



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Dispositivo inteligente para medir la calidad del aire en un
centro de salud, Chaclacayo – 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

AUTORES:

Berrospi Basurto, Marco Antonio (orcid.org/0000-0002-4781-1957)

Torres Ramirez, Alfredo Alexander (orcid.org/0000-0002-4565-5161)

ASESORA:

Dra. Rodriguez Baca, Liset Sulay (orcid.org/0000-0003-1850-615X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RODRIGUEZ BACA LISET SULAY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Dispositivo Inteligente para medir la Calidad del Aire en un Centro de Salud, Chaclacayo - 2023", cuyos autores son TORRES RAMIREZ ALFREDO ALEXANDER, BERROSPI BASURTO MARCO ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 04 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RODRIGUEZ BACA LISET SULAY DNI: 41353210 ORCID: 0000-0003-1850-615X	Firmado electrónicamente por: LRODRIGUEZB14 el 12-07-2024 21:13:01

Código documento Trilce: TRI - 0792515



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, BERROSPI BASURTO MARCO ANTONIO, TORRES RAMIREZ ALFREDO ALEXANDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Dispositivo Inteligente para medir la Calidad del Aire en un Centro de Salud, Chaclacayo - 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
TORRES RAMIREZ ALFREDO ALEXANDER DNI: 44508246 ORCID: 0000-0002-4565-5161	Firmado electrónicamente por: ATORRESRA87 el 06- 07-2024 10:46:51
BERROSPI BASURTO MARCO ANTONIO DNI: 47496965 ORCID: 0000-0002-4781-1957	Firmado electrónicamente por: MBERROSPIB el 06- 07-2024 10:49:49

Código documento Trilce: INV - 1640797

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedicamos en primer lugar a Dios, por guiarnos en todo este tiempo con salud y sabiduría. Y en segundo lugar, a nuestros familiares, por su apoyo incondicional durante toda nuestra etapa universitaria.

Agradecimiento

Agradecemos a la Dra. Lizet Rodríguez por su enseñanza, conocimiento y paciencia en guiarnos en este proceso como tesisistas.

Así mismo, al centro de salud de Chaclacayo por permitirnos usar sus instalaciones y poder terminar nuestro proyecto.

Finalmente, a la universidad César Vallejo y a todos los docentes que nos vinieron guiando y enseñando en este camino.

Índice de Contenidos

Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	ii
Declaratoria de Originalidad del Autor	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de Contenidos	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	19
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
2.1.1 Tipo de investigación.....	19
2.1.2 Diseño de investigación.....	20
2.2 Variables y operacionalización	21
2.3 Población, muestra y muestreo	22
2.3.1 Población	22
2.3.2 Muestra	22
2.3.3 Muestreo	23
2.3.4 Unidad de análisis	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.5 Validez y Confiabilidad	24
2.6 Procedimientos.....	25
2.7 Método de análisis de datos	25
2.8 Aspectos éticos.....	26
III. RESULTADOS.....	26
3.1 Análisis descriptivo	26
3.2 Análisis Inferencial.....	29
IV. DISCUSIÓN	36
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS	49

Índice de Tablas

Tabla 1.	Material particulado (PM2.5)	15
Tabla 2.	Monóxido de carbono (CO).....	15
Tabla 3.	Tabla comparativa de plataformas IOT	16
Tabla 4.	Tabla comparativa de Metodologías	18
Tabla 5.	Técnicas de instrumentos de recopilación de datos.	23
Tabla 6.	Cuadro resumen de validación de instrumento para el indicador Índice de calidad del aire material particulado (PM2.5)	24
Tabla 7.	Cuadro resumen de validación de instrumento para el indicador Índice de calidad del aire monóxido de carbono (CO)	25
Tabla 8.	Medidas Estadísticas Descriptivas PM 2.5	26
Tabla 9.	Medidas Estadísticas Descriptivas CO	28
Tabla 10.	Análisis de prueba	29
Tabla 11.	Prueba de normalidad PM 2.5	30
Tabla 12.	Prueba de normalidad CO	31
Tabla 13.	Matriz de Consistencia	49
Tabla 14.	Matriz de Operacionalización de Variable	50
Tabla 15.	Ficha de registro Índice de Material Particulado PM2.5.....	51
Tabla 16.	Ficha de registro Índice de Monóxido de Carbono (CO).....	53
Tabla 17.	Ficha de registro Índice de Material Particulado PM2.5.....	55
Tabla 18.	Ficha de registro Índice de Monóxido de Carbono (CO).....	57
Tabla 19.	Proyect Charter.....	69
Tabla 20.	Stakeholders.....	71
Tabla 21.	Valor de prioridad	71
Tabla 22.	Requerimientos funcionales	72
Tabla 23.	Requerimientos no funcionales.....	73
Tabla 24.	Equipo de trabajo.....	73
Tabla 25.	Mockups Inicio de sesión.....	77
Tabla 26.	Interfaz para recuperar contraseña.....	77
Tabla 27.	Creación de nueva contraseña.....	78
Tabla 28.	Menú principal	78
Tabla 29.	Visualización de datos	79

Índice de Figuras

Figura 1.	Contaminación del aire en América Latina	2
Figura 2.	Gráfico estadístico Pre-Test PM 2.5	27
Figura 3.	Gráfico estadístico Post-Test PM 2.5	27
Figura 4.	Gráfico estadístico Pre-Test CO	28
Figura 5.	Gráfico estadístico Post-Test CO	29
Figura 6.	Prueba de normalidad Pre test PM2.5	30
Figura 7.	Prueba de normalidad Pos test PM2.5	31
Figura 8.	Prueba de normalidad Pre test CO	32
Figura 9.	Prueba de normalidad Pos test CO	32
Figura 10.	Metodología Mobile-D.....	68
Figura 11.	Esquema del prototipo.....	76
Figura 12.	Diseño de Aplicación	80
Figura 13.	Caso de uso Login.....	80
Figura 14.	Caso de uso Agregar usuario	81
Figura 15.	Caso de uso Recuperar contraseña	81
Figura 16.	Caso de uso Visualización de medidas	82
Figura 17.	Caso de uso Reportes	82
Figura 18.	Caso de uso alertas de indicadores.....	82
Figura 19.	Interfaz para crear usuario.....	83
Figura 20.	Interfaz data del proyecto	84
Figura 21.	Desarrollo del código en Arduino IDE	85
Figura 22.	Inserción de las librerías Blynk	85
Figura 23.	Inserción de pines virtuales	85
Figura 24.	Interfaz Creación de pines virtuales.....	86
Figura 25.	Interfaz Pin virtual PM2.5.....	86
Figura 26.	Interfaz para sincronizar el teléfono con el prototipo	87
Figura 27.	Creación de la interfaz.....	88
Figura 28.	Interfaz de conexión del aplicativo.....	89
Figura 29.	Interfaz de conexión del aplicativo.....	90
Figura 30.	Proceso de producción TOBE	91

Resumen

En esta investigación se implementó un dispositivo inteligente para medir la calidad del aire en el Centro de Salud Chaclacayo. Se clasificó como una investigación de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y de diseño experimental, dado que fue llevado a cabo con el propósito de abordar la problemática identificada del Centro de Salud. El informe de tesis abordó el Objetivo de Desarrollo Sostenible 13, la cual busca mejorar la educación y capacidad para mitigar y adaptarse al cambio climático. Resaltó el impacto de la contaminación del aire por PM 2.5 y CO, que causan enfermedades cardíacas, pulmonares y afectan la oxigenación de la sangre. El objetivo fue determinar cómo un dispositivo inteligente influyó en la medición de la calidad del aire en un centro de salud. Se realizaron 20 registros dentro de un mes para medir el material particulado (PM2.5) y otros 20 registros para el monóxido de carbono (CO). Posteriormente de analizar los datos se concluye que la implementación de un dispositivo inteligente mejoró la medición en la Calidad del Aire tiene un impacto significativo, ello obtenido por todos los resultados de forma general, se puede manifestar que se consiguió una reducción de los indicadores en un 59.56%.

Palabras clave: Dispositivo inteligente, calidad del aire, pm2.5, monóxido de carbono (co), calidad ambiental.

Abstract

In this research, an intelligent device was implemented to measure air quality at the Chaclacayo Health Center. It was classified as an applied research with a quantitative approach and experimental design, since it was carried out with the purpose of addressing the identified problem of the Health Center. The thesis report addressed Sustainable Development Goal 13, which seeks to improve education and capacity to mitigate and adapt to climate change. It highlighted the impact of PM 2.5 and CO air pollution, which cause heart and lung disease and affect blood oxygenation. The objective was to determine how a smart device influenced the measurement of air quality in a health center. Twenty records were taken within a month to measure particulate matter (PM2.5) and another 20 records for carbon monoxide (CO). After analyzing the data, it is concluded that the implementation of an intelligent device improved the measurement of Air Quality has a significant impact, obtained by all the results in general, it can be stated that a reduction of 59.56% of the indicators was achieved.

Keywords: smart device, air quality, pm2.5, carbon monoxide (co), environmental quality.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la situación ambiental y las condiciones que afectan la composición y pureza del aire son motivo de una creciente inquietud a nivel global, dado el cambio en la salud pública y en su entorno ecológico. Esto se debe a las emisiones resultantes de diversas fuentes, como el tráfico de vehículos, la actividad industrial, la combustión de hidrocarburos fósiles, la liberación de productos químicos y los cambios en el clima, entre otros factores.

Asimismo, el propósito de esta tesis es contribuir al Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 (ODS13) sobre Acción por el Clima, haciendo especial hincapié en el objetivo 13.3. Este objetivo pretende mejorar la educación y la concienciación, así como la capacidad humana e institucional, para reducir los efectos del cambio climático, adaptarse a sus efectos, mitigar sus efectos y proporcionar alerta temprana. El Secretario General de las Naciones Unidas, Antonio Guterres, destacó que el calentamiento global es el riesgo sistémico mundial más importante en un futuro próximo. Al mismo tiempo, está avanzando más rápidamente de lo previsto y es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la humanidad.

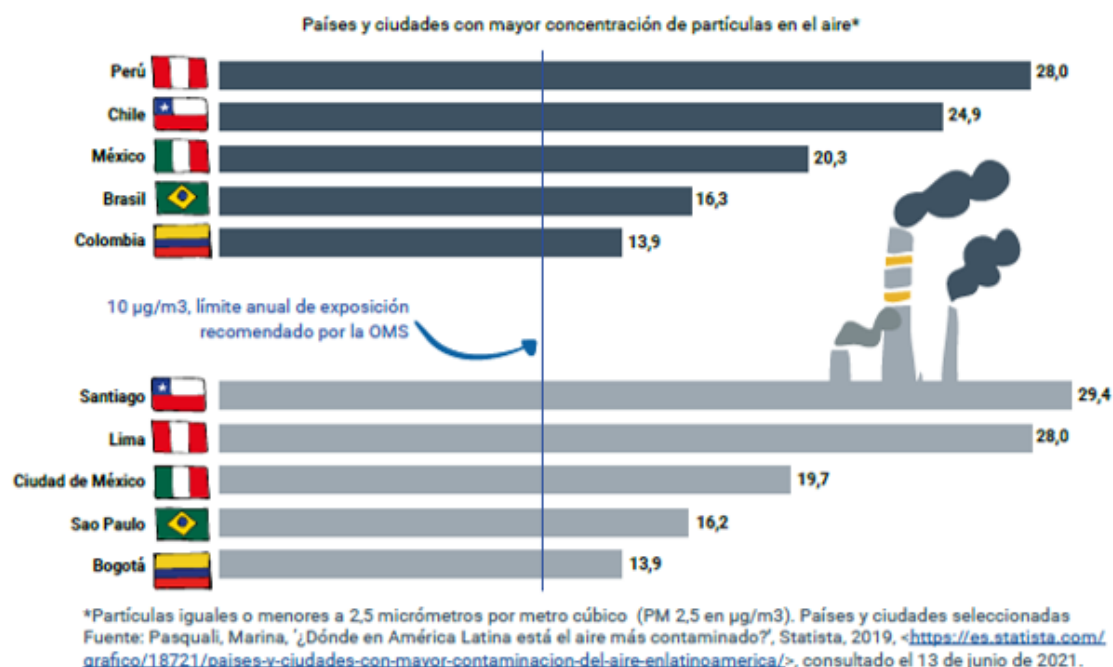
Según ANURADHA Y SAURABH (2022), mencionan acerca del material particulado en el aire, que pueden ser una mezcla compleja de sustancias químicas orgánicas, metales y partículas de tierra o polvo. Estas partículas varían en tamaño desde decenas de angstroms hasta varios cientos de micrómetros. Las partículas en suspensión (PM) se clasifican según su tamaño, fuente de origen, composición química y efectos. Las PM se originan a partir de una variedad de fuentes naturales (polvo, sal marina, incendios forestales y erupciones volcánicas) y antropogénicas (tráfico, combustión de carbón, industrias y combustible de biomasa).

Según AOURAGH (2022) comenta que Batna, una ciudad en Argelia, se encuentra entre las áreas urbanas más afectadas por la contaminación del tráfico, lo que plantea inquietudes en relación al entorno ambiental y el bienestar de los individuos que viven en esa área.

Según UNICEF (2021), en Latinoamérica y el Caribe, los jóvenes, especialmente los niños, son más propensos a ser afectados, y en el presente más de 130 millones

de niños viven en zonas urbanas donde los niveles de la contaminación al aire libre exceden los criterios que tiene la calidad del aire definidos por la OMS.

Figura 1. Contaminación del aire en América Latina



Fuente: UNICEF. 2021

Según el portal de estadísticas WORLD AIR QUALITY (2022), Perú ostenta la posición más alta en términos de contaminación del aire en América Latina, a nivel mundial, el país ocupa la posición 38 en términos de calidad del aire, y Lima se posiciona como el puesto 12 de la ciudad más afectada.

Según la DIVISIÓN DE CALIDAD DEL AIRE - SGA (2023), menciona los reportes sobre las actividades de monitoreo mensual realizado en la ciudad de Lima, teniendo como punto principal la zona centro, se detectaron niveles perjudiciales de partículas finas (PM2.5), lo que podría representar un riesgo para las personas afectadas por afecciones cardíacas y pulmonares.

En el distrito de Chaclacayo se encuentra ubicado el Centro Materno Infantil Miguel Grau, este establecimiento con 37 años en el sector salud garantiza la provisión puntual y apropiada de los servicios al cliente. A lo largo del tiempo se ha transformado en un asunto crucial en donde cada vez existe mayor movimiento vehicular y aglomeración de personas; puesto que, se encuentra en una vía

principal de la carretera central (zona este), donde circula todo tipo de vehículos: vehículos menores, vehículos ligeros, vehículos pesados, vehículo ferroviario entre otros y utiliza la vía auxiliar como playa de estacionamiento para sus usuarios. Como es de saber, los pacientes realizan largas colas afueras del establecimiento para obtener sus citas y otras para sus atenciones, otro punto a tener en cuenta es que este establecimiento es de dos pisos con un patio pequeño, los cuales mantiene espacios estrechos y con poca ventilación dentro de sus instalaciones, la mayoría de los consultorios no cuenta con aire acondicionado y algunos con equipos de ventilador en estado regular; por lo tanto, se podría considerar que las emisiones que generan los vehículos podrían afectar la salud de los presentes debido a la exposición continua de las emisiones suspendidas en el aire, por ende, aumentar los problemas respiratorios y cardiovasculares de aquellas personas en condiciones preexistentes como asma o enfermedad pulmonar obstructiva y sea un agravamiento de sus síntomas. ([ver anexo 8](#))

Ante lo mencionado, se definió como problema general en el centro de salud, Chaclacayo-2023, ¿De qué manera el dispositivo inteligente influye para medir la calidad del aire en un centro de salud, Chaclacayo-2023? Asimismo, se definieron los problemas específicos, ¿De qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023? y ¿De qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023?

Como justificación teórica se consideró que para desarrollar un dispositivo inteligente fue destinado a evaluar el valor de la calidad del aire la cual refiere a la creciente preocupación sobre la mala calidad del aire y cómo perjudica la salud de los individuos. Este enfoque concuerda con la necesidad de obtener datos precisos y actualizados sobre la presencia de contaminantes del aire, con el propósito de tomar medidas preventivas adecuadas. Por otra parte, la tecnología IOT (Internet de las cosas) ofrece la capacidad de recopilar datos de forma eficiente y compartir datos importantes con la comunidad, fomentando la conciencia ambiental y facilitando la creación de soluciones efectivas con el fin de progresar en la calidad del aire, lo que en última ocasión aporta a promover valor en el bienestar de la

comunidad.

De esta manera, se puede considerar como justificación práctica; contribuir a la sociedad mediante la elaboración y aplicación de un dispositivo inteligente con el propósito de supervisar la calidad del aire. Proporcione información útil y que sea en tiempo real acerca de los posibles contaminantes atmosféricos. Además, se respalda desde una perspectiva tecnológica al fomentar la adopción de sistemas programables junto con la electrónica para abordar asuntos ambientales y promover un entorno más saludable y sostenible.

Por último, como justificación metodológica, se enfatiza la relevancia de utilizar el método científico e indicadores ambientales en el transcurso de la creación de un prototipo de calidad del aire para futuras materias de estudio.

El objetivo general fue establecer la forma en que el dispositivo inteligente influye para medir la calidad del aire en un centro de salud, Chaclacayo-2023. Y como objetivos específicos se tiene: Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023. Y Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

Como **hipótesis general**, se planteó que la implementación de un dispositivo inteligente en un centro de salud en Chaclacayo en 2023 resultará en una mejora en la medición de la calidad del aire. A su vez, se desglosa en dos **hipótesis específicas**: la implementación de un dispositivo inteligente mejora la medición del índice de calidad del aire en relación al material particulado (PM2.5), y la segunda hipótesis específica afirma que la implementación de un dispositivo inteligente también mejora la medición del índice de calidad del aire referente al monóxido de carbono (CO).

H1 El dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

H2 El dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de

monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

Como precedentes internacionales menciona SALAS Y RODRIGUEZ (2023), quien en su investigación planteó como objetivo presentar un esquema o enfoque destinado a valorar la calidad en la gestión del aire en diferentes localidades en el estado de Guanajuato, como modelo teórico aplicaron la gestión hacia la calidad del aire el cual incluye a los componentes cuantitativos y cualitativos. Como métodos las herramientas de evaluación se basaron en los dispositivos del modelo LART, mientras que los sujetos de estudio se identificaron como las URCA quienes apoyaron positivamente en las respuestas de manera concreta en Las conversaciones personales y las encuestas. El resultado que se obtuvo fue que en la cuarta revisión experimentó una saturación teórica y emitió concurrencias en los códigos que se establecieron como base teórica. Como conclusión, los modelos teóricos permitieron realizar la medición y la aceptación como efecto positivo para un mejor proceso de gestión y control de emisiones. El aporte para la investigación fue tomar en consideración la gestión de calidad del aire utilizando los instrumentos regulatorios ambientales como mecanismos para los programas de prevención que contribuyan a medir las emisiones de diferentes contaminantes.

Según RANGEL Y OTROS (2023), menciona como objetivo crear un sensor inalámbrico de prueba para evaluar la calidad del aire de sus trabajadores. Como instrumento de medición fueron los ambientes o espacios donde desarrollan sus actividades laborales. Como planteamiento del diseño y ejecución del dispositivo, fue empleado mediante una tarjeta llamada Arduino donde realizó el prototipo junto al componente microcontrolador atmel. Como resultado se realizaron las pruebas para su detección de gases producido por los diversos materiales orgánicos donde fueron registrados el valor de pm y la cual se pudo observar la presencia del gas metano. Se concluye que el sector empresarial debe dar prioridad a la administración de las causas de peligro asociadas. con la exhibición a gases y vapores. La contribución de esta información previa fue resaltar la importancia del uso de un dispositivo que pueda evaluar la detección de emisores contaminantes a través de una plataforma abierta que permite desarrollar el entorno programador como electrónico mediante una tarjeta operativa.

Además RÍOS Y OTROS (2019), mencionan como objetivo resaltar el impacto de las contaminaciones e incendios generados en la ciudad de México. Como método utilizaron diferentes sensores entre ellos: SERVI, TRMM, MODIS, etc, la cual calcula la conversión de combustión de energía a masa. Como resultado presentó aumentos de energía radiactiva del fuego la cual sería proporcional a la emisión de gases y partículas de fuego coincidiendo con grandes concentraciones de contaminantes. Como conclusión, la ruta de comprobación validó que las emisiones resultantes de la combustión de biomasa contribuyen al empeoramiento por la mala calidad del aire en la población causado por el humo en la biomasa.

El aporte de este antecedente fue comprobar el uso de los sensores como medidores eficientes en los impactos ambientales, de acuerdo a los resultados brindó un respaldo sobre cómo estos dispositivos permiten calcular el nivel proporcional de emisiones y las consecuencias que generaron la baja calidad del aire.

Según SÁNCHEZ Y OTROS (2022), en su investigación, establecieron como finalidad reconocer las causas que afectan en la salud de los estudiantes enlazado con la calidad del entorno dentro de los salones de clase. Como metodología el estudio fue situado en tres centros educativos de Madrid, donde se evidencio que solo se realiza ventilación abriendo las ventanas. Como indicadores se evaluó la calidad del aire y el bienestar terminó comparando los datos recopilados con los datos con los valores recomendados. Como resultados se registraron los datos recopilados acerca de la concentración de CO₂ y la temperatura donde los meses de enero presentan los valores promedio mensuales más elevados, a diferencia de mayo, que registra los valores más bajos. Finalmente se concluye que la apertura de ventanas en las aulas durante los recesos entre clases como método de ventilación natural podría ser una acción adecuada para garantizar la calidad del aire en las salones de clase; no obstante, es necesario establecer un protocolo sobre quién estará a cargo.

Este antecedente aportó de manera significativa al resaltar la necesidad de implementar protocolos de ventilación natural en espacios cerrados, particularmente en lo que describe el cálculo de las condiciones térmicas y la calidad del aire.

Según NAZARENKO Y OTROS (2021), plantea como objetivo evaluar las normativas de calidad del aire en relación a la acumulación de las partículas de aerosol de tamaño reducido de pm 2.5. Como método se recopiló información sobre los estándares de calidad del aire. Como resultados se identificaron emisiones de pm 2.5 en 62 divisiones territoriales de nivel subnacional, nacional y supranacional en diferentes regiones de todo el mundo, abarcando 58 naciones. Finalmente concluye que es necesario unificar las métricas empleadas en los estándares globales de calidad del aire referente al material particulado PM_{2,5} a fin de simplificar una valoración exacta de los peligros vinculados a la exhibición a PM_{2,5} en todo el mundo.

Considerando la contribución del estudio mencionado llegamos a la decisión que es de suma importancia emplear estándares de calidad del aire la cual permite aplicar los valores permisibles de concentración de contaminantes.

Según ORLANDONI (2021), en su investigación formularon como objetivo contrastar los niveles de partículas en suspensión PM₁₀ y ozono troposférico O₃ a través de los tres sistemas de restricción vehicular y analizar su influencia en la calidad del aire, así como su repercusión en la influencia de las enfermedades respiratorias. En cuanto a la metodología, se recopiló información relacionada con los niveles de contaminantes y aspectos ambientales se llevó a fin un estudio de los componentes que afectan en la frecuencia de enfermedades pulmonares mediante la aplicación de un enfoque que se fundamenta en el modelo de regresión de Poisson. Los hallazgos de la investigación mostraron discrepancias importantes en los rangos de la media de PM₁₀ entre los sistemas examinados. Las distribuciones de consistencia indican un marcado decrecimiento de PM₁₀ en el escenario de PP2. En la guía de Poisson, el O₃ determinó no ser estadísticamente relevante; el recuento en cuestión a enfermedades pulmonares fue considerablemente inferior en el contexto de PP2 y disminuyó conforme se redujo el nivel de PM₁₀. Finalmente, se concluye que la investigación destacó que el enfoque de circulación más estricto (PP2) muestra una notable mejoría en la calidad del aire en relación con PM₁₀, mientras que un enfoque de restricción menos rigurosa (PP1) no parece tener un impacto positivo en la calidad del aire. Esta mejoría en la calidad del aire redujo de PP2 se traduce en una disminución

significativa de los casos registrados de enfermedades respiratorias.

La contribución para la investigación radicó en considerar los hallazgos presentados de los 3 sistemas de restricción vehicular que apoyan en disminuir las emisiones que generan problemas respiratorios, a partir de los datos recolectados llegamos a la conclusión que se puede aplicar diferentes esquemas de restricción vehicular y consigue minimizar el registro de enfermedades respiratorias mediante una libre circulación, una restricción limitada en cuanto a velocidad y restricción ampliada de acuerdo al tipo de vehículo.

Según BAINY (2021), muestra como fin analizar los cambios del aislamiento de la calidad del aire en cinco localidades del estado de São Paulo. Como indicadores de calidad del aire se utilizó PM2.5 y NO2. Como resultados se obtuvieron un aumento de estos elementos que contaminan todas las localidades durante las primeras semanas posteriores al período de confinamiento, en contraste con las semanas previas a la orden de aislamiento y en contraste con el periodo correspondiente en años previos; asimismo, se pudo saber que como deterioro del aire también fue a causa de las deforestaciones encontradas en diferentes partes de la ciudad lo que generó concentración de contaminación. Como conclusión la calidad del aire fue deteriorada debido a la combinación de diferentes factores como tránsito vehicular, incendios forestales las cuales provocan efectos adversos ante la salud humana y principalmente aquella población en riesgo con problemas pulmonares y enfermedades respiratorias que lo hacen susceptible ante el covid. El aporte de este antecedente consistió en tomar en consideración las consecuencias y efectos que tiene el aislamiento en la calidad del aire para los pobladores de Sao Paulo, por lo que podemos deducir que a raíz de los múltiples factores suscitados muestra en evidencia el riesgo de enfermedades como primer lugar a aquella población vulnerable.

Según LIPP (2020), en su estudio planteó como finalidad implicar la disminución de las sustancias contaminantes de vida breve, asociadas principalmente al creciente uso de diversas actividades humanas. Como método se recopiló información de diferentes fuentes bibliográficas acerca del tema. Como indicadores de calidad del aire se utilizaron CO2 Y CH4. Además, como medidas de mitigación se proponen

acciones de manera rápida y generalizada para mitigar estos agentes contaminantes, es probable que se logre reducir las liberaciones de CH₄ en un 25% y las de CN en un 75%, además de eliminar por completo los hidrofluorocarbonos con un elevado porcentaje de temperatura global en los siguientes 25 años. Finalmente se concluye que con la toma de conciencia y los cursos de acción para prevenir esto incluyen la implementación de límites obligatorios para los gases que contribuyen al cambio climático, la prevención o reversión de la deforestación, así como la creación de instalaciones subterráneas o submarinas para almacenar CO₂. El aporte de este antecedente brindó prácticas de acción y medidas de mitigación que contribuyen a la disminución de contaminantes, por lo que se resalta y considera la importancia de conciencia y la reforestación como uso de buenas prácticas.

Según ANASTASOPOLOS et al. (2023), en su estudio llevado a cabo en dos ciudades costeras canadienses entre 2010 y 2016, se analizaron las fuentes de partículas finas (PM 2,5) en relación con las regulaciones de emisiones de combustibles marinos de bajo contenido de azufre. Se identificaron diversas fuentes de PM 2,5, que incluían tanto aquellas relacionadas con regulaciones (como el aceite residual y el sulfato antropogénico) como fuentes relacionadas con el transporte urbano y residencial, la industria y elementos naturales. El estudio mostró que las fuentes humanas representaron aproximadamente el 80% de las PM 2,5, y que la implementación de regulaciones redujo las emisiones asociadas al azufre, disminuyendo las PM 2,5 relacionadas con la quema de petróleo residual y el sulfato de origen humano. A pesar de ello, las emisiones de buques marinos seguían siendo una fuente importante de PM 2,5 en áreas urbanas costeras. El estudio resalta la necesidad de considerar múltiples fuentes en estrategias de calidad del aire para lograr una mayor reducción de las PM 2.5 en áreas urbanas costeras. Su aporte a nuestro estudio radica en la importancia de abordar diversas fuentes de contaminación del aire y en la salud de las personas.

NAIR et al. (2023), en su artículo estudia y examina desigualdades en la exposición a partículas ultrafinas (UFP) y partículas PM 2,5 en el estado de Nueva York, empleando un modelo de transporte químico para medir esta exposición y

analizando aspectos sociodemográficos, como raza, origen étnico e ingresos. Se identificaron notables diferencias en la exposición a UFP y PM 2,5, siendo más pronunciadas en grupos minoritarios y personas con bajos ingresos. El propósito principal del estudio es evaluar y comparar estas disparidades en la exposición a contaminantes atmosféricos, específicamente UFP y PM 2.5, según factores sociodemográficos en Nueva York, lo cual enriquece nuestra investigación en emisiones de calidad del aire al destacar estas desigualdades significativas.

Según KIM et al. (2024) en su investigación se ideó el método denominado Ajuste de Emisiones en Dos Pasos (TEA) con el propósito de rectificar las emisiones de contaminantes atmosféricos en áreas influenciadas por la dirección del viento, específicamente en China y Corea del Sur. Se emplearon datos de observaciones en superficie y simulaciones de calidad del aire para ajustar las emisiones de CO, NO x y SO 2, mejorando así las concentraciones promedio en ambos países. Este enfoque resulta valioso en nuestra investigación al proporcionar una alternativa de solución que permite evaluar con mayor precisión la calidad del aire y las tendencias en las emisiones, especialmente en áreas afectadas por emisiones a favor del viento, además de ser adaptable a situaciones de corto plazo, como eventos como la pandemia de COVID-19.

Según EGERSTROM et al. (2023), menciona que su artículo consiste en precisar el número de fallecimientos que podrían prevenirse y los impactos económicos relacionados con el desempeño de las pautas referente a la calidad del aire en lo que indica la OMS para las partículas finas PM 2.5 en la Región del Pacífico Occidental. Mediante la utilización del software AirQ+, se efectuó una comparación entre las concentraciones de PM 2.5 y las pautas de 2005 y 2021. Se llegó a la conclusión de que el cumplimiento de las directrices de 2021 podría evitar anualmente 3,1 millones de decesos, siendo China la que experimentaría la mayor disminución (303 casos por cada 100,000 residentes) y Brunei Darussalam la menor (5 muertes). Además, se observó una variación en los beneficios económicos anuales por persona, que osciló entre 5,781 dólares en Singapur y 143 dólares en las Islas Salomón. En resumen, la implementación de acciones destinadas a aminorar las emisiones de PM 2,5 tendría un buen impacto que

beneficia tanto en la salud como en la economía para la Región del Pacífico Occidental. Aporta a nuestra investigación al presentar un estudio cuantitativo que utiliza datos de calidad del aire para evaluar el impacto en seguir las directivas de la OMS. Estos enfoques respaldan la investigación tanto en lo ambiental como para la salud pública.

Según CHANG, FAN Y KELLY (2023), mencionan que su objetivo fue estimar la exposición a contaminantes y posteriormente analizar la variación en la tasa de mortalidad asociada a diversas exposiciones. Como métodos utilizaron un campo interpolado de concentraciones de PM_{2.5} mediante monitoreos y el método de promedio de vecinos de Voronoi (VNA). Además, utilizaron índices de riesgo para relacionar la exposición hacia un largo plazo. Evaluaron la variabilidad de estimaciones mediante los niveles de exposición que se sitúan por debajo de ciertos umbrales aceptados de calidad del aire. Como resultado se encontraron que las estimaciones no estratificadas de la incidencia de mortalidad anual de adultos varían más veces. Como conclusiones se mostraron que las referencias ante la carga de mortalidad fueron considerables indicando que la incidencia más alta fue más de 3 veces la estimación más baja; sin embargo, esto podría variar debido a las diferencias de contaminantes. El aporte para la investigación fue tomar en consideración los métodos de estimación que pueda evaluar los niveles de exposición mediante la técnica de estratificación.

Según MOBERG (2023), para su investigación tuvo como objetivo, analizar a nivel mundial los aspectos demográficos, temporales y geográficos relacionados con la intoxicación por monóxido de carbono. Como métodos se realizó una investigación sobre las enfermedades, lesiones y riesgos. Como estrategia utilizó el modelado conjunto de causas y muertes. Los hallazgos revelaron que la tasa de mortalidad debido a la intoxicación por monóxido de carbono fue de 0.366 por cada 100,000 personas (con un intervalo de incertidumbre del 95%), tuvo 28 900 muertes en todas las edades. Como conclusión las mejoras han sido inconsistentes debido a que no se priorizan las acciones de intervención a nivel de políticas que puedan reducir su riesgo. Como aportación resalta el análisis de diversos factores y la importancia de conocer las causas y efectos que provocan las emisiones de CO para sus

intervenciones de riesgo.

Según SANGARAMOORTHY Y OTROS (2023), menciona como objetivo, evaluar la relación entre los contaminantes del aire en función a él origen étnico, estatus socioeconómico y factores de riesgo debido al estilo de vida. Como población se tomaron 7860 residentes de California. Como análisis estadístico para métodos, se utilizó los modelos de regresión lineal encargada de estimar la relación entre los contaminantes y los diversos factores. Además, como resultados se obtuvo que los niveles de PM2.5 incrementaron a un 12,4% IC del 95%. En conclusión, la diversidad étnica, socioeconómica y los diferentes estilos de vida permitió examinar los efectos de contaminación sobre la inflamación en grupos segmentados, mencionando que estos podrían variar dependiendo de sus factores. Por otro lado, se justifica el alcance de esta investigación para futuros estudios en una variedad de áreas geográficas. Esta investigación contribuirá de manera significativa resaltando la examinación de los diferentes contaminantes sobre los impactos en la salud debido a sus diferentes factores.

Según WANG Y OTROS (2023), menciona como objetivo, diseñar un protocolo de calibración de sensores y evaluar su rendimiento. Además, como metodología utilizaron 2 componentes: desarrollar el modelo de calibración y la evaluación de transferibilidad de los modelos. Como población fue ejecutado en 2 ciudades: Nueva York y Boston. Utilizaron modelos lineales los cuales dieron como resultado consistencia y satisfacción en las calibraciones. Como conclusión menciona que es necesario calibrar sensores de bajo costo en un entorno similar al despliegue en el mundo real. Como aporte de investigación es considerable recalcar la compleja relación entre las respuestas de los sensores hacia las concentraciones de contaminantes; por lo tanto, tener en cuenta su calibración en entornos similares a lo definido geográficamente.

En cuanto a los antecedentes nacionales, es posible citar a FALCÓN Y OTROS (2022), quien redactó que su tesis tiene 3 desafíos la cual el tercer desafío está relacionado con la estructura del aire, lo que causa consecuencias perjudiciales en la salud y el crecimiento de las aves, disminuyendo su rendimiento sin llegar al peso objetivo y posiblemente causar el fallecimiento de las aves. Por consiguiente, es

esencial supervisar el entorno del criadero, ya que la falta de control puede resultar en pérdidas económicas. El estudio tiene como objetivo evaluar hasta qué punto la implementación de un sistema en línea apoyado en Internet de las Cosas (IOT) mejora la eficiencia de la producción de aves de alta calidad en una instalación de cría avanzada propiedad de la empresa LM Business. Las consecuencias del estudio demuestran que el sistema en línea aporta de una manera valiosa a la reducción del tiempo necesario para evaluar la calidad del entorno, disminuyendo de 868 segundos a 244 segundos.

Además, la tesis también ofrece una valiosa contribución a la investigación al demostrar la exitosa implementación de IoT en combinación con diversos componentes electrónicos. Se llevaron a cabo evaluaciones de varios modelos de sensores de calidad ambiental, humedad y temperatura, identificando los más adecuados para el seguimiento perenne de la temperatura deseable a través de una plataforma en línea.

Según BALTUANO (2021), en su artículo de investigación, se informó sobre La revisión de un dispositivo económico creado por los autores con el propósito de realizar una medición constante y autosuficiente de las acumulaciones de múltiples contaminantes en entornos urbanos, incluyendo PM2.5, PM10, CO, NO2, SO2, H2S y NO. Los resultados de las mediciones se alinean con las expectativas y demuestran que el equipo analizado en este estudio es confiable y adecuado para supervisar la calidad del aire en entornos urbanos. Como contribución de esta investigación, se sugiere que se pueden obtener más datos y una correlación mejorada al utilizar el dispositivo durante períodos más extensos y habilitar la recopilación de datos de manera remota a través de un servidor en la nube. No obstante, se cuentan con dos dispositivos de medición extra, es necesario someterlos a la fase de evaluación de los valores de offset de los componentes electrónicos de cada sensor.

Dicha investigación aportó al proyecto, el cual se pudo tener una mejor recopilación de datos tomando en consideración los resultados respecto a los periodos más amplios como medición y apoyarnos con un servidor en línea para un análisis significativo.

Según SUASNABAR Y OTROS (2023), esta investigación estratégica, que no

incluye experimentación, se enfoca en analizar la variación se analizaron series temporales de datos para NO₂, SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ y CO recopilados por los centros de observación en Lima. Estos datos se compararon mediante esquemas de calidad del aire establecidos por el ECA Aire y la valoración que tiene de referencia la OMS. El estudio tuvo como enfoque investigar cómo las festividades de finales de año afectaron la calidad del aire del período 2013 a 2021. Se notó un incremento en el grado de acumulación de material particulado durante las celebraciones de Año Nuevo, especialmente del año 2016 al 2017. Cabe destacar que los puntos ubicados en Lima Centro experimentaron un bajo impacto y cumplieron con los estándares establecidos. Además, se encontró que la valoración máxima de PM_{2.5} y PM₁₀ se registraron durante la medianoche y la madrugada. En cuanto a los niveles diarios de SO₂, CO y NO₂ en los puntos de Lima Este, Sur, Norte y Centro, no superaron ni los estándares nacionales ni las pautas de la OMS. Se recomienda concienciar al público sobre los riesgos de los fuegos artificiales en las festividades, su impacto ambiental y sus consecuencias en la salud pública. El aporte en este antecedente se refirió al valor de analizar las variaciones temporales de emisión de contaminantes, por lo que consideramos como resultado la utilidad de realizar seguimientos periódicos como valores de referencia que puedan apoyarnos a evaluarlo sobre los estándares de calidad.

Como bases teóricas se puede mencionar, según (SABRY, 2022), un **dispositivo inteligente** hace referencia a un dispositivo electrónico que típicamente se conecta a otros dispositivos o redes a través de diversos protocolos inalámbricos, como Bluetooth, Zigbee, NFC, Wi-Fi, 5G, entre otros. Estos dispositivos tienen la capacidad de funcionar de manera interactiva y, en cierta medida, de manera autónoma.

Además, para PORTA, ANDRÉS Y OTROS (2018) la **calidad del aire** en un territorio está influenciada por factores meteorológicos, la naturaleza del suelo, la vegetación y actividades humanas. Se emplea un Índice de Calidad del Aire (AQI) que abarca desde niveles "buena" hasta "mala" en una escala que consta de 6 categorías. A medida que el AQI aumenta, más personas pueden verse afectadas por contaminantes. El desafío es la falta de un estándar global, ya que los países

tienen sus propios índices basados en regulaciones locales.

De acuerdo al (MINAM 2016) el **Material Particulado (PM2.5)** y la ecuación, se visualiza en la tabla 1 líneas abajo, bajo la resolución del MINAM 181-2016, el nivel de alerta para el PM2.5 se determina como la mitad del valor de las partículas PM10, Siguiendo las directrices instauradas por la OMS, que significa un límite de 125 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante un tiempo de 24 horas.

Tabla 1. Material particulado (PM2.5)

MATERIAL PARTICULADO (PM2.5) PROMEDIO 24 HORAS		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0 - 50	0 - 12.5	I (PM2.5)=[PM25]*100/25
51 - 100	12.6 - 25	
101 - 500	25.1 - 125	
>500	>125	

Fuente: MINAM (2016)

De igual modo, el (MINAM 2016) el **Monóxido de carbono (CO)** bajo la resolución del MINAM 181-2016, indica los intervalos y ecuaciones en la siguiente tabla.

Tabla 2. Monóxido de carbono (CO)

MONÓXIDO DE CARBONO (CO) PROMEDIO 8 HORAS		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0 - 50	0 - 5049	I (CO)=[CO]*100/10000
51 - 100	5050 - 10049	
101 - 500	10050 - 15049	

>500	>15050	
------	--------	--




Fuente: MINAM (2016)

BARRIO (2018) afirma que la expresión **Internet de las Cosas** se refiere, como se mencionó previamente, a una tecnología que se basa en la conexión de objetos comunes a la internet. Estos objetos comparten, recopilan y procesan datos relacionados con su entorno físico con el propósito de ofrecer servicios beneficiosos a los usuarios finales. (p.19).

Arduino fue creada por David Cuartielles y Massimo Banzi, representa una plataforma de hardware con código abierto. Se fundamenta en una placa que integra un microcontrolador y un entorno de programación. Esta innovación se gestó con el objetivo de simplificar la implementación de componentes electrónicos en proyectos interdisciplinarios, dirigidos tanto a aficionados como a profesionales con experiencia en el campo. (Claudio Peña Millahual 2020) p.14.

En los últimos años, han surgido **plataformas de software para IOT** como una respuesta natural a la evolución de las herramientas de gestión y control, adaptándose a los nuevos desafíos y oportunidades que se han presentado con la expansión de proyectos e iniciativas de IOT en todo el mundo. Esta evolución comenzó con lo que se conoce como plataformas verticales, es decir, plataformas diseñadas específicamente para gestionar los datos recopilados por nodos y sensores. Estas plataformas son un componente esencial y visible en cualquier implementación de un proyecto IOT específico o caso de uso. (Villa y Morales 2022) p. 102.

Tabla 3. Tabla comparativa de plataformas IOT

	Blynt IOT	SmartWorks IoT	ThingSpeak
Plataformas	 Blynk	 SmartWorks IoT	 ThingSpeak
Código abierto	✓	✓	✓

Notificaciones en tiempo real	✓	✓	X
Seguridad de datos	✓	X	✓
Gestión de configuración	✓	X	✓
Interfaces intuitivas	✓	X	✓
Base de datos estable	✓	X	X
Registro de eventos	✓	✓	X
Compatibilidad con distintos dispositivos de Arduino	✓	✓	✓
Asistencia 24/7	✓	X	X

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar la comparación entre diferentes plataformas que se utilizan para el desarrollo de diferentes proyectos IOT, podemos concluir que la plataforma Blynk IoT se adecua más a nuestro proyecto, debido a que ofrece una solución de vanguardia en entornos IoT. Su versatilidad, seguridad y facilidad de uso la convierten en una elección sobresaliente. Con una arquitectura escalable y capacidades de análisis avanzadas, Blink IoT permite optimizar operaciones, mejorar la capacidad de tomar decisiones y proporcionar servicios más eficientes a través de la Internet de las cosas. Su amplia compatibilidad con diversos dispositivos y protocolos asegura una integración sin problemas.

Según BARANOV (2021) el **método hipotético-deductivo** se refiere a una red de inferencias deductivas (hipótesis) para proponer declaraciones de evidencia (en forma de leyes). En su forma, el modelo hipotético-deductivo es similar al modelo

deductivo-nomológico.

Asimismo, AMELI (2022) el enfoque científico asociado a esto se caracteriza por un método de investigación hipotético-deductivo y esto requiere repetidas comprobaciones y controles de los datos recopilados. De esta forma se cumple el criterio de calidad, validez, fiabilidad y exactitud de los datos para establecer normas de aplicación general.

Tabla 4. Tabla comparativa de Metodologías

CRITERIOS	METODOLOGÍA XP	METODOLOGÍA CRYSTAL	METODOLOGÍA MOBILE-D
TAMAÑO DE LOS PROYECTOS	Adaptable a proyectos de pequeña y mediana escala.	Adaptable a proyectos pequeños y grandes.	Adaptable a proyectos de diversos tamaños.
ESTILO DE DESARROLLO	Estilo colaborativo.	Estilo flexible y Adaptable	Estilo orientado a aplicaciones móviles.
ROLES Y RESPONSABILIDAD	Roles tradicionales.	Adaptación a roles.	Definición de roles específicos.
PROCESOS	Iterativo e incremental.	Serie de metodologías en enfoques, variables, procesos.	Iteración continua y evolución del producto.
ENFOQUE EN LA CALIDAD	Pruebas unitarias y integración continua.	Prácticas de desarrollo y pruebas adaptadas.	calidad de experiencia del usuario en las aplicaciones móviles.
DOCUMENTACIÓN	Ligera con enfoque en código y pruebas.	adapta según la necesidad del proyecto.	Esencial para el progreso en dispositivos móviles.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a MESQUITA, ABREU y OTROS (2023) la **metodología Mobile-D** se

fundamenta en enfoques consolidados que se aplican de manera precisa. Como la programación extrema (XP) para las actividades de desarrollo, las metodologías Cristal para estrategias de expansión y el Proceso Racional Unificado (RUP) como fundamento para la configuración del ciclo de vida. Conforme a la metodología Mobile-D, se desglosa en cinco etapas: investigación, comienzo, producción, estabilización y pruebas.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

ARIAS (2022) El enfoque de la investigación es de naturaleza aplicada, puesto que su intención es generar conocimiento directamente utilizable para abordar cuestiones específicas. Este tipo de estudio se enfoca especialmente en descubrimientos relacionados con la tecnología y la ingeniería, con el objetivo de encontrar soluciones prácticas o alternativas para problemas previamente identificados a través del análisis de hallazgos.

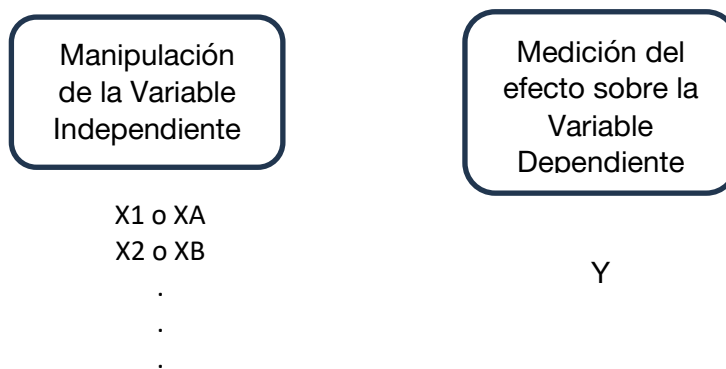
Además, el enfoque de investigación es cuantitativo, según HERNÁNDEZ Y MENDOZA (2018) La ruta cuantitativa resultaba adecuada cuando querían evaluar las magnitudes de los fenómenos o la incidencia de los mismos, así como probar hipótesis, el enfoque cuantitativo fue el indicado. Por ejemplo, determinaron la prevalencia de una enfermedad (el número de personas que la padecen en un periodo de tiempo y una zona geográfica concretos) y los factores que contribuyen a ella; pronosticaron qué candidato saldría victorioso en las próximas elecciones presidenciales; o probaron cuál de dos enfoques instructivos conducía a un mayor grado de aprendizaje de una asignatura concreta, como robótica elemental, en una población específica.

Finalmente, se realizó un nivel de investigación de tipo explicativo, según HERNÁNDEZ Y MENDOZA (2018) El estudio explicativo se distingue por su estructura meticulosa, con la finalidad de descubrir las causas subyacentes a eventos y fenómenos variados. Crea relaciones de causa y efecto entre ideas, variables, eventos o fenómenos dentro de un entorno particular, con el objetivo de alcanzar una comprensión exhaustiva de los fenómenos y problemas que están siendo investigados.

2.1.2 Diseño de investigación

Se realizó como diseño experimental, porque es una investigación en el cual una o varias variables independientes, consideradas como posibles causas, son deliberadamente modificadas para evaluar cómo esta manipulación afecta una o más variables dependientes, que representan los resultados, en un entorno controlado por el investigador. Aunque esta definición puede parecer compleja, su significado se volverá más claro a medida que se analicen sus componentes HERNÁNDEZ Y MENDOZA (2018).

La estructura de diseño se comprende de esta forma:



Datos:

Se usa la letra "X" como un símbolo que representa la V1 o un tratamiento experimental, mientras que letras y subíndices como "A, B... o 1, 2..." Se utilizan para indicar distintos grados de variabilidad en la V1. Por otro lado, la letra "Y" se emplea para identificar la V2 (HERNÁNDEZ Y MENDOZA 2018) p. 154.

2.2 Variables y operacionalización

- **Variable independiente: Dispositivo Inteligente**

Definición conceptual: SABRY (2022) Trata de un dispositivo electrónico que típicamente se encuentra enlazado con otros dispositivos o redes mediante diversos protocolos inalámbricos, como Bluetooth, Zigbee, NFC, WiFi, LiFi, 5G, entre otros. Este tipo de dispositivo es capaz de operar de manera interactiva y, en cierta medida, de forma autónoma. Además, esta descripción también puede aplicarse a un dispositivo que exhibe ciertas características de la informática ubicua, como el aprendizaje automático.

- **Variable dependiente: Calidad del aire**

Definición conceptual: PORTA Y OTROS (2018), La calidad del aire en una región está definida por factores meteorológicos, la naturaleza del suelo, la vegetación y actividades humanas. Se utiliza un Índice de Calidad del Aire (AQI) que se clasifica en seis niveles, que van desde "bueno" a "malo". A medida que el valor del AQI se incrementa, el número de personas potencialmente afectadas por los contaminantes también aumenta. El desafío es la falta de un estándar global, ya que los países tienen sus propios índices basados en regulaciones locales.

Definición Operacional

Fue medido por medio de las ecuaciones que se muestran líneas abajo en el literal A y literal B el que se proporcionarán los detalles de las mediciones del PM2.5 y Monóxido de Carbono (CO) dentro del centro de salud.

A. Material Particulado PM2.5

Según el (MINAM 2016) el PM2.5 y la ecuación, se visualiza en la tabla 1 líneas abajo, bajo la resolución del MINAM N° 181-2016, el nivel de alerta para el PM2.5 se determina como la mitad del valor de las partículas PM10, Siguiendo las directrices instituidas por la OMS, lo que significa un límite de 125 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante un tiempo de 24 horas. Para este indicador se utilizó la siguiente ecuación:

$$I (PM2.2) = [PM2.5] * 100/25$$

Fuente: (MINAM 2016)

B. Monóxido de carbono (CO)

Según el (MINAM 2016), bajo la resolución del MINAM N° 181-2016, el Monóxido de carbono (CO) indica los intervalos y ecuaciones. Para nuestro segundo indicador se utilizó la siguiente ecuación:

$$I (CO) = [CO] * 100/10000$$

Fuente: (MINAM 2016)

Como escala de medida se aplicó de tipo razón, tal como detallan OCHOA y MOLINA (2018). En esta escala, el valor cero indica la falta del atributo en cuestión. Por lo tanto, la relación entre dos magnitudes de esta medida es proporcional a la relación entre los incrementos en el atributo, como cuando se trata de la evaluación en kilogramos. (p. 4)

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Engloba al total en las circunstancias que satisfacen un grupo particular de criterios HERNÁNDEZ Y MENDOZA (2018). Para la investigación se estudió como población, los registros que muestra la calidad del aire del centro de salud Chaclacayo, es decir que se contó con 20 registros para ambos indicadores los cuales se recolecto 3 datos por cada día, de los cuales fueron tomados en el horario mañana 8:00 am, tarde 1:30pm y noche 7:00pm, fueron promediados por día.

2.3.2 Muestra

Para HERNÁNDEZ Y MENDOZA (2018). En la perspectiva cuantitativa, una muestra consiste en parte minoritaria de la población o del grupo total de interés. Esta muestra se elige de manera minuciosa con el propósito de reunir datos pertinentes y debe reflejar de forma precisa a la población en su totalidad, empleando métodos probabilísticos para poder aplicarlos.

Al ser la población reducida se consideró como muestra a toda la población.

2.3.3 Muestreo

Por esta razón, en la presente investigación no se utilizó el muestreo. Esto se debió a que la población era muy pequeña y la investigación se realizó en el Centro de Salud de Chaclacayo.

2.3.4 Unidad de análisis

El análisis es 1 registro para cada indicador. Se recolectaron 3 datos por día, de los cuales fueron tomados en el horario mañana 8:00 am, tarde 1:30pm y noche 7:00pm, fueron promediados por día.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para PARRAGUEZ Y OTROS. (2017), los registros son métodos en el estudio que se emplean para adquirir y retener datos que poseen longitud y significado. En este estudio, se optó por utilizar este enfoque específico ya que permite documentar la información de manera más organizada.

En este estudio, se elaboraron fichas de registro en ambos indicadores, a saber, material particulado (PM2.5) y monóxido de carbono (CO). Estas fichas se usaron para documentar los datos recopilados tanto en las fases preliminares como próximo al estudio que fueron efectuados en el establecimiento, de acuerdo con los registros que se obtuvieron.

Además, en la Tabla 4 se presenta la metodología y el equipo empleado en esta investigación para adquirir los datos:

Tabla 5. Técnicas de instrumentos de recopilación de datos.

VARIABLE	INDICADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	VER
Variable dependiente: Calidad del Aire	Material Particulado PM2.5	Observación - Fichaje	Ficha de registro	Anexo 2
	Monóxido de carbono (CO)	Observación	Ficha de registro	Anexo 3

2.5 Validez y Confiabilidad

Según CRUZ Luis y otros (2021), la validez se define como la extensión en la que un problema de investigación se mide con precisión en un estudio cuantitativo.

Así mismo JOHN CRESWELL Y DAVID CRESWELL (2018) Es beneficioso considerar otra forma de fiabilidad o confiabilidad del instrumento, conocida como fiabilidad test-retest. Esta medida evalúa si la escala mantiene su estabilidad con el paso del tiempo a través de aplicaciones repetidas. Al modificar un instrumento o combinar varios en un estudio, es posible que la validez y fiabilidad originales no se conserven en el nuevo instrumento. Por ello, resulta crucial establecer la validez y fiabilidad durante el análisis de datos.

Por lo tanto, los instrumentos empleados en este estudio, que consisten en las fichas de registro validadas mediante el juicio de expertos (consultar Anexo 4), proporcionaron resultados relativos a los indicadores de calidad del aire, como el material particulado (PM2.5) y el monóxido de carbono (CO). Estos resultados se presentan en las Tablas 6 y 7, donde se señala su pertinencia, relevancia y claridad, indicando además que hay suficiencia. Llegando a la conclusión de que los instrumentos son apropiados para recopilar los datos asociados a cada indicador.

Tabla 6. Cuadro resumen de validación de instrumento para el indicador Índice de calidad del aire material particulado (PM2.5)

N°	Expertos	Grado Académico	Pertinencia Relevancia Claridad	Hay suficiencia
1	Chavez Pinillos, Frey Elmer	Doctor	SI – SI - SI	SI
2	Huamanchumo Casanova, Frank Carlos	Magister	SI – SI - SI	SI

3	Cohello Aguirre, Rogelio Gonzalo	Magister	SI – SI - SI	SI
---	----------------------------------	----------	--------------	----

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Cuadro resumen de validación de instrumento para el indicador Índice de calidad del aire monóxido de carbono (CO)

N°	Expertos	Grado Académico	Pertinencia Relevancia Claridad	Hay suficiencia
1	Chavez Pinillos, Frey Elmer	Doctor	SI – SI - SI	SI
2	Huamanchumo Casanova, Frank Carlos	Magister	SI – SI - SI	SI
3	Cohello Aguirre, Rogelio Gonzalo	Magister	SI – SI - SI	SI

Fuente: Elaboración propia

2.6 Procedimientos

Para la aplicación del estudio se recopilamos datos para el pre o post test, según el instrumento de recopilación de datos de la ficha de registro, estos datos fueron completados mientras se realizó la medición en el espacio que se ha descrito. Una vez recopilado estos datos se ha utilizado el software SPSS para su análisis. Al comparar la información de la investigación con la hipótesis, los resultados del pretest y posttest determinaron si la hipótesis era correcta o no. Finalmente, los datos se describieron en gráficos y tablas para facilitar la visualización de los hallazgos.

2.7 Método de análisis de datos

Para SALCEDO Y MCCORMICK (2020), el propósito de SPSS consiste en tomar datos que han sido introducidos correctamente y producir resultados estadísticos en forma de tablas y gráficos que permitan llegar a conclusiones basadas en los datos, siempre que se posea la habilidad para interpretar dichos resultados.

Por ello para poder estudiar los datos obtenidos, fue ejecutado a través del programa estadístico inferencial SPSS de IBM para la contrastación de la

hipótesis. En el que se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo para comparar los resultados del Pretest y el Post test.

2.8 Aspectos éticos

Dicha sección, cuenta con la aprobación del director del Centro de Salud de Chaclacayo en el cual se desarrolló y ejecutó el informe.

De igual manera, se ha citado y referenciado adecuadamente toda la información que no ha sido generada por el investigador, siguiendo las pautas de la norma ISO de la editorial de la UCV. Esto se ha hecho para garantizar una redacción precisa y confiable, así como para respetar la autoría e integridad de las fuentes utilizadas como base para este estudio.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

Indicador 1: Índice de PM 2.5

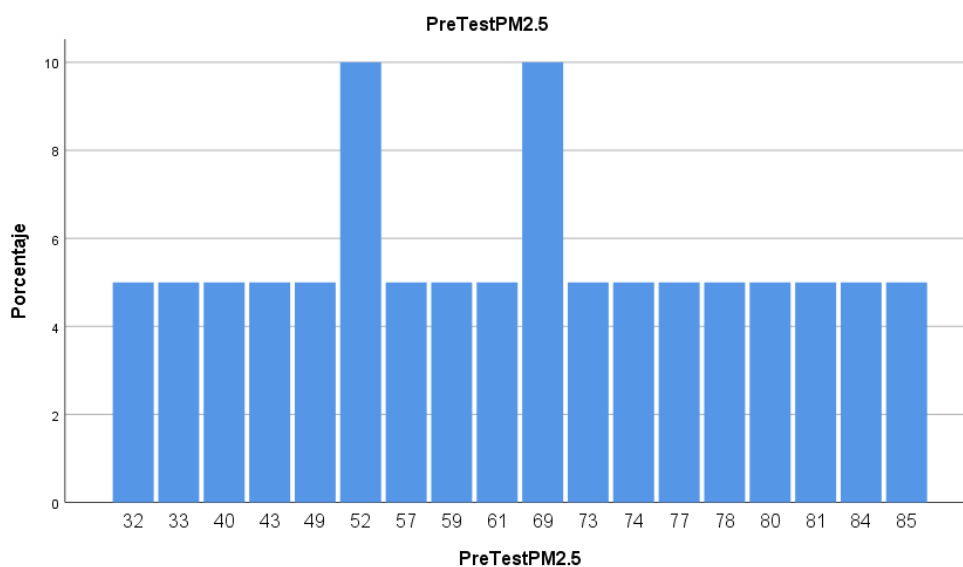
Tabla 8. Medidas Estadísticas Descriptivas PM 2.5

Calidad del Aire PM 2.5					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Pre-Test	20	32	85	62.40	17.058
Post-Test	20	15	43	24.10	6.223
N	20				

Fuente: Elaboración propia.

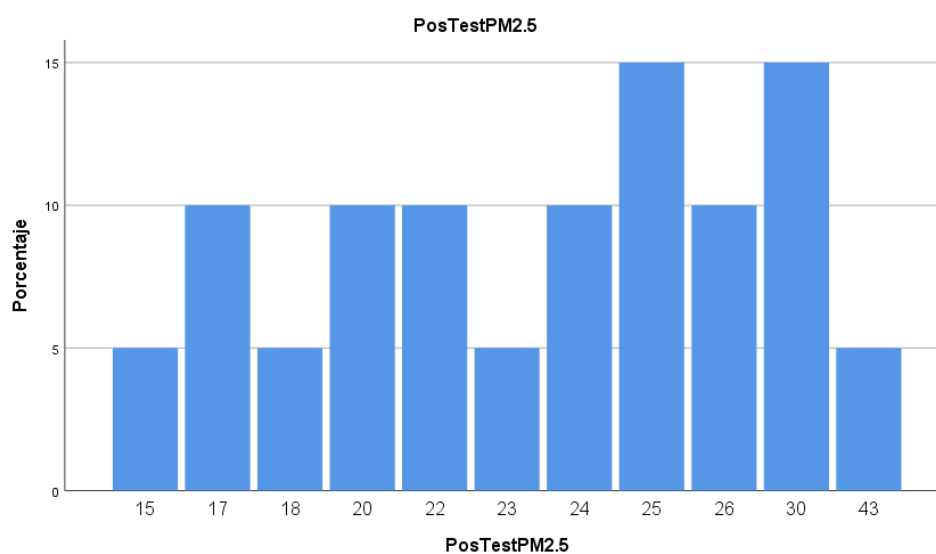
En la tabla 8, se observa que la media del indicador de índice PM 2,5 es de **62,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** durante la prueba previa. Sin embargo, en la prueba posterior, la media es de **24,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , lo que muestra una disminución de **38,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Esto significa que el indicador de índice de PM 2,5 experimentó una reducción del **61,37%** tras la implantación del dispositivo inteligente. Además, la prueba previa tiene un valor mínimo de **32**, pero la prueba posterior tiene un valor mínimo de **15**. Se trata de una diferencia significativa entre las dos pruebas. Del mismo modo, el máximo en el Pre-Test es **85**, mientras que el máximo en el Post-Test es **43**. Finalmente, el rango de valores de la desviación estándar fue de **17,058** en el Pre-Test y de **6,223** en el Post-Test.

Figura 2. Gráfico estadístico Pre-Test PM 2.5



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Gráfico estadístico Post-Test PM 2.5



Fuente: Elaboración propia

En ambas figuras se muestra el porcentaje del indicador PM 2.5 en el Pre-Test y el Post-Test, teniendo una reducción de 38.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ luego de la implementación del Dispositivo inteligente.

Indicador 2: Índice de Monóxido de Carbono (CO)

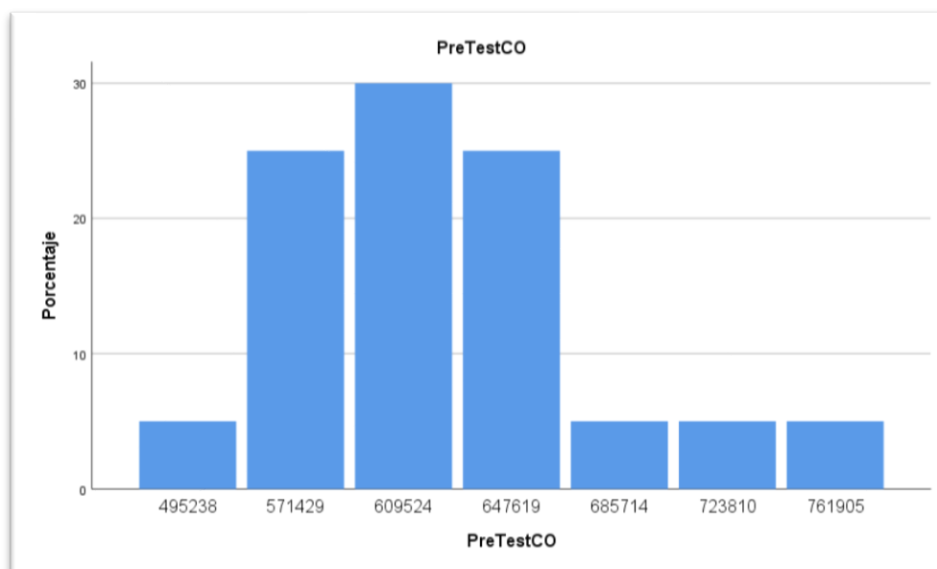
Tabla 9. Medidas Estadísticas Descriptivas CO

Calidad del Aire CO					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Pre-Test	20	495238	761905	620952.55	59403.845
Post-Test	20	553578	783389	632206.45	61215.682
N	20				

Fuente: Elaboración propia.

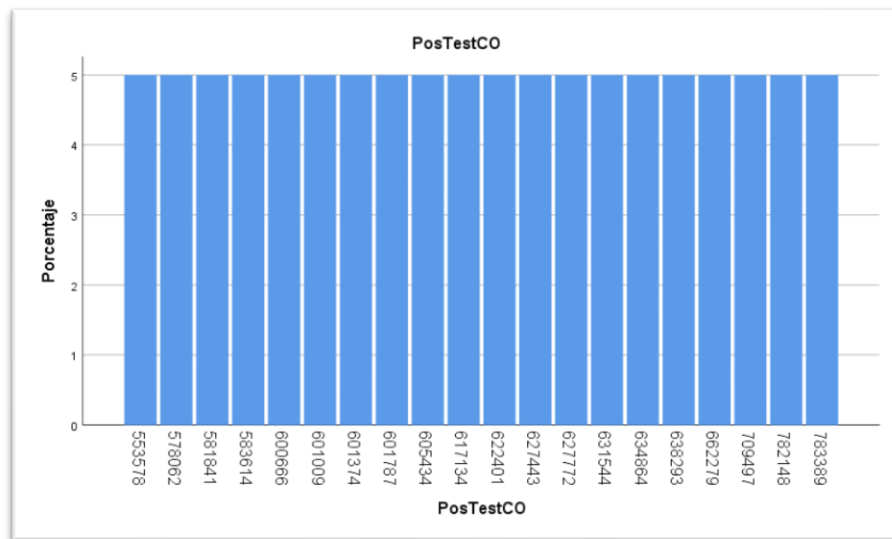
En la tabla 9, se observa que la media del indicador de índice CO es de **620,952.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** durante la prueba previa. Sin embargo, en la prueba posterior, la media es de **632,206.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , lo que muestra un aumento de **11,253.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Esto significa que el indicador de índice de **Monóxido de Carbono (CO)** experimentó un incremento del **1.81%** tras la implantación del dispositivo inteligente. Además, la prueba previa tiene un valor mínimo de **495,238**, pero la prueba posterior tiene un valor mínimo de **553,578**. Se trata de una diferencia significativa entre las dos pruebas. Del mismo modo, el máximo en el Pre-Test es **761,905**, mientras que el máximo en el Post-Test es **783,389**. Finalmente, el rango de valores de la desviación estándar fue de **59,403.845** en el Pre-Test y de **61,215.682** en el Post-Test.

Figura 4. Gráfico estadístico Pre-Test CO



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Gráfico estadístico Post-Test CO



Fuente: Elaboración propia

En ambas figuras se observa el porcentaje del indicador CO en el Pre-Test y el Post-Test, teniendo un incremento del 11,253.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ luego de la implementación del Dispositivo inteligente.

3.2 Análisis Inferencial

Prueba de normalidad

Dado que el conjunto de datos tiene un total de **veinte registros** para cada indicador, se utilizó la prueba de **Shapiro-Wilk** por ser menor a 50, con el fin de determinar si el conjunto de datos es normal o no. Para obtener las conclusiones se utilizaron técnicas estadísticas del SPSS de IBM. Se tuvo en cuenta lo siguiente:

Tabla 10. Análisis de prueba

Estadística Paramétrica (Normal)	$\alpha > 0.05$
Estadística no Paramétrica (No normal)	$\alpha < 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Indicador 1: Índice de PM 2.5

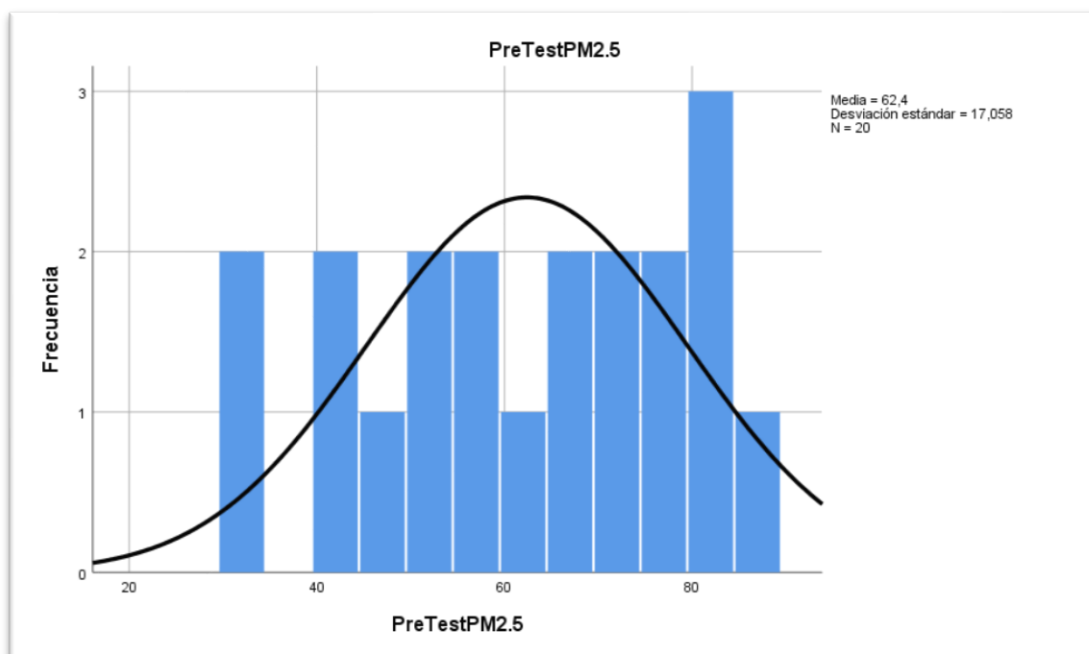
Tabla 11. Prueba de normalidad PM 2.5

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-Test	0.933	20	0.177
Post-Test	0.896	20	0.035

Fuente: Elaboración propia

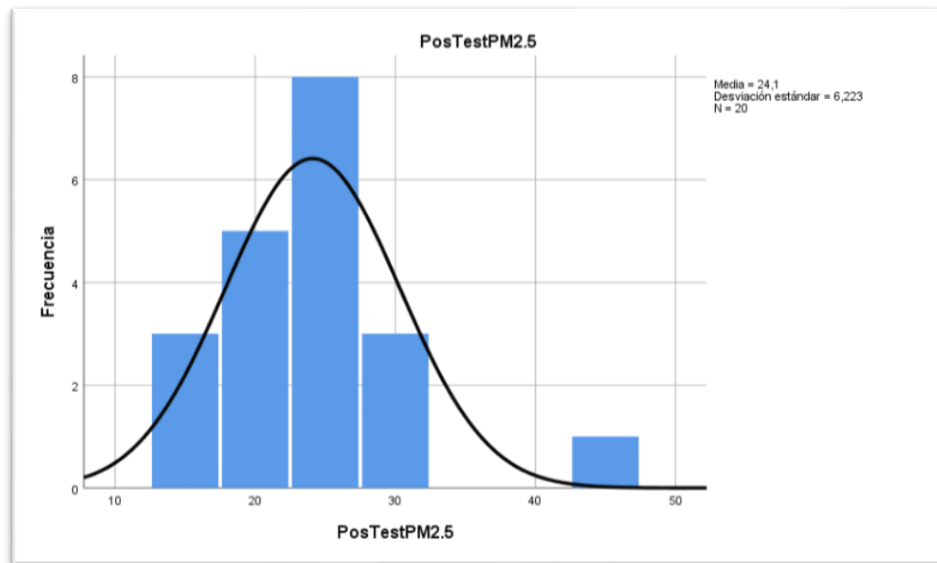
El índice PM 2,5, que se muestra en la Tabla 11, revela que el Pre-Test tiene un valor de significancia de 0,177, que es superior a 0,05, y el Post-Test tiene un valor de significancia de 0,035, que es inferior a 0,05. Después de tomar en cuenta los resultados del Pre-Test y del Post-Test del indicador PM 2.5, se determinó que los datos no se adhieren a una distribución normal. En consecuencia, se utilizó estadística **no paramétrica** debido a que uno de los conjuntos de datos no cumple con este criterio, como se muestra en la Tabla 11.

Figura 6. Prueba de normalidad Pre test PM2.5



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Prueba de normalidad Pos test PM2.5



Fuente: Elaboración propia

Indicador 2: Índice de CO

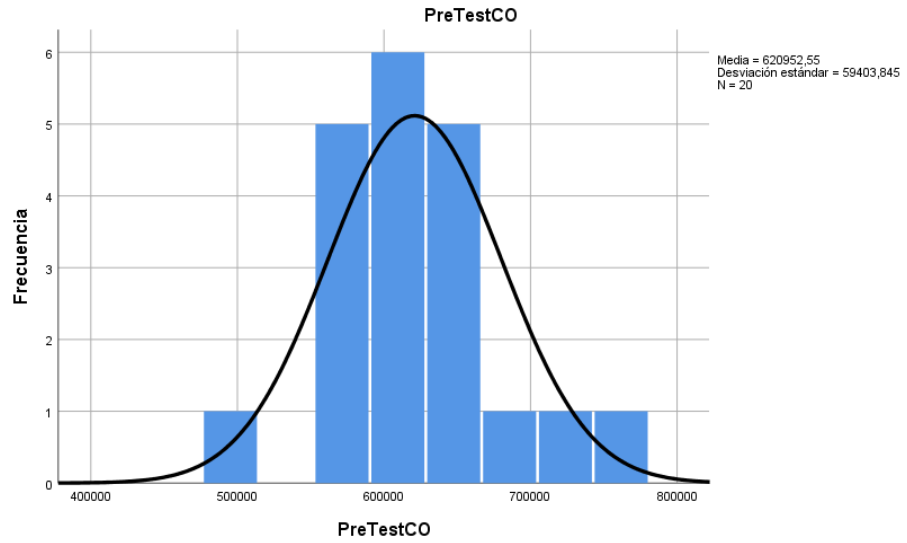
Tabla 12. Prueba de normalidad CO

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-Test	0.932	20	0.168
Post-Test	0.811	20	0.001

Fuente: Elaboración propia

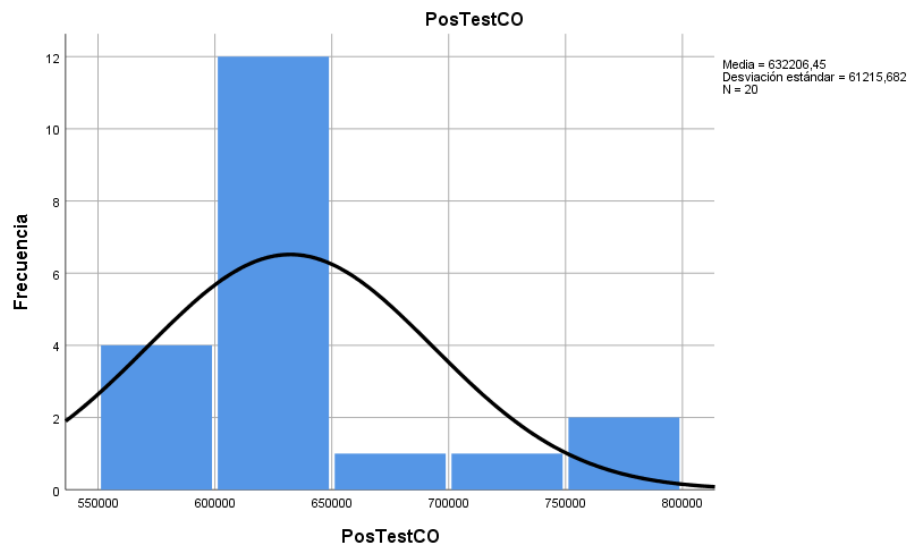
El índice de CO, que se muestra en la Tabla 12, revela que el Pre-Test tiene un valor de significancia de 0,168, que es superior a 0,05, y el Post-Test tiene un valor de significancia de 0,001, que es inferior a 0,05. Después de tomar en cuenta los resultados del Pre-Test y del Post-Test del indicador **CO**, se determinó que los datos no se adhieren a una distribución normal. En consecuencia, se utilizó estadística **no paramétrica** debido a que uno de los conjuntos de datos no cumple con este criterio, como se muestra en la Tabla 12.

Figura 8. Prueba de normalidad Pre test CO



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Prueba de normalidad Pos test CO



Fuente: Elaboración propia

Prueba de Hipótesis

Hipótesis de indicador 1: Índice de Material Particulado PM 2.5

1. Planteamiento de Hipótesis

HE1: El dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud,

Chaclacayo-2023.

H0: El dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

HA: El dispositivo inteligente no influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

2. Fijación a

$\alpha < 0.05$ Se rechaza la H_0 y acepta la H_a .

$\alpha > 0.05$ Se acepta la H_0 y rechaza la H_a .

3. Estadístico de Prueba

Los datos presentan una distribución no normal, que es un tipo de estadística no paramétrica, como muestran los resultados obtenidos para el indicador 1 de partículas PM2,5. Debido a ello, se utilizó la prueba de Wilcoxon para determinar si existía o no una diferencia significativa entre el Pre-Test y el Post-Test.

4. Decisión:

Según los resultados de la prueba de Wilcoxon, la mediana del indicador PM2,5 entre el Pre-Test y el Post-Test es igual a 0,00, lo que indica que las medianas son distintas entre sí. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa con un grado de confianza del 95% y, en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula.

5. Conclusión

Considerando los resultados obtenidos de la prueba de Wilcoxon, se concluye que el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire del material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023 teniendo una reducción del 61.37%.

Hipótesis de indicador 2: Índice de Monóxido de Carbono (CO)

1. Planteamiento de Hipótesis

HE1: El dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de Monóxido de Carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

H0: El dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de Monóxido de Carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

HA: El dispositivo inteligente no influye para medir el índice de calidad del aire de Monóxido de Carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

2. Fijación a

$\alpha < 0.05$ Se rechaza la H_0 y acepta la H_a .

$\alpha > 0.05$ Se acepta la H_0 y rechaza la H_a .

3. Estadístico de Prueba

Los datos presentan una distribución no normal, que es un tipo de estadística no paramétrica, como muestran los resultados obtenidos para el indicador 2 Monóxido de Carbono (CO). Debido a ello, se utilizó la prueba de Wilcoxon para determinar si existía o no una diferencia significativa entre el Pre-Test y el Post-Test.

4. Decisión:

Según los resultados de la prueba de Wilcoxon, la media del indicador CO entre el Pre-Test y el Post-Test es igual a 0,411. Esto indica que no hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por tanto, se rechaza la hipótesis alternativa con un grado de confianza del 95%.

5. Conclusión

Basándonos en los resultados de la prueba de Wilcoxon, se concluye

que el dispositivo inteligente no influye para medir el índice de calidad del aire de Monóxido de Carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023 debido a que tiene un incremento del **1.81%**.

IV. DISCUSIÓN

En la investigación se implementó un dispositivo inteligente para medir la calidad de aire dentro de un centro de salud Chaclacayo-2023. En el indicador 1 de índice de PM2.5 se obtuvo una reducción del **61.37%** luego de la implementación del dispositivo inteligente. Del mismo modo NAZARENKO Y OTROS (2021), plantea como objetivo evaluar las normativas de calidad del aire en relación a la acumulación de las partículas de aerosol de tamaño reducido de pm 2.5. Finalmente, se concluye que es necesario unificar las métricas empleadas en los estándares globales de calidad del aire referente al material particulado PM2,5 a fin de simplificar una valoración exacta de los peligros vinculados a la exhibición a PM2,5 en todo el mundo. De igual manera BALTUANO (2021), en su artículo de investigación, se informó sobre La revisión de un dispositivo económico creado por los autores con el propósito de realizar una medición constante y autosuficiente de las acumulaciones de múltiples contaminantes en entornos urbanos, incluyendo PM2.5, PM10, CO, NO2, SO2, H2S y NO. Los resultados de las mediciones se alinean con las expectativas y demuestran que el equipo analizado en este estudio es confiable y adecuado para supervisar la calidad del aire en entornos urbanos. De acuerdo a los resultados obtenidos, lo mencionado en la resolución del MINAM (2016) donde se redacta que hay niveles del Material Particulado (PM2.5) que es bueno mientras no sobrepase el 12.5 µg/m³.

En el segundo indicador índice de Monóxido de carbono no tuvo una mejora lo cual se da un incremento del **1.81%** luego de la implementación del dispositivo inteligente.

Según MOBERG (2023), para su investigación tuvo como objetivo analizar a nivel mundial los aspectos demográficos, temporales y geográficos relacionados con la intoxicación por monóxido de carbono. Los hallazgos revelaron que la tasa de mortalidad debido a la intoxicación por monóxido de carbono fue de 0.366 por cada 100,000 personas (con un intervalo de incertidumbre del 95%), tuvo 28 900 muertes en todas las edades. Como conclusión las mejoras han sido inconsistentes debido a que no se priorizan las

acciones de intervención a nivel de políticas que puedan reducir su riesgo. Como aportación resalta el análisis de diversos factores y la importancia de conocer las causas y efectos que provocan las emisiones de CO para sus intervenciones de riesgo. De igual manera WANG Y OTROS (2023), menciona como objetivo, diseñar un protocolo de calibración de sensores y evaluar su rendimiento. Utilizaron modelos lineales los cuales dieron como resultado consistencia y satisfacción en las calibraciones. Como conclusión menciona que es necesario calibrar sensores de bajo costo en un entorno similar al despliegue en el mundo real. Como aporte de investigación es considerable recalcar la compleja relación entre las respuestas de los sensores hacia las concentraciones de contaminantes; por lo tanto, tener en cuenta su calibración en entornos similares a lo definido geográficamente. De acuerdo a los resultados obtenidos, lo mencionado en la resolución del MINAM (2016) donde se redacta que hay niveles de Monóxido de Carbono (CO) que es bueno mientras no sobrepase el $5049 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

V. CONCLUSIONES

1. La implementación del dispositivo inteligente si influye para medir la calidad del aire de material particulado (PM2.5) la cual se redujo en un 61.37% sin embargo para el monóxido de carbono (CO) la cual tuvo un incremento del 1.81%. Por ello se encontró que no hubo una mejora para medir la calidad del aire en un centro de salud, Chaclacayo-2023. Se concluye de forma general restando ambos porcentajes, que el dispositivo inteligente influye en un **59.56%**.
2. Se concluye que la implementación del dispositivo inteligente mejora la medición del índice de calidad del aire en relación al Material Particulado PM2.5 con una reducción del 38.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el PreTest, sin el dispositivo inteligente se tuvo un resultado de 62.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en el Post-Test con el dispositivo inteligente tuvo como resultado un 24.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, validando la hipótesis: La implementación del dispositivo inteligente si influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023 la cual se redujo en **61.37%**.
3. Se concluye que la implementación del dispositivo inteligente no mejora la medición del índice de calidad del aire en relación al Monóxido de Carbono (CO) teniendo un incremento de 11253.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el PreTest, sin el dispositivo inteligente se tuvo un resultado de 620952.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras que en el Post-Test con el dispositivo inteligente tuvo como resultado de 632206.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ validando la hipótesis: La implementación del dispositivo inteligente no influye para medir el índice de calidad del aire de Monóxido de Carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023 lo cual tuvo un incremento del **1.81%**.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener sensores de contingencia, para permitir la continuidad de la investigación debido a que algunos sensores tienen que ser importados de otro país.
2. Se recomienda tener bien identificado el módulo ESP32 principal para la carga de códigos, pues al ser sensores sensibles basta con ingresar los códigos en el módulo que no corresponde para que este se pueda dañar.
3. Se recomienda usar un solo modulo ESP32 de realizar mediciones combinando sensores analógicos y digitales.
4. Se recomienda tener como backup la app de Blynk que se está usando puesto a que últimamente hay actualizaciones los cuales pueden dejar sin funcionamiento algunos procesos que se hayan configurado.

REFERENCIAS

AMELI KATHARINA, 2022. *Multispecies Ethnography* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 20 octubre 2023]. ISBN 9781666911930, 1666911933. Disponible en:

https://www.google.com.pe/books/edition/Multispecies_Ethnography/RGFkEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=hypothetical+deductive+research+method&pg=PA28&printsec=frontcover.

ANASTASOPOLOS, A.T., HOPKE, P.K., SOFOWOTE, U.M., MOOIBROEK, D., ZHANG, J.J.Y., ROULEAU, M., PENG, H. y SUNDAR, N., 2023. Evaluating the effectiveness of low-sulphur marine fuel regulations at improving urban ambient PM_{2.5} air quality: Source apportionment of PM_{2.5} at Canadian Atlantic and Pacific coast cities with implementation of the North American E. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 904, [consulta: 8 noviembre 2023]. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.166965. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723055900?pes=vor>.

AOURAGH LEILA, 2022. Calidad del aire urbano en la ciudad de Batna: Caso del transporte por carretera (Spanish Edition). [en línea]. [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en: https://www.amazon.com/Calidad-aire-urbano-ciudad-Batna/dp/6204561979/ref=sr_1_4?crid=2CRJZTQ6LEH9N&keywords=calidad+del+aire&qid=1696032121&s=books&prefix=calidad+del+aire%2Cstripbooks-intl-ship%2C455&sr=1-4&asin=6204561979&revisionId=&format=4&depth=1.

ARIAS, J., HOLGADO, J., TAFUR, T. y VASQUEZ, M., 2022. Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis [en línea]. S.l.: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. [consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/reference-manager/reader-v2/8fe02f23-64e3-30b3-be66-411a3a68172f/5301499c-bdf4-c385-01ef-ba6bf1a839d2>.

BAINY, B.K., PASCHOAL, I.A., DE AVILA, A.M.H. y DOS SANTOS, H.O., 2021. Air quality assessment in Southeast Brazil during COVID-19 pandemic and lockdown: Report of increased air pollution | Evaluación de la calidad del aire en el sudeste de

Brasil durante la pandemia de COVID-19 y confinamiento: Informe de una mayor contamina. Cadernos de Saude Publica [en línea], vol. 37, no. 9, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.1590/0102-311X00242320. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/csp/a/vtTV7NsmvyyynsFkpZNB3sMB/?format=pdf&lang=en>.

BALTUANO, O., ROSAS, F., CHAN, R., FASHÉ, O. y MONTOYA, E., 2021. Evaluación de la operación de un medidor remoto de calidad del aire basado en sensores de lectura directa. Revista de Investigación de Física [en línea], vol. 23, no. 2, [consulta: 11 octubre 2023]. ISSN 1605-7724. DOI 10.15381/RIF.V23I2.20291. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/c3b1f42b-6449-317e-9f69-5ced0aa7b129/>.

BARANOV DAVID, 2021. Conceptual Foundations of Social Research Methods. [en línea], [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Conceptual_Foundations_of_Social_Research/P6seEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=hypothetical+deductive+research+method&pg=PT73&printsec=frontcover.

BARRIO ANDRÉS, M., 2018. INTERNET DE LAS COSAS [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/reference-manager/reader-v2/9f21fd18-770b-332a-80f5-941668fc7883/7122cdd3-76f3-98d9-5abf-d755b9443076>.

CHAN, E.A.W., FANN, N. y KELLY, J.T., 2023. PM_{2.5}-attributable mortality burden variability in the continental U.S. Atmospheric Environment [en línea], vol. 315, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.1016/j.atmosenv.2023.120131. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85174342829&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=0899463239e56ef8e1fd65471edc8c81&sot=b&sdt=cl&cluster=scoaffilctry%2C%22United+States%22%2Ct%2Bscosexualkeywords%2C%22Air+Quality%22%2Ct%2C%22United+States%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28air+quality%29&sl=26&sessionSearchId=0899463239e56ef8e1fd65471edc8c81>.

CLAUDIO PEÑA MILLAHUAL, 2020. Descubriendo Arduino [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 14 octubre 2023]. ISBN 9789874958242, 9874958243. Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Descubriendo_Arduino/bL7PDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0&kptab=overview.

CRESWELL Y CRESWELL 2018; «Research Design (5th ed.) by John W. Creswell (ebook)» (2018). Disponible en:

https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/510378/mod_resource/content/1/creswell.pdf

CRUZ, G.L.F., CRUZ LIBREROS ÁNGELA MARÍA, ALZATE SÁNCHEZ RODRIGO ALBERTO, BOTERO HENAO DIEGO FERNANDO, FUENTES VÁSQUEZ ANDRÉS FELIPE y BOLAÑOS RAMOS JHON HOUSSEMAN, 2021. Epidemiología y servicios en salud [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en:

https://www.google.com.pe/books/edition/Epidemiolog%C3%ADa_y_servicios_en_salud/_eAZEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=validez+se+define&pg=PA717&printsec=frontcover.

DALY ALEJANDRO y COGNUM GONZÁLEZ SARA, 2021. Calidad del aire: ¡Es el momento de actuar! [en línea], [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.unicef.org/lac/media/27856/file/Calidad-del-aire-es-el-momento-de-actuar.pdf>.

DIVISION DE CALIDAD DEL AIRE- SGA, 2023. Monitoreo de la Calidad de Aire mediante la Red de Módulos con Sensores Low-Cost en Lima Metropolitana. [en línea]. S.l.: [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en: <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/c8b47aa0a08de251.pdf>.

EGERSTROM, N., ROJAS-RUEDA, D., MARTUZZI, M., JALALUDIN, B., NIEUWENHUIJSEN, M., SO, R., LIM, Y.-H., LOFT, S., ANDERSEN, Z.J. y COLE-HUNTER, T., 2023. Health and economic benefits of meeting WHO air quality guidelines, Western Pacific Region | Avantages sanitaires et économiques du respect des lignes directrices de l’OMS relatives à la qualité de l’air dans la Région du Pacifique occidental | Beneficios. Bulletin of the World Health Organization [en línea], vol. 101, no. 2, [consulta: 8 noviembre 2023]. DOI 10.2471/BLT.22.288938.

Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9874370/pdf/BLT.22.288938.pdf>.

FALCÓN MAGALLAN GIAN FRANCO, 2022. SISTEMA WEB BASADO EN IOT PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE AVES FINAS DE UN CRIADERO INTELIGENTE EN LA EMPRESA LM BUSINESS [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13067/2024/Falc%C3%B3n%20Magallan%20Gian%20Franco%20y%20Cuya%20Delesma%20Naim%20Victor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FOUAD SABRY, 2022. Inteligencia Ambiental - Google Books. [en línea]. [consulta: 14 octubre 2023]. Disponible en:
https://www.google.com.pe/books/edition/Inteligencia_Ambiental/Nv6TEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 27 octubre 2023]. ISBN 9781456260965. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books/about/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N.html?id=5A2QDwAAQBAJ&source=kp_book_description&redir_esc=y.

KIM, E., KIM, H.C., KIM, B.-U., WOO, J.-H., LIU, Y. y KIM, S., 2024. Development of surface observation-based two-step emissions adjustment and its application on CO, NO_x, and SO₂ emissions in China and South Korea. Science of the Total Environment [en línea], vol. 907, [consulta: 8 noviembre 2023]. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.167818. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723064458?pes=vor>.

LIPP, D.O., 2020. SHORT LIFE CLIMATE POLLUTANTS. A VEHICLE TO IMPROVE AIR QUALITY AND MITIGATE CLIMATE CHANGE | LOS CONTAMINANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA. UN VEHÍCULO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE Y MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO. Revista Geografica de Chile Terra Australis [en línea], vol. 56, no. 1, [consulta: 10 noviembre

2023]. DOI 10.23854/07199562.2020561.Lipp14. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132671816&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28CALIDAD+DEL+AIRE%29&sl=31&sessionSearchId=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46>.

MESQUITA ANABELA, ABREU ANTÓNIO y VIDAL CARVALHO JOÃO, 2023. Perspectives and Trends in Education and Technology [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 23 octubre 2023]. ISBN 9789811650635, 9811650632. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=vHveEAAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA528&dq=mobile-methodology&hl=es&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=mobile-d%20methodology&f=false.

MINAM, 2016. Resolución Ministerial N 181-2016-MINAM. [en línea]. S.l.: [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/386295/Resoluci%C3%B3n_Ministrial_N__181-2016-MINAM20191013-25586-1okf8dk.pdf?v=1570991083.

MOBERG, M.E., HAMILTON, E.B., ZENG, S.M., BRYAZKA, D., ZHAO, J.T., FELDMAN, R., ABATE, Y.H., ABBASI-KANGEVARI, M., ABDUREHMAN, A.M., ABEDI, A., NAGHAVI, M. y ONG, K.L., 2023. Global, regional, and national mortality due to unintentional carbon monoxide poisoning, 2000–2021: results from the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet Public Health [en línea], vol. 8, no. 11, [consulta: 14 noviembre 2023]. DOI 10.1016/S2468-2667(23)00185-8. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85174744964&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=49258f4b700f84aa541e39b7f1c401e5&sot=b&sdt=cl&cluster=scoaffilctry%2C%22United+States%22%2Ct%2Bscosexualkeywords%2C%22Carbon+Monoxide%22%2Ct%2C%22Air+Quality%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28carbon+monoxide+emissions%29&sl=26&sessionSearchId=49258f4b700f84aa541e39b7f1c401e5>.

NAIR, A.A., LIN, S., LUO, G., RYAN, I., QI, Q., DENG, X. y YU, F., 2023.

Environmental exposure disparities in ultrafine particles and PM_{2.5} by urbanicity and socio-demographics in New York state, 2013–2020. *Environmental Research* [en línea], vol. 239, [consulta: 8 noviembre 2023]. DOI 10.1016/j.envres.2023.117246. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935123020509?pes=vor>.

NAZARENKO, Y., PAL, D. y ARIYA, P.A., 2021. Air quality standards for the concentration of particulate matter 2.5, global descriptive analysis | Normes de qualité de l'air pour la concentration de matières particulaires mp_{2,5}: Analyse descriptive globale2 | Normas de calidad d. *Bulletin of the World Health Organization* [en línea], vol. 99, no. 2, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.2471/BLT.19.245704. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85100010177&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28CALIDAD+DEL+AIRE%29&sl=31&sessionSearchId=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46>.

ORLANDONI-MERLI, G., RAMONI-PERAZZI, J. y PULIDO, M.O.P., 2021. Air Quality and Respiratory Diseases under Different Vehicular Restrictions Systems in Bucaramanga (Santander, Colombia) | Qualidade do ar e doenças respiratórias em vários esquemas de circulação rodoviária Introdução em Bucaramanga (Santander, Colombia) . *Revista Lasallista de Investigacion* [en línea], vol. 18, no. 1, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.22507/rli.v18n1a7. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85125541805&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28CALIDAD+DEL+AIRE%29&sl=31&sessionSearchId=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46>.

PARRAGUEZ CARRASCO, S.M., CHUNGA CHINGUEL, G.R., FLORES CUBAS, M.M. y ROMERO CIEZA, R.Y., 2017. El estudio y la investigación documental: Estrategias metodológicas y herramientas TIC. [en línea]. [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=v35KDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

RIOS, B., DÍAZ-ESTEBAN, Y. y RAGA, G.B., 2019. Smoke emissions from biomass burning in Central Mexico and their impact on air quality in Mexico City: May 2019 case study. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 904, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.166912. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85171189713&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46&sot=b&sdt=b&s=ALL%28calidad+AND+del+AND+aire%29&sl=31&sessionSearchId=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46>.

SABRY FOUAD, 2022. *Inteligencia Ambiental* - Google Books. [en línea]. [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Inteligencia_Ambiental/Nv6TEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=dispositivo+inteligente&pg=PT79&printsec=frontcover.

SALAS-RODRÍGUEZ, D., 2023. Complex model for the assessment of air quality management in five cities of the state of Guanajuato, Mexico | MODELO COMPLEJO PARA LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN CINCO CIUDADES DEL ESTADO DE GUANAJUATO, MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* [en línea], vol. 39, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.20937/RICA.54489. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85171875418&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28CALIDAD+DEL+AIRE%29&sl=31&sessionSearchId=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46>.

SALCEDO, J. y MCCORMICK, K., 2020. *SPSS® Statistics 4th Edition*. [en línea]. S.l.: [consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/reference-manager/reader-v2/2c56032e-d82e-36e5-bcf3-7eaf0bc24031/087dd781-6bd1-8c57-73e9-7ea84e476ece>.

SÁNCHEZ-TORIJA, J.G., ARRANZ, B., OTEIZA, I., ALONSO, C. y MARTÍN-CONSUEGRA, F., 2022. Thermal comfort and air quality assessment in public schools in Madrid. Study of three cases during one year | Evaluación del confort térmico y la calidad de aire en centros docentes públicos en Madrid. Estudio de tres casos durante un año. Informes de la Construcción [en línea], vol. 74, no. 567, [consulta: 10 noviembre 2023]. DOI 10.3989/ic.87607. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85138592801&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28CALIDAD+DEL+AIRE%29&sl=31&sessionSearchId=b81fe3a63a70fb114e1c5f25b0ac5a46>.

SANGARAMOORTHY, M., YANG, J., TSENG, C., WU, J., RITZ, B., LARSON, T.V., FRUIN, S., STRAM, D.O., PARK, S.-S.L., FRANKE, A.A., WU, A.H. y CHENG, I., 2023. Particulate matter, traffic-related air pollutants, and circulating C-reactive protein levels: The Multiethnic Cohort Study. Environmental Pollution [en línea], vol. 332, [consulta: 14 noviembre 2023]. DOI 10.1016/j.envpol.2023.121962. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749123009648?pes=vor>.

SAURABH, A.Y., 2022. Airborne_Particiulate_Matter 2022. [en línea], Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Airborne_Particiulate_Matter/a31xEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=pm+2.5+y+pm10&pg=PA34&printsec=frontcover.

SUASNABAR RAMOS DANIEL LEONIDAS, 2023. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS CELEBRACIONES DE FIN DE AÑO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EN LIMA METROPOLITANA [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 27 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5647/suasnabar-ramos-daniel-leonidas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VILLA y MORALES, 2022. Ciberseguridad IoT y su aplicación en Ciudades Inteligentes [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 15 octubre 2023]. ISBN 9788419444745, 841944474X. Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Ciberseguridad_IoT_y_su_aplicaci%C3

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Tabla 13. Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿De qué manera el dispositivo inteligente influye para medir la calidad del aire en un centro de salud, Chaclacayo-2023?	El objetivo general es determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir la calidad del aire en un centro de salud, Chaclacayo-2023.	Se planteó que la implementación de un dispositivo inteligente en un centro de salud en Chaclacayo en 2023 resultará en una mejora en la medición de la calidad del aire					<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Población Muestra: 20 registros</p> <p>Técnica e instrumento: - Observación. - Fichas de registro</p> <p>Método de investigación Hipotético - Deductivo</p>
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS					
PE1: ¿De qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023?	OE1: Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.	HE1: La implementación de un dispositivo inteligente mejora la medición del índice de calidad del aire en relación al material particulado (PM2.5)	DEPENDIENTE: Calidad del Aire		Volumen de Ventas	Fichas de registro	
PE2: ¿De qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023?	OE2: Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.	HE2: La implementación de un dispositivo inteligente también mejora la medición del índice de calidad del aire referente al monóxido de carbono (CO).			Nivel de Productividad		

Fuente: elaboración propia

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variable

Tabla 14. Matriz de Operacionalización de Variable

Variable s	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensi ó n	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
Calidad del aire	<p>calidad del aire en un territorio está influenciada por factores meteorológicos, la naturaleza del suelo, la vegetación y actividades humanas. Se emplea un Índice de Calidad del Aire (AQI) que abarca desde niveles "buena" hasta "mala" en una escala que consta de 6 categorías. A medida que el AQI aumenta, más personas pueden verse afectadas por contaminantes. El desafío es la falta de un estándar global, ya que los países tienen sus propios índices basados en regulaciones locales. PORTA, ANDRÉS Y OTROS (2018)</p>	<p>Se utilizará una ficha de registro en el que se proporcionarán los detalles de las mediciones de material particulado PM2.5 y Monóxido de Carbono (CO) dentro del centro de salud.</p>		Índice de calidad del aire material particulado (PM2.5) (MINAM, 2016, P5.)	$I (PM2.5) = [PM2.5] * 100/25$	Intervalo
				Índice de calidad del aire monóxido de carbono (CO) (MINAM, 2016, P4)	$I (CO)=[CO] * 100/10000$	Intervalo

Fuente: elaboración propia

Anexo 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 15. Ficha de registro Índice de Material Particulado PM2.5

FICHA DE REGISTRO			
INVESTIGADORES	Berrospi Basurto, Marco Antonio - Torres Ramírez, Alfredo Alexander		
TIPO DE PRUEBA	Pre-Test		
ORGANIZACIÓN / EMPRESA	Centro de Salud Chaclacayo		
MOTIVO DE LA INVESTIGACIÓN	Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.		
FECHA INICIO	13/11/2023	FECHA FINAL	8/12/2023

Variable	Indicador			Formula	
Calidad del Aire	Índice de calidad del aire material particulado (PM2.5)			$I (PM2.5) = [PM2.5] * 100/25$	
Intervalo de concentración PM2.5					
Buena 0 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 0 - 12.5$	Moderada 51 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 12.6 - 25$	Mala 101 – 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 25.1 - 125$	Umbral de Cuidado >500 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = >125$		
FECHA	TURNO			PROMEDIO	INTERVALO DE CONCENTRACIÓN N PM 2.5
	MAÑANA 8am	TARDE 1:30pm	NOCHE 7pm		
13/11/2023	121	84	34	80	MALA
14/11/2023	115	75	33	74	MALA
15/11/2023	98	84	37	73	MALA
16/11/2023	121	96	34	84	MALA
17/11/2023	111	87	36	78	MALA

20/11/2023	98	97	61	85	MALA
21/11/2023	88	59	59	69	MALA
22/11/2023	134	47	61	81	MALA
23/11/2023	58	60	58	59	MALA
24/11/2023	67	35	55	52	MALA
27/11/2023	60	33	27	40	MALA
28/11/2023	39	38	21	33	MALA
29/11/2023	88	55	27	57	MALA
30/11/2023	92	70	68	77	MALA
1/12/2023	42	27	27	32	MALA
4/12/2023	116	65	27	69	MALA
5/12/2023	71	59	26	52	MALA
6/12/2023	72	48	28	49	MALA
7/12/2023	93	59	31	61	MALA
8/12/2023	75	29	25	43	MALA


MINISTERIO DE SALUD
 CUIDA LA VIDA - CUIDA LA SALUD
 Dr. Carlos Quispe Benavides
 C.M.P. 47294
 MÉDICO JEFE CAMIL MIGUEL GRAU

**REPRESENTANTE DEL CENTRO MATERNO
 INFANTIL MIGUEL GRAU**

Fuente: Elaboración propia

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 16. Ficha de registro Índice de Monóxido de Carbono (CO)

FICHA DE REGISTRO			
INVESTIGADORES	Berrospi Basurto, Marco Antonio - Torres Ramírez, Alfredo Alexander		
TIPO DE PRUEBA	Pre-Test		
ORGANIZACIÓN / EMPRESA	Centro de Salud Chaclacayo		
MOTIVO DE LA INVESTIGACIÓN	Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.		
FECHA INICIO	13/11/2023	FECHA FINAL	8/12/2023

Variable	Indicador			Formula	
Calidad del Aire	Índice de calidad del aire monóxido de carbono (CO)			$I (CO)=[CO] * 100/10000$	
Intervalo de concentración PM2.5					
Buena 0 – 50	Moderada 51 – 100	Mala 101 – 150		Umbral de Cuidado >150	
$\mu\text{g}/\text{m}^3 = 0 - 5049$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 = 5050 - 10049$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10050 - 15049$		$\mu\text{g}/\text{m}^3 = < 15050$	
FECHA	TURNO			PROMEDIO	INTERVALO DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)
	MAÑANA 8am	TARDE 1:30pm	NOCHE 7pm		
13/11/2023	6857.14	5714.29	6857.14	6476.19	MODERADO
14/11/2023	5714.29	6857.14	5714.29	6095.24	MODERADO
15/11/2023	6857.14	6857.14	5714.29	6476.19	MODERADO
16/11/2023	6857.14	5714.29	5714.29	6095.24	MODERADO
17/11/2023	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	MODERADO
20/11/2023	6857.14	8000.00	4571.43	6476.19	MODERADO

21/11/2023	5714.29	6857.14	5714.29	6095.24	MODERADO
22/11/2023	6857.14	4571.43	5714.29	5714.29	MODERADO
23/11/2023	6857.14	6857.14	6857.14	6857.14	MODERADO
24/11/2023	5714.29	4571.43	4571.43	4952.38	BUENA
27/11/2023	5714.29	5714.29	8000	6476.19	MODERADO
28/11/2023	5714.29	5714.29	6857.14	6095.24	MODERADO
29/11/2023	5714.29	6857.14	4571.43	5714.29	MODERADO
30/11/2023	8000.00	6857.14	8000	7619.05	MODERADO
1/12/2023	5714.29	5714.29	8000	6476.19	MODERADO
4/12/2023	6857.14	5714.29	5714.29	6095.24	MODERADO
5/12/2023	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	MODERADO
6/12/2023	6857.14	5714.29	5714.29	6095.24	MODERADO
7/12/2023	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	MODERADO
8/12/2023	9142.86	5714.29	6857.14	7238.10	MODERADO


MINISTERIO DE SALUD
CEDIS - LIMA ESTE - CAMI MIGUEL GRAU

Dr. Carlos Quiroga Benavides
C.M.P. 47294
MÉDICO JEFE CAMI MIGUEL GRAU

**REPRESENTANTE DEL CENTRO MATERNO
 INFANTIL MIGUEL GRAU**

Fuente: Elaboración propia

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 17. Ficha de registro Índice de Material Particulado PM2.5

FICHA DE REGISTRO			
INVESTIGADORES	Berrospi Basurto, Marco Antonio - Torres Ramírez, Alfredo Alexander		
TIPO DE PRUEBA	Post-Test		
ORGANIZACIÓN / EMPRESA	Centro de Salud Chaclacayo		
MOTIVO DE LA INVESTIGACIÓN	Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.		
FECHA INICIO	23 / 04 / 2024	FECHA FINAL	12 / 05 / 2024

Variable	Indicador			Formula	
Calidad del Aire	Índice de calidad del aire material particulado (PM2.5)			I (PM2.5) = [PM2.5] * 100/25	
Intervalo de concentración PM2.5					
Buena 0 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 0 - 12.5$	Moderada 51 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 12.6 - 25$	Mala 101 – 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 25.1 - 125$		Umbral de Cuidado >500 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = >125$	
FECHA	TURNO			PROMEDIO	INTERVALO DE CONCENTRACIÓN N PM 2.5
	MAÑANA 8am	TARDE 1:30pm	NOCHE 7pm		
23/04/2024	23	17	25	22	MODERADA
24/04/2024	37	21	18	25	MALA
25/04/2024	37	25	28	30	MALA
26/04/2024	26	30	19	25	MODERADA
27/04/2024	25	29	19	24	MODERADA

28/04/2024	29	26	20	25	MODERADA
29/04/2024	16	19	20	18	MODERADA
30/04/2024	35	27	16	26	MALA
1/05/2024	22	13	16	17	MODERADA
2/05/2024	48	18	23	30	MALA
3/05/2024	12	21	36	23	MODERADA
4/05/2024	11	12	29	17	MODERADA
5/05/2024	23	22	34	26	MALA
6/05/2024	14	14	39	22	MODERADA
7/05/2024	28	23	22	24	MODERADA
8/05/2024	20	21	19	20	MODERADA
9/05/2024	22	38	30	30	MALA
10/05/2024	57	35	37	43	MALA
11/05/2024	15	15	15	15	MODERADA
12/05/2024	25	18	17	20	MODERADA


MINISTERIO DE SALUD
 C.R.D. - LIMA ESTE - CAMIL MIGUEL GRAU
 Dr. Carlos Quispe Benavides
 C.M.P. 47294
 MÉDICO JEFE CAMIL MIGUEL GRAU

**REPRESENTANTE DEL CENTRO MATERNO
 INFANTIL MIGUEL GRAU**

Fuente: Elaboración propia

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 18. Ficha de registro Índice de Monóxido de Carbono (CO)

FICHA DE REGISTRO			
INVESTIGADORES	Berrospi Basurto, Marco Antonio - Torres Ramírez, Alfredo Alexander		
TIPO DE PRUEBA	Post-Test		
ORGANIZACIÓN / EMPRESA	Centro de Salud Chaclacayo		
MOTIVO DE LA INVESTIGACIÓN	Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.		
FECHA INICIO	23 / 04 / 2024	FECHA FINAL	12 / 05 / 2024

Variable	Indicador	Formula			
Calidad del Aire	Índice de calidad del aire monóxido de carbono (CO)	$I (CO)=[CO] * 100/10000$			
Intervalo de concentración PM2.5					
Buena 0 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 0 - 5049$	Moderada 51 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 5050 - 10049$	Mala 101 – 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10050 - 15049$	Umbral de Cuidado >150 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = < 15050$		
FECHA	TURNO			PROMEDIO	INTERVALO DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)
	MAÑANA 8am	TARDE 1:30pm	NOCHE 7pm		
23/04/2024	6164.32	5583.43	6924.29	6224.01	MODERADA
24/04/2024	6438.41	6013.19	6697.18	6382.93	MODERADA
25/04/2024	6487.12	5685.58	6341.32	6171.34	MODERADA
26/04/2024	6589.40	5958.88	6497.65	6348.64	MODERADA
27/04/2024	6588.50	5889.63	6468.20	6315.44	MODERADA
28/04/2024	7955.74	7063.83	6265.35	7094.97	MODERADA

29/04/2024	6560.71	5625.55	5844.01	6010.09	MODERADA
30/04/2024	7792.78	5607.38	6468.20	6622.79	MODERADA
1/05/2024	6468.20	5353.66	6219.37	6013.74	MODERADA
2/05/2024	5807.53	5507.58	6026.76	5780.62	MODERADA
3/05/2024	6283.75	5398.89	5825.77	5836.14	MODERADA
4/05/2024	5917.02	5245.25	6292.96	5818.41	MODERADA
5/05/2024	6164.26	5789.31	6100.04	6017.87	MODERADA
6/05/2024	5064.95	5064.95	6477.44	5535.78	MODERADA
7/05/2024	6145.90	5516.64	6357.44	6006.66	MODERADA
8/05/2024	6737.03	5371.75	6054.23	6054.34	MODERADA
9/05/2024	6412.78	6237.76	6182.62	6277.72	MODERADA
10/05/2024	6914.10	5634.63	6274.55	6274.43	MODERADA
11/05/2024	7821.48	7821.48	7821.48	7821.48	MODERADA
12/05/2024	7811.91	9662.99	6026.76	7833.89	MODERADA


MINISTERIO DE SALUD
 C.O.S. - LIMA ESTE - CAMI MIGUEL GRAU

Dr. Carlos Quijspe Benavides
 C.M.P. 47294
 MÉDICO JEFE CAMI MIGUEL GRAU

**REPRESENTANTE DEL CENTRO MATERNO
 INFANTIL MIGUEL GRAU**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Evaluación por juicio de expertos

N	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice De Material Particulado (Pm2.5)							
	Medir el índice de Material Particulado (PM2.5) del Centro de Salud $I (PM2.5) = [PM2.5] * 100/25$	X		X		X		
2	Índice De Monóxido De Carbono (CO)							
	Medir el índice de Monóxido de Carbono (CO) del Centro de Salud $I (CO) = [CO] * 100/10000$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Frank Huamanchumo Casanova DNI: 18139608

Especialidad del validador: Ingeniero de Computación y Sistemas / Maestro en Ciencias Económicas mención en Administración de Negocios

20 de agosto del 2023



Firma del Experto Informante

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE CALIDAD DEL AIRE

N	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice De Material Particulado (Pm2.5)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Medir el índice de Material Particulado (PM2.5) del Centro de Salud $1(\text{PM2.5}) = [\text{PM2.5}] \cdot 100/25$							
2	Índice De Monóxido De Carbono (CO)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Medir el índice de Monóxido de Carbono (CO) del Centro de Salud $1(\text{CO}) = [\text{CO}] \cdot 100/10000$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | | No aplicable | |

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Rogelio Cabello Aguirre DNI: 07634626

Especialidad del validador: Iny. Sistemas

.....9 de 11 del 2023

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

R. Cabello Aguirre
 Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE VENTAS

N	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice De Material Particulado (Pm2.5)							
	Medir el índice de Material Particulado (PM2.5) del Centro de Salud $1(\text{PM2.5}) = [\text{PM2.5}] * 100/25$	X		X		X		
2	Índice De Monóxido De Carbono (CO)							
	Medir el índice de Monóxido de Carbono (CO) del Centro de Salud $1(\text{CO}) = [\text{CO}] * 100/10000$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Frey Chávez Pinillos **DNI:** 40074326

Especialidad del validador: Metodólogo

06 de noviembre del 2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

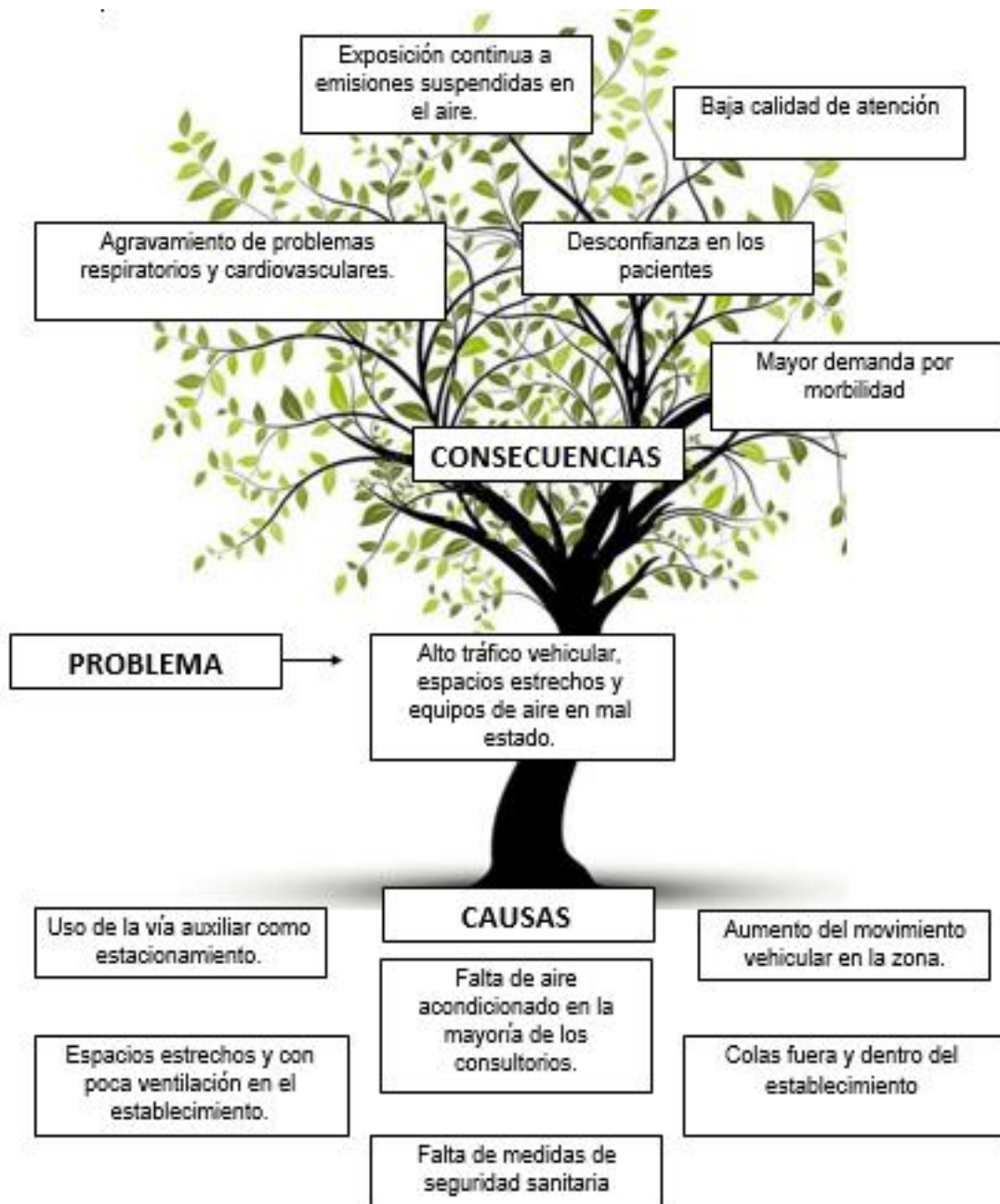
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión




Firma del Experto Informante

Anexo 5: ÁRBOL DE PROBLEMAS



Fuente: elaboración propia

Anexo 6: CARTA DE AUTORIZACIÓN


 **PERU** Ministerio de Salud Dirección de Redes Integradas de Salud Lima Este

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Mediante este documento se certifica:

Que los alumnos BERROSPI BASURTO, Marco Antonio con DNI: 47496965, TORRES RAMIREZ, Alfredo Alexander con DNI: 44508246 estudiantes de la escuela de Ingeniería de Sistema de la Universidad César Vallejo de la sede Ate, ha sido aceptado por nuestra institución **CENTRO MATERNO INFANTIL MIGUEL GRAU** con el RUC: 20131373237, para realizar el proyecto de investigación el cual se denomina "DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE EN UN CENTRO DE SALUD, CHACLACAYO – 2023".

El proyecto se realizará desde el 06 de octubre del 2023 hasta fines de julio del 2024. Así mismo resaltar que la información brindada al estudiante será autorizada y publicada con fines académicos. Los estudiantes asumen la responsabilidad y principios éticos de toda la investigación científica.


MINISTERIO DE SALUD
DIRIS - LIMA ESTE - CAMI MIGUEL GRAU
Dr. Carlos Quispe Benavides
M.P. 47294
MÉDICO JEFE CAMI. MIGUEL GRAU

**REPRESENTANTE DEL CENTRO MATERNO
INFANTIL MIGUEL GRAU**

Lima, 9 de octubre del 2023

En el Anexo 6 se muestra la petición de los permisos correspondientes al Director del centro de salud, el Dr. Carlos Ronald Quispe Benavides quien aprobó realizar nuestra investigación en el establecimiento, con fines educativos.

**Anexo 7: ENTREVISTA CON EL DIRECTOR DEL “CENTRO DE SALUD
MATERNO INFANTIL MIGUEL GRAU”**



Fuente: Elaboración propia

El Anexo 7 evidencia la reunión realizada con el director del centro de salud, se realizó la entrevista y se recopiló mayor información en cuanto a la situación que viene presentando el establecimiento y el conocimiento sobre las emisiones de contaminación.

Anexo 8: GUÍA DE PAUTAS

FECHA: 06 de Octubre del 2023

HORA INICIO: 11:55 am

HORA DE FIN: 12: 30 m

ENTREVISTADO: QUISPE BENAVIDES, CARLOS RONALD

ENTREVISTADOR: BERROSPI BASURTO, MARCO ANTONIO

LUGAR: Coop. de vivienda Miguel Grau - Carretera Central - Chaclacayo

MODALIDAD: Presencial



Universidad César Vallejo

ENTREVISTA

Como recopilación de datos, se realizó una entrevista en el centro materno infantil Miguel Grau, Chaclacayo, la fecha: *06 de Octubre 2023*, con unas series de 12 preguntas al profesional de salud el Dr.(a) *Quispe Benavides Carlos Ronald*, en el cual nos dará a conocer la situación actual de la CALIDAD DEL AIRE en el establecimiento y los principales problemas que podrían generar las emisiones de contaminación en el entorno hacia los ciudadanos, pacientes y trabajadores del establecimiento médico. Para ello, las preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el centro de salud y cuantas personas conforman todo el equipo?
hoy llevo trabajando 15 años en el centro de salud y tengo 187 personas actualmente trabajando
2. ¿Está al tanto de la problemática de la calidad del aire en el Perú?
A groro modo, el aire en el Perú y la atmósfera está contaminada por todas las partículas que emitimos: aerosoles, humos, desperdicio, todo eso.
3. Desde su perspectiva, ¿cuáles son los factores principales que inciden en la calidad del aire?
Creo que el hecho de la contaminación ambiental del Héro, la mala circulación, la biocontaminación que existe actualmente en cada área, distrito incluye bastante.
4. ¿Cree que la contaminación atmosférica puede tener un impacto significativo en la salud de los pacientes y trabajadores?
Si efectivamente, el tema de muchos pacientes que trabajan, dependiendo de su labor lugares de mayor espacios contaminados. Como ejemplo el personal de salud siempre estaría expuesto.
5. ¿Ha habido registros de un aumento en las enfermedades respiratorias tanto en los pacientes como en el personal de salud?
Si, mensual existen aumentos ya que a raíz de la pandemia hemos quedado expuestos sobre todo en la capacidad pulmonar, este virus afectó directamente al pulmón y antes de la pandemia no usábamos mascarillas por lo que ahora a grado conciencia.
6. ¿Tiene conocimiento acerca de las partículas finas PM2.5 y el monóxido de carbono (CO)?
Sobre las partículas finas PM2.5 no, sobre el CO sí.
7. ¿Cuál es el nivel de conciencia y preocupación actual dentro del centro de salud en relación con la calidad del aire y sus efectos en la salud?
Contra la normativa para un adecuado derecho de todo el personal fuertemente contaminante, hace que seamos partícipes de disminuir este porcentaje para el centro de salud.
8. ¿Tienen alguna política o medida específica que se hayan implementado para controlar la exposición de los pacientes, el personal médico y los visitantes a PM2.5 y CO en el interior del centro de salud?
Se cumple con la normativa, por ejemplo en el tema de los aires acondicionados que tienen un adecuado flujo, que sea un ambiente adecuado, una adecuada limpieza.
9. ¿Qué sistemas de ventilación y filtración de aire utilizan actualmente las instalaciones para reducir la concentración de PM2.5 y CO?
A nivel de algunos servicios o una tenemos el sistema de aire acondicionado por el tema de las salas en las farmacias.

10. ¿Se realizan auditorías o pruebas regulares para evaluar la calidad del aire en vuestras instalaciones en lo que respecta a PM2.5 y CO? Si es así, ¿con qué frecuencia se llevan a cabo de ser así cuál fue el último resultado?

No se realizan auditorías.

11. ¿Se proporciona capacitación periódica al personal sobre los riesgos asociados con PM2.5 y CO, así como sobre las medidas de prevención y respuesta en caso de emergencia?

Sinceramente muy poco

12. ¿Qué recursos o tecnologías adicionales se están considerando para mejorar la calidad del aire en el centro de salud en el futuro?

Ahorita no, no contamos con una tecnología adicional que pueda ayudarnos para la mejora del ambiente, ya que es importante para el futuro.

MINISTERIO DE SALUD
DIRIS - LIMA ESTE - CAMI - MIGUEL GRAU
[Firma]
Dr. Carlos Quijpe Benavides
C.M.P. 47294
MÉDICO JEFE CAMI, MIGUEL GRAU

REPRESENTANTE DEL CENTRO
MATERNO INFANTIL MIGUEL GRAU

En el Anexo 8, se muestra la elaboración de la guía de pautas, con 12 preguntas elaboradas acerca de la situación actual y los principales problemas de salud que causaría una mala calidad del aire.

Anexo 9: CARTA DE CONFORMIDAD - IMPLEMENTACIÓN



CARTA DE CONFORMIDAD

Asunto: conformidad de proyecto de tesis implementado en el C.M.I "MIGUEL GRAU" – CHACLACAYO.

Es grato dirigirme a Uds. Jóvenes estudiantes:

BERROSPI BASURTO MARCO ANTONIO Y TORRES RAMIREZ ALFREDO ALEXANDER, para expresar nuestra conformidad y apoyo a la implementación de su proyecto de tesis titulado: **"DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE EN UN CENTRO DE SALUD, CHACLACAYO, 2024"**.

Consideramos que su proyecto representa un avance significativo en el monitoreo y mejoramiento de la calidad del aire dentro de nuestro centro de salud. Queremos agradecerles por su dedicación y esfuerzo en el desarrollo de este proyecto.

Sin otro particular y reiterando nuestro agradecimiento, me despido de Uds. Expresando mis muestras de consideración.

 **MINISTERIO DE SALUD**
DIRIS - LIMA ESTE - C.M.I. MIGUEL GRAU

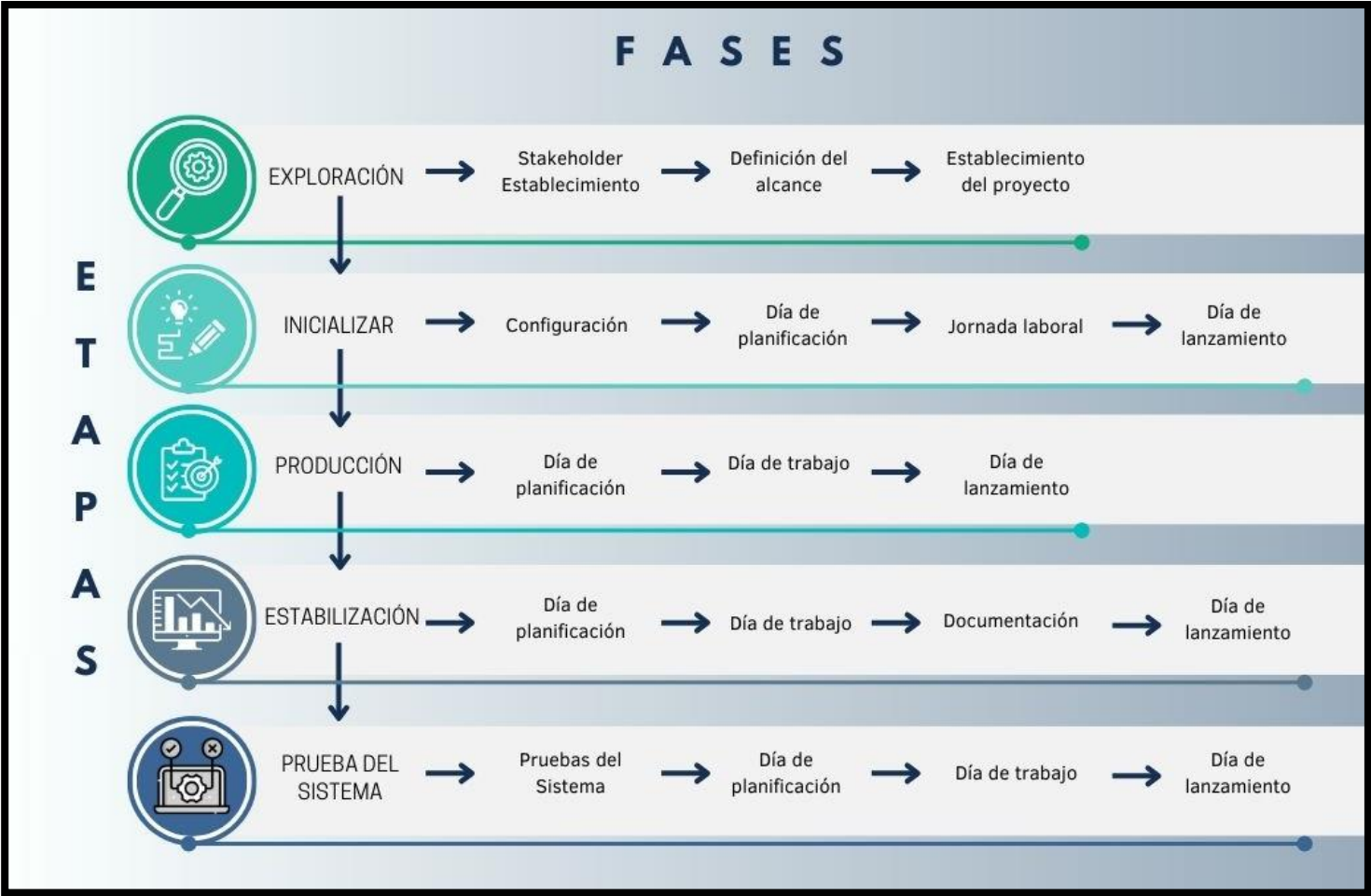
Dr. Carlos Quespe Benavides
C.M.P. 47294
MÉDICO JEFE C.M.I. MIGUEL GRAU

**REPRESENTANTE DEL CENTRO MATERNO
INFANTIL MIGUEL GRAU**

Lima, 21 de junio del 2024

Anexo 10: Metodología Mobile-D

Figura 10. Metodología Mobile-D



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Desarrollo de la Metodología Mobile-D

Metodología Mobile-D

Exploración

Durante la fase de exploración, se identificaron el alcance y los lineamientos principales del proyecto, además de los actores involucrados en su realización. En esta etapa, los clientes desempeñaron un papel crucial, ya que estaban previamente asociados con los requisitos funcionales del proyecto. Para formalizar estos aspectos, se elaboró un Project Charter, el cual se puede ver en la tabla 8.

Tabla 19. Project Charter

Project Charter	
Empresa	Centro de Salud Chaclacayo
Nombre del proyecto	Dispositivo Inteligente para medir la Calidad del Aire en un Centro de Salud, Chaclacayo - 2023
Siglas del proyecto	DICACS
Cliente	Quispe Benavides Carlos Ronald
Gerentes del Proyecto	Berrosipi Basurto Marco Antonio Torres Ramirez Alfredo Alexander
Correo electrónico	atorresra87@ucvvirtual.edu.pe mberrospib@ucvvirtual.edu.pe
Celular	962 280 897 963846080
Fecha de inicialización	
Fecha de Finalización	20 de Julio del 2024

Problemática
<p>El Centro de Salud Chaclacayo, se identificó ambientes cerrados de poca ventilación en el área de espera para sacar citas, por ende, se observó un ambiente contaminado debido a:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Aire acondicionado en mal estado➤ La zona en exteriores no está correctamente pavimentando, lo que causa la contaminación de Material Particulado PM 2.5➤ Alto tráfico vehicular el cual ocasiona contaminación de CO

Objetivo del proyecto

Objetivo principal

- El objetivo general es determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir la calidad del aire en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de material particulado (PM2.5) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.
- Determinar de qué manera el dispositivo inteligente influye para medir el índice de calidad del aire de monóxido de carbono (CO) en un centro de salud, Chaclacayo-2023.

Presupuesto

Tipo	Descripción	Cantidad o duración	Importe
Servicios de hogar	Internet	5 meses	S/ 125
	Luz	5 meses	S/ 210
Servicio de alimento	Refrigerio	20	S/ 200
Hardware	PC	1	S/ 3,500
	Laptop	1	S/ 2,500
	Celular	3	S/ 2,700
	USB	2	S/ 120
Materiales de oficina	Hojas bond	1 millar	S/ 19
	Bolígrafos	5 unidades	S/ 15
Software	Blynk IOT	-	-
	Arduino IDE	-	-
Componentes del dispositivo	Pantalla LCD 16X2 con Módulo I2C	1	S/ 20
	Módulo ESP32	1	S/ 45
	Módulo de Sensor de Material Particulado (PM 2.5)	1	S/ 45
	Módulo de Sensor de Monóxido de Carbono (CO)	1	S/ 35

	Convertidor DC-DC Buck: LM2596	1	S/ 25
	Kit de componentes electrónicos	1	S/ 50
TOTAL			S/ 6,109
Alcance y programación del proyecto			
Alcance	La implementación del dispositivo inteligente, permitirá controlar y monitorear el exceso del Material Particulado PM 2.5 y Monóxido de carbono (CO) dentro del centro de salud Chaclacayo.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Stakeholders

Stakeholders	
Nombre	Cargo
Quispe Benavides Carlos Ronald	Representante del Centro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Valor de prioridad

Prioridad	Descripción
Alta	Requerimientos que se resuelven de manera rápida
Media	Requerimientos que se resuelven de manera reiterada
Baja	Requerimientos que se resuelven regularidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Requerimientos funcionales

Requerimientos Funcionales			
ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RF01	Prototipo	El prototipo deberá mostrar los niveles de PM2.5 y CO dentro de las instalaciones del Centro de Salud.	Alta
		El prototipo dará alertas mediante una bocina si la contaminación supera los niveles permitidos.	Alta
		El prototipo encenderá un ventilador, si se supera los niveles permitidos.	Alta
RF02	Registro de usuarios	El sistema tendrá un login con su contraseña para cada usuario.	Alta
		El aplicativo deberá mostrar la opción para crear tanto el usuario como la contraseña.	Alta
		El aplicativo tendrá la función de recuperar contraseña de ser necesario.	Alta
RF03	Seguridad de cuentas de usuario	El aplicativo podrá administrar cuentas de usuario.	Alta
RF04	Menú de inicio	El aplicativo mostrará un menú de inicio para visualizar si está correctamente conectado al prototipo.	Alta
RF05	Monitoreo y datos	El aplicativo mostrará en tiempo real los datos del PM2.5 y Monóxido de Carbono.	Alta
		El aplicativo guardará las medidas tomadas en los horarios asignados.	Alta
RF06	Alertas y reportes	El aplicativo deberá enviar alertas tanto al correo como al celular cuando estén en estado crítico.	Alta
		El aplicativo tendrá un servidor web. Donde se almacenará las mediciones y podrán ser descargadas en Excel.	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Requerimientos no funcionales

Requerimientos No Funcionales			
ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RF01	Interfaz	El aplicativo tendrá una interfaz amigable y fácil.	Alta
RF02	Comunicación	El aplicativo funcionará de forma ininterrumpida.	Alta
RF03	Plan de continuidad	El prototipo no funcionará si no cuenta con internet.	Alta
		El prototipo no funcionará si no hay fluido eléctrico.	Alta
RF04	Compatibilidad	El aplicativo tendrá un servidor web	Alta
		El aplicativo será compatible con IOS y Android.	Alta
RF05	Confidencialidad	Solo el administrador podrá configurar el sistema.	Alta
RF06	Sistema de almacenamiento	La data se almacenará en el servidor web de Blynk.	Alta
		La data almacenada sólo se podrá descargar del servidor web de Blynk.	Alta

Fuente: Elaboración propia

INICIALIZACIÓN

En esta fase, se recopilaron todos los recursos necesarios para ejecutar la implementación, incluyendo elementos físicos, tecnológicos y de comunicaciones. Se escogió al equipo de desarrolladores que formarían parte del proyecto y se estableció el entorno de trabajo. Por ello, la fase inicial se segmenta en varias etapas: configuración, jornada de planificación, jornada de trabajo y jornada de lanzamiento.

Tabla 24. Equipo de trabajo

Equipo de trabajo	
Nombre	Cargo
Alfredo Alexander Torres Ramírez	Programador
Berrospi Basurto Marco Antonio	Tester

Fuente: Elaboración propia

✚ Preparación del ambiente

➤ **Pantalla LCD 16X2 CON MODULO I2C**

Es una pantalla de color azul, que contiene 2 filas y 16 columnas lo cual permite visualizar los niveles para PM2.5 y CO. Viene con el módulo I2C que permite controlar los recursos para conexión al ESP32 de forma práctica.

➤ **Modulo LM2596**

Este módulo es un regulador de voltaje hasta 3A, para evitar que se dañen los componentes.

➤ **Modulo ESP32**

El módulo ESP32 permite la conexión hacia la red y con ello poder alojar la información en la nube de Blynk IOT.

➤ **Sensor PMS5003**

Este sensor detecta el material particulado PM2.5, es un sensor económico y de bajo consumo energético debido a que solo consume 5 V.

➤ **Sensor MQ-7**

Es un sensor que detecta el monóxido de carbono (CO) para poder medir la concentración de este gas en el aire. Es un sensor económico y de bajo consumo lo cual funciona con 5 voltios.

➤ **Ventilador Axial**

Este componente ayuda a mantener frío el sistema para evitar algún sobrecalentamiento y que los componentes se dañen.

➤ **Buzzer 3V a 24v**

Este módulo permitirá generar los sonidos de alarma cuando los niveles de contaminación sean críticos.

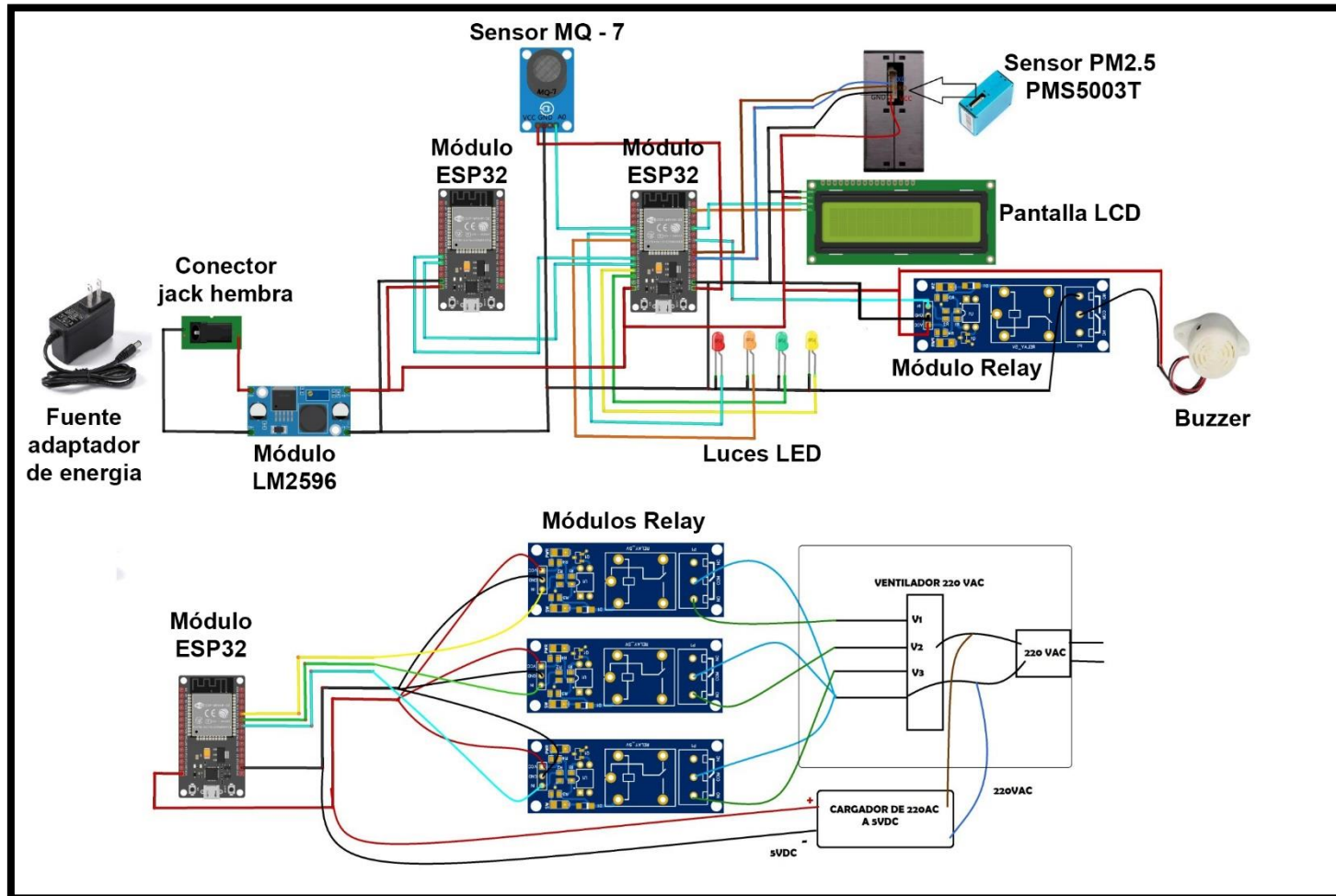
✚ Implementación del aplicativo móvil

Para la implementación del aplicativo móvil se necesitó las siguientes herramientas.

- Arduino IDE
- Plataforma Blynk IoT
- APK Blynk IoT

Prototipo del Sistema

Figura 11. Esquema del prototipo




Fuente: Elaboración propia

✚ Prototipo del Sistema

→ Interfaz de inicio de sesión

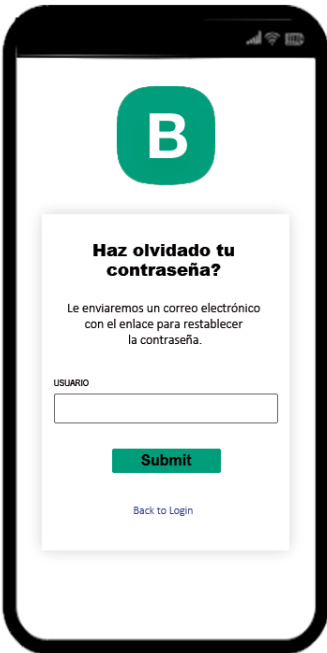
Tabla 25. Mockups Inicio de sesión

Nombre de interfaz	Inicio de sesión	
<p>Descripción:</p> <p>Al querer ingresar al aplicativo mostrará la interfaz de inicio de sesión donde se pondrá el user y pass el cual será dado por el administrador.</p> <p>También tendrá la opción de recuperar contraseña para cuando este mismo sea olvidado.</p>		

Fuente: Elaboración propia

→ Interfaz para recuperar contraseña

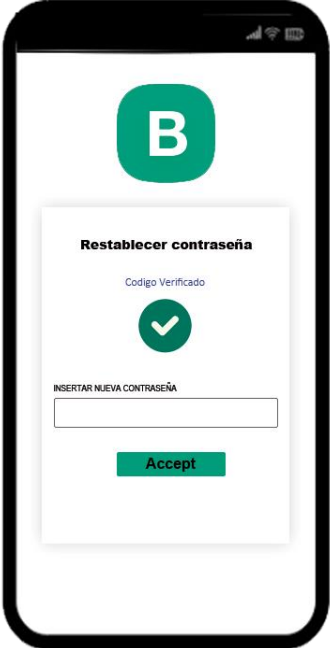
Tabla 26. Interfaz para recuperar contraseña

Nombre de interfaz	Para recuperar contraseña	
<p>Descripción:</p> <p>En esta interfaz se debe validar con el correo electrónico con el que uno se registró para que luego llegue un link al correo y así poder cambiar la contraseña.</p>		

Fuente: Elaboración propia

→ Interfaz para la creación de nueva contraseña

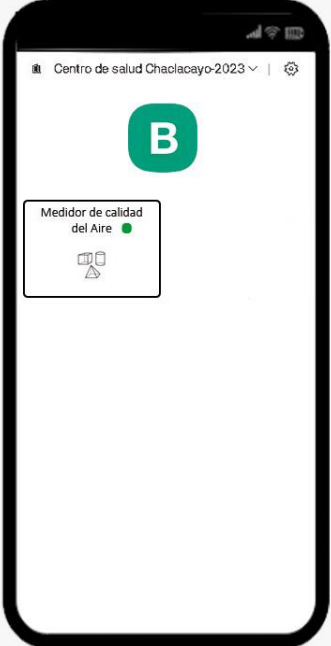
Tabla 27. Creación de nueva contraseña

Nombre de interfaz	creación de nueva contraseña	
<p>Descripción:</p> <p>En esta interfaz se mostrará la opción de ingresar la nueva contraseña.</p>		

Fuente: Elaboración propia

→ Interfaz del menú principal

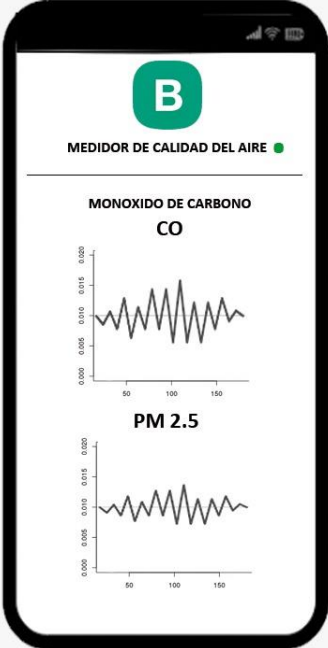
Tabla 28. Menú principal

Nombre de interfaz	Menú principal	
<p>Descripción:</p> <p>En esta interfaz se mostrará el estatus del prototipo. Si está conectado a la red mostrará un indicador color verde de lo contrario estará sin color en un estado plomo.</p>		

Fuente: Elaboración propia

→ Interfaz para la visualización de datos

Tabla 29. Visualización de datos

Nombre de interfaz	visualización de datos
Descripción: En esta interfaz se mostrará los datos de los indicadores tanto para el PM2.5 como para el CO.	

Fuente: Elaboración propia

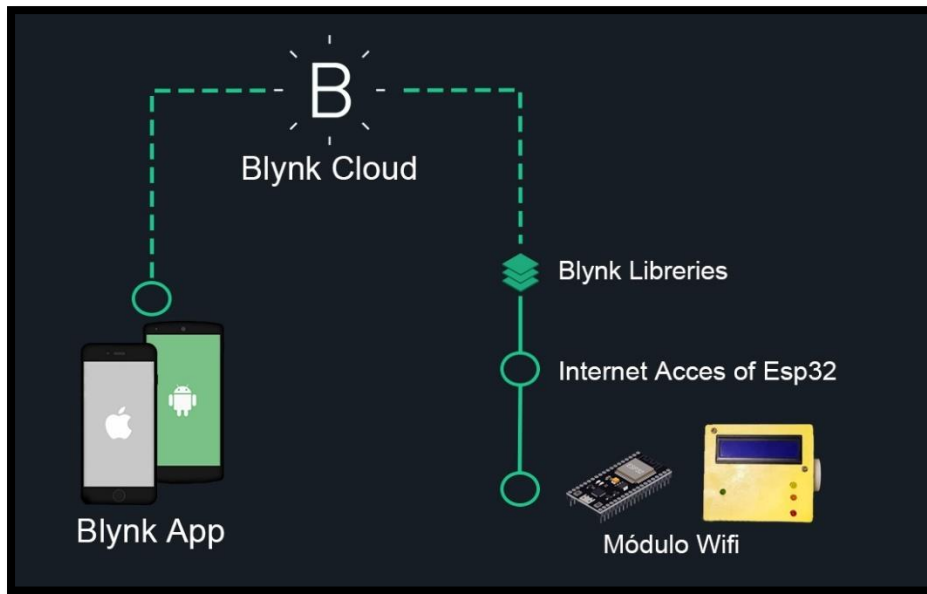
PRODUCCIÓN

- Diseño de la Aplicación

Para la aplicación se utilizó la plataforma Blynk IoT. Esta plataforma cuenta con servicio web y aplicativo móvil con compatibilidad para Android e IOS ello permite la conexión con diferentes módulos WIFI entre los más usados como Arduino UNO y el ESP32.

Para la implementación se utilizó el módulo ESP32 al ser compatible con diferentes aplicaciones y sensores. De igual forma se usó la herramienta Arduino IDE para configurar los componentes y el módulo que se usaron en esta implementación. Para culminar, se efectuó la conexión entre el prototipo y la plataforma Blynk IoT mediante un API brindado por la plataforma.

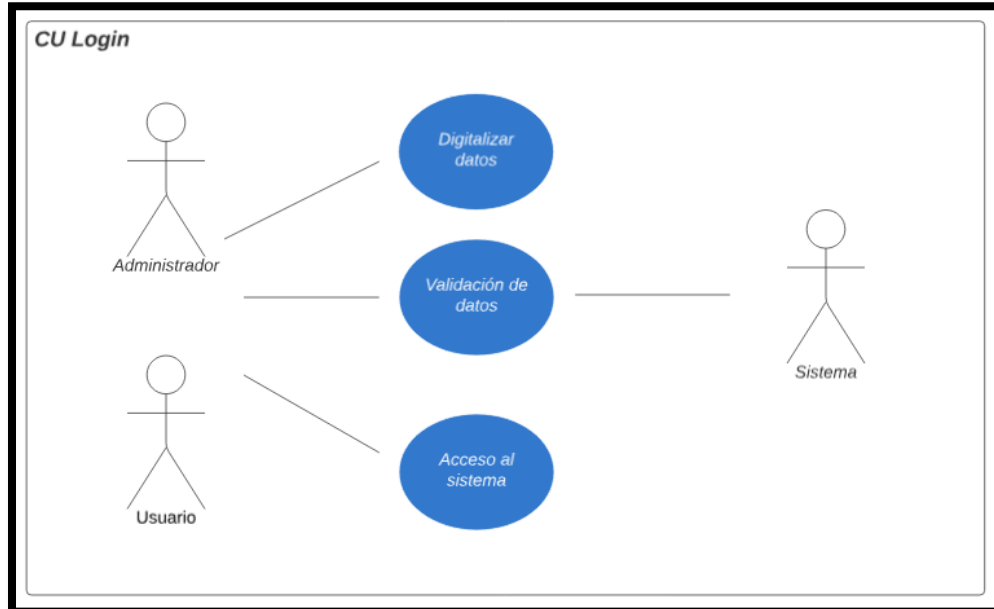
Figura 12. Diseño de Aplicación



Fuente: Elaboración propia

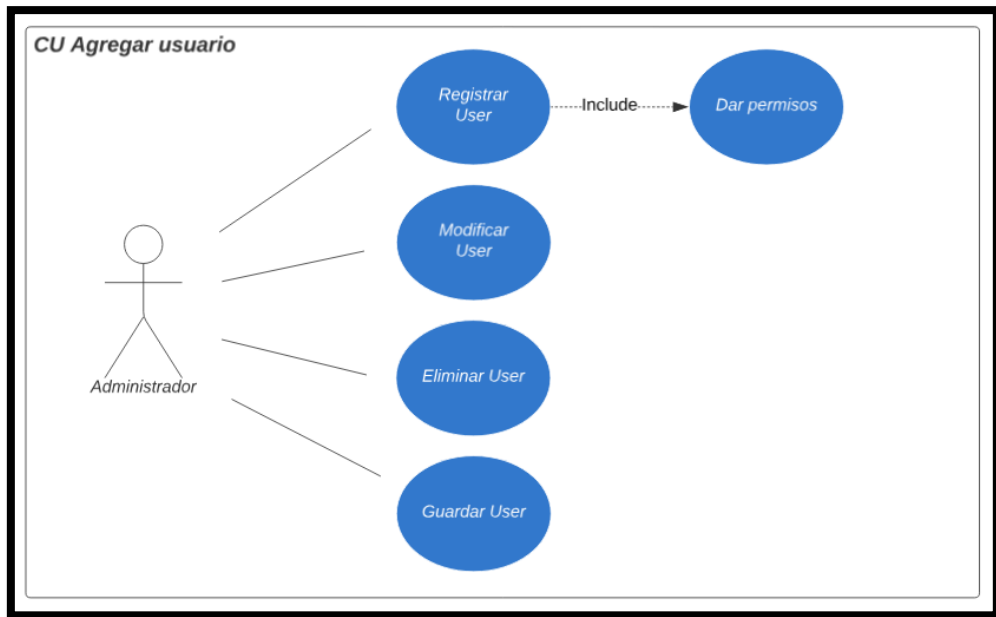
- **Casos de usos del sistema**

Figura 13. Caso de uso Login



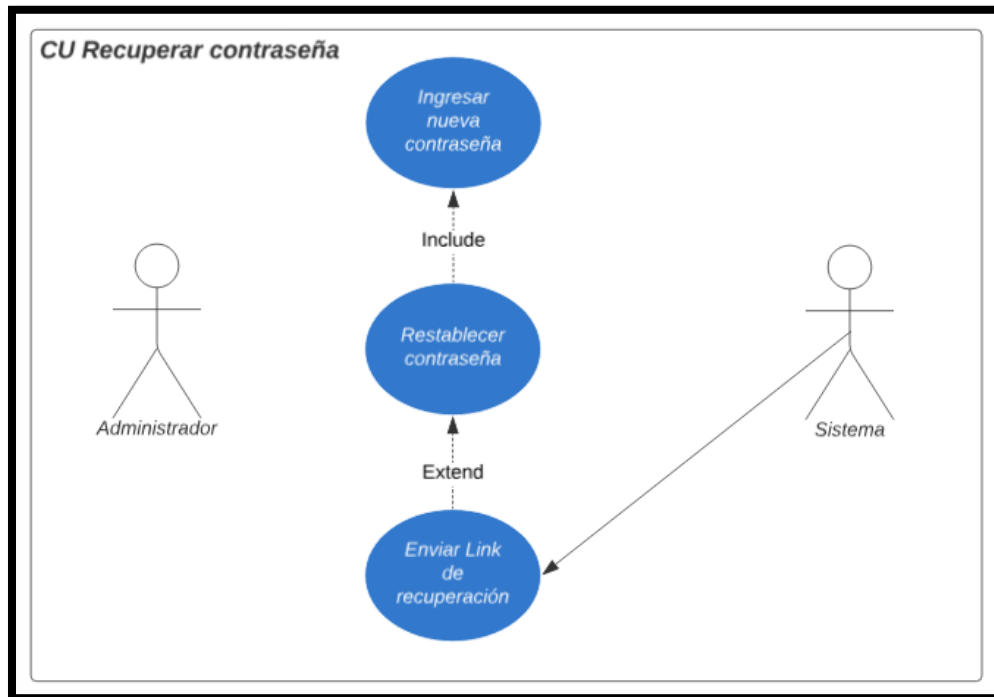
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Caso de uso Agregar usuario



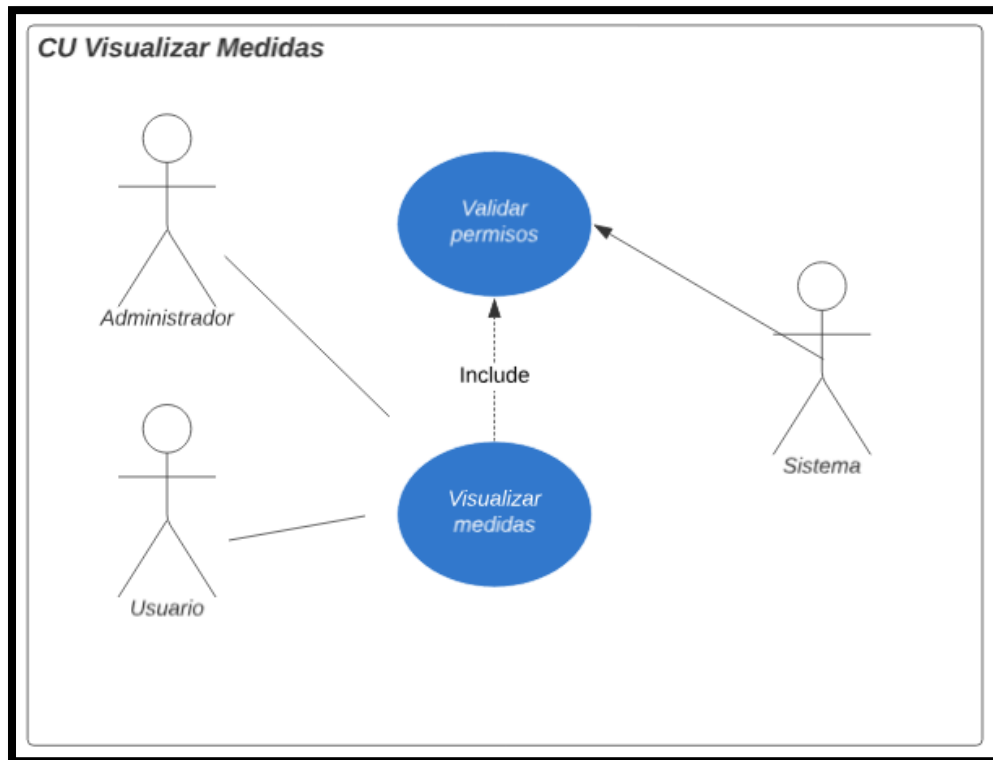
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Caso de uso Recuperar contraseña



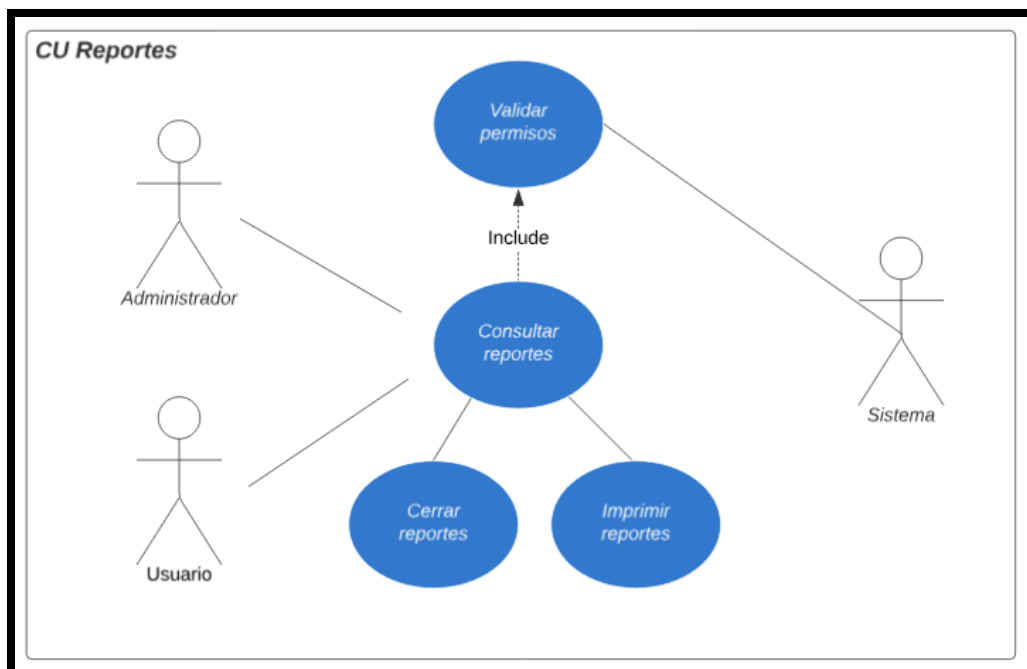
Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Caso de uso Visualización de medidas



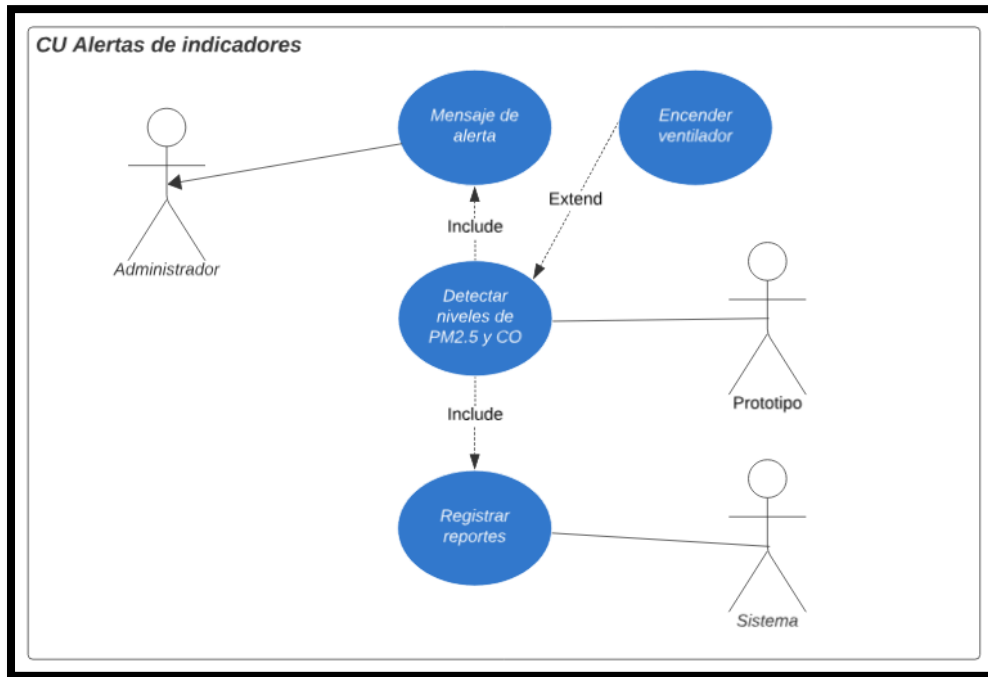
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Caso de uso Reportes



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Caso de uso alertas de indicadores



Fuente: Elaboración propia

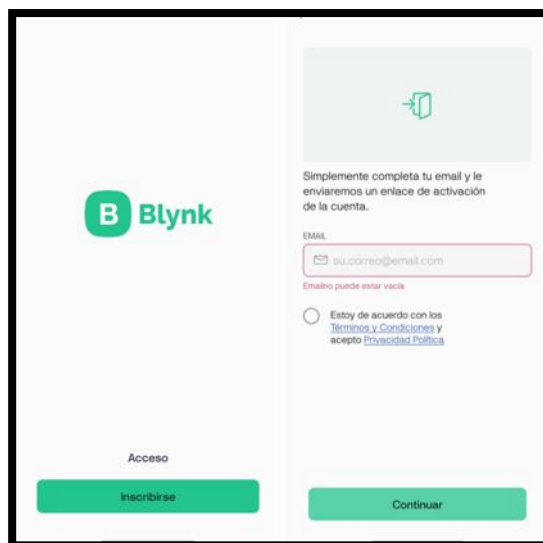
- **Creación del aplicativo**

Para crear la aplicación móvil se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. **Creación de usuario en Blynk IoT**

Para poder desarrollar un proyecto en la plataforma Blynk IoT se debió inscribirse ingresando un correo. Luego se ingresó al correo para validar y activar la cuenta.

Figura 19. Interfaz para crear usuario

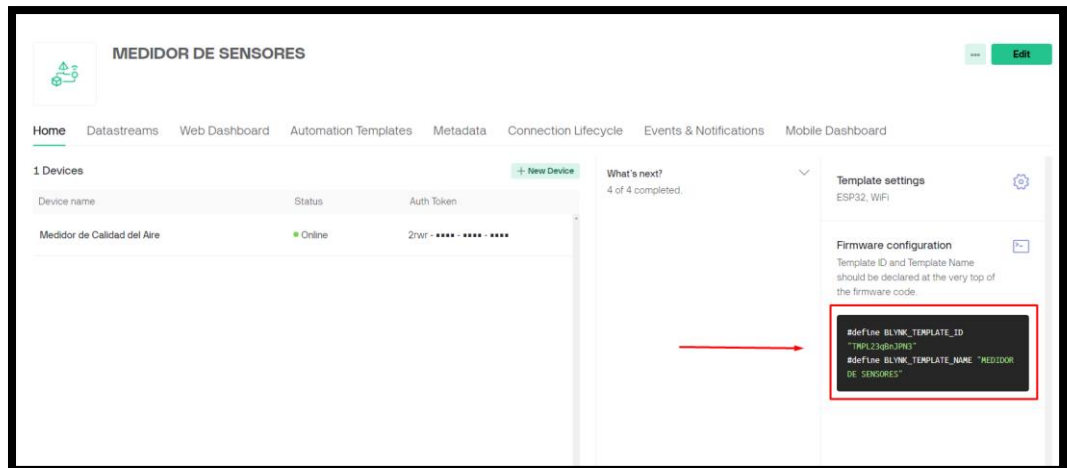


Fuente: Elaboración propia

2. Creación de nueva plantilla

Luego de la creación del usuario, se creó la plantilla ingresando los datos requeridos e incluso el tipo de módulo como en este caso el ESP32. En la figura 19 se resalta el código para la configuración de Firmware para poder realizar la conexión con la plataforma Blynk.

Figura 20. Interfaz data del proyecto



Fuente: Elaboración propia

3. Desarrollo del código en Arduino IDE

Previamente a la configuración, se tuvo que ingresar las librerías que hacen posible conectar el prototipo a la red.

Blynk: Esta biblioteca permite la conexión entre el prototipo y la plataforma en tiempo real.

LiquidCrystal_I2C: Permite usar el LCD del prototipo, mediante la conexión y así mismo tener los permisos para ingresar los caracteres que se mostrará en la pantalla LCD.

PMS: Esta librería viene con los valores pre establecidos para el sensor del PM2.5

Figura 21. Desarrollo del código en Arduino IDE

```
6 #define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"
7 #define BLYNK_PRINT Serial
8 #define APP_DEBUG
9
10 #include <PMS.h>
11 #include <time.h>
12 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
13 #include <MQ7.h>
14 #include "BlynkEdgent.h"
15
```

Fuente: Elaboración propia

Después de insertar las librerías, se ingresa el código para la configuración del Firmware la cual se puede ver en la figura 21.

Desde ese entonces el prototipo se conecta a la red y deja de ser un sistema local, el cual permite ver los datos de manera inalámbrica y en tiempo real.

Figura 22. Inserción de las librerías Blynk

PM2_CO_Blynk.ino	BlynkEdgent.h	BlynkState.h	ConfigMode.h	ConfigStore.h
1				
2	#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL23qBnJPN3"			
3	#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "MEDIDOR DE SENSORES"			
4				
5				

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, se agregó las funciones junto con los pines virtuales.

Figura 23. Inserción de pines virtuales

```
void Sensor_PM2() {
  sensor_pm = data.PM_AE_UG_2_5;
  Blynk.virtualWrite(V2, sensor_pm);
}

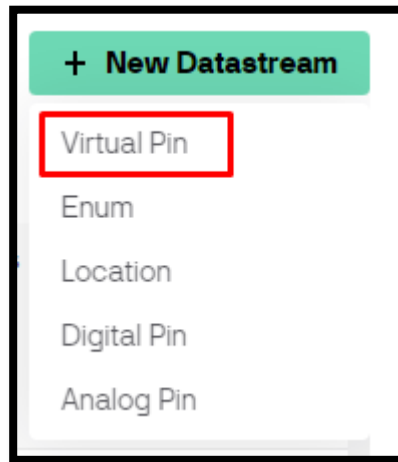
void Sensor_CO() {
  sensor_CO = ug_per_m3(mq7.getPPM());
  Blynk.virtualWrite(V1, sensor_CO);
}
```

Fuente: Elaboración propia

4. Creación de pines virtuales

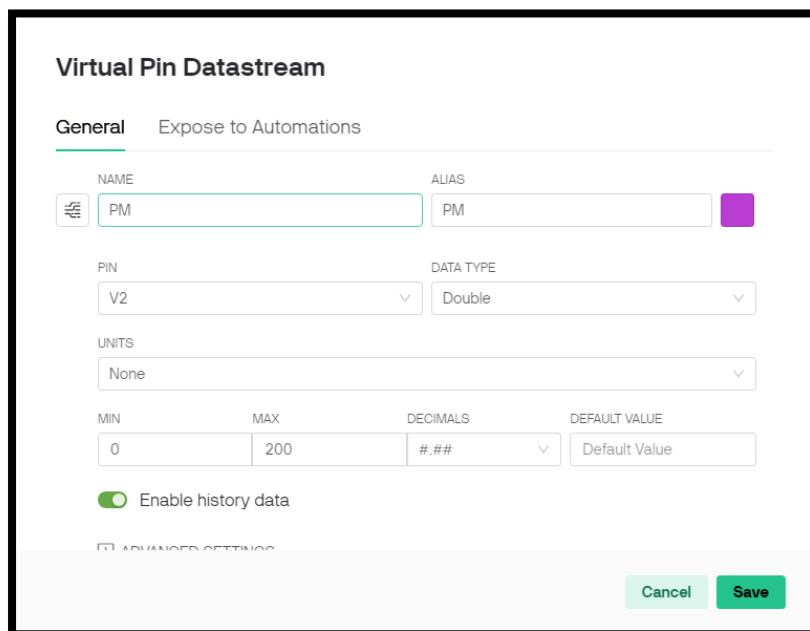
El prototipo debe estar funcionando correctamente para luego crear los pines virtuales, también estar conectado al servidor de Blynk IoT mediante el código de configuración del Firmware como se muestra en la figura 19. Desde ese punto se podrá ver los pines virtuales; uno es el Material Particulado PM2.5, identificado con el PIN V2 y el otro es el Monóxido de Carbono, identificado con el PIN virtual V1.

Figura 24. Interfaz Creación de pines virtuales



Fuente: Blynk IoT

Figura 25. Interfaz Pin virtual PM2.5

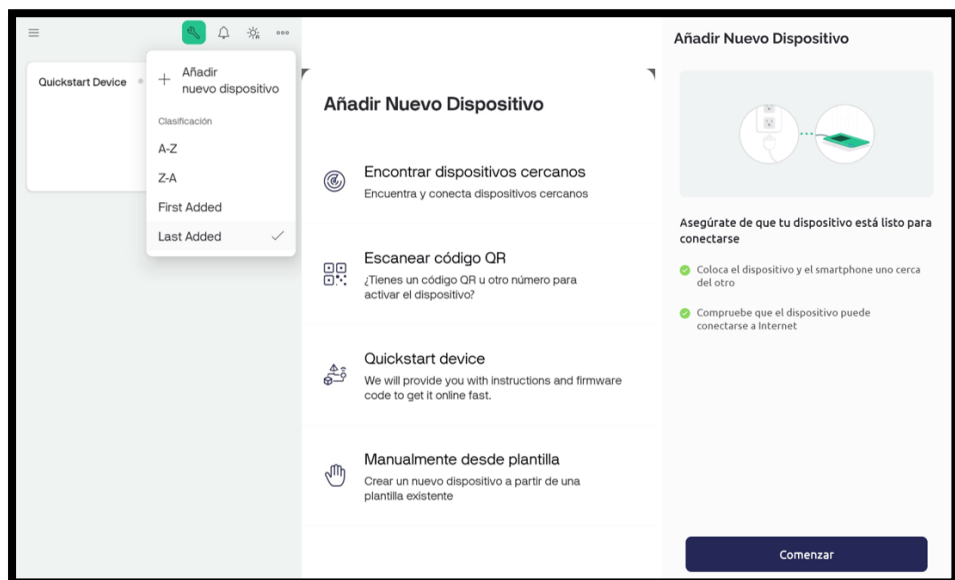
A screenshot of the Blynk IoT interface showing the configuration for a 'Virtual Pin Datastream'. The title is 'Virtual Pin Datastream'. There are two tabs: 'General' (selected) and 'Expose to Automations'. Under the 'General' tab, there are several input fields: 'NAME' (containing 'PM'), 'ALIAS' (containing 'PM'), 'PIN' (containing 'V2'), 'DATA TYPE' (containing 'Double'), 'UNITS' (containing 'None'), 'MIN' (containing '0'), 'MAX' (containing '200'), 'DECIMALS' (containing '#.##'), and 'DEFAULT VALUE' (containing 'Default Value'). There is a checkbox labeled 'Enable history data' which is checked. At the bottom right, there are two buttons: 'Cancel' and 'Save'.

Fuente: Blynk IoT

5. Sincronizar al teléfono

Una vez descargado e instalado el aplicativo Blynk. Se ingresa con el user y pass creado. Dentro del aplicativo se crean las plantillas con los datos antes mencionados.

Figura 26. Interfaz para sincronizar el teléfono con el prototipo

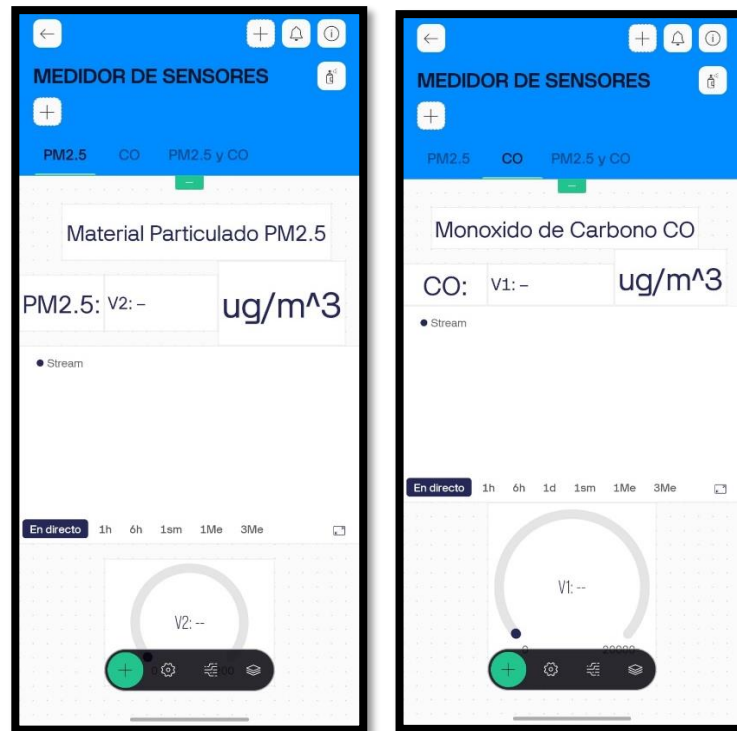


Fuente: Blynk IoT

6. Creación de Widget

Se creó las interfaces y gráficos para visualizar las medidas, para ello se agregó 6 label, 2 indicadores (Gauge) y gráficos de barras.

Figura 27. Creación de la interfaz



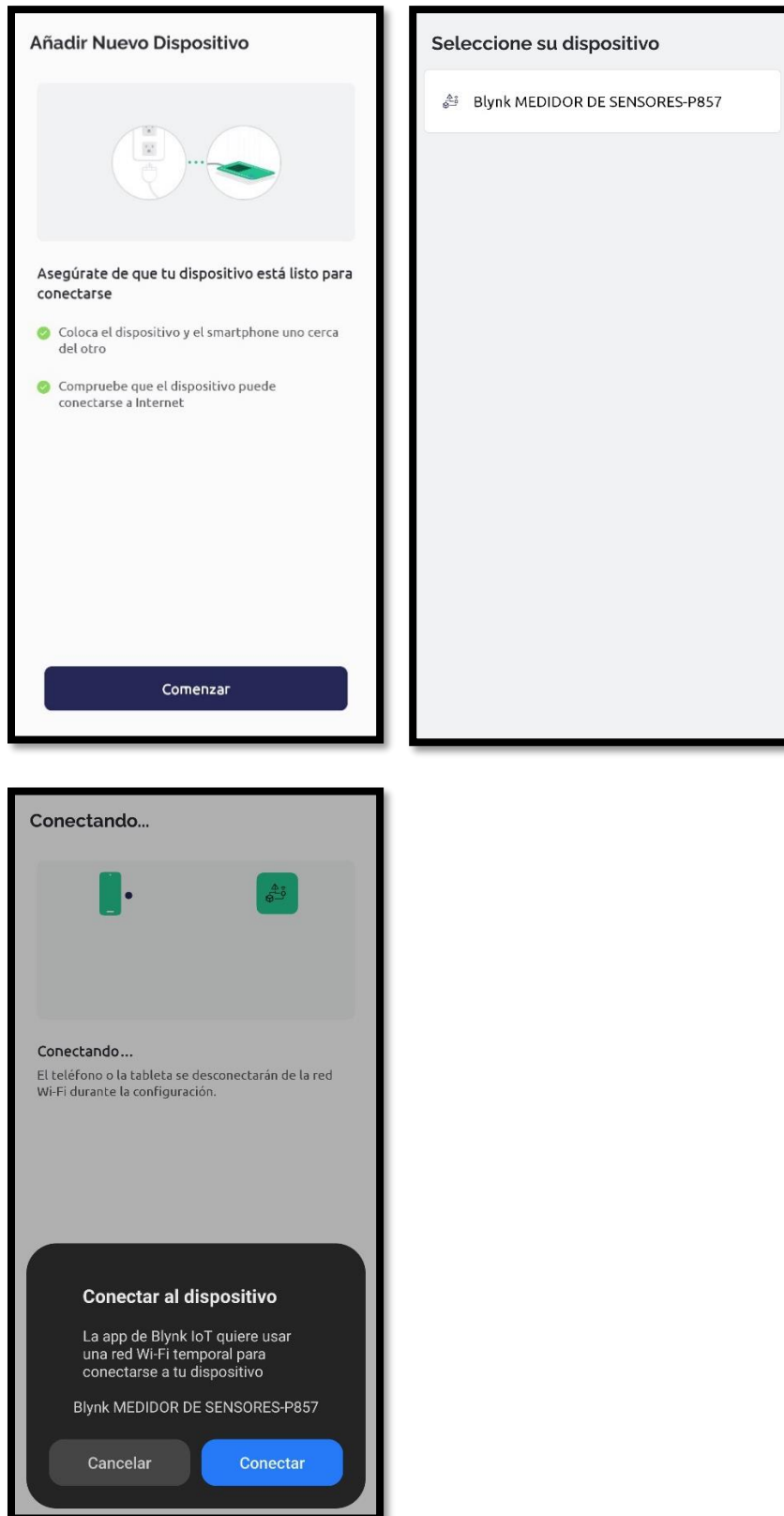
Fuente: Blynk IoT

7. Conexión del aplicativo

Luego de estar creado los Widget se realizó la conexión del aplicativo Blynk IoT con la plataforma, se accedió a la configuración de la plantilla creada seguido se eligió configurar conexión, donde se procede a buscar el prototipo que está funcionando dentro de la red. Una vez se encuentre el prototipo se ingresa el ssid y pass de la red donde se conectará el prototipo.

Luego de culminar los pasos se verá los datos en tiempo real.

Figura 28. Interfaz de conexión del aplicativo

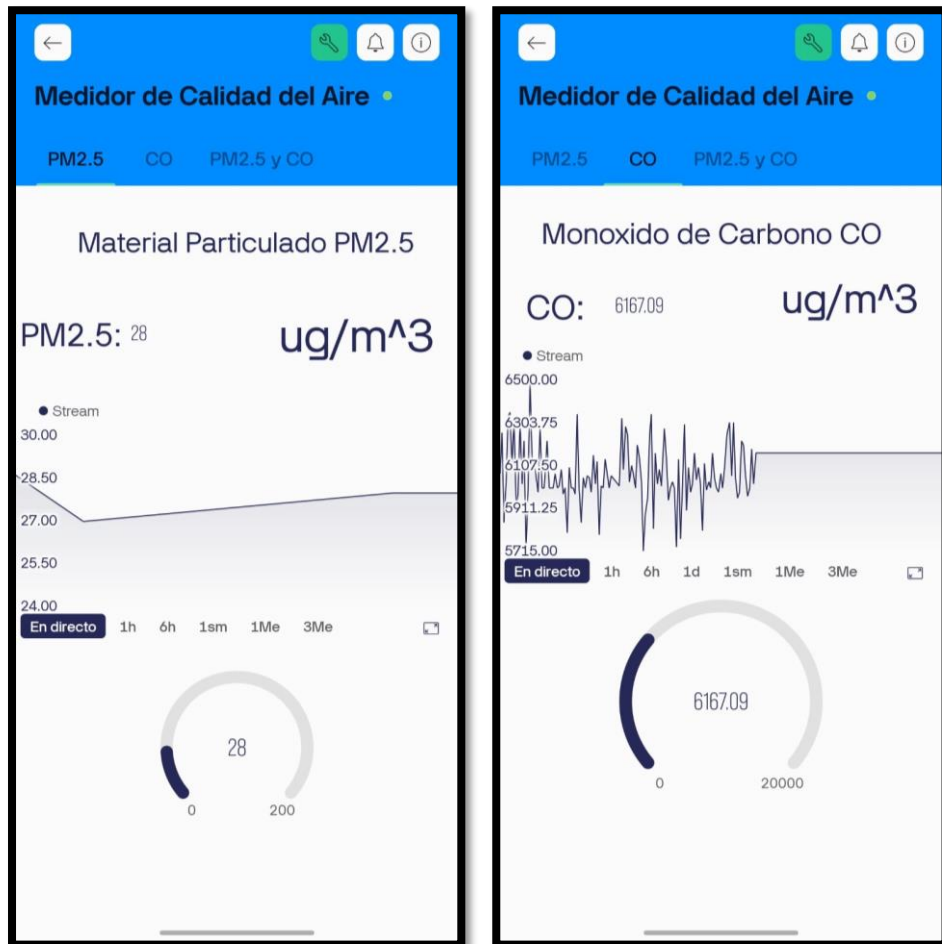


Fuente: Blynk IoT

8. Visualización del prototipo

Una vez sincronizado el aplicativo con el prototipo, se ingresa a la aplicación y selecciona la plantilla creada para poder visualizar los datos tanto del PM2.5 como el del CO en tiempo real.

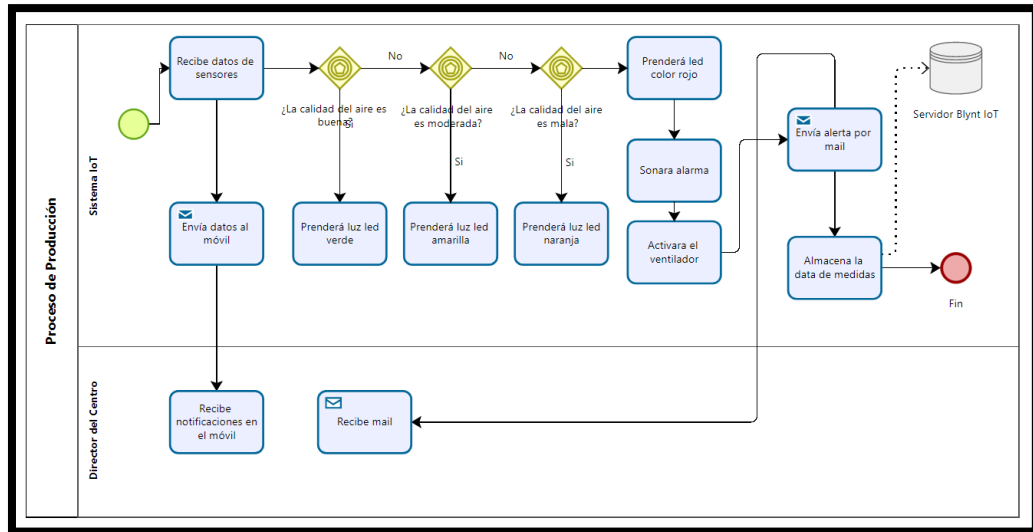
Figura 29. Interfaz de conexión del aplicativo



Fuente: Blynk IoT

- **Proceso de producción (TOBE)**

Figura 30. Proceso de producción TOBE



Fuente: Elaboración propia

ESTABILIZACIÓN

Durante la fase de estabilización, se llevaron a cabo pruebas del funcionamiento del prototipo con IoT y la aplicación móvil. Esto permitió identificar fallos para solucionarlos de manera inmediata, evitando así problemas que pudieran surgir durante la fase de Post Test. Durante la fase tuvimos problemas con los sensores los cuales no se comunicaban debido a que luego de una actualización de Arduino. Ante ello se solucionó usando un solo Esp32 para conectar ambos sensores eso solución el trabajar con un sensor analógico y el otro digital logrando la comunicación de ambos.

PRUEBAS DEL SISTEMA

Se llevaron a cabo pruebas funcionales del prototipo y la aplicación móvil, logrando cumplir todos los requerimientos.

Prueba funcional			
Prueba N°	PF - 01	Fecha de ejecución	06/04/2024
Nombre del encargado	Carlos Ronald Quispe Benavides	Caso de uso	Login

Descripción del caso de prueba	Validación de correo e inicio de sesión en el sistema
1. CASO DE PRUEBA	
a. Precondiciones	
Registro de cuenta en Blynk IoT.	
b. Pasos de prueba	
El encargado ingresa con sus credenciales al aplicativo móvil.	
Ingresa a la interfaz del menú principal donde vera el prototipo en línea.	
2. RESULTADOS DE LA PRUEBA	
Observaciones	Veredicto
Ninguno	Paso correctamente

Prueba funcional			
Prueba N°	PF - 02	Fecha de ejecución	06/04/2024
Nombre del encargado	Carlos Ronald Quispe Benavides	Caso de uso	Registrar User
Descripción del caso de prueba	Validación de registro de nuevos user realizado por el administrador.		
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			
Registrarse y validar el acceso a la plataforma Blynk IoT.			
El usuario debe brindar su correo al admin.			
b. Pasos de prueba			
El admin ingresa a la opción configuración.			
El admin ingresa a la opción de usuarios.			
El admin seleccionara la opción agregar nuevo usuario.			
El admin creará el Name y agrega el correo del nuevo user, así mismo podrá asignar el rol que se requiera.			
El sistema enviará un correo al nuevo user para poder enrolar la cuenta.			

Se valida el acceso del nuevo user ingresando al aplicativo Blynk.

2. RESULTADOS DE LA PRUEBA

Observaciones	Veredicto
Ninguno	Paso correctamente

Prueba funcional

Prueba N°	PF - 03	Fecha de ejecución	06/04/2024
Nombre del encargado	Carlos Ronald Quispe Benavides	Caso de uso	Visualización de datos y mediciones
Descripción del caso de prueba		Validación de visualización de las medidas en tiempo real.	

1. CASO DE PRUEBA

a. Precondiciones

Registrarse e ingresar a la plataforma Blynk IoT.

El prototipo debe estar prendido.

b. Pasos de prueba

Ingresar a la interfaz "Medidor de Calidad del Aire"

Se visualizará 3 tipos de gráficos del PM 2.5, en tiempo real.

Se visualizará 3 tipos de gráficos del Monóxido de Carbono, en tiempo real.

2. RESULTADOS DE LA PRUEBA

Observaciones	Veredicto
Ninguno	Paso correctamente

Prueba funcional			
Prueba N°	PF - 04	Fecha de ejecución	06/04/2024
Nombre del encargado	Carlos Ronald Quispe Benavides	Caso de uso	Reportes
Descripción del caso de prueba		Validación del inicio de sesión en el sistema.	
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			
Ingresar a la plataforma Blynk IoT.			
El prototipo debe estar prendido.			
b. Pasos de prueba			
El administrador debe ingresar a opciones de dispositivo.			
Seleccionar el dispositivo "Medidor de Calidad del Aire"			
Debe seleccionar los puntos que figuran en la parte inferior del dispositivo.			
Debe seleccionar la opción descargar reportes.			
2. RESULTADOS DE LA PRUEBA			
Observaciones		Veredicto	
Ninguno		Paso correctamente	

Prueba funcional			
Prueba N°	PF - 05	Fecha de ejecución	06/04/2024
Nombre del encargado	Carlos Ronald Quispe Benavides	Caso de uso	Alertas
Descripción del caso de prueba		Validación de alertas al llegar a niveles críticos el PM2.5 y CO.	
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			

Ingresar a la plataforma Blynk IoT.	
El prototipo debe estar prendido.	
Los niveles de ambos indicadores no pasan el límite permitido.	
b. Pasos de prueba	
El administrador recibirá en su correo las alertas enviadas por el prototipo.	
Cuando el nivel de concentración llegue a malo o crítico, se activará de forma automática el ventilador.	
2. RESULTADOS DE LA PRUEBA	
Observaciones	Veredicto
Ninguno	Paso correctamente

Prueba funcional			
Prueba N°	PF - 06	Fecha de ejecución	06/04/2024
Nombre del encargado	Carlos Ronald Quispe Benavides	Caso de uso	Prototipo
Descripción del caso de prueba		Validación de actividad 24/7 sin problema alguno.	
3. CASO DE PRUEBA			
c. Precondiciones			
Ingresar a la plataforma Blynk IoT.			
El prototipo debe estar prendido.			
Los niveles de ambos indicadores no pasan el límite permitido.			
d. Pasos de prueba			
El administrador recibirá en su correo las alertas enviadas por el prototipo.			
Cuando el nivel de concentración llegue a malo o crítico, se activará de forma automática el ventilador.			
4. RESULTADOS DE LA PRUEBA			
Observaciones		Veredicto	

Ninguno	Paso correctamente
---------	--------------------