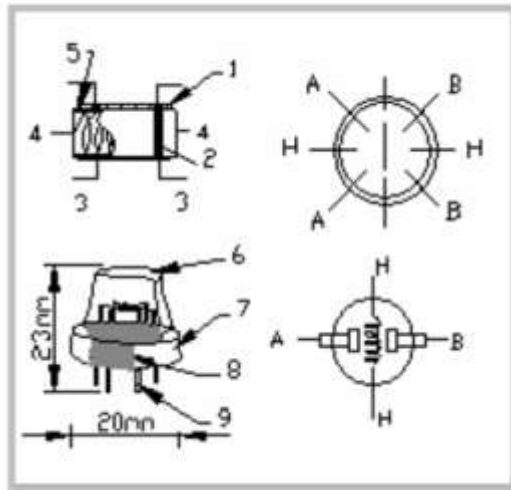
Anexo 4

Calibración de Sensores

Calibración

Para calibrar cada sensor se debe revisar las fichas técnicas para poder determinar la curva de sensibilidad a cada gas, y así poder sacar un dato confiable de partículas por millón (PPM) más apegado a la realidad.

Sensor MQ9



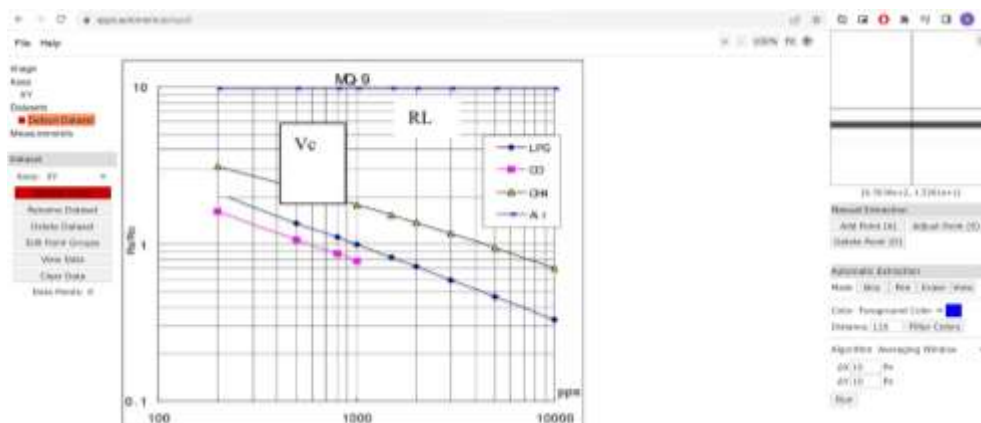
	Parts	Materials
1	Gas sensing layer	SnO ₂
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6	Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7	Clamp ring	Copper plating Ni
8	Resin base	Bakelite
9	Tube Pin	Copper plating Ni

Tomado de: (Hanwei, 2019)

Este sensor permite detectar MO y gases inflamables en un espacio determinado.

Consumo de corriente menos de 340mW. Puede ser utilizado en temperaturas de -20° a 50° C.

Imagen Curva de sensibilidad del MQ-9



En esta plataforma permite descargar un archivo .csv con los puntos de intersección de cada punto a estudiar.

Cálculos de R0:

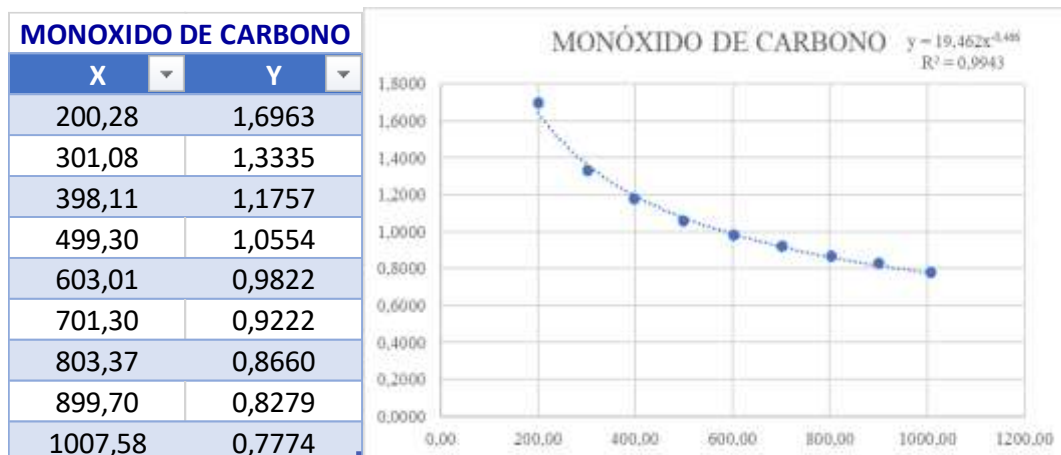
Resistencia al aire: 9.9 RS/R0

Voltaje entrada: 4,9 V

Voltaje inicial: 0.474 V

Resistencia PCB: 1 k Ω

$$RO = \frac{1}{9.9} \frac{4.9 - 0.474}{0.474} = 0.943$$



Calibración del sensor MQ-9 – CO.

Cálculos para el punto de referencia y curvatura para los distintos gases:

CO (Monóxido de carbono):

Punto inicial: X = 200 PPM, Y = 1.69 RS/R0

Punto final: X = 1000 PPM, Y = 0.782 RS/R0

X referencia = $\log_{10}(200) = 2.301030$

Y referencia = $\log_{10}(1.69) = 0.227886$

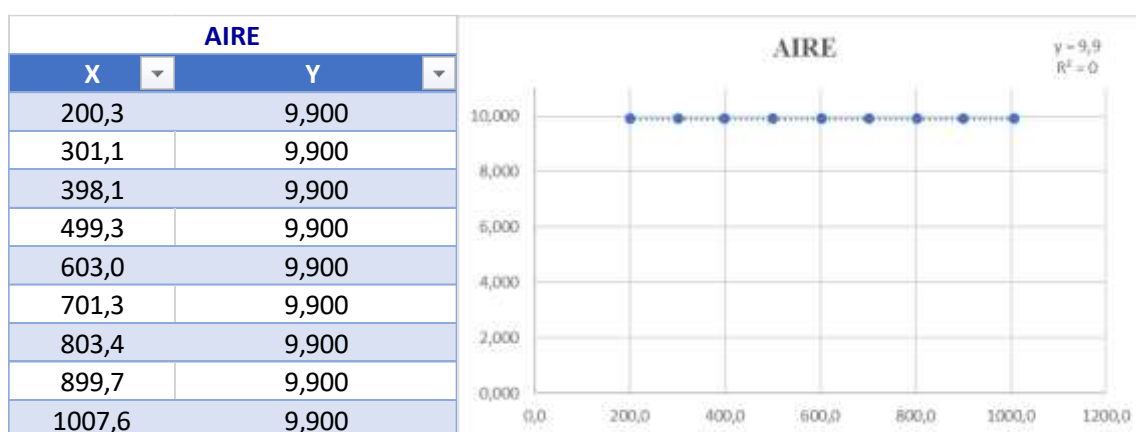


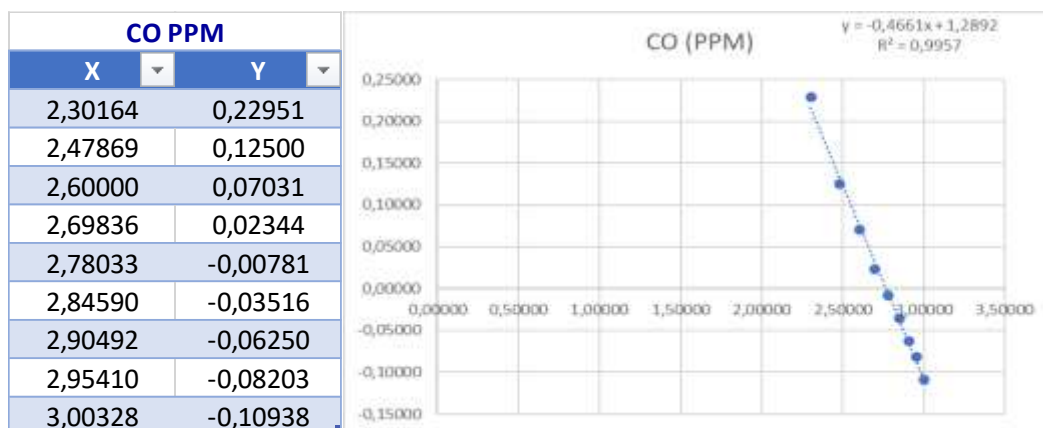
Figura 20. Calibración del sensor MQ-9 – Aire.
Elaborado por el autor.

X referencia = $\log_{10}(200) = 2.301030$

Y referencia = $\log_{10}(1.69) = 0.227886$

$$CURVA = \frac{\log_{10}(0.782) - \log_{10}(1.69)}{\log_{10}(1000) - \log_{10}(200)} = -0.478819$$

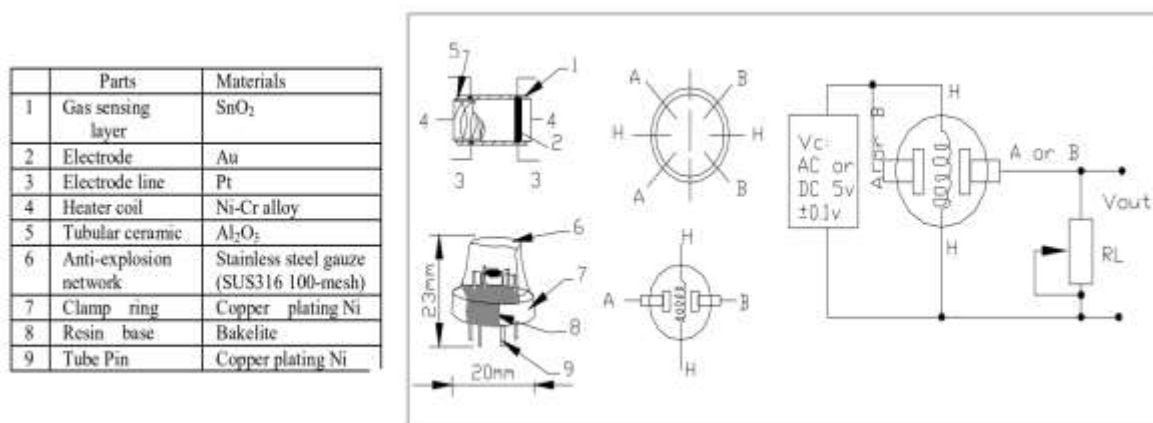
Calibración del sensor MQ-9 – CO PPM.



Se puede observar que el valor sacado por el log10 del primer valor del monóxido de carbono es idéntico al valor sacado en teoría, de esta manera se sabe que la calibración está bien encaminada, lo siguiente será traspasar dichos valores a la programación en el IDE de Arduino.

Sensor MQ135

Imagen interna del mecanismo de activación del sensor MQ135



Tomado de: (Hanwei E. C., 2019)

Cálculos de R0: Resistencia al aire: 3.65 RS/R0

Voltaje entrada: 4,9 V

Voltaje inicial: 0.748 V

Resistencia PCB: 1 k Ω

Imagen Curva de sensibilidad del MQ-9

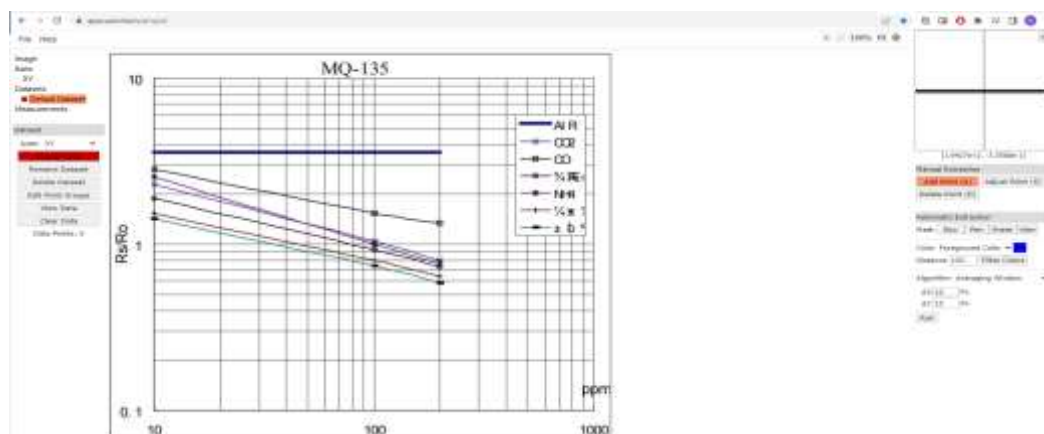


Figura 23. Imagen tomada de <https://apps.automeris.io/wpd/>.
Elaborado por el autor.

$$RO = \frac{1}{3.65} \frac{4.9 - 0.748}{0.748} = 1.521$$

Imagen curva de monóxido de carbono del MQ-135



Cálculos para el punto de referencia y curvatura para los distintos gases:

CO (Monóxido de carbono): Punto inicial: X = 10 PPM, Y = 2.89 RS/R0

Punto final: X = 200 PPM, Y = 1.30RS/R0

X referencia = $\log_{10}(10) = 1$, Y referencia = $\log_{10}(1.69) = 0.46090$

$$CURVA = \frac{\log_{10}(1.30) - \log_{10}(2.89)}{\log_{10}(200) - \log_{10}(10)} = -0.26666$$

Calibración del sensor MQ-135 – Aire.

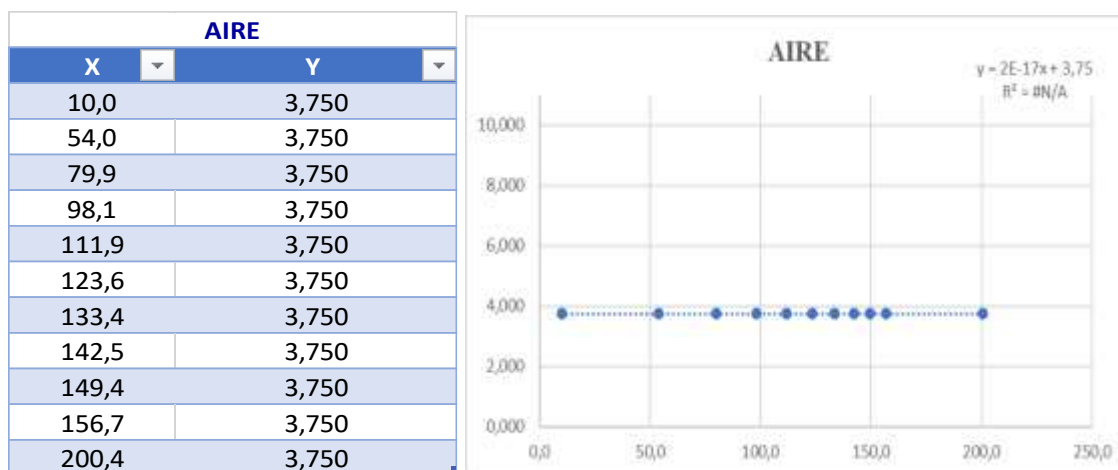
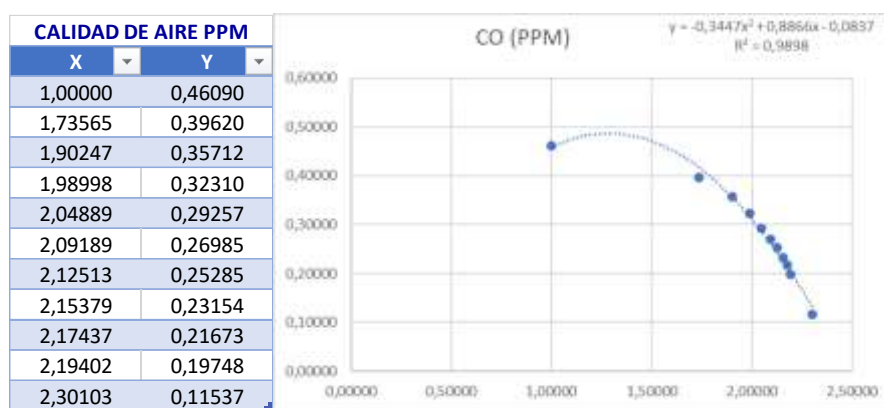


Imagen curva del aire del MQ-135



Anexo 5

Instalación de sensores dentro de la empresa.



Bibliografía

- AAP, A. A. (09 de 08 de 2021). *Healthy Children*. Obtenido de <https://www.healthychildren.org/Spanish/safety-prevention/all-around/Paginas/how-to-prevent-carbon-monoxide-poisoning.aspx>
- Amazon. (2022). *Amazon Web Services*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/neural-network/>
- Ambiente. (2019). <https://www.ambiente.gob.ec/>. Obtenido de Controlar la contaminación ambiental contribuye a mejorar la calidad de vida de la población: <https://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion/>
- Antonov, I. (2021). *Sensores con inteligencia artificial*. Cantabria : Universidad de Cantabria.
- AWS. (2022). *Amazon Web Services*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/data-science/>
- Bryson, J. J. (2019). *La última década y el futuro del impacto de la IA en la sociedad*. New York: OpenMind.
- Burbano, A. Y. (2019). *SISTEMA EMBEBIDO MÓVIL DE RECONOCIMIENTO DE SISTEMA EMBEBIDO MÓVIL DE RECONOCIMIENTO DE*. Ibarra: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Cabanelas, O. J. (2019). *Inteligencia artificial ¿Dr. Jekyll o Mr. Hyde?* México DF: Universidad de Guadalajara.
- Castro, J. (12 de 05 de 2019). *Clarín*. Obtenido de Economía: https://www.clarin.com/economia/economia/impacto-inteligencia-artificial-unidos_0_rHdDB301b.html
- Chang, H. (2019). *A Study on Real Time Transmission Technique of Multiple Sensor Data*. Daejeon: Institute for Information Technology Convergence.
- Distincion Ambiental. (2022). *Distinción Ambiental*. Obtenido de Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire: <http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php/norma-ecuatoriana-de-la-calidad-del-aire#:~:text=Objeto,ambiente%20a%20nivel%20de%20suelo>
- Etecé, E. (16 de 06 de 2021). *concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>
- Garcia-olalla, O. O. (16 de 09 de 2019). *Xeridia*. Obtenido de <https://www.xeridia.com/blog/redes-neuronales-artificiales-que-son-y-como-se-entrenan-parte-i>
- Guevara, A. G. (07 de 2020). *recimundo.com*. Obtenido de Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción): <https://doi.org/10.26820/recimundo>

- Hanwei. (2019). *Electronicos Caldas*. Obtenido de https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-9_Hanwei.pdf
- Hanwei, E. C. (2019). *Electronicos Caldas*. Obtenido de https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135_Hanwei.pdf
- internetpasoapaso. (03 de 05 de 2021). *Internet paso a paso*. Obtenido de <https://internetpasoapaso.com/red-wwan/>
- IONOS. (15 de 09 de 2020). *Digital Guide Ionos*. Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/known-how/que-es-un-servidor-un-concepto-dos-definiciones/>
- Ionos, D. G. (18 de 07 de 2019). Obtenido de Conoce los tipos de redes más importantes: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/known-how/los-tipos-de-redes-mas-conocidos/>
- Javier, F. (28 de Junio de 2022). *National Geographic*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449
- Lobo, L. (2019). *Modelo conceptual de análisis de fallas para edificios basado en WSN, BIM y realidad aumentada móvil*. Universidad de los Andes: Venezuela.
- M. N. Mohammed, Y. G.-Z.-S. (2019). *Investigation on Carbon Monoxide Monitoring and Alert System for Vehicles*. Penang: IEEE 15th International Colloquium on Signal Processing & its Applications.
- Magiquo. (01 de 11 de 2019). *Magiquo*. Obtenido de <https://magiquo.com/redes-neuronales-o-el-arte-de-imitar-el-cerebro-humano/>
- Ministerio de Telecomunicaciones, y. d. (s.f.). *telecomunicaciones.gob.ec*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-cuenta-con-la-mayor-velocidad-de-internet-4g-lte-en-america-latina/#:~:text=Dicho%20informe%20establece%20que%20el,una%20velocidad%20de%2045%20Mbps>
- Moreta, O. E. (2020). *Monitorización de gases contaminantes en ambientes cerrados usando WSN para la toma de acciones preventivas*. Revista Universidad y Sociedad.
- N.A.M. Alduais, J. A. (2019). *RDCM: An Efficient Real-Time Data Collection Model for IoT/WSN Edge With Multivariate Sensors*. Batu Pahat District: IEEE.
- Pascual, E. J. (24 de 08 de 2019). *Computer Hoy*. Obtenido de <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>
- Red Hat. (17 de 06 de 2019). *Red Hat*. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-it-infrastructure#:~:text=La%20infraestructura%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa,las%20instalaciones%20de%20la%20empresa>

- Rus, A. E. (2022). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-cuantitativa.html>
- solectroshop. (05 de 04 de 2021). <https://solectroshop.com/>. Obtenido de <https://solectroshop.com/es/blog/sensores-de-calidad-del-aire-parametros-niveles-y-caracteristicas-n79#sensores>
- Unir. (06 de 07 de 2021). *Universidad en Internet*. Obtenido de <https://www.unir.net/ingenieria/revista/ide-programacion/#:~:text=Un%20IDE%20es%20el%20entorno,un%20servicio%20integral%20al%20programador>.