



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**ESTACIÓN DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN METEOROLÓGICA Y
SISMOLÓGICA AUTOSUSTENTABLE PARA LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE AMBATO.**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Automatización

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnología de la información y Sistemas de
control

AUTOR: Walter Enrique Montero Solis

TUTOR: Ing. Franklin Wilfrido Salazar Logroño, Mg.

Ambato - Ecuador

agosto - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: ESTACIÓN DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN METEOROLÓGICA Y SISMOLÓGICA AUTOSUSTENTABLE PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Walter Enrique Montero Solis, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, agosto 2024

Ing. Franklin Wilfrido Salazar Logroño, Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: ESTACIÓN DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN METEOROLÓGICA Y SISMOLÓGICA AUTOSUSTENTABLE PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2024



Walter Enrique Montero Solis

C.C. 180432107-1

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto 2024



Walter Enrique Montero Solis

C.C. 180432107-1

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Walter Enrique Montero Solis, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTACIÓN DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN METEOROLÓGICA Y SISMOLÓGICA AUTOSUSTENTABLE PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2024.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Jesús Israel Guamán Molina, Mg
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, quien me ha dado la vida y ha guiado mi camino con sus bendiciones para alcanzar cada una de las metas que me he propuesto.

También quiero dedicar este trabajo a mis padres, Roció Solis y Willian Montero, quienes son pilar fundamental de mi vida. Gracias a su apoyo y a los valores éticos y morales que me han inculcado, he podido formarme como persona íntegra. A mi hermana Paola y mi sobrino Mathias, quienes han sido fuente de inspiración constantes, también les dedico este logro.

Y también a las personas que me han brindado su cariño, buenos deseos y apoyo incondicional. Su motivación permanente ha sido fundamental para realizar este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Extiendo, mi más sincera gratitud a mi tutor de tesis: ing. Franklin Salazar por su guía en el desarrollo de la presente investigación; destacando el aporte profesional durante el camino universitario de cada uno de los docentes de la carrera de ing. industrial de la facultad de ingeniería en sistemas electrónica e industrial.

A mis padres, a mi familia por el apoyo incondicional brindado para el cumplimiento de todos mis objetivos personales y académicos; a mis compañeros y amigos por su invaluable apoyo, cuyas observaciones y comentarios han sido cruciales para la consolidación del presente trabajo.

Finalmente, mi gratitud se extiende a la Universidad Técnica de Ambato por la excelencia académica que ha fomentado en mí un espíritu crítico, para el análisis profundo de la presente investigación y obtener mi tan ansiado título.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	2
1.3 Fundamentación teórica	4

1.3.1 La meteorología	4
1.3.2 Estación meteorológica	4
1.3.3 Estación meteorológica profesional	5
1.3.4 Estación meteorológica básica	6
1.3.5 Ramas de la meteorología	7
1.3.6 Objeto de estudio.....	8
1.3.7 Equipos e instrumentos meteorológicos.....	9
1.3.8 Tipos de estaciones meteorológicas	11
1.3.9 Parámetros meteorológicos comunes	11
1.3.10 Estaciones meteorológicas automatizadas	12
1.3.11 Sismología.....	13
1.3.12 Sismos	13
1.3.13 Tipos de sismos.....	14
1.3.14 Cómo se mide un sismo	14
1.3.15 Sensores sísmicos.....	15
1.3.16 Parámetros sísmicos	17
1.3.17 Monitorización	17
1.3.18 Monitorización de variables meteorológicas	19
1.3.19 Control de la estación meteorológica	19
1.3.20 Sistema de gestión y control de estación meteorológica.....	21
1.4 Objetivos	23

1.4.1 Objetivo general	23
1.4.2 Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	24
2.1 Materiales.....	24
2.2 Métodos.....	27
2.2.1 Modalidad de la investigación	27
2.2.2 Recolección de información.....	29
2.2.3 Procesamiento y análisis de datos	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1 Compilación de la información	33
3.2 Historial meteorológico.....	33
3.3 Área de estudio.....	35
3.4 Datos históricos climatológicos	35
3.5 Red de estaciones meteorológicas.....	38
3.6 Estudios previos	39
3.7 Análisis de las condiciones meteorológicas promedio en Ambato	40
3.8 Consideraciones	41
3.8.1 Consideraciones físicas	41
3.9 Parámetros meteorológicos a monitorizar.....	42
3.10 Parámetros sismológicos a monitorizar.....	43
3.11 Ubicaciones para la medición.....	44

3.12	Intervalos de tiempo para la adquisición de datos.....	45
3.13	Selección de equipos y sensores.....	46
3.13.1	Selección de estación meteorológica	46
3.13.2	Selección de sensores sismológicos	47
3.14	Diseño del sistema de adquisición de datos	48
3.14.1	API's	51
3.14.2	Protocolo MQTT	51
3.14.3	MySQL.....	52
3.14.4	Php Admin	52
3.14.5	Grafana.....	53
3.15	Instalación de la estación meteorológica.....	53
3.16	Recuperación de datos por Python	55
3.17	Detector de sismos.....	56
3.17.1	Programación del detector movimientos teluricos.....	58
3.17.2	Extracción de datos sísmicos	59
3.18	Interfaz gráfica.....	60
3.19	Resultados obtenidos en la estación meteorológica	63
3.20	Resultado obtenido a partir de las alertas sísmicas en el Ecuador	67
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		69
4.1	Conclusiones	69
4.2	Recomendaciones.....	70

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características y variaciones de condiciones atmosféricas.....	9
Tabla 2. Sensores meteorológicos.....	10
Tabla 3. Parametros meteorológicos comunes.....	11
Tabla 4. Parámetros sísmicos.....	17
Tabla 5. Variables meteorológicas.....	19
Tabla 6. Comparación de plataformas	20
Tabla 7. Componentes de una estación meteorológica	21
Tabla 8. Materiales.....	24
Tabla 9. Software	26
Tabla 10. Métodos y herramientas.....	29
Tabla 11. Informacion metereologica y sismologica diferentes instituciones	34
Tabla 12. Promedio anual 2023 de parámetros meteorológicos	37
Tabla 13. Estaciones metereologicas en el mercado.....	47
Tabla 14. Base de datos estación meteorológica.....	64
Tabla 15. Base de datos alertas sísmicas.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estación meteorológica	5
Figura 2. Estación meteorológica profesional.....	6
Figura 3. Estación meteorológica básica.....	7
Figura 4. Sensor sísmico industrial	15
Figura 5. Sensor sísmico de seguridad	16
Figura 6. Sensor sísmico acustico	16
Figura 8. Comparación de plataformas	21
Figura 9. Control de estación metereológica.....	22
Figura 10. Área de estudio	35
Figura 11. Datos historicos meteorológicos de Ambato	38
Figura 12. Red de estaciones metereologicas	39
Figura 13. Temperatura durante el mes de mayo	40
Figura 14. Precipitaciones durante el mes de mayo	40
Figura 15. Velocidad del viento en el mes de mayo	41
Figura 16. Talleres tecnológicos FISEI.....	45
Figura 17. API de Wunderground.....	51
Figura 18. Protocolo MQTT	52
Figura 19. Estación meteorológica.....	53
Figura 20. Estación meteorológica instalada	54
Figura 21. Programación en Python de la adquisición de datos	56

Figura 22. Circuito detector de sismos.....	56
Figura 23. Placa PCB detector de sismos.....	57
Figura 24. Detector de sismos.....	57
Figura 25. Modulo detector de sismos autosustentables.....	58
Figura 26. Programacion en Arduino IDE detector de sismos.....	59
Figura 27. Programacion den Python para extracción de datos	60
Figura 28. Interfaz gráfica Grafana	61
Figura 29. Base de datos de la estación meteorológica en Grafana	62
Figura 30. Base de datos de sismología en Grafana.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Estación meteorológica antes de su ensamblaje.	78
Anexo B. Instalacion de la estacion metereologica en los talleres tecnologicos de la FISEI.	79
Anexo C. Ensamblaje modulo detector de sismos y pruebas.....	80
Anexo D. Modulo final detector de sismos.....	81
Anexo E. Pagina web Grafana donde se observa los parametros monitorizados.	82
Anexo F. Programación para la extracción de datos a partir de Wunderground.	83
Anexo G. Programación para la extracción de datos de la página web IGEPN.	86
Anexo H. Programación para enviar aviso de sismos por medio de MQTT.	88
Anexo I. Programación en Arduino IDE para el detector de sismos.	90
Anexo J. Datos tomados el 14 de junio de 2024.	93

RESUMEN EJECUTIVO

En la Universidad Técnica de Ambato la deficiencia de datos precisos y actualizados pone en riesgo la seguridad del campus y su comunidad. Sin este sistema, la respuesta a eventos críticos como tormentas y sismos se tardaría, aumentando la vulnerabilidad a desastres naturales y complicando la gestión de recursos y la planificación antes emergencias.

Para resolver estos problemas, se identificaron parámetros meteorológicos y actividad sísmica. La estación meteorológica está instalada en una ubicación estratégica del campus para evitar microclimas y maximizar la precisión de los datos. La estación está configurada en la plataforma Wunderground, permitiendo la extracción automatizada de datos mediante un API. Los datos meteorológicos se almacenan en una base de datos MySQL y se visualizan en tiempo real a través de Grafana que incluyen alertas para condiciones críticas.

Para la monitorización sísmica, se utilizó sensor acelerómetro MPU6050 integrado con el módulo ESP32, además, se diseñó y ensambló una placa adecuada integrando un sistema autosustentable, los datos sísmicos se almacenan y analizan de manera similar a los datos meteorológicos, proporcionando una imagen completa de las condiciones ambientales y sísmicas.

Este proyecto ha establecido una infraestructura robusta y eficiente, mejorando la seguridad y gestión de riesgos de la Universidad Técnica de Ambato. La metodología y tecnologías utilizadas pueden servir como modelo para nuevos proyectos similares.

Palabras clave: Meteorología, sismología, monitorización, seguridad, gestión de riesgos.

ABSTRACT

At the Technical University of Ambato, the lack of precise and up-to-date data jeopardizes the safety of the campus and its community. Without this system, the response to critical events such as storms and earthquakes would be delayed, increasing vulnerability to natural disasters and complicating resource management and emergency planning.

To address these issues, meteorological parameters and seismic activity were identified. The weather station is installed in a strategic location on campus to avoid microclimates and maximize data accuracy. The station is configured on the Wunderground platform, allowing automated data retrieval via an API. Meteorological data is stored in a MySQL database and visualized in real time through Grafana, which includes alerts for critical conditions.

For seismic monitoring, an MPU6050 accelerometer sensor integrated with the ESP32 module was used. In addition, a suitable board was designed and assembled, integrating a self-sustaining system. Seismic data is stored and analyzed in a similar manner to meteorological data, providing a complete picture of environmental and seismic conditions.

This project has established a robust and efficient infrastructure, improving the safety and risk management of the Universidad Técnica de Ambato. The methodology and technologies used can serve as a model for new similar projects.

Keywords: Meteorology, Seismology, Monitoring, Safety, and Risk Management.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

Estación de control y monitorización meteorológica y sísmológica autosustentable para la Universidad Técnica de Ambato.

1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, la recopilación precisa y confiable de datos meteorológicos es fundamental, ya que influye en una amplia variedad de aplicaciones científicas, ambientales y sociales. Desde la investigación científica hasta la planificación urbana y la toma de decisiones en situaciones de emergencia, contar con información confiable sobre las condiciones atmosféricas y sísmicas es crucial para comprender el cambio climático, predecir fenómenos naturales, mejorar la gestión de recursos naturales y proteger la salud pública. Instituciones académicas y científicas, reconocen la importancia de mantener estaciones meteorológicas y sísmicas bien equipadas para contribuir tanto a la generación de datos locales como al fortalecimiento de la colaboración internacional en la búsqueda de soluciones y estrategias globales para abordar los desafíos relacionados con el clima y el medio ambiente [1].

La falta de una estación meteorológica adecuada impide a la universidad y a su comunidad contar con información en tiempo real sobre las condiciones atmosféricas en el campus y sus alrededores. Esto dificulta la toma de decisiones informadas en cuanto a actividades al aire libre, planificación agrícola y medidas preventivas ante posibles eventos climáticos extremos [1].

Además, la ausencia de un sistema de aviso temprano de sismos deja a la comunidad universitaria vulnerable frente a la ocurrencia de terremotos u otros eventos sísmicos. La capacidad de anticiparse a estos eventos naturales es crucial para implementar planes de evacuación y medidas de seguridad que puedan salvar vidas y proteger la infraestructura [1].

Si bien la implementación de una estación meteorológica convencional podría ser una solución, esta se enfrenta a desafíos significativos, como altos costos operativos y de mantenimiento a largo plazo, así como la dependencia de fuentes de energía externas poco sostenibles. Es aquí donde surge la necesidad de diseñar y desarrollar una estación meteorológica autosustentable que aborde estas problemáticas [2].

El diseño y desarrollo de esta estación meteorológica autosustentable impone retos técnicos importantes, como la selección de sensores adecuados para la recolección precisa de datos meteorológicos y sísmicos. Además, se debe desarrollar un sistema de generación de energía renovable eficiente que permita el funcionamiento autónomo de la estación, minimizando el impacto ambiental y reduciendo los costos asociados con el suministro de energía externa [2].

Adicionalmente, se debe abordar el aspecto de la conectividad de datos y la transmisión de información en tiempo real. La estación meteorológica autosustentable debe contar con una interfaz de usuario accesible y amigable para que la comunidad universitaria y la sociedad en general puedan acceder y analizar los datos recopilados de manera efectiva [2].

1.2 Antecedentes investigativos

El proyecto "Weather Stations for Schools" de OpenTRV es un ejemplo destacado de la aplicación de estaciones meteorológicas de bajo costo y energía renovable en escuelas de países en desarrollo. Estas estaciones permiten a los estudiantes aprender sobre el clima y el cambio climático, utilizando paneles solares y baterías recargables para su funcionamiento. Los datos recopilados se transmiten a través de internet, lo que facilita su análisis y uso educativo. Este enfoque innovador y sostenible ha sido implementado con éxito en escuelas de India, Kenia y Uganda, obteniendo reconocimiento internacional [3].

En otro proyecto relacionado, se diseñó y construyó un prototipo de estación meteorológica agrícola autosustentable. Este prototipo se enfocó en el monitoreo de parámetros ambientales en cultivos de cacao, utilizando tecnología de bajo costo y energía renovable. Con sensores que miden temperatura, humedad, presión

atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar y lluvia, el prototipo logró recopilar datos relevantes. Además, se utilizó una placa Raspberry Pi para el procesamiento y transmisión de la información a través de internet. La implementación exitosa de esta estación meteorológica autosustentable abre nuevas posibilidades para el monitoreo en el campo de la agricultura [4].

En línea con estos proyectos, se desarrolló una estación meteorológica autónoma e inalámbrica basada en hardware embebido, que permite medir la temperatura, humedad y presión atmosférica. Esta estación fue diseñada considerando cuidadosamente los componentes de hardware y software necesarios, tomando en cuenta factores como el tipo de programación, capacidad de procesamiento y velocidad. La estación fue comparada con una estación de referencia y se encontró que los datos obtenidos eran consistentes, validando su precisión y funcionalidad [5].

Además, se enfocó en el diseño de un sistema de monitorización de la calidad del aire, utilizando una red de sensores y tecnologías de IoT. El objetivo principal fue proporcionar una herramienta eficaz para recopilar y analizar datos sobre la calidad del aire, mejorando así la gestión y permitiendo la toma de decisiones fundamentadas. Mediante la implementación de una red sensorial y el uso de técnicas de IoT, se logra un monitoreo continuo y detallado de la calidad del aire. Esto contribuye a la implementación de estrategias de mejora y políticas ambientales más efectivas [6].

Estos proyectos demuestran la aplicación exitosa de estaciones meteorológicas y sistemas de monitorización utilizando tecnologías sostenibles, como energía renovable y IoT. Estas iniciativas buscan no solo proporcionar datos precisos y relevantes, sino también fomentar la conciencia y la educación sobre el clima, el cambio climático y la calidad del aire. Además, ofrecen herramientas para la gestión y la toma de decisiones informadas en diferentes campos, desde la educación hasta la agricultura y el medio ambiente en general [6].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 La meteorología

La meteorología es la ciencia que estudia la atmósfera, el clima y los fenómenos meteorológicos. Se encarga de analizar y predecir el estado del tiempo en un lugar y momento específico, incluyendo variables como la temperatura, las precipitaciones y otros factores atmosféricos. La meteorología se apoya en disciplinas auxiliares como la física y la química de la atmósfera [7].

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) es la entidad encargada de coordinar y promover la meteorología a nivel global. Esta organización establece estándares técnicos, procedimientos de control de calidad y orientación para el uso de instrumentos y métodos de observación meteorológica. Su objetivo es mejorar la capacidad de los miembros para monitorear y pronosticar fenómenos meteorológicos, como ciclones tropicales, y reducir las pérdidas relacionadas con desastres [7] [8].

1.3.2 Estación meteorológica

Una estación meteorológica es una herramienta tecnológica que permite monitorear y realizar acciones preventivas en cuanto a las variaciones de factores ambientales como la temperatura, la lluvia, la velocidad del viento, entre otros. Estas estaciones utilizan tecnología de bajo costo y energía renovable, como paneles solares y baterías recargables, para su funcionamiento [9], [10]. Las estaciones meteorológicas automáticas como se observa en la Figura 1, se encuentran en un área pequeña destinada a realizar observaciones y mediciones de las variables meteorológicas, como la temperatura del aire y del suelo, humedad del aire, viento, radiación solar, evaporación y precipitación. Todos estos datos y más son registrados automáticamente en la data logger para su posterior análisis y procesamiento. Con los datos recopilados y analizados con las estaciones meteorológicas, podemos encontrar diferentes aplicaciones en beneficio de las comunidades y diferentes sectores de la industria. Algunas de estas aplicaciones se dan en los campos de climatología y meteorología, entre otros [11].



Figura 1. Estación meteorológica [11].

1.3.3 Estación meteorológica profesional

Una estación meteorológica profesional es un sistema altamente sofisticado y completo que consta de múltiples instrumentos de medición y equipos de alta precisión. Estas estaciones están diseñadas para recopilar datos meteorológicos detallados y precisos sobre diversas variables atmosféricas en tiempo real. Algunos de los componentes comunes que suelen encontrarse en una estación meteorológica profesional son [12]:

Torre de medición: Una estructura que sostiene los diferentes sensores e instrumentos en posiciones elevadas para obtener mediciones representativas y evitar obstáculos cercanos que puedan afectar las mediciones.

Pluviómetro automático: Un dispositivo que mide de manera automática y precisa la cantidad de precipitación, ya sea lluvia o nieve, que cae en un período de tiempo determinado [12].

Anemómetro y veleta automáticos: Estos sensores miden automáticamente la velocidad y dirección del viento, proporcionando datos en tiempo real sobre los patrones y ráfagas de viento [12].

Radiómetro o pirómetro: Instrumentos que miden la radiación solar incidente, permitiendo calcular la radiación neta y la radiación solar global [12].

Termo higrómetro automático: Mide la temperatura y la humedad relativa del aire de manera continua, lo que es fundamental para comprender la atmósfera y los cambios climáticos [12].

Barómetro automático: Un sensor que mide la presión atmosférica, permitiendo el seguimiento de cambios en la presión a lo largo del tiempo [12].

Sonda para la medición de perfil vertical: Se utilizan en estaciones más avanzadas para medir perfiles verticales de temperatura, humedad y presión en la atmósfera [12].

En la Figura 2 se muestra una estación meteorológica profesional esencial en aplicaciones como la meteorología operativa, investigación climática, monitoreo del clima, pronósticos a corto y largo plazo, estudios ambientales, y en cualquier área donde se requiera una alta precisión en la recopilación y análisis de datos meteorológicos [12].



Figura 2. Estación meteorológica profesional [12].

1.3.4 Estación meteorológica básica

Una estación meteorológica casera, como se muestra la Figura 3, es un conjunto más básico y sencillo de instrumentos que se pueden utilizar para medir algunas variables meteorológicas en el entorno doméstico o aficionado. Aunque no es tan sofisticada como una estación meteorológica profesional, una estación casera puede proporcionar

información útil sobre el clima local y las condiciones atmosféricas cercanas. Aquí hay algunos ejemplos de componentes comunes en una estación meteorológica casera:

Termómetro: Un termómetro básico para medir la temperatura del aire en un lugar específico [13].

Higrómetro: Un dispositivo para medir la humedad relativa del aire, lo que indica cuánta cantidad de vapor de agua hay en la atmósfera en relación con su capacidad máxima a una temperatura determinada [13].

Pluviómetro: Un recipiente calibrado para medir la cantidad de precipitación, como la lluvia, que cae en un área determinada [13].

Anemómetro: Un instrumento para medir la velocidad del viento en el lugar donde se encuentra la estación [13].

Veleta: Un dispositivo que indica la dirección del viento, mostrando hacia dónde sopla el viento (norte, sur, este, oeste, etc.) [13].

Barómetro: Un pequeño barómetro para medir la presión atmosférica local [13].



Figura 3. Estación meteorológica básica [13].

1.3.5 Ramas de la meteorología

La meteorología es una ciencia compleja que se divide en varias ramas, cada una de las cuales se enfoca en un área específica del estudio de la atmósfera y los fenómenos meteorológicos. A continuación, se presentan las ramas de la meteorología mencionadas en los resultados de búsqueda:

- Meteorología sinóptica: se dedica a describir, analizar y predecir las variaciones de las condiciones atmosféricas que se dan a gran escala o escala sinóptica.
- Macro meteorología: estudia los fenómenos meteorológicos a gran escala, como los sistemas de alta y baja presión, las ondas de calor y las tormentas.
- Meso meteorología: se enfoca en los fenómenos meteorológicos a escala media, como las tormentas eléctricas, los tornados y las nubes.
- Hidrometeorología: estudia la relación entre la atmósfera y el agua, incluyendo la formación de precipitaciones, la evaporación y la humedad del aire.
- Dinámica: se centra en el estudio de los movimientos en la atmósfera y su evolución temporal basada en los principios de la mecánica de fluidos.
- Física: estudia la estructura y composición de la atmósfera, así como las propiedades eléctricas, ópticas y acústicas de la misma.
- Experimental: se dedica a la investigación y desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas para la medición y observación de los fenómenos meteorológicos.

Cada una de estas ramas de la meteorología tiene su propio conjunto de herramientas y técnicas, y se utiliza para diferentes propósitos, desde la predicción del tiempo hasta la investigación de los efectos del cambio climático[1], [2], [14], [15].

1.3.6 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la meteorología y sismología incluye los siguientes elementos:

Fenómenos atmosféricos: La meteorología se centra en el estudio de los fenómenos que ocurren en la atmósfera, como la formación de nubes, las precipitaciones, los vientos, la radiación solar, entre otros. Mecanismos que producen el tiempo: La meteorología busca comprender los mecanismos que generan las condiciones climáticas y el tiempo atmosférico, con el objetivo de predecirlos. Condiciones atmosféricas: Los meteorólogos analizan diversos factores atmosféricos, como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, la radiación solar, la velocidad y dirección del viento, entre otros [16].

Variaciones diarias y a gran escala: La meteorología abarca el estudio de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas a gran escala, conocida como meteorología sinóptica. También se ocupa del estudio de los movimientos en la atmósfera y su evolución temporal, basados en los principios de la mecánica de fluidos, en lo que se

conoce como meteorología dinámica[3], [4]. En la Tabla 1, se proporciona una visión clara de las diferencias y similitudes entre dos enfoques importantes en el estudio de la meteorología, destacando de qué manera cada uno contribuye a la comprensión y predicción del clima y el tiempo.

Tabla 1. Características y variaciones de condiciones atmosféricas[17]

Característica	Meteorología Sinóptica	Variaciones Diarias a Gran Escala
Escala de estudio	Gran escala regional o continental	Diaria y a gran escala
Foco principal de estudio	Sistemas de presión, frentes, tormentas, etc.	Cambios atmosféricos diarios, como temperatura, humedad, precipitación, viento, etc.
Duración de los eventos	Pueden durar varios días	Se producen en el transcurso de un día
Influencia en el clima local	Impacto significativo en el clima regional y local	Contribuyen a las condiciones meteorológicas diarias
Herramientas de análisis	Mapas sinópticos, imágenes satelitales, datos de superficie, modelos numéricos	Datos de observación, registros climáticos, modelos meteorológicos de alta resolución
Importancia para la predicción	Crucial para la predicción del tiempo a corto y mediano plazo	Permite entender las variaciones diarias y sus posibles patrones
Ejemplos de fenómenos estudiados	Frentes fríos y cálidos, sistemas de baja presión (ciclones), sistemas de alta presión (anticiclones)	Cambios diarios en la temperatura, viento, nubosidad, etc.
Aplicaciones comunes	Pronósticos del tiempo, alertas meteorológicas	Estudios climáticos, análisis de tendencias diarias, impacto en actividades humanas

1.3.7 Equipos e instrumentos meteorológicos

Los equipos e instrumentos meteorológicos mostrados en la Tabla 2, son herramientas esenciales para medir y registrar diversas variables meteorológicas. A continuación, se presentan algunos de los instrumentos más comunes utilizados en la meteorología [12]:

Tabla 2. Sensores meteorológicos [12].

Instrumento	Concepto
Barómetro	Mide la presión atmosférica, que es la fuerza ejercida por el aire sobre una unidad de superficie.
Termómetro	Mide la temperatura del aire, indicando si hace frío o calor.
Anemómetro	Mide la velocidad del viento, proporcionando información sobre la intensidad de las corrientes de aire.
Veleta	Indica la dirección del viento, señalando hacia dónde sopla el viento (norte, sur, este, oeste, etc.).
Pluviómetro	Mide la cantidad de precipitación, como la lluvia o la nieve, que cae durante un período determinado.
Higrómetro	Mide la humedad relativa del aire, que indica cuánta cantidad de vapor de agua contiene la atmósfera en relación con su capacidad máxima a una temperatura determinada.
Barógrafo	Registra la presión atmosférica a lo largo del tiempo, permitiendo analizar cambios de presión y tendencias atmosféricas.
Termógrafo	Registra la temperatura a lo largo del tiempo, lo que ayuda a comprender patrones climáticos y variaciones estacionales.
Anemógrafo	Registra la velocidad y dirección del viento a lo largo del tiempo, proporcionando datos sobre el comportamiento del viento.
Estación Meteorológica	Es un conjunto de instrumentos que se utilizan para medir y registrar varias variables meteorológicas, proporcionando una visión más completa del clima y las condiciones atmosféricas en un lugar específico.

Estos instrumentos se utilizan tanto en el interior como en el exterior para medir las condiciones meteorológicas. Los datos recopilados por estos instrumentos se utilizan para elaborar predicciones meteorológicas y estudios climáticos. Además, se requiere de personal u observador meteorológico para realizar las lecturas de algunos de los aparatos de medición a determinadas horas del día [4], [5].

1.3.8 Tipos de estaciones meteorológicas

Según los resultados de búsqueda, existen varios tipos de estaciones meteorológicas, cada una con su propósito y características específicas. A continuación, se presentan algunos de los tipos de estaciones meteorológicas mencionados [13]:

- Estación pluviométrica: Se utiliza para medir la cantidad de precipitación, como la lluvia, en un área determinada.
- Estación pluviográfica: Similar a la estación pluviométrica, pero además registra la intensidad y duración de las precipitaciones.
- Estación climatológica principal: Estas estaciones cumplen con criterios normativos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y recopilan datos meteorológicos precisos y estandarizados. Estos datos se utilizan para alimentar modelos de pronóstico y servicios de aviación.
- Estación agro-meteorológica: Estas estaciones se utilizan para medir variables meteorológicas relevantes para la agricultura, como la temperatura del aire, la humedad relativa, la presión barométrica, la velocidad y dirección del viento, la radiación solar y la precipitación.
- Estación telemétrica: Estas estaciones utilizan tecnología de telemetría para transmitir datos meteorológicos de forma remota, lo que permite una mayor cantidad de datos y una monitorización más continua.

Es importante destacar que existen otros tipos de estaciones meteorológicas, y la elección de la estación adecuada depende de los objetivos y necesidades específicas de cada aplicación. Cada tipo de estación puede utilizar una combinación de instrumentos meteorológicos, como barómetros, termómetros, anemómetros, pluviómetros, entre otros, para medir y registrar las variables meteorológicas relevantes [16],[17].

1.3.9 Parámetros meteorológicos comunes

Los rangos de medición de los sensores utilizados en estaciones meteorológicas pueden variar según el modelo y la especificación del sensor, Es importante asegurarse de que los sensores utilizados sean diseñados para medir dentro de los límites

adecuados para las condiciones meteorológicas locales o específicas de la aplicación. Además, algunos sensores avanzados pueden tener rangos de medición más amplios o precisos que los mencionados en la Tabla 3. Por lo tanto, es recomendable revisar las especificaciones del sensor antes de adquirirlo para asegurarse de que cumpla con los requisitos necesarios para la aplicación específica [15].

Tabla 3. Rango de medición para sensores meteorológicos mas comunes.

Parámetro	Rango de Medición Típico
Temperatura del Aire	-40 °C a +50 °C
Humedad Relativa	0% a 100%
Presión Atmosférica	800 hPa a 1100 hPa
Velocidad del Viento	0 km/h a 200 km/h o más
Dirección del Viento	0° a 360°
Precipitación	0 mm a 500 mm o más

1.3.10 Estaciones meteorológicas automatizadas

Las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) son versiones autónomas y automatizadas de las estaciones meteorológicas tradicionales. Están diseñadas para ahorrar trabajo humano y realizar mediciones en áreas remotas o inhóspitas². Algunas características de las estaciones meteorológicas automáticas son:

- **Monitoreo de condiciones ambientales:** Las EMAs están diseñadas para la monitorización de las condiciones ambientales en todo tipo de aplicaciones. Pueden medir variables como temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar, entre otros [10].
- **Comunicación en tiempo real:** Las EMAs pueden reportar los datos en tiempo real a través de sistemas como el sistema Argos u otros sistemas globales. También pueden tener enlaces de microondas para transmitir los datos[9].
- **Almacenamiento de datos:** Las EMAs pueden almacenar los datos para su posterior recuperación. Esto es útil en áreas donde la comunicación en tiempo real no es posible o para realizar análisis posteriores [9], [10].
- **Sensores especializados:** Las EMAs están equipadas con una variedad de sensores especializados para medir diferentes variables meteorológicas. Algunos ejemplos

de sensores comunes incluyen termómetros para medir la temperatura, anemógrafos para medir la velocidad del viento y pluviómetros para medir la precipitación [9], [10].

- Observación de fenómenos meteorológicos extremos: Las EMAs son esenciales para la observación de fenómenos meteorológicos extremos, ya que pueden medir y registrar información actualizada. Esto es especialmente útil para monitorear condiciones climáticas peligrosas como tormentas, huracanes o sequías [9], [10].

Es importante tener en cuenta que las EMAs tienen algunas limitaciones. Por ejemplo, no pueden reportar la clase ni la cantidad de nubes y las mediciones de precipitación pueden ser problemáticas, especialmente con la caída de nieve. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, las EMAs son herramientas valiosas para recopilar datos meteorológicos de manera eficiente y precisa [9],[10],[11].

1.3.11 Sismología

La sismología es una disciplina científica que se encarga del estudio de los terremotos y la propagación de las ondas sísmicas en el interior y la superficie de la Tierra. Esta ciencia analiza los movimientos de las placas tectónicas de la corteza terrestre y busca comprender la dinámica tectónica que da origen a diferentes fenómenos geológicos, como los temblores, los tsunamis y las erupciones volcánicas [18].

El objetivo principal de la sismología es investigar y comprender los terremotos, incluyendo su origen, características y efectos. Para ello, se utilizan instrumentos como los sismógrafos o sismómetros, que son dispositivos diseñados para medir los movimientos sísmicos y registrar la actividad sísmica. Estos instrumentos permiten determinar el hipocentro (o foco) de un terremoto, así como su magnitud y duración [18].

1.3.12 Sismos

Los sismos, también conocidos como terremotos, son movimientos repentinos y violentos de la corteza terrestre causados por la liberación de energía acumulada en las rocas de la Tierra. Esta energía puede ser liberada por varias razones, como el

movimiento de las placas tectónicas, la actividad volcánica o incluso la actividad humana como la minería o la inyección de fluidos en el subsuelo [19].

1.3.13 Tipos de sismos

Sismos tectónicos:

Son los más comunes y ocurren debido al movimiento de las placas tectónicas. Estos movimientos pueden ser de deslizamiento, compresión o extensión [19].

Sismos volcánicos:

Están asociados con la actividad volcánica y se producen cuando el magma se mueve dentro de un volcán [19].

Sismos de colapso:

Ocurren en áreas donde hay cavidades subterráneas, como minas o cuevas. Cuando estas cavidades se colapsan, generan sismos [19].

Sismos inducidos:

Son causados por actividades humanas, como la inyección de líquidos en el subsuelo (fracking), la construcción de grandes embalses o la minería [19].

1.3.14 Cómo se mide un sismo

Magnitud:

La magnitud mide la cantidad de energía liberada en el foco del sismo y se expresa en una escala logarítmica. La escala más común es la escala de Richter, aunque también se usa la escala de magnitud de momento (M_w) que es más precisa para sismos grandes [19].

Intensidad:

La intensidad mide los efectos y daños causados por el sismo en un lugar específico y se expresa en la escala de Mercalli Modificada (MMI). Esta escala va del I (no sentido) al XII (daños catastróficos) [19].

Sismógrafos:

Son los instrumentos utilizados para registrar los movimientos del suelo causados por un sismo. Los sismógrafos modernos pueden detectar y registrar sismos de muy baja magnitud y ayudar a determinar el epicentro, la profundidad y la magnitud del sismo [19].

Epicentro y foco (hipocentro):

El epicentro es el punto en la superficie terrestre directamente sobre el foco o hipocentro, que es el punto dentro de la Tierra donde se inicia la ruptura [19].

1.3.15 Sensores sísmicos

Existen diferentes tipos de sensores sísmicos utilizados en la sismología y en aplicaciones de seguridad. Algunos de los tipos de sensores sísmicos son:

Sensores sísmicos industriales: Estos sensores son utilizados en aplicaciones industriales para monitorear y detectar vibraciones y movimientos sísmicos en estructuras y maquinarias. Pueden ser utilizados para prevenir daños en equipos y estructuras, así como para garantizar la seguridad en entornos industriales, como se muestra en la Figura 4, un sensor industrial montado dentro de las instalaciones industriales [20], [21].



Figura 4. Sensor sísmico industrial [20].

Sensores sísmicos de seguridad: Estos sensores son utilizados en sistemas de seguridad para detectar intentos de intrusión a través de paredes o barreras perimetrales. Estos sensores son capaces de detectar las vibraciones y frecuencias características de un intento de corte o perforación, en la Figura 5, se muestra un sensor sísmico de seguridad instalado en la bóveda de un banco [20], [21].



Figura 5. Sensor sísmico de seguridad [21].

Sensores sísmicos acústicos: Estos sensores son capaces de medir tanto las vibraciones sísmicas como las ondas acústicas de baja frecuencia. Son utilizados en aplicaciones de monitoreo sísmico y en la detección de eventos sísmicos y acústicos, como se muestra en la Figura 6 [20], [21].



Figura 6. Sensor sísmico acústico[20].

Es importante tener en cuenta que los sensores sísmicos pueden variar en su diseño y características dependiendo de su aplicación específica. Al elegir un sensor sísmico, es necesario considerar factores como el rango de frecuencia, la sensibilidad, la precisión y la compatibilidad con los sistemas de monitoreo o seguridad existentes [20], [21].

1.3.16 Parámetros sísmicos

Los límites exactos de los parámetros de medición de los terremotos pueden variar según la magnitud del terremoto y la capacidad técnica de los equipos de medición utilizados. Además, los terremotos más grandes pueden exceder los límites típicos mencionados en la Tabla 4. Estos valores sirven únicamente como una referencia general para interpretar la medición de eventos sísmicos. Es importante tener en cuenta que los límites de los parámetros de medición pueden variar según las condiciones específicas de la aplicación y la ubicación de la estación meteorológica. Por lo tanto, es recomendable revisar las especificaciones del sensor antes de adquirirlo para asegurarse de que cumpla con los requisitos necesarios para la aplicación específica [22].

Tabla 4. Parámetros sísmicos [18].

Parámetro	Rango de Medición Típico
Magnitud (M)	0.0 a 10.0
Profundidad del Hipocentro	0 km a varios cientos de km
Tiempo del Origen	Fecha y hora del evento
Desplazamiento	Milímetros a metros
Aceleración Máxima	Varias unidades de la gravedad (g) (por ejemplo, 0.1g a 2g)
Velocidad Máxima	Centímetros por segundo (cm/s) a metros por segundo (m/s)
Duración	Milisegundos a varios minutos

1.3.17 Monitorización

La monitorización de estaciones meteorológicas es un proceso fundamental en la recopilación de datos climáticos y atmosféricos. Consiste en la observación, registro y análisis continuo de diferentes variables meteorológicas utilizando instrumentos y sensores específicos. La monitorización se lleva a cabo con el propósito de obtener información actualizada y precisa sobre las condiciones atmosféricas en un lugar específico o en una región más amplia. Algunos aspectos importantes de la monitorización de estaciones meteorológicas son [23]:

Sensores y equipos: Las estaciones meteorológicas utilizan una variedad de sensores y equipos para medir diferentes parámetros meteorológicos, como temperatura, humedad, presión, velocidad y dirección del viento, precipitación, radiación solar, entre otros. Cada sensor está diseñado para medir una variable específica con alta precisión [24].

Registro automático: Muchas estaciones meteorológicas modernas cuentan con sistemas de registro automático de datos. Estos sistemas adquieren y almacenan las mediciones en intervalos regulares, lo que permite obtener series de datos a lo largo del tiempo y su posterior análisis [24].

Comunicación y transmisión: Los datos recolectados en las estaciones meteorológicas pueden ser transmitidos y compartidos de diversas formas, como a través de redes inalámbricas, conexiones a internet o comunicaciones satelitales. Esto permite que los datos estén disponibles en tiempo real y sean accesibles desde diferentes ubicaciones [24].

Supervisión y mantenimiento: Las estaciones meteorológicas requieren un mantenimiento regular para garantizar la precisión de las mediciones. Es importante calibrar y verificar los sensores periódicamente para asegurarse de que los datos sean confiables. También es necesario realizar tareas de mantenimiento y reparación cuando sea necesario [24].

Validación y calidad de los datos: Los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas deben ser validados y sometidos a controles de calidad para asegurar su fiabilidad. Esto implica eliminar valores anómalos o inconsistentes y corregir errores que puedan surgir en el proceso de medición [24].

Redes de estaciones meteorológicas: Las estaciones meteorológicas pueden formar parte de una red más grande y coordinada que cubre un área geográfica más amplia. Estas redes son esenciales para obtener una visión completa de las condiciones meteorológicas en una región y para compartir datos entre diferentes entidades y países [24].

1.3.18 Monitorización de variables meteorológicas

Las variables meteorológicas indicadas en la Tabla 5, son fundamentales para entender y analizar el comportamiento atmosférico y climático en diferentes ubicaciones. La recopilación de estos datos a lo largo del tiempo es esencial para realizar análisis climáticos, estudios de tendencias y pronósticos meteorológicos [23], [24].

Tabla 5. Variables meteorológicas [24].

Variable	Descripción
Temperatura del Aire	Medición de la temperatura del aire en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F).
Humedad Relativa	Porcentaje que indica cuánta cantidad de vapor de agua contiene la atmósfera en relación con su capacidad máxima.
Presión Atmosférica	Medida de la fuerza ejercida por el aire sobre una unidad de superficie. Se mide en hectopascales (hPa) o milibares (mb).
Velocidad del Viento	Medición de la velocidad del viento en kilómetros por hora (km/h) o metros por segundo (m/s).
Dirección del Viento	Indicación de la dirección desde donde proviene el viento, expresado en grados (0° a 360°) o puntos cardinales.
Precipitación	Cantidad de agua líquida o sólida (nieve) que cae en un lugar durante un periodo específico. Se mide en milímetros (mm) o pulgadas (in).
Variable	Descripción
Radiación Solar	Medición de la energía solar incidente en una unidad de área en watts por metro cuadrado (W/m²).
Punto de Rocío	Temperatura a la cual el aire se satura y forma rocío. Es útil para evaluar la humedad del aire.
Índice UV	Indica la intensidad de la radiación ultravioleta del sol, que puede afectar la piel y los ojos.
Visibilidad	Distancia máxima a la que un observador puede ver claramente. Se mide en kilómetros (km) o millas (mi).
Nubosidad	Estimación de la cobertura de nubes en el cielo, expresado en octavos o porcentaje.
Calidad del Aire	Medida de la concentración de contaminantes atmosféricos, como partículas PM2.5, PM10, dióxido de carbono (CO2), dióxido de azufre (SO2), entre otros.

1.3.19 Control de la estación meteorológica

El control de una estación meteorológica utilizando Arduino, Raspberry Pi, ESP32, y servidores web son 4 enfoques diferentes con sus propias ventajas y desventajas

mostrados en la Tabla 6. Cada plataforma tiene características únicas que pueden influir en la elección según los requisitos del proyecto [25].

Tabla 6. Comparación de plataformas [26].

Plataforma	Ventajas	Desventajas
Arduino	- Fácil de usar y programar.	- Menor potencia de procesamiento y memoria.
	- Bajo consumo de energía, Ideal para proyectos con	- Limitado para proyectos que requieren análisis de datos complejos o conectividad avanzada.
	restricciones de energía.	- No tiene conectividad integrada (se pueden agregar módulos, pero eso aumenta el costo).
Raspberry Pi	- Mayor potencia de procesamiento y capacidad de memoria.	- Mayor consumo de energía en comparación con arduino y ESP32.
	- Plataforma de computación completa, puede ejecutar	- Mayor costo en comparación con arduino y ESP32.
	aplicaciones más complejas y almacenar datos.	- Puede requerir una refrigeración activa en aplicaciones de alto rendimiento.
ESP32	- Combina conectividad WiFi y Bluetooth.	- Aunque es más potente que arduino, aún puede tener menos recursos que raspberry Pi.
	- Potente para proyectos que requieren comunicación	- Mayor consumo de energía que arduino, aunque es más eficiente que raspberry Pi.
	inalámbrica rápida y eficiente.	- Menos adecuado para proyectos que necesitan análisis de datos complejos o almacenamiento.
APIs (interfaz de programación de aplicaciones)	-Permite la comunicación entre diferentes aplicaciones y sistemas	-Riesgo de cambios interrupciones o discontinuación de servicios externos
	-Facilitan la reutilización de componentes y servicios existentes	-Pueden ser puntos vulnerables si no se manejan adecuadamente.
	Ofrecen acceso seguro a servicios y datos con la autenticación adecuada.	-Integrar y gestionar múltiples APIs puede añadir complejidad al desarrollo.
	Ofrecen una amplia gama de servicios y tecnologías para integrar en las aplicaciones.	
	-Permiten actualizaciones eficientes sin afectar a todo los consumidores.	

Es importante destacar que cada plataforma tiene su propio conjunto de características y es más adecuada para diferentes tipos de proyectos. La elección depende de los requisitos específicos del proyecto, como la complejidad, el rendimiento, la conectividad y las restricciones de energía y costo, se muestra en la Figura 7 que plataforma elegir, basándose en los criterios mencionados [25], [27], [28].



Figura 7. Comparación de plataformas [29].

1.3.20 Sistema de gestión y control de estación meteorológica

Un sistema de gestión y control de estación meteorológica se refiere a un conjunto de dispositivos y software diseñados para recopilar, monitorear, procesar y presentar datos relacionados con las condiciones climáticas y meteorológicas en una ubicación específica. Estas estaciones meteorológicas automatizadas están diseñadas para medir una variedad de variables atmosféricas y ambientales, y pueden ser utilizadas en diferentes entornos, como estaciones meteorológicas profesionales, estaciones agrícolas, estaciones de investigación, y más, en la Tabla 7 se muestra los diferentes componentes que se utiliza para que la estación meteorológica automatizada entre en funcionamiento, incluyendo sensores, registradores de datos, unidades de control, software comunicaciones apps y fuentes de alimentación [30].

Tabla 7. Componentes de una estación meteorológica [27], [28], [31].

Componente	Descripción
Sensores	Dispositivos que miden diferentes variables meteorológicas, como temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, precipitación, radiación solar, entre otras.

Registradores de datos	Dispositivos que almacenan la información recopilada por los sensores en intervalos regulares. Pueden tener memoria interna o estar conectados a una unidad de almacenamiento externo.
Unidad de control y procesamiento	Responsable de procesar los datos de los sensores y controlar el funcionamiento general de la estación meteorológica.
Software de gestión	Programa informático que recopila, almacena, procesa y muestra los datos recopilados por la estación meteorológica. Puede proporcionar gráficos, tablas y análisis de tendencias.
Aplicaciones móviles	Aplicaciones diseñadas para dispositivos móviles (como Smartphone y tablets) que permiten a los usuarios acceder a los datos y controlar la estación meteorológica de forma remota. Pueden ofrecer notificaciones, alertas y gráficos.
Comunicación	Permite enviar los datos recopilados a una base de datos central o a un servidor en línea para su análisis y acceso remoto. Puede utilizar conexiones cableadas (Ethernet) o inalámbricas (Wi-Fi, 4G/5G, etc.).
Fuente de alimentación	Proporciona energía a la estación meteorológica para su funcionamiento continuo. Puede ser suministrada por baterías, paneles solares o fuentes de alimentación eléctrica convencionales.

Se requerirá implementar equipos precisos y tecnología avanzada. Entre estos equipos se encuentran sensores meteorológicos, y sensores que detecten movimiento como acelerómetros o vibrometros. Estos dispositivos junto con aplicaciones son esenciales para la recolección precisa de datos sobre condiciones atmosféricas y actividades sísmicas.



Figura 8. Control de estación metereológica

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una estación de control y monitorización meteorológica y sismológica autosustentable para la Universidad Técnica de Ambato.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar los parámetros meteorológicos y sismológicos existentes en la zona de la Universidad Técnica de Ambato.
- Analizar un sistema de monitorización meteorológica y sismológica para la Universidad Técnica de Ambato.
- Implementar un sistema de control y monitoreo meteorológico y sismológico para el Departamento de Gestión de Riesgos de la Universidad Técnica de Ambato, mejorando la planificación y respuesta ante eventos climáticos extremos y sismos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la Tabla 8 se detalla los recursos materiales que se utilizaron para la elaboración del proyecto de titulación.

Tabla 8. Materiales

Materiales	Descripción	Imagen
Estación meteorológica lws234	Estación meteorológica con sensores incorporados que miden temperatura, velocidad del viento, dirección del viento, precipitaciones, presión atmosférica, rayos UV, altura a nivel del mar.	
Tornillos	Permiten la sujeción de materiales.	
Pilas recargables	Las pilas recargables son dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica que pueden ser recargados y reutilizados múltiples veces.	
Modulo wifi-bluetoothesp32	El ESP32 es un microcontrolador versátil y potente con capacidades integradas de Wi-Fi y Bluetooth, diseñado para aplicaciones de IoT, automatización y dispositivos embebidos. Ofrece múltiples núcleos, alta eficiencia energética y una variedad de interfaces de E/S.	

Materiales	Descripción	Imagen
Baquelita	La baquelita es un tipo de resina sintética termoestable, conocida por ser el primer plástico totalmente sintético, ampliamente utilizada por su alta resistencia al calor, aislamiento eléctrico y durabilidad.	
Cables	Los cables son conductores eléctricos utilizados para transmitir electricidad o señales entre diferentes puntos.	
Led	Es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de él.	
Resistencias	Las resistencias son componentes eléctricos que limitan el flujo de corriente en un circuito.	
Regulador de voltaje lm7805	El lm7805 es un regulador de voltaje lineal que proporciona una salida de 5 voltios (V) a partir de una entrada de voltaje más alto, generalmente entre 7V y 35V.	
Acelerómetro MPU6850	Permite medir la aceleración lineal y la velocidad angular en tres ejes cada uno.	
Espadines hembra	Conectores utilizados en placas de circuito impreso (PCB) para permitir la conexión de cables, pines o componentes.	
Borneras	Las borneras son bloques de terminales utilizados en electrónica y electricidad para conectar y desconectar conductores eléctricos de forma rápida y segura.	

Materiales	Descripción	Imagen
Relé	Un relé es un dispositivo electromecánico que actúa como un interruptor controlado por un circuito eléctrico.	
Panel solar 3w	Un panel solar de 3W es un dispositivo que convierte la energía solar en electricidad a una tasa máxima de 3 vatios.	
Modulo cargador de baterías tp4056	Es un dispositivo compacto y económico utilizado para cargar baterías de litio-ion y litio-polímero de una manera segura y eficiente.	

En la Tabla 9 se describen los softwares que se utilizó para programación y recolección de información.

Tabla 9. Software

Software	Descripción	imagen
Python	Lenguaje de programación utilizado para realizar la interfaz estación humano [31].	
Arduino IDE	Entorno para editar y programar los controladores esp32 y esp8266 [32].	
API Weather	Proporcionan datos web para acceder a la información meteorológica en tiempo real y así integrarla en aplicaciones web.	
Proteus	Para el diseño electrónico de las placas utilizadas en la estación [33].	

Software	Descripción	imagen
Mosquitto	Es un servidor de MQTT que facilita la comunicación entre dispositivos en redes IoT [34].	
MySQL	Es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto que utiliza el lenguaje de consulta estructurado (SQL) para administrar y manipular datos [35].	
Grafana	Grafana es una plataforma de código abierto ampliamente utilizada para la visualización y análisis de datos de series temporales [36].	

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

El proyecto se basó en una metodología de investigación mixta, que combina elementos cualitativos y cuantitativos. Esta metodología permite obtener una visión completa y enriquecedora de la implementación de la estación meteorológica autosustentable y su impacto en la universidad.

Datos Cuantitativos: El uso de tecnologías y metodologías como sensores avanzados, estaciones meteorológicas automáticas, y la base de datos MySQL implica la recolección y análisis de datos numéricos. Estos datos incluyen parámetros meteorológicos como temperatura, velocidad y dirección del viento, rayos uv, y otras variables ambientales que se cuantifican y analizan. Los datos obtenidos de la estación meteorológica tienen una frecuencia de 3s, los mismo que son procesados y publicados en la interfaz de monitoreo con una frecuencia de 5 minutos.

Datos Cualitativos: La interpretación y análisis de estos datos, la evaluación de la eficacia de los sistemas de alerta, y la percepción y respuestas de la comunidad universitaria frente a los eventos sísmicos y meteorológicos. Los datos registrados permiten obtener datos cualitativos que ofrecen una perspectiva humana y contextual que puede revelar aspectos que los datos numéricos no capturan, en función al análisis de comportamiento de los parámetros monitoreados, la efectividad de la comunicación de riesgos y la adecuación de las medidas de respuesta.

Esta combinación de enfoques mejora la capacidad del sistema para cumplir sus objetivos de manera efectiva y adaptarse a las necesidades específicas de la comunidad Universitaria frente a eventos sísmicos y meteorológicos.

Para alcanzar los objetivos de este proyecto, se utilizó una investigación aplicada. En primer lugar, se realizaron estudios y análisis cualitativos para comprender las necesidades específicas de la universidad, evaluar los requisitos de recolección de datos meteorológicos y comprender el contexto institucional y ambiental en el que se implementó la estación.

Investigación aplicada: La investigación aplicada en el contexto de una estación de control y monitorización meteorológica y sismológica se enfoca en resolver problemas prácticos relacionados con la gestión. Utilizando teorías y métodos científicos, esta investigación busca desarrollar y optimizar tecnologías como sensores avanzados, estaciones meteorológicas automáticas y sistemas de alerta temprana. El objetivo es recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos, como magnitudes sísmicas, mediciones de presión atmosférica y respuestas de la comunidad universitaria. La integración de estos datos permite mejorar la fiabilidad de las alertas y facilitar una respuesta más efectiva ante emergencias meteorológicas y sísmicas.

La importancia de esta investigación aplicada radica en su impacto directo en la seguridad y resiliencia de la infraestructura universitaria y la comunidad. Al proporcionar soluciones tecnológicas que mejoran la precisión y eficacia del monitoreo y las alertas, se contribuye a la mitigación de riesgos y a la toma de decisiones informadas. Además, esta investigación promueve la innovación y el desarrollo de nuevas metodologías que pueden ser transferidas a otros contextos y regiones. La colaboración entre investigadores, técnicos y usuarios finales asegura que los resultados sean relevantes y aplicables, beneficiando no solo a la Universidad Técnica de Ambato, sino también a otras instituciones y comunidades expuestas a riesgos similares.

Investigación documental: A través de una exhaustiva revisión de fuentes documentales, como libros, artículos científicos, informes técnicos y documentos institucionales, se obtuvo información relevante sobre estaciones meteorológicas autosustentables, tecnologías de generación de energía renovable, calidad de datos

meteorológicos y otros temas pertinentes. Esta investigación permitió fundamentar teóricamente el proyecto, conocer mejores prácticas existentes, comprender el contexto normativo y enriquecer el diseño y la implementación de la estación meteorológica autosustentable en el contexto específico de la universidad. La información recopilada a través de esta metodología respaldará la toma de decisiones informadas y contribuirá a la generación de conocimiento en el proyecto.

Investigación de campo: Con visitas al campus universitario, mediciones en terreno y la interacción directa con actores clave, como personal docente, investigadores y estudiantes, se recopilaron datos primarios y se obtuvo información relevante para el diseño y la implementación efectiva de la estación. Además, se recolectaron datos meteorológicos a través de sensores instalados en la estación, lo que permitió evaluar su rendimiento y precisión. Este estudio de campo verificó la validez y pertinencia de los datos recopilados, así como una adaptación adecuada de la estación a las necesidades y características específicas de la universidad.

2.2.2 Recolección de información

Para la recolección de la información para el proyecto se utilizaron las siguientes técnicas y herramientas citadas dentro de la Tabla 10.

Tabla 10. Técnicas y herramientas

Objetivo	Actividades	Técnica o Método	Herramientas
Investigar los parámetros meteorológicos y sismológicos en la zona de la Universidad Técnica de Ambato.	Se revisará y analizará los registros históricos de datos meteorológicos disponibles en la universidad o en estaciones cercanas.	Análisis de series temporales.	Excel.
	Se llevará a cabo una observación directa dentro de la zona para identificar y registrar los parámetros meteorológicos visibles.	Método de observación directa.	Observación visual de nubes, aplicaciones.
	Revisión de documentos institucionales, como informes de investigaciones anteriores, trabajos académicos o proyectos relacionados con la meteorología en la región.	Revisión sistemática,	Base de datos, repositorios.

Objetivo	Actividades	Técnica o Método	Herramientas
Analizar un sistema de monitorización meteorológica y sísmológica para la Universidad Técnica de Ambato.	Análisis de las necesidades y requisitos de la Universidad Técnica de Ambato en términos de monitorización meteorológica y sísmológica.	Análisis de riesgo.	Repositorios, observaciones.
	Identificación de parámetros y requisitos, selección de los equipos y sensores más apropiados para el sistema de monitorización.	Evaluación de criterios.	Hojas de cálculo.
	Determinación de un sistema para recopilación, almacenamiento y gestión de datos.	Análisis de los Requisitos del Sistema	Plataforma de gestión de bases de datos.
Implementar un sistema de control y monitoreo meteorológico y sísmológico para el Departamento de Gestión de Riesgos de la Universidad Técnica de Ambato, mejorando la planificación y respuesta ante eventos climáticos extremos y sismos.	Instalación de la estación dedicadas para la medición de las variables meteorológicas en diferentes ubicaciones dentro del campus universitario	Análisis de sitio.	Software geoposicionamiento.
	Implementación de una estación para el registro de datos de los sensores instalados en las estaciones meteorológicas y sísmológicas.	Evaluación de Interfaces de Comunicación de Sensores.	Plataforma de visualización de datos meteorológicos y sísmicos registrados.
	Pruebas antes de la puesta en marcha del sistema y luego de la implementación, con el fin de validar su funcionalidad, precisión y capacidad de respuesta.	Pruebas de Validación y Verificación	Accesibilidad a los datos en línea

2.2.3 Procesamiento y análisis de datos

- Se llevó a cabo el procesamiento y análisis de los registros históricos de datos meteorológicos disponibles en la universidad y estaciones meteorológicas cercanas al lugar de estudio. Este proceso incluyó la recopilación de información detallada sobre variables como temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación y otros parámetros relevantes para un estudio meteorológico. Mediante técnicas de análisis de series temporales se examinaron los datos para identificar patrones y tendencias en las condiciones. El análisis resultante proporcionó una comprensión integral de las condiciones ambientales históricas, facilitando una mejor respuesta a eventos meteorológicos futuros. Así mismo se realizó un levantamiento de

información sobre los sismos registrados en el Ecuador por parte del IGEPN disponibles de forma libre en la plataforma del Instituto. Los datos obtenidos tanto de las estaciones meteorológicas, así como del registro de sismos permiten disponer de información necesaria para contrastar la información de los datos generados por la estación de control y monitorización meteorológica y sismológica autosustentable para la Universidad Técnica de Ambato

- Se realizó una observación directa en la zona para identificar y registrar parámetros meteorológicos visibles como la presencia de viento y la precipitación, así como la temperatura ambiental respectivamente. Esta técnica implicó la recopilación de datos mediante la observación in situ de las condiciones meteorológicas. La información obtenida se procesó y analizó para obtener una comprensión inicial de las condiciones meteorológicas locales. Esta observación directa permitió identificar patrones inmediatos y características de las condiciones climáticas y sísmicas del entorno, sirviendo como base para la implementación de sistemas de un sistema de monitoreo, para validar los datos obtenidos de otros sensores y registros históricos.
- Se realizó una revisión profunda de documentos institucionales, incluyendo informes de investigaciones anteriores, trabajos académicos y proyectos relacionados con la meteorología en la región. Una base fundamental para el análisis del comportamiento de las variables descritas, fueron obtenidas de los anuarios publicados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. La información extraída de estos documentos proporcionó una base sólida para entender los enfoques metodológicos previos y los resultados obtenidos, facilitando la contextualización de los datos actuales y la identificación de posibles áreas de mejora en el análisis meteorológico regional.
- Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las necesidades y requisitos de la Universidad Técnica de Ambato para la monitorización meteorológica y sismológica. Este análisis incluyó la identificación de los parámetros clave que deben ser monitoreados, tales como temperatura, humedad, presión atmosférica, y actividad sísmica. Además, se determinaron las ubicaciones estratégicas en el campus donde se requerirán mediciones y se establecieron los intervalos de tiempo

óptimos para la adquisición de datos. Este enfoque integral permitió definir las especificaciones del sistema de monitoreo necesario, asegurando que se cubran todas las áreas críticas y se optimice la captura de datos relevantes para una gestión efectiva de riesgos y planificación ambiental.

- Basándose en los parámetros identificados, se seleccionó los equipos y sensores más apropiados para el sistema de monitorización. Permitiendo un funcionamiento adecuado del sistema de adquisición de datos que se utilizó para recopilar, almacenar y gestionar los datos meteorológicos. Esto incluyó el uso de estaciones, bases de datos, sistemas de registro de datos o plataformas en la nube para el almacenamiento y acceso de los datos por parte de la estación de monitoreo.
- Para la recolección de datos meteorológicos se instaló un sistema dedicado a la medición de las variables meteorológicas y avisos sísmicos. Estos sistemas están equipados con los sensores especializados y sistemas de adquisición de datos necesarios para la recolección continua de información. Para el sistema de adquisición de datos que permitan recopilar y registrar los datos provenientes de los sensores instalados en la estación meteorológica y sismológica se usó una interfaz propia del equipo denominada WunderGround. Estos sistemas incluyen registros de datos, servidores de adquisición de datos o sistemas de monitoreo en tiempo real con una toma de datos con una frecuencia de 3s, permitiendo la visualización de los datos con la frecuencia de 5s.
- Se efectuaron pruebas exhaustivas antes de la puesta en marcha del sistema y luego de su implementación, con el fin de validar su funcionalidad, precisión y capacidad de respuesta ante los cambios externos y fuertes vibraciones que permiten disponer de información para una alerta temprana de sismos. Estas pruebas iniciales asegurarán que el sistema esté adecuadamente calibrado y listo para su uso en situaciones de riesgo.
- Se elaboró el informe final del proyecto respaldando así cada una de las etapas y los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Compilación de la información

Con la finalidad de llevar a cabo esta investigación se ha recopilado la información referente y necesaria disponible de tipo: meteorológica, sismología, tecnológica entre otros.

Los parámetros meteorológicos son cruciales para comprender el clima local y sus variaciones, la recopilación de datos sobre la temperatura, humedad, la velocidad del viento, la dirección del viento, la precipitación y la radiación solar proporciona información vital para una amplia gama de aplicaciones, estos datos no solo son importantes dentro del campo de la agricultura, sino también para la seguridad pública y la aviación.

En el caso de la Universidad Técnica de Ambato, es fundamental conocer los patrones climáticos locales, especialmente durante eventos extremos que pueden afectar tanto a las actividades académicas como a infraestructura física del campus, la recopilación y el análisis de datos.

La sismicidad es una preocupación importante no solo dentro del campus universitario sino a nivel nacional dada la ubicación dentro del cinturón de fuego del pacífico, para investigar los parámetros sismológicos en la zona de la universidad técnica de Ambato se requiere la recopilación de datos sísmicos históricos, así como de instalación de estaciones sísmicas modernas.

La información meteorológica se adquirió de la red meteorológica de Tungurahua y a instituciones nacionales como el INAMHI.

3.2 Historial meteorológico

Un historial meteorológico es un registro detallado y sistemático de datos climáticos recopilados a lo largo del tiempo en una ubicación específica. Estos datos son recopilados por estaciones meteorológicas, agencias gubernamentales u otras

organizaciones que monitorean y registran constantemente diversas variables climáticas.

Estos registros se utilizan para comprender los patrones climáticos a largo plazo, tendencias, predecir condiciones futuras y evaluar el impacto del clima en diversas actividades humanas, como la agricultura, la construcción y la planificación urbana. Los historiales meteorológicos son una herramienta invaluable para los científicos, meteorólogos, planificadores urbanos, agricultores y otros profesionales que trabajan en áreas relacionadas con el clima y el medio ambiente. En la Tabla 11, se observa información recabada, el instituto, el formato, fecha y la descripción de los datos investigados.

Tabla 11. Informacion de diferentes instituciones

Información	Formato	Fecha	Descripción	Instituto responsable
Provincia de Tungurahua	Excel	2023/09/01-2023/11/21	Historial meteorológico zonal de Tungurahua	Gobierno provincial de Tungurahua
Estaciones meteorológicas	Histogramas	2024/03/18-2024/03/28	Historial meteorológico estación Querochaca	INAMHI
Simuladores meteorológicos	Imágenes, histogramas	2023/01/01-2024/01/01	Simulaciones históricas del clima en Ambato	meteoblue
Eventos sísmicos	Imágenes	2023/01/01-2024/01/01	Mapa de eventos sísmológicos	EPN

3.3 Área de estudio

Según la Figura 9, La universidad Técnica de Ambato se encuentra en la provincia de Tungurahua cantón Ambato parroquia Huachi Chico, las características geográficas de la región provocan un clima cambiante, existen varios sistemas montañosos tales como el Puñalica por el sur, el Pilishurco por el norte al este el Casigana y al oeste la cordillera de los Llanganates.



Figura 9. Área de estudio.

Debido a la ubicación geográfica en la región andina del Ecuador, experimenta una variabilidad climática significativa, esta variabilidad se manifiesta en cambios estacionales pronunciados en temperatura, precipitación y otros parámetros climáticos.

Al encontrarse en una zona de montaña el clima puede variar considerablemente con la altitud, teniendo temperaturas más frescas, así como las precipitaciones son influenciadas por la elevación y la topografía del lugar.

3.4 Datos históricos climatológicos

Los datos históricos climatológicos son registros detallados de las condiciones climáticas pasadas en una ubicación específica, recopilados a lo largo del tiempo. Estos datos incluyen información sobre variables climáticas como temperatura, humedad, precipitación, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, entre otros.

Estos datos se recopilan mediante el uso de estaciones meteorológicas, satélites, sensores y otros instrumentos de medición.

Los datos históricos de climatología son fundamentales para comprender los patrones climáticos a largo plazo, Identificar tendencia, variaciones y realizar análisis comparativos entre diferentes periodos de tiempo. Estos datos son utilizados por científicos, meteorólogos, planificadores urbanos, agricultores y otros profesionales para una amplia gama de propósitos, como prever el clima futuro, estudiar el cambio climático, planificar la agricultura y la gestión de recursos hídricos, evaluar riesgos naturales y mucho más. En la Tabla 12 se observa datos históricos del clima de 2014 hasta el 2020 obtenidos a partir de la Nasa Metereology[37].

Tabla 12. Datos históricos meteorológicos [37]

	Ann ual	Jan	Feb	Ma r	A pr	Ma y	Jun	Jul	Au g	Se p	Oc t	No v	De c
DBAv g (°C)	11.8 7	12. 2	12. 4	12. 3	12. 3	12	11	10. 7	10. 9	11. 5	12. 3	12. 6	12. 3
DBStd (°C)	1.02	1	1	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
HDD1 0.0 (°C-d)	8	0.5	0.3	0.2	0.1	0	1.5	3	2	0.3	0	0	0.1
HDD1 8.3 (°C-d)	2348 .7	188 .7	166 .7	186 .4	18 1	195 .1	218 .2	236 .2	228 .9	202 .5	18 7	172 .5	185 .4
CDD1 0.0 (°C-d)	691. 2	69. 1	68. 4	71. 1	68. 1	62. 3	32. 3	24. 1	30. 3	46. 8	70. 3	76. 5	72
CDD1 8.3 (°C-d)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDH2 3.3 (°C-d)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDH2 6.7 (°C-d)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para el estudio pertinente, se obtuvo datos históricos tomados del sistema de la red meteorológica de Tungurahua, del instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI) y del instituto geofísico de la escuela politécnica nacional.

A continuación, en la Tabla 13, se observa los parámetros y el promedio anual durante el 2023.

Tabla 13. Promedio anual 2023 de parámetros meteorológicos

Parámetro	Promedio anual (2023)
Temperatura máxima	20°C
Temperatura mínima	9°C
Precipitación	122.5mm
Parámetro	Promedio anual (2023)
Humedad relativa	73.2%
Presión atmosférica	1027hPa
Parámetro	Promedio anual (2023)
Velocidad del viento	20km/h
Radiación solar	98 w/m ²
Índice UV	3

En la Figura 10, se observan los datos históricos adquiridos de meteoblue, proporcionando una visión detallada de las tendencias y patrones climáticos a lo largo del tiempo. [38].

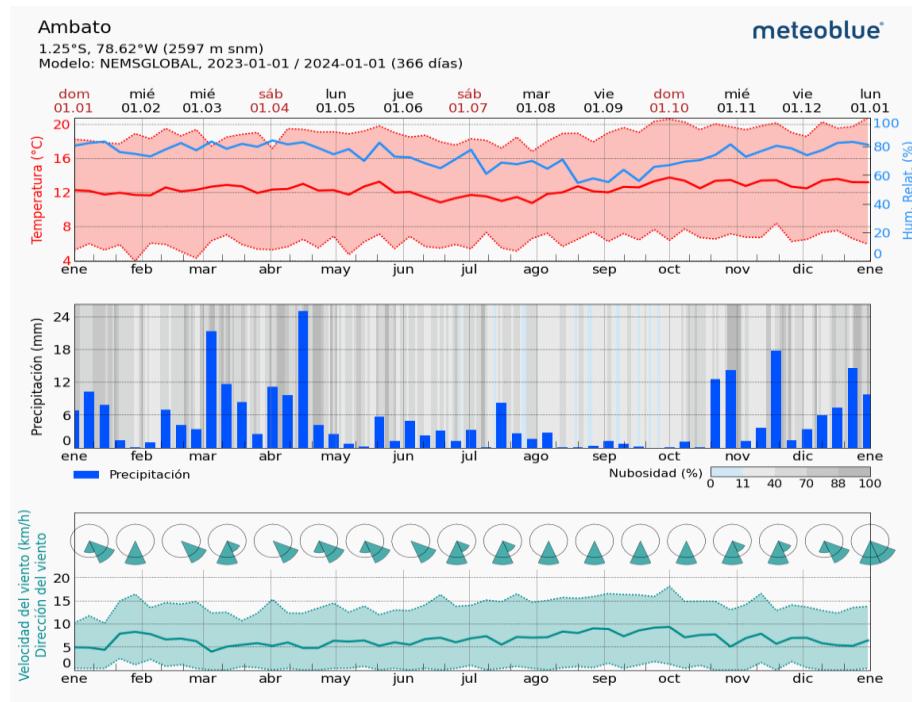


Figura 10. Datos históricos meteorológicos de Ambato [38].

3.5 Red de estaciones meteorológicas

La red de estaciones meteorológicas son conjuntos de estaciones distribuidas geográficamente que recopilan datos sobre diversos parámetros climáticos de manera simultánea y continua, gracias a esto se puede comprender el comportamiento del clima a diferentes escalas locales o globales [39].

El Ecuador cuenta con varias redes de estaciones meteorológicas operadas por distintas instituciones tales como el INAMHI, el INOCAR y redes regionales o privadas como se muestra en la Figura 11. Todas estas redes son cruciales para la vigilancia del clima y el monitoreo de eventos, alertas tempranas y estudio climáticos [39].

3.7 Análisis de las condiciones meteorológicas promedio en Ambato

El análisis sistemático de las condiciones meteorológicas en Ambato es esencial para comprender el entorno climático y su variabilidad a lo largo de una semana típica, se presenta una síntesis de las observaciones durante el mes de mayo, estos datos ofrecen una visión general de las condiciones atmosféricas prevalecientes en el área de estudio.

Dentro de los datos estudiados tenemos la temperatura que se muestra en la Figura 12. Observamos que la temperatura ambiente estuvo entre los 19°C y los 10°C. este rango de temperatura se mantuvo durante todo el mes cambiando solamente al final del mes siento este un poco más cálido [39].

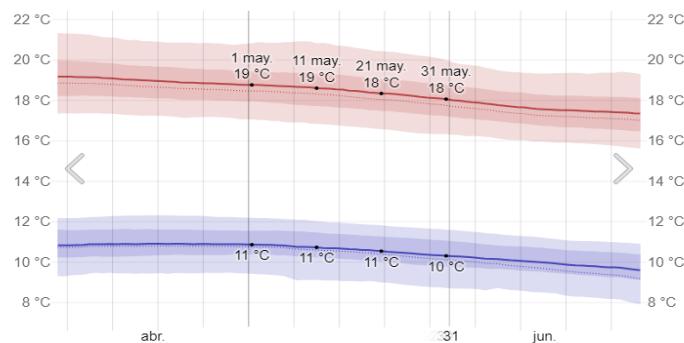


Figura 12. Temperatura durante el mes de mayo [39].

Para las precipitaciones dentro de este mes se observa en la Figura 13, que hubo una buena presencia de lluvias. La precipitación en este mes se registró como mínima el 31 de mayo con 88mm y máxima el 1 de mayo con 120 mm [39].

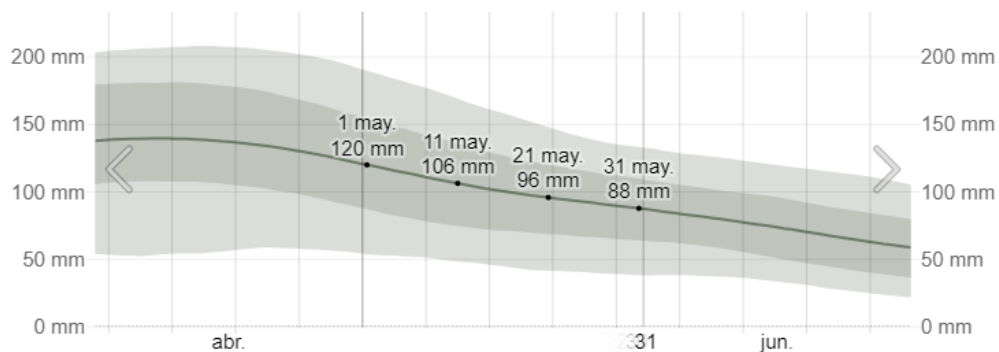


Figura 13. Precipitaciones durante el mes de mayo [39].

Además, se puede observar en la Figura 14, que la velocidad del viento durante el mes de mayo fluctuó entre los 7.5 km/h y los 9.6 km/h influyendo esta velocidad en la sensación térmica y la evaporación del agua del suelo y superficies [39].

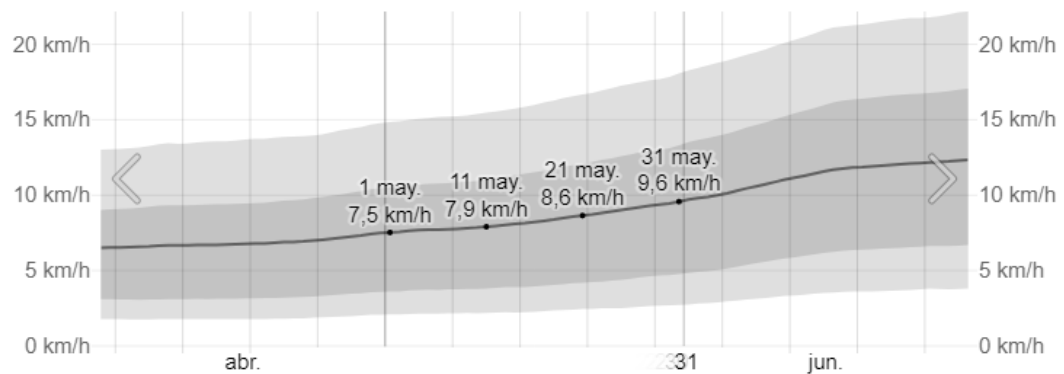


Figura 14. Velocidad del viento en el mes de mayo [39].

3.8 Consideraciones

Se debe tomar ciertas consideraciones al momento de elegir los equipos para el diseño de la estación meteorológica.

3.8.1 Consideraciones físicas

Al seleccionar los equipos para el diseño de una estación meteorológica, es esencial considerar una variedad de factores para garantizar un desempeño óptimo y una precisión confiable en la recopilación de datos.

- Elegir un sitio abierto y elevado para evitar obstáculos que puedan interferir en la medición de variables como la velocidad del viento o la radiación solar
- Se debe evitar instalar cerca de edificios, árboles o cuerpos de agua que puedan generar microclimas que alteren las mediciones.
- El acceso a los equipos debe ser fácil para el mantenimiento y calibración.
- Se debe calibrar periódicamente los sensores para garantizar la precisión de las mediciones.

- La protección de los sensores de la suciedad y otros elementos que pueden afectar su funcionamiento.
- Utilizar materiales resistentes a la intemperie, tales como acero inoxidable o aluminio, para la estructura de la estación.
- Diseñar la estación para que sea resistente a vientos fuertes lluvia intensa y otras condiciones climáticas adversas.
- Para obtener mediciones más precisas es necesario que la estación se encuentre nivelada.
- Utilizar cables resistentes a la intemperie, además con protección contra descargas eléctricas.
- La comunicación inalámbrica debe tener un sistema de comunicación confiable y con alcance adecuado.
- Asegurar una fuente de alimentación confiable para la estación ya sea esta mediante una red eléctrica o energía solar.
- Implementar medidas de seguridad para proteger datos recolectados por la estación, como cifrado y el control de acceso.
- Minimizar el impacto ambiental utilizando materiales sostenibles y la reducción del consumo de energía.
- Cumplir las regulaciones locales relacionadas con la instalación y operación de estaciones meteorológicas.

3.9 Parámetros meteorológicos a monitorizar

Dentro de la meteorología se identificaron varios parámetros a monitorizar tales como:

- La temperatura es esencial para comprender las variaciones, así como para detectar eventos extremos como olas de calor o frío que afectarían el normal desenvolvimiento de la comunidad universitaria [40].

- La humedad afecta significativamente tanto a la comunidad universitaria como a su infraestructura, impactando la salud y la comodidad de los estudiantes, personal docente y trabajadores en general exacerbando problemas de salud ya que aumenta la sensación térmica. También deteriora la infraestructura, promoviendo la formación de moho y corrosión en equipos en materiales susceptibles en bibliotecas y laboratorios, aunque en la región el problema de humedad no es tan fuerte su monitorización es fundamental para prevenir cualquier problema o riesgo futuro [40].
- La velocidad y el viento se monitorizará para prever tormentas y eventos meteorológicos severos, permitiendo alertas tempranas y una mejor planificación de emergencias, protegiendo a la comunidad universitaria y al campus. Además, se puede controlar la dispersión de contaminantes y riesgos de propagación de incendios mejorando la respuesta a desastres naturales [40].
- La monitorización de la presión atmosférica es una herramienta crucial en la predicción de cambios climáticos, ya que las variaciones en la presión pueden indicar la formación de tormentas, frentes fríos y otros fenómenos meteorológicos. Medir y analizar la presión atmosférica permite anticipar cambios en el clima con mayor precisión [40].
- La medición de precipitación, que incluye lluvia, nieve y granizado, es esencial dentro del campus universitario para gestionar los recursos hídricos y. Se evalúa este fenómeno con un hidrometeoro, informando sobre la necesidad de conservación y uso eficiente del recurso. Este monitoreo también puede contribuir a la planificación urbana y agrícola, facilitando la adaptación al cambio climático [40].

3.10 Parámetros sismológicos a monitorizar

- La monitorización de la magnitud de los eventos sísmicos no solo en las cercanías del campus universitario sino en todo el Ecuador es esencial para evaluar la energía liberada durante los sismos y su potencial destructivo en todo el país. Esto permite determinar la intensidad del movimiento telúrico y su capacidad para causar daños

a comunidades. Además, esto facilita la planificación de emergencias y la implementación de medidas de respuesta efectivas para proteger a la población.

- La localización precisa de eventos sísmicos en Ecuador es esencial para identificar el epicentro y el área afectada, facilitando una respuesta rápida y eficaz ante emergencias. Permite determinar con precisión el origen del sismo, evaluando su intensidad y potencial impacto en infraestructuras. Con esta información se puede emitir alertas tempranas y planificar estrategias de evacuación y rescate. Ayuda a promover la educación pública sobre preparación ante desastres y fortalece la capacidad de respuesta del país frente a eventos naturales de alto riesgo.
- La aceleración del suelo durante un sismo proporciona información crucial sobre la intensidad del movimiento y las vibraciones que afectan las estructuras e infraestructuras en el Ecuador. Este dato es fundamental para evaluar y prever el riesgo sísmico, permitiendo la implementación de medidas de diseño y construcción sísmica adecuada. Además, el monitoreo continuo de la aceleración del suelo también es crucial para la respuesta rápida y efectiva ante eventos sísmicos, protegiendo así vidas e infraestructura.

3.11 Ubicaciones para la medición

La determinación de las ubicaciones específicas para la instalación de equipos de monitorización es un paso fundamental. Estas ubicaciones fueron seleccionadas estratégicamente para cubrir las necesidades del campus universitario asegurando así la seguridad de la comunidad universitaria. Para la selección de estas ubicaciones incluyo:

- Puntos elevados para la instalación de la estación meteorológica cuenta con una vista despejada, lo que permite la obtención de datos precisos sobre condiciones atmosféricas antes expuestas, en la Figura 15, se observa los talleres tecnológicos FISEI lugar de la instalación de la estación meteorológica.



Figura 15. Talleres tecnológicos FISEI.

- El detector de sismos se instaló en un área donde permite captar con precisión las vibraciones del suelo evitando vibraciones artificiales producidas por la actividad humana.
- Se recabo datos de las diferentes estaciones sismológicas en el Ecuador, esta información permitirá mejorar significativamente la respuesta ante riesgos sísmicos, facilitando la detección temprana de eventos sísmicos. Con estos datos se podrán desarrollar modelos predictivos más robustos y detallados, optimizando la planificación y respuesta ante emergencias, así como implementando medidas preventivas adecuadas para proteger a las comunidades y la infraestructura.

3.12 Intervalos de tiempo para la adquisición de datos

El intervalo para la adquisición de datos debe ser cuidadosamente definido en función a los parámetros a monitorizar.

- Datos en tiempo real: Se obtuvieron datos críticos sobre aspectos como la aceleración del suelo durante un sismo y la velocidad y dirección del viento. La adquisición de datos en tiempo real es vital para la detección inmediata de eventos que representen un riesgo significativo, por ejemplo, la aceleración del suelo durante un sismo permite evaluar rápidamente la magnitud del evento y su impacto activando protocolos de emergencia y medidas de evacuación de manera oportuna.

- Datos con alta frecuencia: se registra para parámetros como la temperatura y la humedad. Estas mediciones se ejecutan cada poco minuto proporcionando un perfil detallado y preciso del comportamiento climático en Ambato, siendo necesario para la gestión diaria del campus universitario.

Establecer intervalos de tiempo de adquisición asegurará la obtención de la información relevante y oportuna, mejorando la capacidad de respuesta y la planificación preventiva en la universidad técnica de Ambato y sus alrededores.

3.13 Selección de equipos y sensores

Basándose en los parámetros y requisitos identificados, se seleccionaron los equipos y sensores más apropiados para el sistema de monitorización. Asegurando considerar varios factores clave para garantizar la efectividad del sistema esto incluye no sólo la precisión y la confiabilidad de los equipos, sino también su capacidad para integrarse de manera efectiva con la infraestructura existente y los protocolos de comunicación utilizados. Se evaluará la robustez de los equipos frente a condiciones ambientales adversas, asegurando que pueden operar de manera óptima en cualquier circunstancia. Asimismo, la facilidad de mantenimiento y la disponibilidad de soporte técnico adecuado son aspectos esenciales para garantizar un funcionamiento continuo y la minimización de tiempo de inactividad.

3.13.1 Selección de estación meteorológica

Para la selección de la estación meteorológica apropiada se consideró varios aspectos clave: los parámetros específicos que se van a monitorizar, la precisión y la exactitud de las mediciones bajo diversas condiciones climáticas, la robustez la durabilidad frente a elementos adversos, la facilidad de instalación y mantenimiento la compatibilidad con sistemas existentes, y el costo en relación con el presupuesto disponible. Se observa en la Tabla 14, algunas estaciones meteorológicas su descripción y el costo.

Tabla 14. Estaciones metereológicas en el mercado

Estación	Descripción	Precio
Ambient Weather Estación meteorológica inteligente WS-2000	La consola recibe datos inalámbricos del viento, lluvia, temperatura, humedad, rayos UV y radiación solar de los sensores exteriores, y opcionalmente, presión barométrica, humedad y temperatura de un sensor interior. La pantalla a color muestra estos parámetros junto con datos calculados como sensación térmica, punto de rocío, velocidad y dirección del viento, amanecer, atardecer, fase lunar y pronóstico [41].	\$315
Ambient Weather Estación meteorológica WiFi WS-1965	Array de sensores todo en uno: MIDE de forma fiable la temperatura, la humedad, la presión barométrica, la velocidad del viento, la dirección del viento y la lluvia con actualizaciones en tiempo real de 16 segundos en la consola [42].	\$190
AcuRite Estación meteorológica profesional para el hogar con pantalla WiFi	La estación meteorológica inalámbrica cuenta con: Con termómetros incorporados, higrómetros, un barómetro y anemómetros, reciba temperatura/humedad interior/exterior, velocidad/dirección del viento, UV, intensidad de luz, presión barométrica y totales de lluvia	\$315
Estación meteorológica, LFF, LWS234	Sensor exterior 7 en 1: el sensor exterior está instalado en el poste exterior y los últimos datos meteorológicos al aire libre se pueden ver en tiempo real. El sensor inalámbrico consta de una veleta, anemómetro, sensor de temperatura/humedad, colector de lluvia, sensor ultravioleta y solar, sensor de nivel y luz. La fuente de alimentación principal del sensor es un panel solar y 3 baterías de respaldo AA (no incluidas), y el sensor inalámbrico puede transmitir hasta 492 pies (492.1 ft) en áreas abiertas [43].	\$120

Se seleccionó la estación meteorológica LFF, modelo LWS234, debido a que está equipada con sensores adecuados para la monitorización precisa de diversos parámetros meteorológicos. Además, esta estación cuenta con servidores web integrados que permiten acceder fácilmente a la información recopilada. En comparación con otras opciones disponibles, el precio de la estación LFF, LWS234 se encuentra dentro de un rango promedio, lo que hace una elección rentable sin comprometer la calidad y funcionalidad requeridas para el proyecto de monitorización meteorológica.

3.13.2 Selección de sensores sismológicos

Para la selección de los sensores sismológicos que se adapten a un sistema de bajo costo y de integración con tecnología TTL se ha tomado como punto de partida el uso de un sensor giroscopio que permitan medir la que a mayor escala pueden entregar una referencia de un sismo dentro de un área de monitoreo.

El sensor MPU-6050 es una unidad de medición inercial de 6 grados de libertad que integra un acelerómetro y un giroscopio. Este sensor es crucial para detectar cambios en la aceleración a lo largo de los ejes x, y, z. se comunica en el módulo ESP32 a través de la interfaz I2C y funciona con una alimentación de 3.3v [44].

el módulo ESP32-WROOM reconocido por su potencia y funcionalidad integrada de WIFI y bluetooth. Este módulo permite una conexión fácil a la red LAN y, por ende, al internet, facilitando la transferencia bidireccional de datos desde cualquier punto del campus universitario. Además destaca por su eficiencia energética, consumiendo aproximadamente $5 \mu A$ y operando a un voltaje estándar de 5v, lo cual lo hace ideal para aplicaciones de monitoreo prolongado. Su versatilidad también es notable, siendo compatible con diversos lenguajes de programación, lo que facilita su integración y desarrollo en diferentes entornos tecnológicos.

Para capturar movimientos de manera precisa y rápida, el MPU-6050 ofrece un rango de escala programable. Para el giroscopio los grados disponibles son de 250/500/1000/2000 grados por segundo, mientras que para el acelerómetro son de 2g/4g/8g/16g. esto permite ajustar la sensibilidad del sensor según los requisitos específicos de la aplicación, asegurando mediciones precisas en diferentes condiciones ambientales [44].

Se ha implementado un sistema energético compuesto por un panel solar de 3w que genera 6v que se encuentra con facilidad en el mercado entregando un voltaje menor al necesario, un módulo controlador de carga y descarga TP4056 para salvaguardar la batería y el circuito. Este sistema está respaldado por una batería de 5200mAh con 7.4v que alimenta el circuito. Además, se ha incorporado un regulador de voltaje LM7805 para estabilizar el voltaje de entrada al ESP32 asegurando un suministro constante y adecuado para su funcionamiento óptimo.

3.14 Diseño del sistema de adquisición de datos.

Para la adquisición de datos, se emplearon múltiples tecnologías y protocolos para garantizar una integración y transmisión eficientes de la información. Primero, se utilizaron las API de la página web Wunderground para obtener datos específicos de

la estación meteorológica. Además, se implementó el protocolo MQTT para la transmisión de datos en tiempo real, facilitando la comunicación entre los sensores y el sistema de almacenamiento. La información recopilada se almacenó en una base de datos MySQL, gestionada a través de phpMyAdmin, permitiendo una administración eficiente de los datos.

Adicionalmente, se emplearon técnicas de web scraping para extraer datos de la página del IGEPN, específicamente para obtener información relacionada con sismos. Los datos de los detectores de sismos se integraron en el sistema mediante Node.js, que sirvió como interfaz para la comunicación entre los componentes del sistema y la base de datos.

El software LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) se utilizó para la configuración del servidor y la gestión del entorno web, mientras que Mosquitto, un broker MQTT ligero, facilitó la gestión de la transmisión de mensajes en tiempo real. Python se utilizó para el procesamiento de datos y la implementación de scripts de scraping. Finalmente, Grafana se empleó para la visualización y monitoreo de los datos, proporcionando dashboards interactivos y análisis en tiempo real.

La figura 16 muestra el esquema del sistema, detallando el flujo de datos desde la estación meteorológica y el detector de sismos hasta la plataforma de observación en la nube, lo que permite un análisis exhaustivo y una toma de decisiones informada.

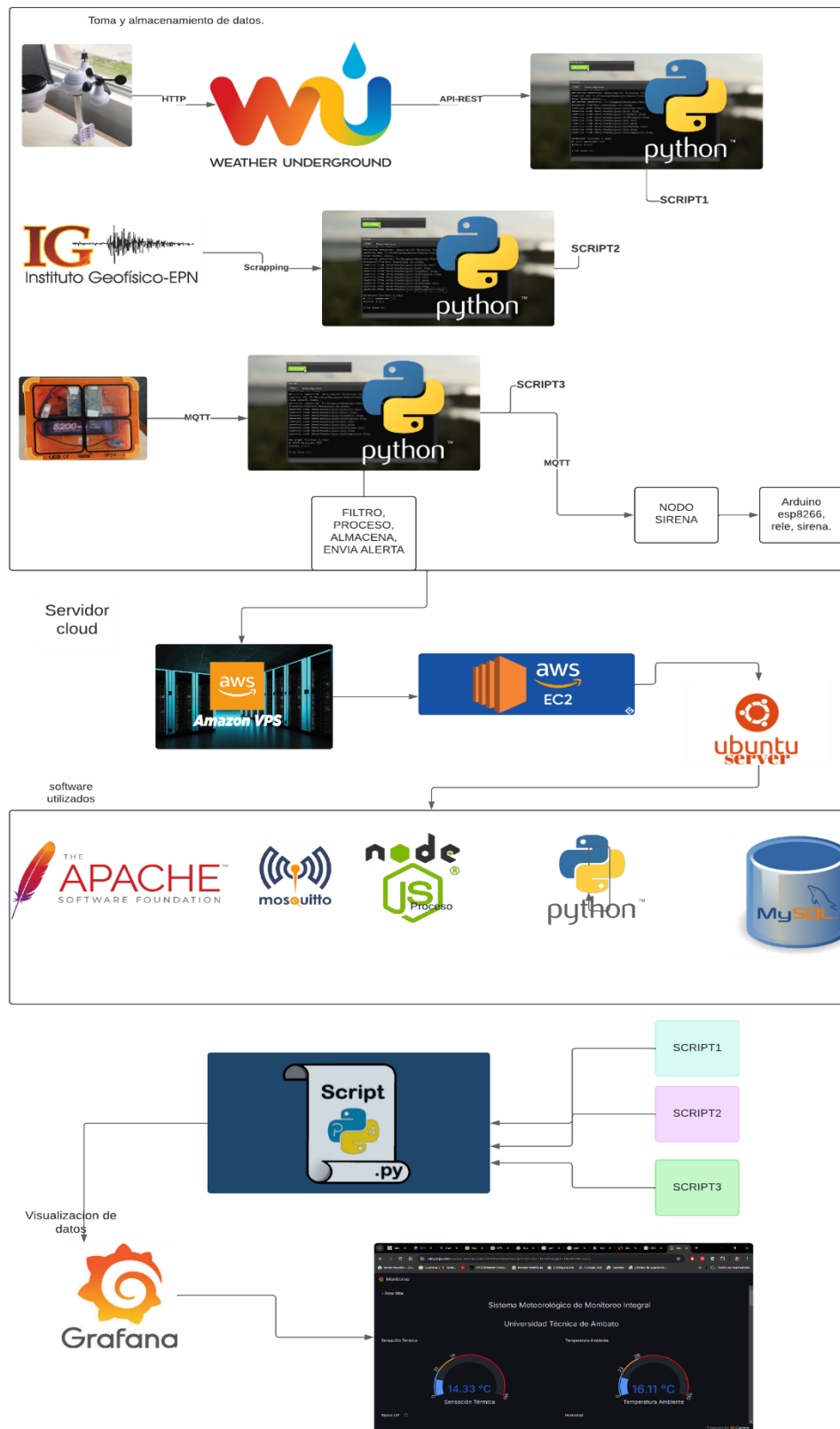


Figura 16. Esquema del sistema.

3.14.1 API's

Para la adquisición de datos se utilizaron las API de la página web Wunderground, propias de la estación meteorológica. Las API permiten acceder de manera programática a los datos meteorológicos recopilados por la estación [45]. A través de estas API, se puede realizar solicitudes para obtener información sobre diversos parámetros como temperatura, humedad, velocidad de viento y dirección del viento, precipitaciones, etc.

El uso de las API facilita la integración de los datos meteorológicos con otros sistemas y aplicaciones, permitiendo una automatización eficiente en la recolección y análisis de la información. En este caso como se muestra en la Figura 17, las API proporcionan una interfaz estándar para consultar y extraer los datos necesarios, garantizando que la información se encuentre siempre actualizada y disponible en tiempo real para su procesamiento y almacenamiento.

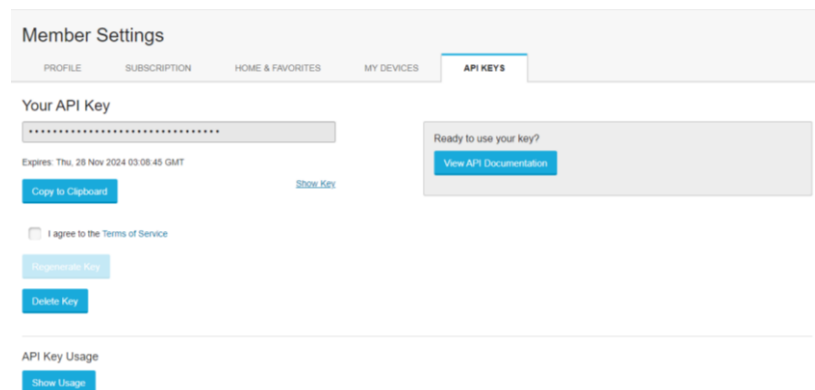


Figura 17. API de Wunderground.

3.14.2 Protocolo MQTT

El protocolo MQTT es un protocolo de mensajería ligero y eficiente, ideal para la transmisión de datos en redes de baja latencia y alta confiabilidad. En el contexto de la estación meteorológica, MQTT se utilizó por su eficiencia en la transmisión de pequeños paquetes de datos, bajo consumo de ancho de banda, y capacidad para comunicación en tiempo real. Además MQTT es escalable y flexible, permitiendo la fácil integración de nuevos sensores y dispositivos, y ofrece diferentes niveles de

calidad de servicio para garantizar la entrega confiable de mensajes [45]. Esto lo hace una excelente opción para la monitorización y la gestión de datos meteorológicos. En la Figura 18, se observa como MQTT se conecta a las diferentes redes y comparte datos a diferentes dispositivos.

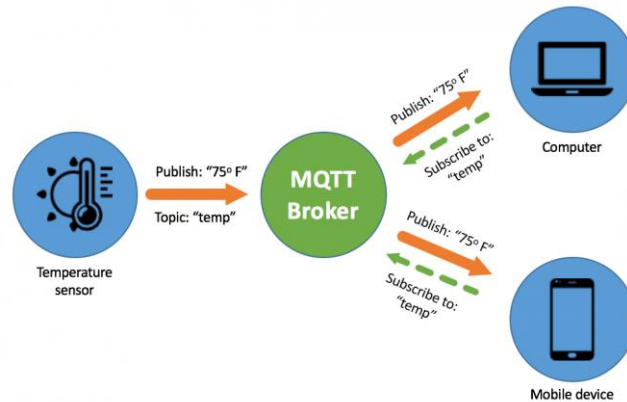


Figura 18. Protocolo MQTT [46].

3.14.3 MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto utilizado para almacenar y gestionar datos eficientemente[35]. En la estación meteorológica MySQL se empleó para almacenar los datos recolectados por los sensores. Sus principales ventajas incluyen fiabilidad, facilidad de uso, compatibilidad con diversas aplicaciones y lenguajes de programación y seguridad robusta. Estas características aseguran un manejo eficiente y seguro de la información meteorológica.

3.14.4 PhP Admin

PhPMyAdmin es una herramienta de software libre escrita por PHP que permite administrar bases de datos MySQL a través de interfaz web. En la estación meteorológica, PhPMyAdmin se utilizó para gestionar la base de datos MySQL[31]. Lo que llevo a elegir este gestor es su interfaz amigable, gestión completa de bases de datos, ejecución y visualización de consultas SQL, se puede importar y exportar datos, tener seguridad con los datos. Esto facilita la administración, consulta y protección de los datos meteorológicos.

3.14.5 Grafana

Grafana se utiliza para visualizar datos de la estación meteorológica mediante la integración con sistemas como MySQL para almacenamiento de datos, APIs de Wunderground para la adquisición de datos meteorológicos, protocolo MQTT para la transmisión de datos en tiempo real[36]. Grafana permite crear paneles interactivos y gráficos dinámicos que facilitan la comprensión de datos complejos, proporcionando visualizaciones personalizables y herramientas avanzadas de exploración y análisis. Además, permite configurar alertas basadas en umbrales y enviar notificaciones, asegurando una supervisión efectiva y continua de las condiciones meteorológicas capturadas por la estación.

3.15 Instalación de la estación meteorológica

la instalación de la estación meteorológica comenzó con la llegada de los equipos, incluyendo la estación meteorológica LFF LWS234 mostrado en la Figura 19. Inicialmente, se procedió la verificación de componentes y al ensamblaje de la estación para asegurar su funcionamiento. Se realizaron pruebas exhaustivas para verificar la precisión y la calibración de los sensores, asegurando que la estación esté lista para la recolección precisa de datos meteorológicos.



Figura 19. Estación meteorológica

Se instaló la estación meteorológica en punto estratégico seleccionado para minimizar la influencia de factores que puedan generar microclimas. El lugar elegido fue la parte

alta de los talleres tecnológicos Figura 20, considerando idóneo por su elevación y ubicación que garantizan mediciones precisas y representativas del entorno universitario. Antes de la instalación se evaluarán diversas ubicaciones dentro del campus para asegurar que la estación no estuviera expuesta a obstrucción ni interferencias que pudieran afectar las mediciones meteorológicas.

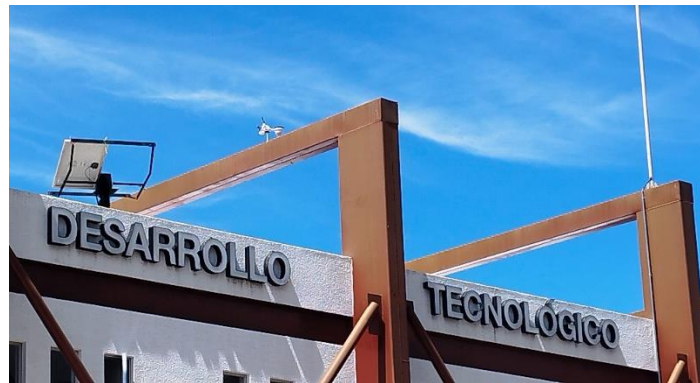


Figura 20. Estación meteorológica instalada

Una vez instalada la estación meteorológica, se procedió a la configuración de la plataforma Wunderground para conectar con el sistema global de estaciones meteorológicas. Este paso abarcó la creación de una cuenta y la configuración de la estación en la plataforma para garantizar que los datos recolectados sean accesibles en tiempo real a nivel mundial. Tras el enlace exitoso, la estación comenzó a transmitir datos meteorológicos que pueden ser monitorizados a través de la interfaz de Wunderground como se observa en la Figura 21.

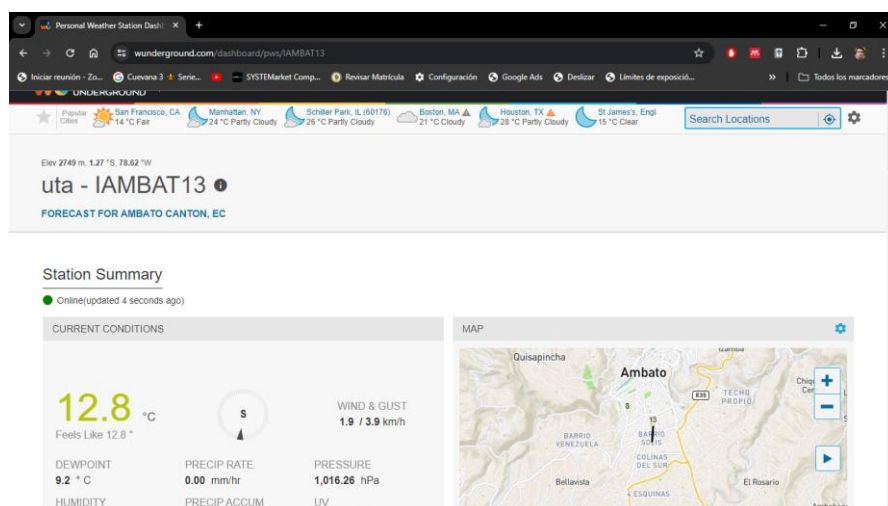


Figura 21. interfaz Wunderground

Una vez instalado la estación meteorológica y configurada la plataforma, se procedió a la extracción automatizada de datos utilizando un API Rest. Se generó un API Key en la plataforma de Wunderground, fundamental para acceder a los parámetros meteorológicos monitorizados.

Para automatizar la extracción de datos, se desarrolló un script en python que utiliza el API Key para conectarse a Wunderground y recuperar los datos necesarios. Este script se ejecuta a intervalos regulares para asegurar una recolección continua y actualizada de la información meteorológica.

Los datos obtenidos son procesados y almacenados en una base de datos MySQL en donde se creó una base de datos para este proyecto, estructurada para almacenar información detallada que incluye fecha, hora, latitud, longitud y todos los parámetros meteorológicos relevantes. Esta estructura permite un análisis detallado y preciso de las condiciones meteorológicas en el campus.

3.16 Recuperación de datos por Python

El código Python mostrado en la Figura 22, utiliza bibliotecas como requests para obtener datos de la API meteorológica y *MySQL.connector* para conectar y escribir en una base de datos MySQL local, luego un bucle principal ejecuta estas operaciones cada 5 minutos para mantener los datos actualizados. Funciones como *calcular_viento_enfriamiento* y *calcular_heat_index* calculan la sensación térmica o el índice de calor según la temperatura. Errores de conexión y operaciones son manejados para mantener la estabilidad del script, que también muestra los datos en la consola.

Este flujo automatizado garantiza la disponibilidad y precisión de los datos meteorológicos para análisis y aplicaciones posteriores.

```
def process_data(data):
    processed_data = []
    observations = data.get('observations', [])
    for obs in observations:
        # Convertir las fechas a un formato compatible con MySQL
        fecha_local = datetime.strptime(obs.get('obsTimeLocal'), '%Y-%m-%d %H:%M:%S')

        temp = (obs['imperial'].get('temp') - 32) / 1.8
        wind_speed = obs['imperial'].get('windSpeed') * 1.60934
        humidity = obs.get('humidity') / 100 # Convertir a fracción

        # Calcular la sensación térmica
        wind_chill = calculate_wind_chill(temp, wind_speed)
        heat_index = calculate_heat_index(temp, humidity)
        if temp < 10:
            sensation = wind_chill
        else:
            sensation = heat_index

        entry = {
            'estacionID': 'TALLERFISEI' if obs.get('stationID') == 'IAVBAT13' else obs.get('stationID'),
            'fecha_local': fecha_local,
            'Ubicacion': obs.get('neighborhood'), # Cambio de 'vecindario' a 'Ubicacion'
            'radiacionSolar': obs.get('solarRadiation'),
            'longitud': obs.get('lon'),
            'latitud': obs.get('lat'),
            'uv': obs.get('uv'),
            'direccionViento': obs.get('winddir'),
            'humedad': obs.get('humidity'),
            'temperatura': temp,
            'sensacionTermica': sensation,
            'velocidadViento': wind_speed,
            'presion': obs['imperial'].get('pressure') * 33.8639,
```

Figura 22. Programación en Python de la adquisición de datos

3.17 Detector de sismos

Para la construcción del prototipo detector de movimientos, se inició con un estudio exhaustivo de los componentes como se ha indicado en párrafos anteriores tomando en cuenta sensores de vibración que permitan tener una referencia de la detección de un sismo en el lugar de la instalación. Una vez seleccionado los componentes adecuados, se procedió al diseño del circuito utilizando el software Proteus. Este proceso abarcó la simulación y validación de las conexiones eléctricas para asegurar el correcto funcionamiento del sistema en condiciones reales.

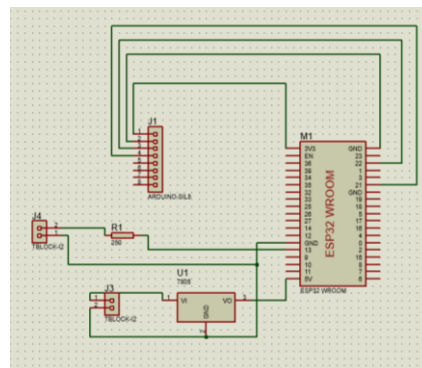


Figura 23. Circuito detector de sismos

El diseño en Proteus mostrado en la Figura 23, permitió realizar simulaciones detalladas para validar el rendimiento del sistema bajo diversas condiciones. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño de la placa de circuito impreso (PCB) observado en la Figura 24, asegurando una disposición optima de los componentes para minimizar interferencias y maximizar la eficiencia del sistema.

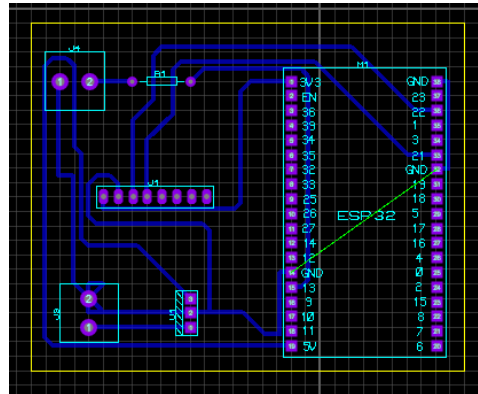


Figura 24. Placa PCB detector de sismos.

Tras completar el diseño de la PCB, se procedió a su impresión y ensamblaje de los componentes electrónicos incluyendo el sensor PU6050, el módulo ESP32-WROOM, el regulador de voltaje LM7805, y el sistema de alimentación compuesto por un panel solar y una batería como se muestra en la Figura 25.

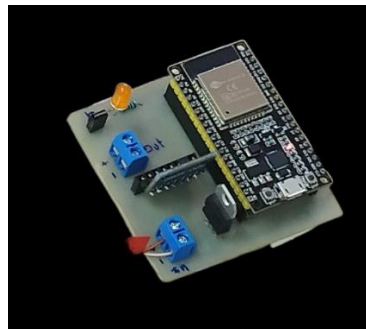


Figura 25. Detector de movimientos telúricos.

Posteriormente se llevó a cabo el montaje del panel solar, la batería y el módulo de carga y descarga. Esta etapa implicó la integración de todo este componente en un módulo compacto y eficiente.

El panel solar fue montado en una posición óptima para maximizar la captación de energía solar, asegurando una alimentación continua del sistema. La batería fue instalada junto al módulo controlador de carga, lo que previene sobrecargas y prolonga su vida útil.

Todo este conjunto de componentes fue ensamblado en un módulo compacto y protegido, diseñado para resistir las condiciones ambientales y asegurar la durabilidad del detector de sismos presentado en la Figura 26.



Figura 26. Módulo detector de movimientos telúricos.

3.17.1 Programación del detector movimientos sísmicos

Se realizó la programación del esp32 en Arduino IDE, como se muestra en la Figura 27, tomando en cuenta que se requiere conectar a cualquier punto wifi para que realice el envío de datos a una base de datos, mientras el esp32 se conecta a un bróker de MQTT, se inicializa el sensor mpu6050 para leer datos de aceleración de los 3 ejes (X, Y, Z). El pin 13 está configurado para controlar un led que se enciende o apaga dependiendo de la detección de sismos. En cada interacción del loop, se verifica si la conexión al bróker MQTT, si hay datos en el serial se lee, los valores de aceleración del sensor se leen y se convierten en unidades de gravedad(g), si la magnitud total de la aceleración supera ciertos umbrales (1.02g o menos de 0.98g) se considera que se ha detectado un movimiento inusual que permite generar una posible alerta de un sismo, si se detecta un movimiento telúrico y persiste por un lapso de tiempo de 5 segundo se enciende el led y se publica un mensaje en MQTT sismos/sensor. En caso de que no existe actividad sísmica durante 3 segundo se desactiva la detección de sismos.

```

int16_t ax, ay, az;
mpu.getAcceleration(&ax, &ay, &az);

float ax_g = ax / 16384.0;
float ay_g = ay / 16384.0;
float az_g = az / 16384.0;

float total_accel = sqrt(ax_g * ax_g + ay_g * ay_g + az_g * az_g);

Serial.print("aX = ");
Serial.print(ax_g);
Serial.print(" | aY = ");
Serial.print(ay_g);
Serial.print(" | aZ = ");
Serial.print(az_g);
Serial.print(" | Total Accel = ");
Serial.print(total_accel);

if (total_accel > 1.02 || total_accel < 0.98) {
    Serial.println(" | Sismo detectado");

    ultimoSismo = millis();
    if (!sismoActivo) {
        sismoActivo = true;
        sismoTiempo = millis();
    }
} else {
    Serial.println();
}

```

Figura 27. Programación en Arduino IDE detector de sismos.

3.17.2 Extracción de datos sísmicos

Se implementó un sistema automatizado en Python para la extracción y almacenamiento de datos sísmicos desde las páginas web oficiales del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN). Utilizando la biblioteca requests, se enviaron solicitudes HTTP para obtener el contenido HTML de las páginas del IGEPN. Posteriormente, se empleó BeautifulSoup para analizar el HTML y extraer datos relevantes de las tablas de eventos sísmicos, incluyendo información sobre la magnitud, tipo, fecha, ubicación y profundidad de cada evento. Estos datos se estructuraron en un formato adecuado para su posterior procesamiento.

Una vez extraídos los datos, se almacenaron en una base de datos MySQL llamada weather_data. Se estableció una conexión con la base de datos utilizando mysql.connector. Para asegurar la integridad de los datos y evitar duplicados, se realizaron consultas SQL para verificar la existencia de eventos sísmicos antes de insertar nuevos registros. La verificación se basó en la comparación de parámetros clave como

magnitud, tipo, fecha, ubicación y profundidad. Solo los eventos nuevos se insertaron en la base de datos, mientras que los duplicados se omitieron. Este proceso garantiza una recolección de datos eficiente y una gestión robusta de la base de datos, mejorando la precisión y fiabilidad del sistema de monitoreo sísmico. La Figura 28 muestra el código completo en Python utilizado para este procedimiento, asegurando un flujo de trabajo ordenado y coherente desde la extracción de datos hasta su almacenamiento final.

```

28| # Iterar sobre las filas de la tabla, comenzando desde la fila 51
   y retrocediendo hasta la fila 2
29| for row in table.find_all('tr')[50:1:-1]:
30|     # Extraer los datos de la fila
31|     data = [column.text.strip() for column in row.find_all('td')]
32|
33|     # Desempaquetar los datos
34|     id_evento, magnitud, tipo, hora_local, latitud, longitud,
profundidad, region, ciudad_cercana, modo, hora_utc, update = data
35|
36|     # Asignar signos adecuados a la latitud y longitud
37|     latitud_signo = 1 if "N" in latitud else -1
38|     longitud_signo = 1 if "E" in longitud else -1
39|
40|     # Obtener los valores numéricos de latitud y longitud
41|     latitud_decimal = float(latitud.split()[0][:1]) *
latitud_signo
42|     longitud_decimal = float(longitud.split()[0][:1]) *
longitud_signo
43|
44|     # Convertir hora local a formato de fecha
45|     fecha_local = datetime.strptime(hora_local, "%Y-%m-%d
%H:%M:%S")
46|

```

Figura 28. Programación en Python para extracción de datos.

3.18 Interfaz gráfica

Se procedió a la construcción de un dashboard utilizando Grafana para la visualización en tiempo real de los datos meteorológicos recolectados. Este dashboard fue diseñado teniendo en cuenta los parámetros esenciales previamente mencionados.

Para lograr una interfaz intuitiva y funcional, se personalizaron diferentes paneles de visualización que permiten observar cada uno de los parámetros de manera clara y detallada. Además, se integraron gráficos interactivos mapas que muestran el punto exacto de la estación y una lista de los últimos datos recabados, proporcionando una visión completa del comportamiento meteorológico a lo largo del tiempo.

Grafana se configuro para notificar de inmediato cualquier condición extrema o anómala detectada, facilitando una respuesta rápida y eficiente. Estas alertas se las

observa en la interfaz y pueden ser enviadas por mensajería, asegurando así que el personal relevante siempre este informado.

Se ajustaron opciones de visualización como colores, escalas y tipos de gráficos para asegurar una presentación clara y comprensible de la información.

El dashboard permite la interacción por parte de los usuarios, siendo una herramienta potente para la monitorización y también para la toma de decisiones basadas en datos precisos y actualizados.

Esta interfaz asegura una compatibilidad y sincronización del dashboard con la base de datos MySQL, garantizando que los datos visualizados estén siempre actualizados y reflejen las condiciones meteorológicas actuales del campus.

Para mejorar la usabilidad y funcionalidad del panel, se personalizo la interfaz como se exhibe en la Figura 29 un diagrama de flujo de la usabilidad, agregando alarmas que se activan cuando los datos superan umbrales predefinidos. Estas alarmas permiten monitorear de manera proactiva las condiciones climáticas y sísmicas en el campus.

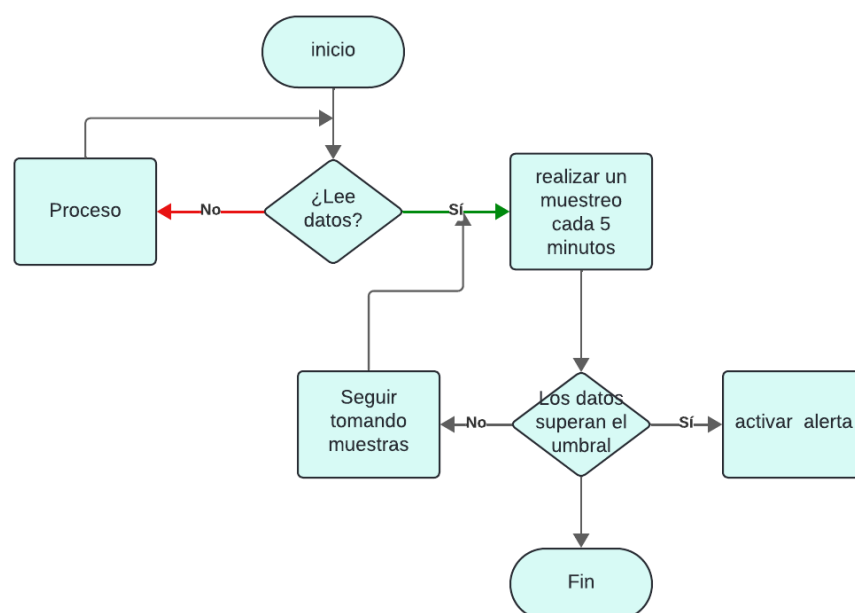


Figura 29. Diagrama de flujo de plataforma grafana.

En la Figura 30, se muestra la interfaz de Grafana, existe una base de datos de la estación meteorológica que recabara datos tales como el id de la muestra, en nombre de la estación la hora y fecha de la toma de la muestra, la ubicación, longitud y latitud, radiación solar, rayos uv, dirección del viento, velocidad del viento, humedad, temperatura, presión y elevación además de un mapa de la ubicación de la estación estos datos se actualizan cada 5 minutos.

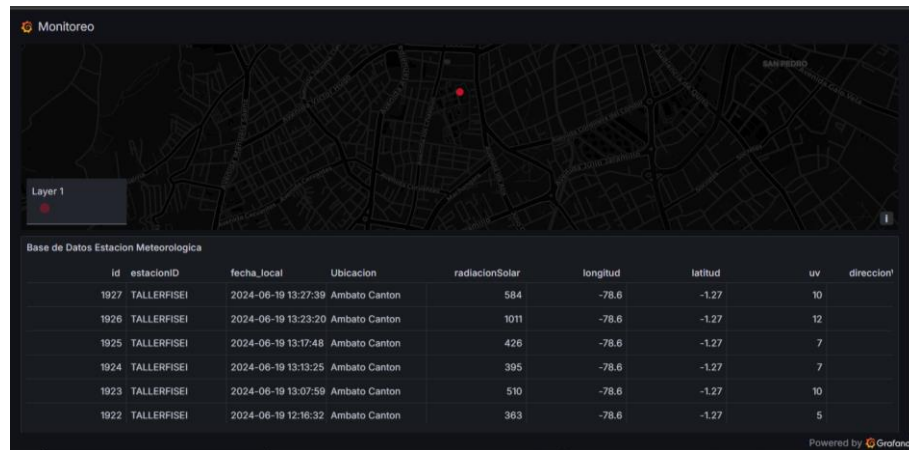


Figura 30. Base de datos de la estación meteorológica en Grafana.

En la Figura 31, se observa en donde ha sido el último sismo en el país además de una base de datos que se mantiene actualizada y que guarda los eventos sísmicos ocurridos en el país.

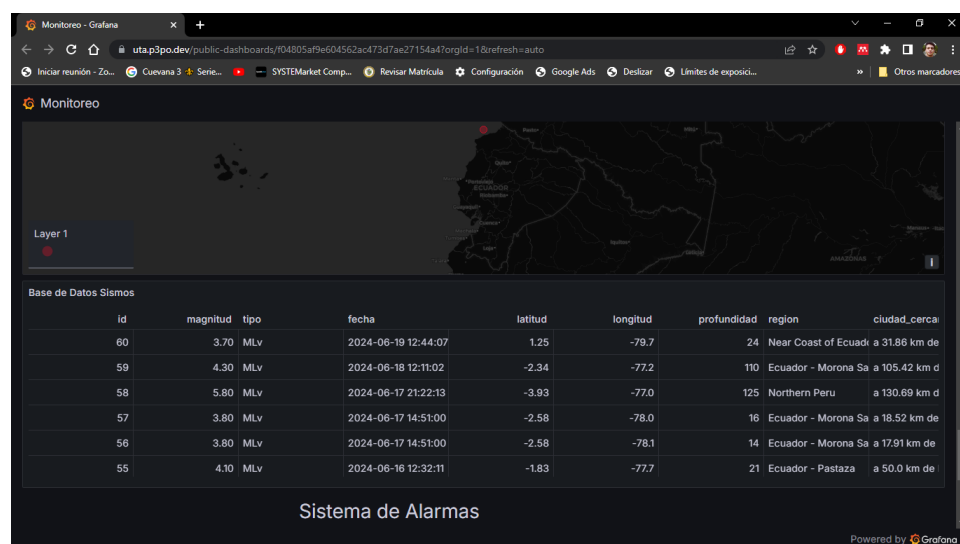


Figura 31. Base de datos de sismología en Grafana.

3.19 Resultados obtenidos en la estación meteorológica

Los resultados obtenidos de la estación meteorológica, registrados en una base de datos incluyen un amplio rango de parámetros cruciales para el análisis climático, desde el 4 de junio hasta el día del registro del trabajo. Para el análisis de la toma de datos adquiridos por la estación meteorológica y el sistema de sismológico se presenta una muestra de la adquisición de datos entre 00h00-01h00, 12h00-13h00 y de 16h00-1700, la adquisición de los datos de un día promedio se presentan en la Tabla 15, tomados el 14 de junio de 2024 al igual como se muestra en el Anexo J. Este registro contiene un ID de muestra único, nombre de la estación, hora y fecha de la toma de muestra, la ubicación se detalla con precisión mediante coordenadas de longitud y latitud. Entre los datos registrados, se encuentran la radiación solar lo rayos UV, que son esenciales para entender la exposición solar y sus efectos. También se recoge la información sobre la dirección y velocidad del viento. También se registra la humedad, temperatura del aire, y la presión atmosférica, la elevación atmosférica de la estación, medida en metros sobre el nivel del mar, también se incluyen para ajustar y analizar los datos de presión y temperatura en función de la altitud.

Tabla 15. Base de datos estación meteorológica.

id	estacionI D	fecha_lo cal	Ubicacion	radiación Solar	longitu d	latitud	uv	direccion Viento	hume dad	temperat ura	sensacion Termica	Velocidad Viento	presi on	elevaci on
592	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013. 21	2749.9 1
593	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:09	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013. 21	2749.9 1
594	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:15	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013. 21	2749.9 1
595	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	89	12.2222	9.85104	0	1013. 21	2749.9 1
596	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	89	12.2222	9.85104	0	1013. 21	2749.9 1
597	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	89	12.2222	9.85104	0	1013. 21	2749.9 1
598	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:34	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013. 21	2749.9 1
599	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:40	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	270	87	12.2222	9.83366	1.60934	1013. 21	2749.9 1
600	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:44	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	254	85	12.2222	9.81628	4.82802	1013. 21	2749.9 1
601	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	273	84	12.2222	9.80758	1.60934	1013. 21	2749.9 1
602	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	266	86	12.2222	9.82497	3.21868	1013. 21	2749.9 1
603	TALLER FISEI	14/06/20 24 0:59	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	348	88	12.2222	9.84235	0	1013. 21	2749.9 1
604	TALLER FISEI	14/06/20 24 1:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	88	12.2222	9.84235	0	1013. 21	2749.9 1
735	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:00	Ambato Canton	304.7	-78.624	-1.26717	4	142	65	17.2222	15.6251	9.65604	1012. 53	2749.9 1
736	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:06	Ambato Canton	324.7	-78.624	-1.26717	5	134	65	17.2222	15.6251	6.43736	1012. 53	2749.9 1

737	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:10	Ambato Canton	334.6	-78.624	-1.26717	5	140	63	17.7778	16.2477	4.82802	1012. 53	2749.9 1
738	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:15	Ambato Canton	372.1	-78.624	-1.26717	6	94	62	17.7778	16.2433	4.82802	1012. 19	2749.9 1
739	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:20	Ambato Canton	355.5	-78.624	-1.26717	5	174	59	18.3333	16.857	4.82802	1012. 19	2749.9 1
740	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:26	Ambato Canton	370.1	-78.624	-1.26717	6	152	59	18.8889	17.4769	4.82802	1011. 85	2749.9 1
741	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:30	Ambato Canton	339.7	-78.624	-1.26717	5	161	60	18.3333	16.861	8.0467	1011. 85	2749.9 1
742	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:36	Ambato Canton	305	-78.624	-1.26717	4	158	62	17.7778	16.2433	4.82802	1011. 85	2749.9 1
743	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:40	Ambato Canton	263.6	-78.624	-1.26717	4	169	61	18.3333	16.865	4.82802	1011. 85	2749.9 1
744	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:45	Ambato Canton	302.2	-78.624	-1.26717	4	142	60	18.3333	16.861	4.82802	1011. 85	2749.9 1
745	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:50	Ambato Canton	338.1	-78.624	-1.26717	5	166	61	17.7778	16.239	8.0467	1011. 51	2749.9 1
746	TALLER FISEI	14/06/20 24 12:55	Ambato Canton	454.3	-78.624	-1.26717	8	169	60	18.3333	16.861	8.0467	1011. 51	2749.9 1
747	TALLER FISEI	14/06/20 24 13:00	Ambato Canton	631.7	-78.624	-1.26717	10	158	57	19.4444	18.0834	6.43736	1011. 51	2749.9 1
783	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:00	Ambato Canton	259.3	-78.624	-1.26717	3	116	54	18.8889	17.4587	11.2654	1009. 48	2749.9 1
784	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:06	Ambato Canton	148.3	-78.624	-1.26717	2	137	56	18.3333	16.845	17.7027	1009. 48	2749.9 1
785	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:10	Ambato Canton	173	-78.624	-1.26717	2	167	54	18.8889	17.4587	11.2654	1009. 48	2749.9 1
786	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:16	Ambato Canton	123	-78.624	-1.26717	2	120	55	18.8889	17.4624	6.43736	1009. 48	2749.9 1
787	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:21	Ambato Canton	134.3	-78.624	-1.26717	2	125	56	18.3333	16.845	9.65604	1009. 48	2749.9 1
788	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:26	Ambato Canton	152	-78.624	-1.26717	2	119	57	18.3333	16.849	8.0467	1009. 48	2749.9 1

789	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:30	Ambato Canton	154.6	-78.624	-1.26717	2	121	58	18.3333	16.853	14.4841	1009. 48	2749.9 1
790	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:35	Ambato Canton	118	-78.624	-1.26717	1	99	59	17.7778	16.2303	9.65604	1009. 48	2749.9 1
791	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:41	Ambato Canton	90.5	-78.624	-1.26717	1	150	61	17.7778	16.239	12.8747	1009. 48	2749.9 1
792	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:45	Ambato Canton	65	-78.624	-1.26717	1	146	62	17.2222	15.611	14.4841	1009. 48	2749.9 1
793	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:51	Ambato Canton	62.7	-78.624	-1.26717	1	137	62	16.6667	14.9719	16.0934	1009. 82	2749.9 1
794	TALLER FISEI	14/06/20 24 16:55	Ambato Canton	59.2	-78.624	-1.26717	1	157	62	17.2222	15.611	6.43736	1009. 82	2749.9 1
795	TALLER FISEI	14/06/20 24 17:01	Ambato Canton	59.7	-78.624	-1.26717	1	166	64	17.2222	15.6204	11.2654	1009. 82	2749.9 1

3.20 Resultado obtenido a partir de las alertas sísmicas en el Ecuador

En la Tabla 16, se observa los datos extraídos de la página oficial del IG-EPN, en donde se incluyen parámetros esenciales para el análisis y monitoreo de la actividad sísmica. La base de datos recopilada durante un periodo de tiempo desde el 11/06/2024 hasta el 25/06/2024 contiene registros detallados con ID de la muestra, la magnitud del sismo el tipo de evento sísmico, incluyendo fecha y hora del evento, así como las coordenadas geográficas precisas del epicentro. Además, la base de datos proporciona información sobre la profundidad del sismo, la región afectada, y la ciudad más cercana al epicentro. Estos datos son de vital importancia para evaluar el impacto de los eventos sísmicos y para la emisión de alertas tempranas.

Tabla 16. Base de datos alertas sísmicas.

id	magnitud	tipo	fecha	latitud	longitud	profundidad	región	ciudad cercana
1	3.6	MLv	11/06/24 5:01	-2.78	-78.17	30	Ecuador - Morona Santiago	a 35.97 km de Sucua, Morona Santiago
2	3.6	MLv	11/06/24 5:01	-2.79	-78.04	5	Ecuador - Morona Santiago	a 39.06 km de Sucua, Morona Santiago
3	4.3	M	16/06/24 12:32	-1.82	-77.73	27	Ecuador - Pastaza	a 47.6 km de Puyo, Pastaza
4	4.1	MLv	16/06/24 12:32	-1.83	-77.7	21	Ecuador - Pastaza	a 50.0 km de Puyo, Pastaza
5	3.8	MLv	17/06/24 14:51	-2.58	-78.06	14	Ecuador - Morona Santiago	a 17.91 km de Sucua, Morona Santiago
6	3.8	MLv	17/06/24 14:51	-2.58	-78.05	16	Ecuador - Morona Santiago	a 18.52 km de Sucua, Morona Santiago
8	4.3	MLv	18/06/24 12:11	-2.34	-77.17	110	Ecuador - Morona Santiago	a 105.42 km de Macas, Morona Santiago
9	3.7	MLv	19/06/24 12:44	1.25	-79.71	24	Near Coast of Ecuador	a 31.86 km de Esmeraldas, Esmeraldas

id	magnitud	tipo	fecha	latitud	longitud	profundidad	región	ciudad cercana
10	3.7	MLv	19/06/24 12:44	1.22	-79.73	28	Near Coast of Ecuador	a 28.93 km de Esmeraldas, Esmeraldas
11	4.2	MLv	21/06/24 1:02	-2.48	-78.81	86	Ecuador - Cañar	a 16.45 km de Cañar, Cañar
12	4.2	MLv	21/06/24 1:02	-2.46	-78.84	90	Ecuador - Cañar	a 14.84 km de Cañar, Cañar
16	3.9	M	24/06/24 15:15	-0.81	-80.98	22	Near Coast of Ecuador	a 35.37 km de Manta, Manabí
17	3.6	MLv	24/06/24 15:15	-0.88	-80.56	27	Near Coast of Ecuador	a 12.2 km de Jaramijo, Manabí
18	3.6	M	24/06/24 17:12	0.87	-77.93	5	Colombia- Ecuador Border Region	a 16.03 km de Cumbal, Nariño
19	4	M	25/06/24 0:04	-1.08	-80.01	5	Ecuador - Manabí	a 31.51 km de Calceta, Manabí
20	3.3	MLv	25/06/24 0:04	-1.1	-79.67	54	Ecuador - Guayas	a 7.11 km de Velasco Ibarra, Guayas

Este sistema de monitorización meteorológica y sísmológica en conjunto con los demás sistemas de alertas existentes en la Universidad, fortalecerá la capacidad de comunicación y coordinación ante eventos inesperados, promoviendo un entorno seguro y preparado para la comunidad universitaria.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La investigación de los parámetros meteorológicos y sismológicos existentes en la zona de la Universidad Técnica de Ambato han proporcionado una comprensión detallada de las dinámicas ambientales y geológicas locales. Los datos recolectados han revelado patrones estacionales y variaciones diarias clave, así como la información necesaria para determinar actividades sísmicas frecuentes que indican una actividad tectónica subyacente. esta investigación ofrece una base para mejorar la gestión de riesgos y proteger a la comunidad universitaria sentando bases para futuros estudios y estrategias para una adecuada gestión de riesgos en la universidad.
- El análisis del sistema de monitorización meteorológica y sismológica para la Universidad Técnica de Ambato subraya la necesidad de tecnología avanzadas y metodológicas eficaces para la detección de estos fenómenos. Priorizando la precisión, confiabilidad y robustez de los sistemas seleccionados, asegurando su adecuación para diversas ubicaciones y condiciones. El diseño del sistema de adquisición de datos contempla la captura eficiente, almacenamiento seguro y gestión efectiva de información crítica, este enfoque no solo fortalece la capacidad de investigación de la universidad, sino al desarrollo científico y el bienestar de la comunidad universitaria.
- La implementación de un sistema de control y monitoreo meteorológico y sismológico en la universidad técnica de Ambato representa un avance crucial para mejorar la capacidad de respuesta frente a eventos extremos. Este sistema proporciona datos en tiempo real que permiten una detección temprana y una respuesta eficiente ante emergencias climáticas y sismos. Además, facilita la optimización de la toma de decisiones y la coordinación de acciones preventivas. La integración con redes nacionales e internacionales fortalece el intercambio de datos y la colaboración en proyectos de investigación, adoptando mejores prácticas

y reforzando el compromiso de la universidad con la seguridad, sostenibilidad y bienestar de su comunidad y entorno.

4.2 Recomendaciones

- Debido a que se ha trabajado con equipos básicos, es posible que algunos parámetros presenten un error significativo. Para evitar esto, se recomienda utilizar estaciones meteorológicas con sensores más precisos.
- La autonomía de las baterías y los paneles solares debe ser adecuada para los equipos, ya que utilizar baterías y paneles solares insuficientes podría afectar el funcionamiento correcto de los equipos.
- Se recomienda hacer pruebas de sensibilidad a los sensores sísmicos para evitar la generación de falsos positivos que podrían resultar en alertas falsas, asegurando que solo se active ante eventos sísmicos genuinos, además es importante verificar regularmente el rendimiento de los sensores para mantener la precisión y confiabilidad del sistema de monitoreo.
- Se recomienda utilizar plataformas de pago para este tipo de servidores, ya que esto evitar el colapso del sistema debido al almacenamiento masivo de datos, las plataformas de pago ofrecen capacidades escalables y redundancia de datos asegurando que la información meteorológica y sismológica se puede gestionar de manera eficiente y segura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Núñez, “qué es la meteorología,” *ecologiaverde.com*, may 24, 2022. Available: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-meteorologia-3928.html>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [2] Equipo editorial, etecé, “climatología - concepto, ramas, importancia y meteorología,” *concepto*, nov. 25, 2019. Available: <https://concepto.de/climatologia/>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [3] J. Oldani, *La meteorología*. Parkstone International, 2020. Available: https://books.google.es/books?id=21HhDwAAQBAJ&lpg=PT2&ots=78FAdoHpF4&dq=meteorolog%C3%ADa&lr=lang_es&hl=es&pg=PT2#v=onepage&q=meteorolog%C3%ADa&f=false. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [4] G. Básico, I. Meteorológicos, and E. Galvani, “universidad de são paulo facultad de filosofía, letras e ciencias humanas departamento de geografía.” Available: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/7c2553e8-a31f-409d-9321-2b209d7c4fb3/2020.viniciustornichgandolfi.tgi.pdf>. [accessed: jul. 30, 2024]
- [5] “Instrumentos | amigos-del-viento-2,” *amigos-del-viento-2*, 2016. Available: <https://www.amigosdelviento.org/instrumentos>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [6] G. Vicuña, *Manual de meteorología popular*. Editorial MAXTOR, 2009. Available: https://books.google.es/books?id=Lf8ykVXjRGAC&lpg=PA5&ots=UU8bmyUv6H&dq=meteorolog%C3%ADa%20definiciones&lr=lang_es&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=meteorolog%C3%ADa%20definiciones&f=false. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [7] I. Maldonado, R. Ruiz, and M. Fuentes, “Manual de mantenimiento de estaciones meteorológicas automáticas,” *Ciren.cl*, 2024. Available: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/2c4eb9ae-56ce-4620-a8cc-5a86b93d217f>. [Accessed: jul. 30, 2024]

- [8] “Alejandría - código de redes,” creg.gov.co, 2019. Available: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/cr_1_4_19_3_3.htm. [accessed: jul. 29, 2024]
- [9] H. D. Barona-Posligua, G. J. Paredes-Morillo, y M. A. Ponce-Jara, «Estación meteorológica automática y medición de variables atmosféricas», fnb, vol. 5, n.º 9, pp. 2–8, ene. 2022
- [10] G. Novoa, K. Toapanta, E. Silva, y J. Yaulema, «Desarrollo de una estación agro-meteorológica automática remota para el levantamiento de información climática», RNC, vol. 7, n.º 1, pp. 37–48, jun. 2023.
- [11] S. Becerra, “Diseño e implementación de una estación meteorológica con acceso a internet para lugares remotos,” Utec.edu.pe, 2021, doi: <https://hdl.handle.net/20.500.12815/227>. Available: <https://repositorio.utec.edu.pe/handle/20.500.12815/227>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [12] J. David, “instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología,” insivumeh.gob.gt, 2019. Available: <https://insivumeh.gob.gt/>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [13] Artedínamico, “ramas de la meteorología y meteorología aplicada,” equipos y laboratorio de colombia. Available: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/ramas-de-la-meteorologia-y-meteorologia-aplicada>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [14] Por b. Tito, “▷ estaciones meteorologicas automaticas como funcionan,” sep. 05, 2020. Available: <https://ingenieriaambiental.net/estaciones-meteorologicas-automaticas/>
- [15] A. F. Hernandez Quiroz, “Desarrollo de un prototipo de estación meteorológica autónoma portátil con comunicación inalámbrica para el monitoreo en tiempo real de parámetros micro climatológicos,” repositoriodespace.unipamplona.edu.co, 2021, Available:

<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5287>.
[Accessed: Jul. 30, 2024]

- [16] S. Petterssen, Introducción a la meteorología. UABC, 1968. Available: <https://books.google.es/books?id=E1-YgOPIS-UC&lpg=PA7&ots=UvvVD9xFPX&dq=La%20meteorolog%C3%ADa%20y%20su%20objeto%20de%20estudio&lr&hl=es&pg=PA7#v=onepage&q&f=false>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [17] Willemijn van kooten, m. Vallati, e. Sobel, and johannes glodny, “structural inheritance in the eastern cordillera, nw argentina: low-temperature thermochronology of the...,” researchgate, jun. 04, 2024. Available: https://www.researchgate.net/publication/381230015_structural_inheritance_in_the_eastern_cordillera_nw_argentina_low-temperature_thermochronology_of_the_cianzo_basin. [accessed: jul. 29, 2024]
- [18] I. G. Nacional, “sismología en el ign,” geoportal oficial del instituto geográfico nacional de España. Available: <https://www.ign.es/web/sis-teoria-general>
- [19] C. Christian, M. Omar, and E. Wilson, “CALIBRADOR DIGITAL DE SENSORES SÍSMICOS,” JIEE, vol. 19, 2005, Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9837/1/2005AJIEE-3.pdf>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [20] “Sensores sísmicos acústicos - instituto geofísico - epn,” www.igepn.edu.ec. Available: <https://www.igepn.edu.ec/sensores-sismicos-y-acusticos>
- [21] “Medidas de un terremoto,” www.upv.es. Available: <http://www.upv.es/dit/cefire/medidasterremoto.htm>
- [22] “campbell scientific,” campbellsci.es, 2024. Available: <https://www.campbellsci.es/>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [23] Daniel camilo ruiz-ayala, Carlos Arturo vides-herrera, and a. Pardo-García, “monitoreo de variables meteorológicas a través de un sistema inalámbrico de

- adquisición de datos,” revista de investigación desarrollo e innovación, vol. 8, no. 2, pp. 333–341, jun. 2018, doi: <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7971>. Available: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/7971. [accessed: jul. 29, 2024]
- [24] A. García, a. López, and a. Monzo, “diseño e implementación de una estación meteorológica con raspberry pi.” Available: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/52761/11/atobajasgtfm0616memoria.pdf>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [25] N. Granda, j. Monga, c. Barreno, and f. Quilumba, “desarrollo de una estación meteorológica y una herramienta computacional para la evaluación de los recursos eólico y solar,” revista técnica energía, vol. 18, no. 2, pp. 113–123, jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v18.n2.2022.495>. Available: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/495>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [26] “Overview of esp32 features. What do they practically mean?,” tutorials, 2019. Available: https://www.exploreembedded.com/wiki/overview_of_esp32_features._what_do_they_practically_mean%3f
- [27] D. Santiago, E. Vanessa, and E. Otero, “Alternativas para la detección y monitoreo de amenazas sísmicas basadas en arduino,” Revista Ingenierías USBMed, vol. 4, no. 2, pp. 45–54, 2024, doi: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6833252.pdf>. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6833252>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [28] J.-l. Aufranc, “know the differences between raspberry pi, arduino, and esp8266/esp32,” cnx software - embedded systems news, mar. 24, 2020. Available: <https://www.cnx-software.com/2020/03/24/know-the-differences-between-raspberry-pi-arduino-and-esp8266-esp32/>

- [29] “Monitorización meteorológica en agricultura de precisión,” envira iot. Available: <https://enviraiot.es/monitorizacion-meteorologica-agricultura-precision/>
- [30] V. D. Velasco Martínez, f. G. Flores García, g. González cervantes, m. De j. Flores medina, and h. A. Moreno casillas, “desarrollo y validación de una estación meteorológica automatizada de bajo costo dirigida a agricultura,” revista mexicana de ciencias agrícolas, vol. 6, no. 6, pp. 1253–1264, sep. 2015, available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2007-09342015000600009&lng=es&nrm=iso&tlng=es. [accessed: jul. 29, 2024]
- [31] Lozano, “Creación y gestión de una base de datos con MySQL y phpMyAdmin,” Ujaen.es, 2018, doi: <https://hdl.handle.net/10953.1/9445>. Available: <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/9445>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [32] Ó. Torrente, Arduino: Curso práctico de formación. Alpha Editorial, 2013. Available: <https://books.google.es/books?id=G4RzEAAQBAJ&lpq=PR2&ots=87WQpp66A9&dq=arduino&lr&hl=es&pg=PR2#v=onepage&q=arduino&f=false>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [33] M. F. Guallán Sárate, “Software Proteus y su incidencia en el aprendizaje de Circuitos Eléctricos en los estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado,” dspace.unach.edu.ec, Nov. 18, 2022. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9875>. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [34] M. Bender, E. Kirdan, M.-O. Pahl, and G. Carle, “Open-Source MQTT Evaluation,” 2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.1109/ccnc49032.2021.9369499>
- [35] H. A. H. Baca, F. de L. P. Valdivia, and I. S. Solís, Introducción a las Bases de Datos con MySQL. Herwin Alayn Huillcen Baca, 2022. Available:

https://books.google.es/books?id=xq5wEAAAQBAJ&lpg=PT3&ots=ICrdvCQ3_-&dq=mysql&lr&hl=es&pg=PT3#v=onepage&q=mysql&f=false.
[Accessed: Jul. 30, 2024]

- [36] “Grafana documentation,” grafana labs, 2020. Available: <https://grafana.com/docs/grafana/latest/>
- [37] P. Stackhouse, “power | dave,” nasa.gov, 2024. Available: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [38] “Datos climáticos y meteorológicos históricos observados para ambato,” meteoblue. Available: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climateobserved/ambato_ecuador_3660689. [accessed: jul. 29, 2024]
- [39] S. User, “estaciones de monitoreo,” www.inocar.mil.ec. Available: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/estaciones-de-monitoreo>. [accessed: jul. 29, 2024]
- [40] “Instituto nacional de meteorología e hidrología – inamhi,” inamhi.gob.ec, 2020. Available: <https://www.inamhi.gob.ec/>
- [41] V. Hernandez-Rodriguez et al., “Estación meteorológica IoT basada en TTGO T-Beam y comunicación LoRa,” Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, vol. 44, no. 3, pp. 16–25, 2023, Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282023000300016&script=sci_arttext. [Accessed: Jul. 30, 2024]
- [42] C. Alberto, Guido, J. Enrique, and A. Chimborazo, “Análisis de Resultados Obtenidos Mediante la Estación Meteorológica Ambient Weather ws – 2902 para Implementar un Sistema de Generación Eléctrica,” Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional, vol. 7, no. 2, p. 102, 2022, doi: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8354973.pdf>. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8354973>. [Accessed: Jul. 30, 2024]

- [43] The4, “lff multi-function weather station lws234,” lff. Available: <https://www.lfftech.com/products/lff-multi-function-weather-station-lws234>. [accessed: jul. 29, 2024]

- [44] Filiberto Candia García, Javier Flores Méndez, Gabriel Alonso Gallardo, and J. Luis, “manual para el estudio de las vibraciones mecánicas (manual for the study of mechanical vibrations),” *Pistas Educativas*, vol. 43, no. 140, 2021, Available: <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2616>. [Accessed: Jul. 30, 2024]

- [45] K. Steven, “Análisis, diseño, construcción e implementación de un sistema Web para la gestión de datos meteorológicos mediante la utilización de un API,” *Ups.edu.ec*, 2021, doi: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21304>. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21304>. [Accessed: Jul. 30, 2024]

- [46] Calero Herruzo, Manuel, “Red sensores multiservicio LPWAN, LoRa, LoRaWAN, TTN y MQTT,” *Uoc.edu*, 2023, doi: <http://hdl.handle.net/10609/147334>. Available: <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/147334>. [Accessed: Jul. 30, 2024]

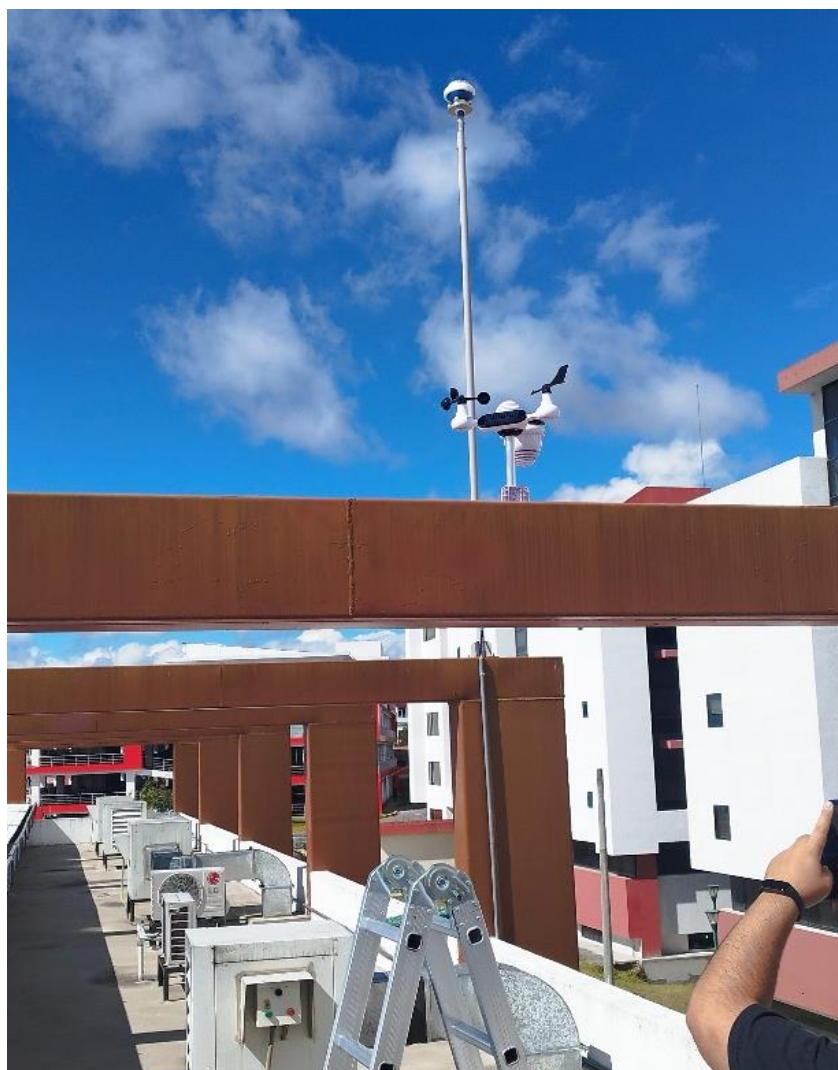
- [47] N. Sharma, “getting started with mqtt — part 1,” *medium*, apr. 29, 2020. Available: <https://nitin-sharma.medium.com/getting-started-with-mqtt-part-1-a3c365e3a488>

ANEXOS

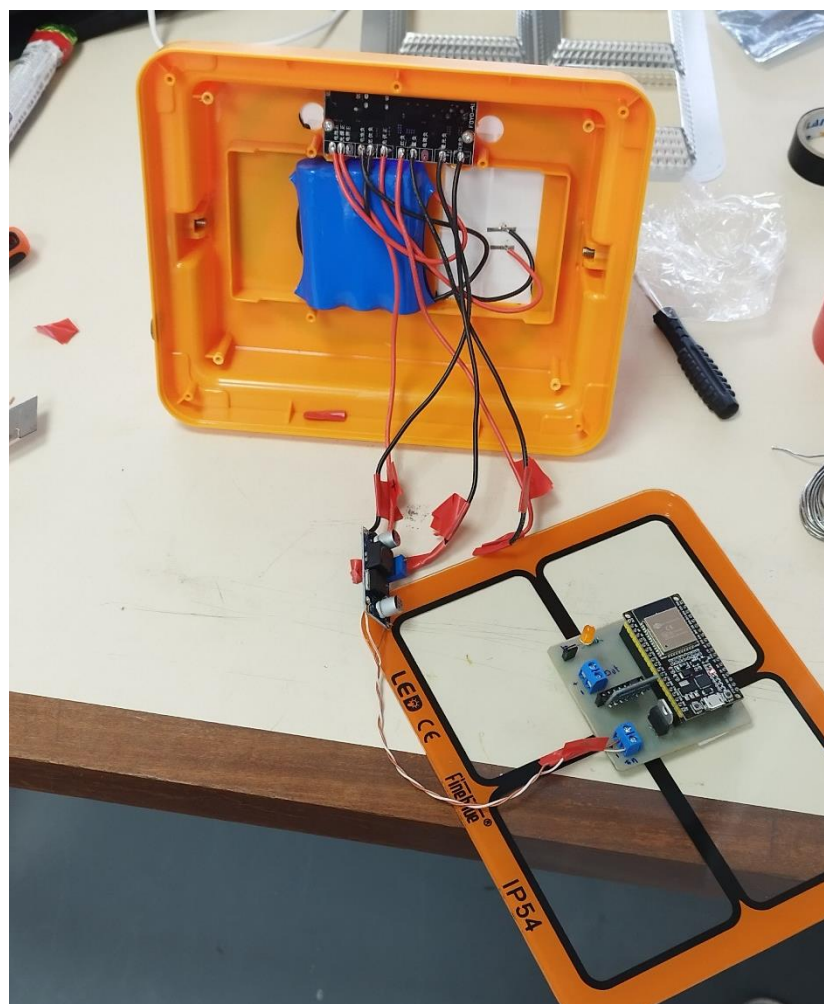
Anexo A. Estación meteorológica antes de su ensamblaje.



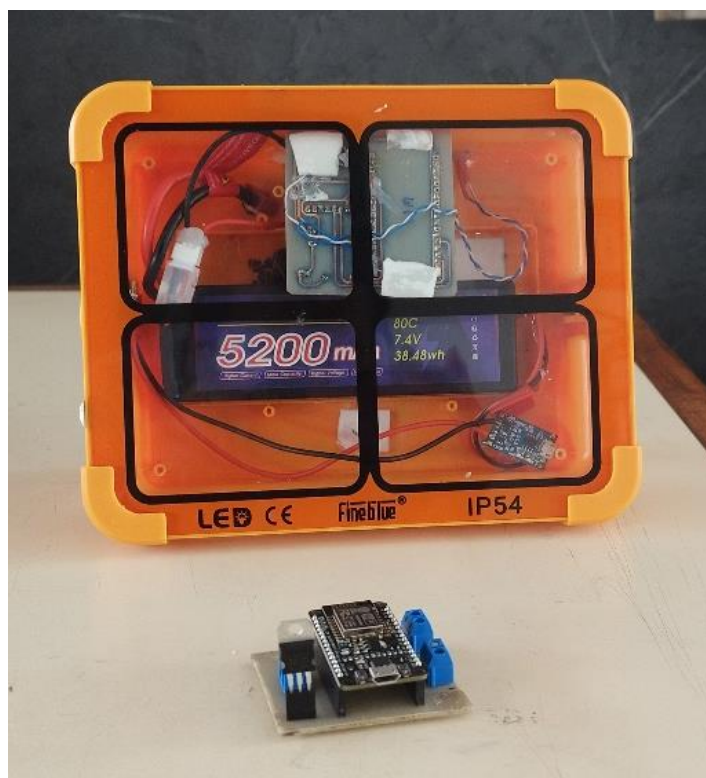
Anexo B. Instalacion de la estacion metereologica en los talleres tecnologicos de la
FISEI.



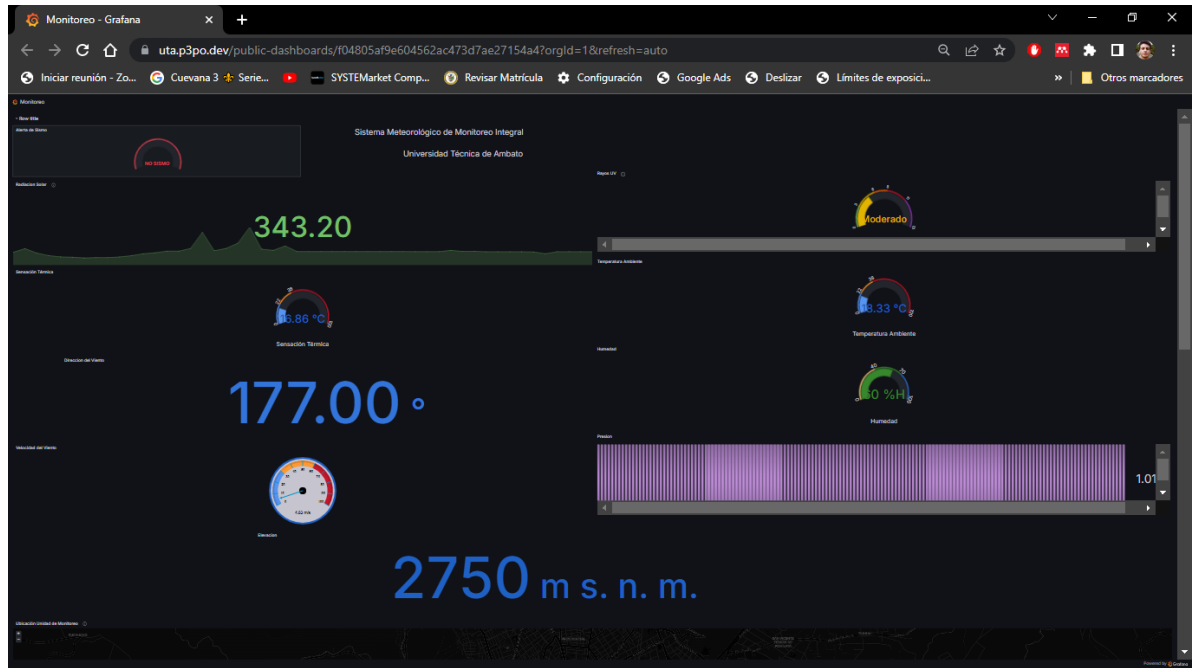
Anexo C. Ensamblaje modulo detector de sismos y pruebas.



Anexo D. Modulo final detector de sismos.



Anexo E. Pagina web Grafana donde se observa los parametros monitorizados.



Anexo F. Programación para la extracción de datos a partir de Wunderground.

```
1 | import requests
2 | import time
3 | import MySQL.connector
4 | from MySQL.connector import Error
5 | from datetime import datetime
6 |
7 | def fetch_data_from_api(url):
8 |     response = requests.get(url)
9 |     if response.status_code == 200:
10 |         return response.json() # Asumiendo que la respuesta es
    en formato JSON
11 |     else:
12 |         print(f"Error al hacer la solicitud GET:
    {response.status_code}")
13 |         return None
14 |
15 | def calculate_wind_chill(temp, wind_speed):
16 |     # Fórmula de Wind Chill para temperaturas bajo cero
17 |     if temp < 10:
18 |         wind_chill = 13.12 + 0.6215 * temp - 11.37 * (wind_speed
    ** 0.16) + 0.3965 * temp * (wind_speed ** 0.16)
19 |         return wind_chill
20 |     else:
21 |         return temp
22 |
23 | def calculate_heat_index(temp, humidity):
24 |     # Fórmula de Heat Index
25 |     c1 = -8.78469475556
26 |     c2 = 1.61139411
27 |     c3 = 2.33854883889
28 |     c4 = -0.14611605
29 |     c5 = -0.012308094
30 |     c6 = -0.0164248277778
31 |     c7 = 0.002211732
32 |     c8 = 0.00072546
33 |     c9 = -0.000003582
34 |
35 |     heat_index = c1 + c2 * temp + c3 * humidity + c4 * temp *
    humidity + c5 * (temp ** 2) + c6 * (humidity ** 2) + c7 * (temp ** 2)
    * humidity + c8 * temp * (humidity ** 2) + c9 * (temp ** 2) * (humidity
    ** 2)
36 |     return heat_index
37 |
38 | def process_data(data):
39 |     processed_data = []
40 |     observations = data.get('observations', [])
41 |     for obs in observations:
42 |         # Convertir las fechas a un formato compatible con MySQL
43 |         fecha_local = datetime.strptime(obs.get('obsTimeLocal'),
    '%Y-%m-%d %H:%M:%S')
44 |
45 |         temp = (obs['imperial'].get('temp') - 32) / 1.8
46 |         wind_speed = obs['imperial'].get('windSpeed') * 1.60934
47 |         humidity = obs.get('humidity') / 100 # Convertir a
    fracción
48 |
49 |         # Calcular la sensación térmica
50 |         wind_chill = calculate_wind_chill(temp, wind_speed)
51 |         heat_index = calculate_heat_index(temp, humidity)
```

```

52|         if temp < 10:
53|             sensation = wind_chill
54|         else:
55|             sensation = heat_index
56|
57|         entry = {
58|             'estacionID': 'TALLERFISEI' if obs.get('stationID')
59|             == 'IAMBAT13' else obs.get('stationID'),
60|             'fecha_local': fecha_local,
61|             'Ubicacion': obs.get('neighborhood'), # Cambio de
62|             'vecindario' a 'Ubicacion'
63|             'radiacionSolar': obs.get('solarRadiation'),
64|             'longitud': obs.get('lon'),
65|             'latitud': obs.get('lat'),
66|             'UV': obs.get('UV'),
67|             'direccionViento': obs.get('winddir'),
68|             'humedad': obs.get('humidity'),
69|             'temperatura': temp,
70|             'sensacionTermica': sensation,
71|             'velocidadViento': wind_speed,
72|             'presion': obs['imperial'].get('pressure') * 33.8639,
73|             'elevacion': obs['imperial'].get('elev') * 0.3048
74|         }
75|         processed_data.append(entry)
76|     return processed_data
77|
78| def display_data(data):
79|     for item in data:
80|         print(f"Estación ID: {item['estacionID']}")
81|         print(f"Fecha y hora (Local): {item['fecha_local']}")
82|         print(f"Ubicación: {item['Ubicacion']}") # Cambio de
83|         'vecindario' a 'Ubicación'
84|         print(f"Radiación solar: {item['radiacionSolar']} W/m²")
85|         print(f"Longitud: {item['longitud']}°")
86|         print(f"Latitud: {item['latitud']}°")
87|         print(f"UV: {item['UV']}")
88|         print(f"Dirección del viento: {item['direccionViento']}°")
89|         print(f"Humedad: {item['humedad']}%")
90|         print(f"Temperatura: {item['temperatura']:.2f}°C")
91|         print(f"Sensación térmica: {item['sensacionTermica']:.2f}°C")
92|         print(f"Velocidad del viento: {item['velocidadViento']:.2f} km/h")
93|         print(f"Presión: {item['presion']:.2f} hPa")
94|         print(f"Elevación: {item['elevacion']:.2f} m")
95|         print("-" * 40)
96|
97| def insert_data_to_db(data):
98|     try:
99|         connection = MySQL.connector.connect(
100|             host='localhost',
101|             database='weather_data',
102|             user='admin',
103|             password='toor'
104|         )
105|         if connection.is_connected():
106|             cursor = connection.cursor()
107|             for item in data:
108|                 sql_insert_query = """
109|                 INSERT INTO observaciones (

```

```

107|                                     estacionID, fecha_local, Ubicacion,
radiacionSolar, longitud, latitud, UV, direccionViento, humedad,
108|                                     temperatura, sensacionTermica,
velocidadViento, presion, elevacion
109|                                     ) VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s,
%s, %s, %s, %s, %s)
110|                                     """
111|                                     record_tuple = (
112|                                         item['estacionID'], item['fecha_local'],
item['Ubicacion'], # Cambio de 'vecindario' a 'Ubicacion'
113|                                         item['radiacionSolar'], item['longitud'],
item['latitud'], item['UV'], item['direccionViento'],
114|                                         item['humedad'], item['temperatura'],
item['sensacionTermica'], item['velocidadViento'],
115|                                         item['presion'], item['elevacion']
116|                                     )
117|                                     cursor.execute(sql_insert_query, record_tuple)
118|                                     connection.commit()
119|                                     print(f"{cursor.rowcount} registros insertados con
éxito en la tabla observaciones.")
120|     except Error as e:
121|         print(f"Error al conectar a MySQL: {e}")
122|     finally:
123|         if connection.is_connected():
124|             cursor.close()
125|             connection.close()
126|             print("Conexión a MySQL cerrada.")
127|
128| def main():
129|                                     api_url =
"https://api.weather.com/v2/pws/observations/current?stationId=IAMBA
T13&format=json&units=e&apiKey=0555dc4a6e43437d95dc4a6e43837dc9"
130|         while True:
131|             data = fetch_data_from_api(api_url)
132|             if data:
133|                 processed_data = process_data(data)
134|                 display_data(processed_data)
135|                 insert_data_to_db(processed_data)
136|                 time.sleep(300) # Espera 5 minutos (300 segundos) antes
de la próxima solicitud
137|
138| if __name__ == "__main__":
139|     main()

```

Anexo G. Programación para la extracción de datos de la página web IGEPN.

```
1 | import requests
2 | from bs4 import BeautifulSoup
3 | import pymysql
4 | from datetime import datetime
5 |
6 | # URL de la página web que contiene la tabla de eventos de sismos
7 | url = 'https://www.igepn.edu.ec/portal/eventos/www/index.html'
8 |
9 | # Realizar la solicitud GET a la página web y obtener el contenido
HTML
10| response = requests.get(url)
11| html_content = response.text
12|
13| # Parsear el contenido HTML utilizando BeautifulSoup
14| soup = BeautifulSoup(html_content, 'html.parser')
15|
16| # Seleccionar la tabla de eventos de sismos
17| table = soup.find('table', class_='events')
18|
19| # Crear una conexión a la base de datos MySQL
20| connection = pymysql.connect(host='localhost',
21|                               user='admin',
22|                               password='toor',
23|                               database='weather_data')
24|
25| # Crear un cursor para ejecutar consultas
26| cursor = connection.cursor()
27|
28| # Iterar sobre las filas de la tabla, comenzando desde la fila 51
y retrocediendo hasta la fila 2
29| for row in table.find_all('tr')[50:1:-1]:
30|     # Extraer los datos de la fila
31|     data = [column.text.strip() for column in row.find_all('td')]
32|
33|     # Desempaquetar los datos
34|     id_evento, magnitud, tipo, hora_local, latitud, longitud,
profundidad, region, ciudad_cercana, modo, hora_utc, update = data
35|
36|     # Asignar signos adecuados a la latitud y longitud
37|     latitud_signo = 1 if "N" in latitud else -1
38|     longitud_signo = 1 if "E" in longitud else -1
39|
40|     # Obtener los valores numéricos de latitud y longitud
41|     latitud_decimal = float(latitud.split()[0][:-1]) *
latitud_signo
42|     longitud_decimal = float(longitud.split()[0][:-1]) *
longitud_signo
43|
44|     # Convertir hora_local a formato de fecha
45|     fecha_local = datetime.strptime(hora_local, "%Y-%m-%d
%H:%M:%S")
46|
47|     # Verificar si ya existe una fila con los mismos datos
48|     check_sql = """SELECT COUNT(*) FROM sismos
49|                     WHERE magnitud = %s AND tipo = %s AND fecha =
%s
50|                     AND latitud = %s AND longitud = %s AND
profundidad = %s
51|                     AND region = %s AND ciudad_cercana = %s"""
```

```

52|         cursor.execute(check_sql, (float(magnitud), tipo,
fecha_local, latitud_decimal, longitud_decimal, int(profundidad),
region, ciudad_cercana))
53|         result = cursor.fetchone()
54|
55|         # Si no existe una fila con los mismos datos, insertar en la
base de datos
56|         if result[0] == 0:
57|             sql = """INSERT INTO sismos
58|                 (magnitud, tipo, fecha, latitud, longitud,
profundidad, region, ciudad_cercana)
59|                 VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s)"""
60|             cursor.execute(sql, (float(magnitud), tipo, fecha_local,
latitud_decimal, longitud_decimal, int(profundidad), region,
ciudad_cercana))
61|             connection.commit()
62|             print(f"Datos del sismo con ID {id_evento} insertados en
la base de datos.")
63|         else:
64|             print(f"Los datos del sismo con ID {id_evento} ya están
en la base de datos.")
65|
66|         # Cerrar el cursor y la conexión
67|         cursor.close()
68|         connection.close()
69|
70|     print("Datos insertados en la base de datos correctamente.")

```

Anexo H. Programación para enviar aviso de sismos por medio de MQTT.

```
1 | import time
2 | import pymysql
3 | import paho.mqtt.client as mqtt
4 | import pytz
5 | from datetime import datetime
6 |
7 | # Configuración del broker MQTT
8 | mqtt_broker_host = "18.223.14.121"
9 | mqtt_broker_port = 1883
10 | mqtt_topic = "sismos/sensor"
11 | mqtt_username = "sismos"
12 | mqtt_password = "toor"
13 | mqtt_sirena_topic = "sismos/sirena"
14 |
15 | # Configuración de la base de datos MySQL
16 | MySQL_host = "localhost"
17 | MySQL_user = "admin"
18 | MySQL_password = "toor"
19 | MySQL_database = "weather_data"
20 |
21 | # Variables para seguimiento de datos
22 | contador_true = 0
23 | contador_total = 0
24 | ultimo_valor_subido = None
25 |
26 | # Zona horaria de Guayaquil
27 | tz = pytz.timezone('America/Guayaquil')
28 |
29 | def on_message(client, userdata, message):
30 |     global contador_true, contador_total, ultimo_valor_subido
31 |
32 |     # Este callback se ejecutará cada vez que se reciba un mensaje
33 |     # MQTT
34 |     payload = message.payload.decode("utf-8")
35 |     print("Mensaje recibido:", payload)
36 |
37 |     # Convertir el valor booleano a un entero (0 o 1)
38 |     alerta = 1 if payload.lower() == "true" else 0
39 |
40 |     # Actualizar contadores
41 |     contador_total += 1
42 |     contador_true += alerta
43 |
44 |     # Verificar si se cumple la condición para enviar un mensaje
45 |     # a la base de datos
46 |     if contador_total >= 30:
47 |         if contador_true >= 0.95 * contador_total:
48 |             if ultimo_valor_subido != 1:
49 |                 enviar_mensaje_db(1)
50 |                 ultimo_valor_subido = 1
51 |                 enviar_mensaje_sirena(True)
52 |             else:
53 |                 if ultimo_valor_subido != 0:
54 |                     enviar_mensaje_db(0)
55 |                     ultimo_valor_subido = 0
56 |                     enviar_mensaje_sirena(False)
57 |
58 |     # Reiniciar contadores
59 |     contador_true = 0
```

```

58|         contador_total = 0
59|
60| def enviar_mensaje_db(alerta):
61|     # Insertar el mensaje en la base de datos MySQL con timestamp
en hora de Guayaquil
62|     connection = pyMySQL.connect(host=MySQL_host,
63|                                   user=MySQL_user,
64|                                   password=MySQL_password,
65|                                   database=MySQL_database,
66|                                   cursorclass=pyMySQL.cursors.Dict
tCursor)
67|     try:
68|         with connection.cursor() as cursor:
69|             # Obtener el timestamp en hora de Guayaquil
70|             timestamp = datetime.now(tz).strftime('%Y-%m-%d
%H:%M:%S')
71|             sql = "INSERT INTO alertas (alerta, timestamp) VALUES
(%s, %s)"
72|             cursor.execute(sql, (alerta, timestamp))
73|             connection.commit()
74|         finally:
75|             connection.close()
76|
77| def enviar_mensaje_sirena(alerta):
78|     # Publicar mensaje en el topic de la sirena MQTT
79|     client.publish(mqtt_sirena_topic, "true" if alerta else
"false")
80|
81| # ConFigurar el cliente MQTT
82| client = mqtt.Client()
83| client.on_message = on_message
84| client.username_pw_set(mqtt_username, mqtt_password)
85| client.connect(mqtt_broker_host, mqtt_broker_port, 60)
86|
87| # Suscribirse al topic
88| client.subscribe(mqtt_topic)
89|
90| # Mantener el cliente MQTT en funcionamiento
91| client.loop_forever()

```

Anexo I. Programación en Arduino IDE para el detector de sismos.

```
1 | #include <WiFi.h>
2 | #include <PubSubClient.h>
3 | #include <MPU6050.h>
4 |
5 | const char* ssid1 = "KUKA_WIRELESS";
6 | const char* password1 = "7allere5";
7 | const char* ssid2 = "FISEI-WiFi";
8 | const char* password2 = "";
9 | const char* ssid3 = "TalleresFISEI";
10| const char* password3 = "";
11|
12| const char* mqtt_server = "18.223.14.121";
13| const int mqtt_port = 1883;
14| const char* mqtt_user = "sismos";
15| const char* mqtt_password = "toor";
16|
17| WiFiClient espClient;
18| PubSubClient client(espClient);
19|
20| MPU6050 mpu;
21|
22| const int ledPin = 13;
23| unsigned long sismoTiempo = 0;
24| bool sismoActivo = false;
25| unsigned long ultimoSismo = 0;
26|
27| void setup_wifi() {
28|     delay(10);
29|     Serial.println();
30|
31|     const char* ssids[] = {ssid1, ssid2, ssid3};
32|     const char* passwords[] = {password1, password2, password3};
33|     int numNetworks = sizeof(ssids) / sizeof(ssids[0]);
34|
35|     for (int i = 0; i < numNetworks; ++i) {
36|         Serial.print("Conectando a ");
37|         Serial.println(ssids[i]);
38|
39|         WiFi.begin(ssids[i], passwords[i]);
40|
41|         int attemptCount = 0;
42|         while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && attemptCount < 20) {
43|             delay(500);
44|             Serial.print(".");
45|             attemptCount++;
46|         }
47|
48|         if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
49|             Serial.println("");
50|             Serial.println("Conectado a la red WiFi");
51|             Serial.print("SSID: ");
52|             Serial.println(ssids[i]);
53|             Serial.print("Dirección IP: ");
54|             Serial.println(WiFi.localIP());
55|             return;
56|         } else {
57|             Serial.println("");
58|             Serial.println("Falló la conexión a la red WiFi");
59|         }
```

```

60| }
61|
62| Serial.println("No se pudo conectar a ninguna red WiFi");
63| }
64|
65| void reconnect() {
66|     while (!client.connected()) {
67|         Serial.print("Intentando conexión MQTT...");
68|         if (client.connect("ESP32Client", mqtt_user, mqtt_password))
69|         {
70|             Serial.println("Conectado");
71|         } else {
72|             Serial.print("falló, rc=");
73|             Serial.print(client.state());
74|             Serial.println(" intentando de nuevo en 5 segundos");
75|             delay(5000);
76|         }
77|     }
78|
79| void setup() {
80|     Serial.begin(115200);
81|     setup_wifi();
82|     client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
83|
84|     Wire.begin();
85|     mpu.initialize();
86|
87|     pinMode(ledPin, OUTPUT);
88|     digitalWrite(ledPin, LOW);
89|
90|     if (!mpu.testConnection()) {
91|         Serial.println("MPU6050 connection failed");
92|         while (1);
93|     }
94|
95|     Serial.println("MPU6050 connection successful");
96| }
97|
98| void loop() {
99|     if (!client.connected()) {
100|         reconnect();
101|     }
102|     client.loop();
103|     if (Serial.available() > 0) {
104|         char comando = Serial.read();
105|         if (comando == '0') {
106|             digitalWrite(ledPin, LOW);
107|             sismoActivo = false;
108|             client.publish("sismos/sensor", "False");
109|         }
110|     }
111|
112|     int16_t ax, ay, az;
113|     mpu.getAcceleration(&ax, &ay, &az);
114|
115|
116|     float ax_g = ax / 16384.0;
117|     float ay_g = ay / 16384.0;
118|     float az_g = az / 16384.0;

```

```

119|
120|
121|     float total_accel = sqrt(ax_g * ax_g + ay_g * ay_g + az_g *
az_g);
122|
123|
124|     Serial.print("aX = ");
125|     Serial.print(ax_g);
126|     Serial.print(" | aY = ");
127|     Serial.print(ay_g);
128|     Serial.print(" | aZ = ");
129|     Serial.print(az_g);
130|     Serial.print(" | Total Accel = ");
131|     Serial.print(total_accel);
132|
133|
134|     if (total_accel > 1.02 || total_accel < 0.98) {
135|         Serial.println(" | Sismo detectado");
136|
137|         ultimoSismo = millis();
138|         if (!sismoActivo) {
139|             sismoActivo = true;
140|             sismoTiempo = millis();
141|         }
142|     } else {
143|         Serial.println();
144|     }
145|
146|
147|     if (sismoActivo && millis() - sismoTiempo >= 5000) {
148|         digitalWrite(ledPin, HIGH);
149|         client.publish("sismos/sensor", "true");
150|     } else {
151|         digitalWrite(ledPin, LOW);
152|         client.publish("sismos/sensor", "false");
153|     }
154|
155|
156|     if (millis() - ultimoSismo >= 2000) {
157|         sismoActivo = false;
158|     }
159|
160|     delay(100);
161| }

```

Anexo J. Datos tomados el 14 de junio de 2024.

id	estacionID	fecha_local	Ubicacion	Rad.Solar	longitud	latitud	uv	Direc.Viento	humedad	temperatura	sensacionTermica	Vel.Viento	presion	elevación
592	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91
593	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:09	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91
594	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:15	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91
595	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	89	12.2222	9.85104	0	1013.21	2749.91
596	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	89	12.2222	9.85104	0	1013.21	2749.91
597	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	89	12.2222	9.85104	0	1013.21	2749.91
598	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:34	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91
599	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:40	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	270	87	12.2222	9.83366	1.60934	1013.21	2749.91
600	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:44	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	254	85	12.2222	9.81628	4.82802	1013.21	2749.91
601	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	273	84	12.2222	9.80758	1.60934	1013.21	2749.91
602	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	266	86	12.2222	9.82497	3.21868	1013.21	2749.91
603	TALLE RFISEI	14/06/2024 0:59	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	348	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91

604	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91
605	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:09	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	88	12.2222	9.84235	0	1013.21	2749.91
606	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:15	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.53	2749.91
607	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.53	2749.91
608	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.19	2749.91
609	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.19	2749.91
610	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:34	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.19	2749.91
611	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:40	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.19	2749.91
612	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:44	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	345	89	12.2222	9.85104	0	1012.19	2749.91
613	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	346	88	12.2222	9.84235	0	1012.19	2749.91
614	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	346	88	12.2222	9.84235	0	1012.19	2749.91
615	TALLE RFISEI	14/06/20 24 1:59	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	50	90	11.6667	9.1742	1.60934	1012.19	2749.91
616	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:05	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	33	90	11.6667	9.1742	0	1011.85	2749.91
617	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:09	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	2	90	11.6667	9.1742	0	1011.85	2749.91
618	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:15	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	21	90	11.6667	9.1742	1.60934	1011.85	2749.91

619	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	35	90	11.6667	9.1742	1.609 34	1011.8 5	2749.91
620	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	20	90	11.6667	9.1742	0	1011.8 5	2749.91
621	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	19	90	11.6667	9.1742	0	1011.8 5	2749.91
622	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:34	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	19	90	11.6667	9.1742	0	1011.8 5	2749.91
623	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:40	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	19	90	11.6667	9.1742	0	1011.8 5	2749.91
624	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:44	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	268	90	11.6667	9.1742	0	1011.8 5	2749.91
625	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	259	90	11.6667	9.1742	0	1011.8 5	2749.91
626	TALLE RFISEI	14/06/20 24 2:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	255	89	11.6667	9.16501	0	1011.8 5	2749.91
627	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	237	88	12.2222	9.84235	0	1011.5 1	2749.91
628	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	251	88	12.2222	9.84235	0	1011.5 1	2749.91
629	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:10	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	252	87	12.2222	9.83366	0	1011.5 1	2749.91
630	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:14	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	252	87	12.2222	9.83366	0	1011.8 5	2749.91
631	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	252	87	12.2222	9.83366	0	1011.8 5	2749.91
632	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	252	86	12.2222	9.82497	0	1011.8 5	2749.91
633	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	252	84	12.2222	9.80758	0	1011.8 5	2749.91

634	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	260	83	12.2222	9.79889	0	1011.85	2749.91
635	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:39	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	265	82	12.2222	9.79019	0	1011.51	2749.91
636	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:44	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	266	82	12.7778	10.4733	1.60934	1011.51	2749.91
637	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	257	82	12.7778	10.4733	1.60934	1011.51	2749.91
638	TALLE RFISEI	14/06/20 24 3:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	82	12.2222	9.79019	0	1011.51	2749.91
639	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	83	12.2222	9.79889	0	1011.51	2749.91
640	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	83	11.6667	9.10978	0	1011.51	2749.91
641	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:10	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	84	11.6667	9.11899	0	1011.51	2749.91
642	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:15	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	86	11.6667	9.1374	0	1011.51	2749.91
643	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	89	11.6667	9.16501	1.60934	1011.51	2749.91
644	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	264	90	11.6667	9.1742	0	1011.85	2749.91
645	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	264	90	11.1111	8.48232	0	1011.85	2749.91
646	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	90	11.6667	9.1742	0	1011.85	2749.91
647	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:39	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	91	11.1111	8.49204	0	1011.51	2749.91
648	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:44	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	91	11.1111	8.49204	0	1011.51	2749.91

649	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	90	11.1111	8.48232	0	1011.85	2749.91
650	TALLE RFISEI	14/06/20 24 4:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	305	90	11.1111	8.48232	0	1011.85	2749.91
651	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	305	90	11.1111	8.48232	0	1011.85	2749.91
652	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:04	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	305	90	11.1111	8.48232	0	1011.85	2749.91
653	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:10	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	305	90	11.1111	8.48232	0	1011.85	2749.91
654	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:15	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	89	11.1111	8.47259	0	1012.19	2749.91
655	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:19	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	90	11.1111	8.48232	0	1012.19	2749.91
656	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	306	91	11.1111	8.49204	0	1012.19	2749.91
657	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:29	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	307	91	11.1111	8.49204	0	1012.19	2749.91
658	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	307	91	11.1111	8.49204	0	1012.19	2749.91
659	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:39	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	283	91	11.1111	8.49204	0	1012.19	2749.91
660	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:45	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	266	91	11.1111	8.49204	1.60934	1012.19	2749.91
661	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	263	91	11.1111	8.49204	3.21868	1012.19	2749.91
662	TALLE RFISEI	14/06/20 24 5:54	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	254	91	11.1111	8.49204	0	1012.19	2749.91
663	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:00	Ambato Canton	0.1	-78.624	-1.26717	0	267	91	11.1111	8.49204	1.60934	1011.85	2749.91

664	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:04	Ambato Canton	0.4	-78.624	-1.26717	0	262	92	11.1111	8.50176	1.609 34	1011.8 5	2749.91
665	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:10	Ambato Canton	1.2	-78.624	-1.26717	0	255	91	11.1111	8.49204	0	1011.8 5	2749.91
666	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:15	Ambato Canton	3.2	-78.624	-1.26717	0	258	90	11.1111	8.48232	0	1012.1 9	2749.91
667	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:20	Ambato Canton	5.5	-78.624	-1.26717	0	260	89	11.1111	8.47259	0	1012.1 9	2749.91
668	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:25	Ambato Canton	8.6	-78.624	-1.26717	0	252	89	11.1111	8.47259	0	1012.1 9	2749.91
669	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:29	Ambato Canton	11.1	-78.624	-1.26717	0	168	88	11.1111	8.46287	3.218 68	1012.1 9	2749.91
670	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:35	Ambato Canton	14.8	-78.624	-1.26717	0	169	87	11.1111	8.45314	0	1012.1 9	2749.91
671	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:39	Ambato Canton	15.6	-78.624	-1.26717	0	201	85	11.6667	9.1282	1.609 34	1012.1 9	2749.91
672	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:45	Ambato Canton	18.6	-78.624	-1.26717	0	190	83	11.6667	9.10978	1.609 34	1012.1 9	2749.91
673	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:50	Ambato Canton	21.1	-78.624	-1.26717	0	172	83	11.6667	9.10978	1.609 34	1012.1 9	2749.91
674	TALLE RFISEI	14/06/20 24 6:55	Ambato Canton	22.7	-78.624	-1.26717	0	168	82	11.6667	9.10057	1.609 34	1012.1 9	2749.91
675	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:00	Ambato Canton	25.5	-78.624	-1.26717	0	165	82	11.6667	9.10057	3.218 68	1012.1 9	2749.91
676	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:04	Ambato Canton	29.8	-78.624	-1.26717	0	169	82	11.6667	9.10057	0	1012.1 9	2749.91
677	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:10	Ambato Canton	32.2	-78.624	-1.26717	0	166	82	11.6667	9.10057	1.609 34	1012.1 9	2749.91
678	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:15	Ambato Canton	38.4	-78.624	-1.26717	0	160	82	11.1111	8.40448	1.609 34	1012.1 9	2749.91

679	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:20	Ambato Canton	49.5	-78.624	-1.26717	1	161	82	11.6667	9.10057	0	1012.1 9	2749.91
680	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:25	Ambato Canton	67.5	-78.624	-1.26717	1	161	81	11.6667	9.09136	1.609 34	1012.1 9	2749.91
681	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:29	Ambato Canton	75.9	-78.624	-1.26717	1	172	79	12.2222	9.76409	1.609 34	1012.1 9	2749.91
682	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:35	Ambato Canton	141.6	-78.624	-1.26717	1	202	77	12.7778	10.4323	0	1012.1 9	2749.91
683	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:39	Ambato Canton	106.4	-78.624	-1.26717	1	275	80	13.3333	11.1346	0	1012.5 3	2749.91
684	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:45	Ambato Canton	162.8	-78.624	-1.26717	2	8	79	13.3333	11.1268	1.609 34	1012.5 3	2749.91
685	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:50	Ambato Canton	258.2	-78.624	-1.26717	2	55	76	14.4444	12.4431	1.609 34	1013.2 1	2749.91
686	TALLE RFISEI	14/06/20 24 7:55	Ambato Canton	238.1	-78.624	-1.26717	2	355	74	15	13.0903	3.218 68	1013.2 1	2749.91
687	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:00	Ambato Canton	253.3	-78.624	-1.26717	2	46	72	15.5556	13.7327	1.609 34	1013.2 1	2749.91
688	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:04	Ambato Canton	273.8	-78.624	-1.26717	3	90	72	15.5556	13.7327	3.218 68	1013.2 1	2749.91
689	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:10	Ambato Canton	289.5	-78.624	-1.26717	3	69	69	16.6667	15.0076	0	1013.2 1	2749.91
690	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:15	Ambato Canton	325.7	-78.624	-1.26717	3	57	69	16.1111	14.3646	3.218 68	1013.2 1	2749.91
691	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:20	Ambato Canton	327.7	-78.624	-1.26717	3	344	67	16.6667	14.9974	1.609 34	1013.2 1	2749.91
692	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:25	Ambato Canton	369.3	-78.624	-1.26717	4	36	70	15.5556	13.7208	6.437 36	1012.5 3	2749.91
693	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:29	Ambato Canton	405.1	-78.624	-1.26717	3	159	69	16.1111	14.3646	1.609 34	1012.5 3	2749.91

69 4	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:35	Ambato Canton	431.3	-78.624	-1.26717	4	223	64	17.2222	15.6204	0	1012.5 3	2749.91
69 5	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:39	Ambato Canton	251.6	-78.624	-1.26717	3	164	64	17.2222	15.6204	3.218 68	1013.2 1	2749.91
69 6	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:45	Ambato Canton	493.7	-78.624	-1.26717	5	42	63	17.7778	16.2477	1.609 34	1013.2 1	2749.91
69 7	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:50	Ambato Canton	497.3	-78.624	-1.26717	5	234	58	19.4444	18.0867	0	1013.2 1	2749.91
69 8	TALLE RFISEI	14/06/20 24 8:55	Ambato Canton	529.2	-78.624	-1.26717	6	297	60	18.8889	17.4805	0	1013.2 1	2749.91
69 9	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:00	Ambato Canton	596.5	-78.624	-1.26717	7	161	58	18.8889	17.4733	3.218 68	1013.5 5	2749.91
70 0	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:05	Ambato Canton	220.6	-78.624	-1.26717	3	128	58	18.8889	17.4733	3.218 68	1013.5 5	2749.91
70 1	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:10	Ambato Canton	189.1	-78.624	-1.26717	3	167	62	17.2222	15.611	1.609 34	1013.5 5	2749.91
70 2	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:15	Ambato Canton	215.6	-78.624	-1.26717	3	174	63	17.2222	15.6157	0	1013.5 5	2749.91
70 3	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:20	Ambato Canton	344.3	-78.624	-1.26717	4	127	66	16.6667	14.9923	4.828 02	1013.5 5	2749.91
70 4	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:24	Ambato Canton	264	-78.624	-1.26717	4	165	65	17.2222	15.6251	4.828 02	1013.5 5	2749.91
70 5	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:30	Ambato Canton	223.6	-78.624	-1.26717	3	131	65	16.6667	14.9872	3.218 68	1013.5 5	2749.91
70 6	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:35	Ambato Canton	239.8	-78.624	-1.26717	3	90	65	17.2222	15.6251	1.609 34	1013.5 5	2749.91
70 7	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:40	Ambato Canton	288	-78.624	-1.26717	4	188	66	16.6667	14.9923	3.218 68	1013.2 1	2749.91
70 8	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:45	Ambato Canton	345.8	-78.624	-1.26717	4	147	64	17.2222	15.6204	1.609 34	1013.2 1	2749.91

709	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:50	Ambato Canton	274.8	-78.624	-1.26717	4	61	66	16.6667	14.9923	6.437 36	1013.5 5	2749.91
710	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:55	Ambato Canton	235.1	-78.624	-1.26717	3	119	66	17.2222	15.6298	1.609 34	1013.5 5	2749.91
711	TALLE RFISEI	14/06/20 24 9:59	Ambato Canton	203.6	-78.624	-1.26717	3	133	65	16.6667	14.9872	8.046 7	1013.5 5	2749.91
712	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:05	Ambato Canton	210.3	-78.624	-1.26717	3	186	66	16.6667	14.9923	0	1013.5 5	2749.91
713	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:10	Ambato Canton	375	-78.624	-1.26717	5	165	66	16.1111	14.348	8.046 7	1013.5 5	2749.91
714	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:15	Ambato Canton	399.7	-78.624	-1.26717	6	185	66	16.6667	14.9923	3.218 68	1013.5 5	2749.91
715	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:20	Ambato Canton	533.4	-78.624	-1.26717	8	108	65	16.6667	14.9872	9.656 04	1013.5 5	2749.91
716	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:23	Ambato Canton	431.6	-78.624	-1.26717	7	133	65	16.6667	14.9872	8.046 7	1013.5 5	2749.91
717	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:30	Ambato Canton	346.1	-78.624	-1.26717	5	90	67	16.1111	14.3536	9.656 04	1013.2 1	2749.91
718	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:35	Ambato Canton	340.6	-78.624	-1.26717	5	87	66	16.6667	14.9923	9.656 04	1013.2 1	2749.91
719	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:40	Ambato Canton	345.2	-78.624	-1.26717	5	40	67	16.6667	14.9974	3.218 68	1013.2 1	2749.91
720	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:45	Ambato Canton	578.2	-78.624	-1.26717	9	109	67	16.1111	14.3536	9.656 04	1013.2 1	2749.91
721	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:50	Ambato Canton	573.7	-78.624	-1.26717	9	113	66	17.2222	15.6298	6.437 36	1013.2 1	2749.91
722	TALLE RFISEI	14/06/20 24 10:55	Ambato Canton	431.3	-78.624	-1.26717	7	171	66	17.2222	15.6298	4.828 02	1013.2 1	2749.91
723	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:00	Ambato Canton	465.7	-78.624	-1.26717	8	162	65	17.2222	15.6251	4.828 02	1013.2 1	2749.91

724	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:06	Ambato Canton	395.2	-78.624	-1.26717	7	99	63	17.7778	16.2477	8.046 7	1013.2 1	2749.91
725	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:10	Ambato Canton	891.9	-78.624	-1.26717	1 2	153	63	17.7778	16.2477	4.828 02	1013.2 1	2749.91
726	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:16	Ambato Canton	504.7	-78.624	-1.26717	8	117	63	17.7778	16.2477	6.437 36	1013.2 1	2749.91
727	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:20	Ambato Canton	440.2	-78.624	-1.26717	7	183	62	17.7778	16.2433	4.828 02	1013.2 1	2749.91
728	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:26	Ambato Canton	448.7	-78.624	-1.26717	7	171	64	17.2222	15.6204	8.046 7	1012.5 3	2749.91
729	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:30	Ambato Canton	498	-78.624	-1.26717	8	170	63	17.2222	15.6157	8.046 7	1012.5 3	2749.91
730	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:35	Ambato Canton	583	-78.624	-1.26717	1 0	162	62	17.7778	16.2433	3.218 68	1012.5 3	2749.91
731	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:40	Ambato Canton	1256. 5	-78.624	-1.26717	1 5	214	61	18.3333	16.865	3.218 68	1012.5 3	2749.91
732	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:45	Ambato Canton	476.6	-78.624	-1.26717	8	166	59	19.4444	18.09	1.609 34	1012.5 3	2749.91
733	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:50	Ambato Canton	306.8	-78.624	-1.26717	4	143	61	18.3333	16.865	12.87 47	1012.5 3	2749.91
734	TALLE RFISEI	14/06/20 24 11:55	Ambato Canton	346.3	-78.624	-1.26717	5	120	63	17.7778	16.2477	8.046 7	1012.5 3	2749.91
735	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:00	Ambato Canton	304.7	-78.624	-1.26717	4	142	65	17.2222	15.6251	9.656 04	1012.5 3	2749.91
736	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:06	Ambato Canton	324.7	-78.624	-1.26717	5	134	65	17.2222	15.6251	6.437 36	1012.5 3	2749.91
737	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:10	Ambato Canton	334.6	-78.624	-1.26717	5	140	63	17.7778	16.2477	4.828 02	1012.5 3	2749.91
738	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:15	Ambato Canton	372.1	-78.624	-1.26717	6	94	62	17.7778	16.2433	4.828 02	1012.1 9	2749.91

739	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:20	Ambato Canton	355.5	-78.624	-1.26717	5	174	59	18.3333	16.857	4.828 02	1012.1 9	2749.91
740	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:26	Ambato Canton	370.1	-78.624	-1.26717	6	152	59	18.8889	17.4769	4.828 02	1011.8 5	2749.91
741	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:30	Ambato Canton	339.7	-78.624	-1.26717	5	161	60	18.3333	16.861	8.046 7	1011.8 5	2749.91
742	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:36	Ambato Canton	305	-78.624	-1.26717	4	158	62	17.7778	16.2433	4.828 02	1011.8 5	2749.91
743	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:40	Ambato Canton	263.6	-78.624	-1.26717	4	169	61	18.3333	16.865	4.828 02	1011.8 5	2749.91
744	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:45	Ambato Canton	302.2	-78.624	-1.26717	4	142	60	18.3333	16.861	4.828 02	1011.8 5	2749.91
745	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:50	Ambato Canton	338.1	-78.624	-1.26717	5	166	61	17.7778	16.239	8.046 7	1011.5 1	2749.91
746	TALLE RFISEI	14/06/20 24 12:55	Ambato Canton	454.3	-78.624	-1.26717	8	169	60	18.3333	16.861	8.046 7	1011.5 1	2749.91
747	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:00	Ambato Canton	631.7	-78.624	-1.26717	1 0	158	57	19.4444	18.0834	6.437 36	1011.5 1	2749.91
748	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:05	Ambato Canton	473.2	-78.624	-1.26717	8	122	53	21.1111	19.8744	1.609 34	1011.5 1	2749.91
749	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:10	Ambato Canton	400.5	-78.624	-1.26717	7	142	53	20.5556	19.2799	3.218 68	1011.5 1	2749.91
750	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:15	Ambato Canton	373.2	-78.624	-1.26717	6	147	55	19.4444	18.0768	8.046 7	1011.1 8	2749.91
751	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:21	Ambato Canton	654	-78.624	-1.26717	1 0	129	54	19.4444	18.0735	3.218 68	1011.1 8	2749.91
752	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:25	Ambato Canton	1028	-78.624	-1.26717	1 3	156	51	20.5556	19.2746	3.218 68	1011.1 8	2749.91
753	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:31	Ambato Canton	428.3	-78.624	-1.26717	7	175	50	21.1111	19.8673	0	1011.1 8	2749.91

754	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:35	Ambato Canton	492.1	-78.624	-1.26717	8	129	50	21.1111	19.8673	4.828 02	1011.1 8	2749.91
755	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:41	Ambato Canton	369	-78.624	-1.26717	6	113	53	19.4444	18.0702	14.48 41	1011.1 8	2749.91
756	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:45	Ambato Canton	385.2	-78.624	-1.26717	6	173	52	19.4444	18.0669	8.046 7	1011.1 8	2749.91
757	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:50	Ambato Canton	435.2	-78.624	-1.26717	7	190	52	20	18.6755	4.828 02	1011.1 8	2749.91
758	TALLE RFISEI	14/06/20 24 13:55	Ambato Canton	367.8	-78.624	-1.26717	6	74	51	20.5556	19.2746	4.828 02	1011.1 8	2749.91
759	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:00	Ambato Canton	499.8	-78.624	-1.26717	8	56	51	20.5556	19.2746	4.828 02	1010.8 4	2749.91
760	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:05	Ambato Canton	401.2	-78.624	-1.26717	6	61	50	20	18.6696	8.046 7	1010.8 4	2749.91
761	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:10	Ambato Canton	298.8	-78.624	-1.26717	4	67	53	19.4444	18.0702	11.26 54	1010.8 4	2749.91
762	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:16	Ambato Canton	291.2	-78.624	-1.26717	4	60	53	19.4444	18.0702	8.046 7	1010.5	2749.91
763	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:20	Ambato Canton	422.7	-78.624	-1.26717	6	62	51	20	18.6725	4.828 02	1010.5	2749.91
764	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:26	Ambato Canton	885	-78.624	-1.26717	1 1	70	50	21.1111	19.8673	1.609 34	1010.5	2749.91
765	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:30	Ambato Canton	810.2	-78.624	-1.26717	1 1	128	50	21.1111	19.8673	8.046 7	1010.5	2749.91
766	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:35	Ambato Canton	870.5	-78.624	-1.26717	1 2	198	51	21.1111	19.8697	6.437 36	1010.5	2749.91
767	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:40	Ambato Canton	605.2	-78.624	-1.26717	9	169	49	20.5556	19.2692	11.26 54	1010.5	2749.91
768	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:45	Ambato Canton	506.6	-78.624	-1.26717	7	158	49	20.5556	19.2692	12.87 47	1010.5	2749.91

769	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:51	Ambato Canton	796.7	-78.624	-1.26717	1 0	149	47	21.1111	19.8602	8.046 7	1009.8 2	2749.91
770	TALLE RFISEI	14/06/20 24 14:55	Ambato Canton	436.2	-78.624	-1.26717	7	108	49	21.1111	19.8649	9.656 04	1009.8 2	2749.91
771	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:01	Ambato Canton	469.7	-78.624	-1.26717	7	151	49	20.5556	19.2692	9.656 04	1009.8 2	2749.91
772	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:05	Ambato Canton	370.8	-78.624	-1.26717	7	126	49	20.5556	19.2692	4.828 02	1009.8 2	2749.91
773	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:11	Ambato Canton	241.6	-78.624	-1.26717	3	120	50	20	18.6696	4.828 02	1009.8 2	2749.91
774	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:15	Ambato Canton	248.5	-78.624	-1.26717	3	117	51	19.4444	18.0636	6.437 36	1009.4 8	2749.91
775	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:20	Ambato Canton	619.7	-78.624	-1.26717	8	145	50	20.5556	19.2719	6.437 36	1009.4 8	2749.91
776	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:25	Ambato Canton	542.4	-78.624	-1.26717	7	130	54	19.4444	18.0735	8.046 7	1009.4 8	2749.91
777	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:30	Ambato Canton	172.3	-78.624	-1.26717	3	125	56	18.8889	17.466	11.26 54	1009.4 8	2749.91
778	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:36	Ambato Canton	123.1	-78.624	-1.26717	2	125	56	18.8889	17.466	11.26 54	1009.4 8	2749.91
779	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:40	Ambato Canton	164.3	-78.624	-1.26717	3	140	57	18.3333	16.849	16.09 34	1009.4 8	2749.91
780	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:46	Ambato Canton	194.5	-78.624	-1.26717	3	115	56	18.3333	16.845	11.26 54	1009.4 8	2749.91
781	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:50	Ambato Canton	175.3	-78.624	-1.26717	2	168	56	18.3333	16.845	6.437 36	1009.4 8	2749.91
782	TALLE RFISEI	14/06/20 24 15:56	Ambato Canton	124.4	-78.624	-1.26717	2	91	55	18.8889	17.4624	11.26 54	1009.4 8	2749.91
783	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:00	Ambato Canton	259.3	-78.624	-1.26717	3	116	54	18.8889	17.4587	11.26 54	1009.4 8	2749.91

784	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:06	Ambato Canton	148.3	-78.624	-1.26717	2	137	56	18.3333	16.845	17.70 27	1009.4 8	2749.91
785	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:10	Ambato Canton	173	-78.624	-1.26717	2	167	54	18.8889	17.4587	11.26 54	1009.4 8	2749.91
786	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:16	Ambato Canton	123	-78.624	-1.26717	2	120	55	18.8889	17.4624	6.437 36	1009.4 8	2749.91
787	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:21	Ambato Canton	134.3	-78.624	-1.26717	2	125	56	18.3333	16.845	9.656 04	1009.4 8	2749.91
788	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:26	Ambato Canton	152	-78.624	-1.26717	2	119	57	18.3333	16.849	8.046 7	1009.4 8	2749.91
789	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:30	Ambato Canton	154.6	-78.624	-1.26717	2	121	58	18.3333	16.853	14.48 41	1009.4 8	2749.91
790	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:35	Ambato Canton	118	-78.624	-1.26717	1	99	59	17.7778	16.2303	9.656 04	1009.4 8	2749.91
791	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:41	Ambato Canton	90.5	-78.624	-1.26717	1	150	61	17.7778	16.239	12.87 47	1009.4 8	2749.91
792	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:45	Ambato Canton	65	-78.624	-1.26717	1	146	62	17.2222	15.611	14.48 41	1009.4 8	2749.91
793	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:51	Ambato Canton	62.7	-78.624	-1.26717	1	137	62	16.6667	14.9719	16.09 34	1009.8 2	2749.91
794	TALLE RFISEI	14/06/20 24 16:55	Ambato Canton	59.2	-78.624	-1.26717	1	157	62	17.2222	15.611	6.437 36	1009.8 2	2749.91
795	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:01	Ambato Canton	59.7	-78.624	-1.26717	1	166	64	17.2222	15.6204	11.26 54	1009.8 2	2749.91
796	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:05	Ambato Canton	59.7	-78.624	-1.26717	1	180	65	16.6667	14.9872	12.87 47	1009.8 2	2749.91
797	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:11	Ambato Canton	40.7	-78.624	-1.26717	0	166	64	16.6667	14.9821	9.656 04	1009.8 2	2749.91
798	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:15	Ambato Canton	31.7	-78.624	-1.26717	0	149	64	16.6667	14.9821	6.437 36	1009.8 2	2749.91

799	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:21	Ambato Canton	26.8	-78.624	-1.26717	0	166	65	16.6667	14.9872	3.218 68	1009.8 2	2749.91
800	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:25	Ambato Canton	27	-78.624	-1.26717	0	139	66	16.6667	14.9923	8.046 7	1009.8 2	2749.91
801	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:31	Ambato Canton	35.2	-78.624	-1.26717	0	203	66	16.6667	14.9923	6.437 36	1009.8 2	2749.91
802	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:35	Ambato Canton	38.5	-78.624	-1.26717	1	108	66	16.6667	14.9923	8.046 7	1009.8 2	2749.91
803	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:41	Ambato Canton	25.6	-78.624	-1.26717	0	132	67	16.1111	14.3536	12.87 47	1010.5	2749.91
804	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:46	Ambato Canton	13.3	-78.624	-1.26717	0	185	66	16.6667	14.9923	4.828 02	1010.5	2749.91
805	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:50	Ambato Canton	10.3	-78.624	-1.26717	0	183	66	16.6667	14.9923	8.046 7	1010.5	2749.91
806	TALLE RFISEI	14/06/20 24 17:56	Ambato Canton	7.6	-78.624	-1.26717	0	113	67	16.1111	14.3536	8.046 7	1010.5	2749.91
807	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:00	Ambato Canton	6	-78.624	-1.26717	0	129	66	16.1111	14.348	3.218 68	1010.5	2749.91
808	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:06	Ambato Canton	3	-78.624	-1.26717	0	170	66	16.1111	14.348	6.437 36	1010.5	2749.91
809	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:10	Ambato Canton	2.2	-78.624	-1.26717	0	148	67	16.1111	14.3536	4.828 02	1010.5	2749.91
810	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:16	Ambato Canton	0.9	-78.624	-1.26717	0	149	68	16.1111	14.3591	4.828 02	1010.8 4	2749.91
811	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:21	Ambato Canton	0.3	-78.624	-1.26717	0	166	68	15.5556	13.709	3.218 68	1010.8 4	2749.91
812	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:25	Ambato Canton	0.1	-78.624	-1.26717	0	75	70	15.5556	13.7208	8.046 7	1010.8 4	2749.91
813	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:31	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	211	71	15.5556	13.7267	8.046 7	1010.8 4	2749.91

814	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	248	72	15.5556	13.7327	1.609 34	1010.8 4	2749.91
815	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:41	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	109	71	15.5556	13.7267	1.609 34	1011.1 8	2749.91
816	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:46	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	163	71	15	13.0713	6.437 36	1011.1 8	2749.91
817	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	136	72	15	13.0776	8.046 7	1011.1 8	2749.91
818	TALLE RFISEI	14/06/20 24 18:56	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	157	72	15	13.0776	3.218 68	1011.1 8	2749.91
819	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	147	72	15.5556	13.7327	6.437 36	1011.5 1	2749.91
820	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:06	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	173	73	15	13.084	8.046 7	1011.5 1	2749.91
821	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:10	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	137	74	15	13.0903	9.656 04	1011.5 1	2749.91
822	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:16	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	138	75	15	13.0967	12.87 47	1011.5 1	2749.91
823	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:21	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	174	76	15	13.103	6.437 36	1011.5 1	2749.91
824	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	136	77	15	13.1094	6.437 36	1011.5 1	2749.91
825	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:31	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	149	77	15	13.1094	6.437 36	1011.5 1	2749.91
826	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	137	74	15	13.0903	12.87 47	1011.5 1	2749.91
827	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:41	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	163	74	15	13.0903	3.218 68	1011.5 1	2749.91
828	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:46	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	254	73	15	13.084	6.437 36	1011.5 1	2749.91

829	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:50	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	111	73	15	13.084	9.656 04	1011.5 1	2749.91
830	TALLE RFISEI	14/06/20 24 19:56	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	153	74	15	13.0903	4.828 02	1011.5 1	2749.91
831	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	126	75	15	13.0967	6.437 36	1011.8 5	2749.91
832	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:06	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	243	74	14.4444	12.4295	1.609 34	1011.8 5	2749.91
833	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:11	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	101	74	14.4444	12.4295	4.828 02	1011.8 5	2749.91
834	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:16	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	173	75	14.4444	12.4363	1.609 34	1011.8 5	2749.91
835	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:21	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	115	75	14.4444	12.4363	3.218 68	1011.8 5	2749.91
836	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:25	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	153	76	14.4444	12.4431	4.828 02	1012.1 9	2749.91
837	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:31	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	174	75	14.4444	12.4363	3.218 68	1012.1 9	2749.91
838	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	157	74	14.4444	12.4295	4.828 02	1012.1 9	2749.91
839	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:41	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	175	74	14.4444	12.4295	4.828 02	1012.5 3	2749.91
840	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:46	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	150	75	14.4444	12.4363	3.218 68	1012.5 3	2749.91
841	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:51	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	243	76	14.4444	12.4431	0	1012.5 3	2749.91
842	TALLE RFISEI	14/06/20 24 20:56	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	167	76	14.4444	12.4431	0	1012.5 3	2749.91
843	TALLE RFISEI	14/06/20 24 21:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	128	78	14.4444	12.4567	3.218 68	1012.5 3	2749.91

844	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:06	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	176	78	13.8889	11.7912	0	1012.53	2749.91
845	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:10	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	186	79	13.8889	11.7984	0	1012.53	2749.91
846	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:16	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	175	79	13.8889	11.7984	1.60934	1012.53	2749.91
847	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:21	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	95	79	13.8889	11.7984	1.60934	1012.53	2749.91
848	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:26	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	187	78	13.8889	11.7912	1.60934	1012.53	2749.91
849	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:31	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	176	77	13.8889	11.7839	0	1012.53	2749.91
850	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	175	79	13.8889	11.7984	0	1012.53	2749.91
851	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:41	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	97	79	13.8889	11.7984	1.60934	1013.21	2749.91
852	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:46	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	129	79	13.8889	11.7984	3.21868	1013.21	2749.91
853	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:51	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	104	78	13.8889	11.7912	6.43736	1012.53	2749.91
854	TALLE RFISEI	14/06/2024 21:56	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	186	78	13.8889	11.7912	3.21868	1012.53	2749.91
855	TALLE RFISEI	14/06/2024 22:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	170	78	13.8889	11.7912	1.60934	1013.21	2749.91
856	TALLE RFISEI	14/06/2024 22:06	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	221	78	13.8889	11.7912	0	1013.21	2749.91
857	TALLE RFISEI	14/06/2024 22:11	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	11	78	13.8889	11.7912	1.60934	1013.21	2749.91
858	TALLE RFISEI	14/06/2024 22:16	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	46	80	13.8889	11.8057	3.21868	1013.21	2749.91

859	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:21	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	158	79	13.8889	11.7984	0	1013.2 1	2749.91
860	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:26	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	110	79	13.8889	11.7984	1.609 34	1013.2 1	2749.91
861	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:31	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	192	79	13.8889	11.7984	0	1013.2 1	2749.91
862	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:35	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	195	79	13.8889	11.7984	0	1013.2 1	2749.91
863	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:41	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	160	79	13.8889	11.7984	0	1012.5 3	2749.91
864	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:46	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	34	81	13.8889	11.8129	4.828 02	1012.5 3	2749.91
865	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:51	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	23	83	13.3333	11.1577	1.609 34	1013.2 1	2749.91
866	TALLE RFISEI	14/06/20 24 22:56	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	32	84	13.3333	11.1654	3.218 68	1013.2 1	2749.91
867	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:00	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	91	86	13.3333	11.1808	0	1013.2 1	2749.91
868	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:06	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	131	87	12.7778	10.5143	0	1013.2 1	2749.91
869	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:11	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	152	87	12.7778	10.5143	0	1013.2 1	2749.91
870	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:16	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	151	88	12.7778	10.5225	0	1013.2 1	2749.91
871	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:21	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	137	87	12.7778	10.5143	1.609 34	1013.2 1	2749.91
872	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:26	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	359	89	12.7778	10.5307	1.609 34	1013.2 1	2749.91
873	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:31	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	46	90	12.7778	10.5389	1.609 34	1013.2 1	2749.91

87 4	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:36	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	135	89	12.7778	10.5307	0	1013.2 1	2749.91
87 5	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:41	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	135	88	12.7778	10.5225	0	1013.2 1	2749.91
87 6	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:46	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	135	88	12.7778	10.5225	0	1013.2 1	2749.91
87 7	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:51	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	144	89	12.7778	10.5307	3.218 68	1012.5 3	2749.91
87 8	TALLE RFISEI	14/06/20 24 23:56	Ambato Canton	0	-78.624	-1.26717	0	153	91	12.7778	10.5471	3.218 68	1012.5 3	2749.91