

**INFORME ARTICULO ACADEMICO TITULACIÓN P61 DE LA CARRERA DE
TELECOMUNICACIONES**

CARRERA	TELECOMUNICACIONES
CAMPUS	CENTENARIO
SEDE	GUAYAQUIL
DIRECTOR DE CARRERA	Msc. DAVID CÁRDENAS VILLACRÉS
ELABORACIÓN	Msc. HOLGER SANTILLÁN CARRANZA
AÑO	2023
FECHA DE ELABORACIÓN	04 enero de 2023

CONTROL DE REVISIONES

Número	Fecha	Elaborado por:	Aprobado por:
1	04 enero de 2023	ING. HOLGER SANTILLAN	ING.DAVID CÁRDENAS

PERÍODO: P61 - 2022-2023

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

**PROYECTO CORRESPONDIENTE AL TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE
TÍTULO INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TÍTULO:

**“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA METEOROLÓGICO MEDIANTE EL USO
DE IOT Y RASPBERRY”**

AUTORES:

KEVIN EZEQUIL ROMERO ALVARADO

MARIA JOSE HUAYAMAVE CORDERO

TUTOR:

Ing. HOLGER SANTILLÁN C. Msc

GUAYAQUIL – ECUADOR

P61-2023

I. Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación

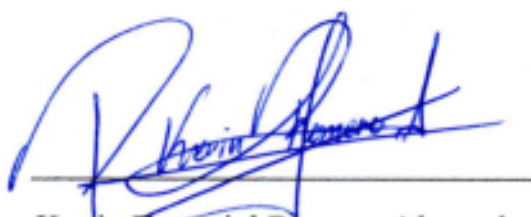
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Nosotros, **Kevin Ezequiel Romero Alvarado**, con Ci. **094063476-9** y **María José Huayamave Cordero** con Ci. **095836769-0**, manifestamos que:

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

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2023.

Atentamente,



Kevin Ezequiel Romero Alvarado

Ci. 094063476-9



María José Huayamave Cordero

Ci. 095836769-0

II. Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana


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

Nosotros, **Kevin Ezequiel Romero Alvarado**, con Ci. **094063476-9** y **María José Huayamave Cordero** con Ci. **095836769-0**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la **Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Científico: **“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA METEOROLÓGICO MEDIANTE EL USO DE IoT Y RASPBERRY”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la institución facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos.


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

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2023.

Atentamente,



Kevin Ezequiel Romero Alvarado
Ci. 094063476-9



María José Huayamave Cordero
Ci. 095836769-0

III. Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación.

Guayaquil, octubre 2022

Ing. David Cárdenas Villacrés MSc.
Director de la Carrera de Ingeniería en telecomunicaciones, sede Guayaquil

De mi consideración:

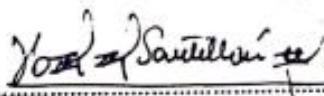
Por medio del presente, comunico a Usted que los estudiantes **Kevin Ezequiel Romero Alvarado** con cédula de identidad 0940634769 y **María José Huayamave Cordero** con cédula identidad 0958367690 presentan el documento diseño del trabajo de titulación denominado:

ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA METEOROLÓGICO MEDIANTE EL USO DE IoT Y RASPBERRY

Una vez revisada la documentación y el anteproyecto, manifiesto que la propuesta es viable, innovadora y de impacto en el ámbito tecnológico, educativo, por lo cual **ACEPTO** ser el tutor. Se indica que se han establecido los horarios de tutoría y revisión con los estudiantes.

Particular que comunico para los fines pertinentes

Atentamente,



TUTOR
ING. HOLGER SANTILLÁN

IV. Resumen

En el siguiente documento se presenta el análisis e investigación de un sistema meteorológico mediante el uso de IoT y RaspBerry, que tiene como fin mostrar uno de los muchos empleos que se puede dar a las nuevas tecnologías como se hace mención en el título. Creando una pequeña red WLAN que permita conectar el servidor de la estación meteorológica a un controlador domótico mediante el uso de un equipo raspberry (lo que permite la inclusión del internet de las cosas al ser el raspberry una computadora compacta), para la toma de datos de los diferentes sensores que posee la estación meteorológica y comparándolos con los datos obtenidos en la web durante un periodo de tiempo. Verificando así la eficiencia de los sensores y la veracidad de los datos obtenidos. Creando así un precedente para futuras investigaciones de domótica y telecomunicaciones.

Palabras clave

1; Rasperry 2; IoT 3; Meteorología 4; Home Assistant.

V. Abstract

The following document presents the analysis and investigation of a meteorological system through the use of IoT and RaspBerry, which aims to show one of the many uses that can be given to new technologies as mentioned in the title. Creating a small WLAN network that allows the weather station server to be connected to a home automation controller through the use of a raspberrry computer (which allows the inclusion of the internet of things since the raspberrry is a compact computer), for data collection of the different sensors that the weather station has and comparing them with the data obtained on the web over a period of time. Thus, verifying the efficiency of the sensors and the veracity of the data obtained. Thus creating a precedent for future re-search in home automation and telecommunications.

Keys words

1; Raspberrry 2; IoT 3; Methodology 4; Home Assistant.

VI. Índice de Contenido

.....	1
INFORME ARTICULO ACADEMICO TITULACIÓN P61 DE LACARRERA DE TELECOMUNICACIONES	1
I. Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	3
.....	3
II. Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana	4
III. Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación.	5
IV. Resumen	6
Palabras clave	6
V. Abstract	7
Keys words	7
VII. Introducción	9
.....	9
.....	10
VIII. Estado del Arte	10
VIII.i. Raspberry Pi	11
VIII.ii. Internet de las cosas (IoT)	12
IX. Objetivos:	13
IX.i. Objetivo General:	13
IX.ii. Objetivos Específicos:	13
X. Metodología	13
XI. Interpretación de Resultados	15
XI.i. Programación De Servidor Home Assistant	16
XII. Conclusiones	19
XIII. Recomendaciones	19
XIV. Referencias bibliográficas:	20

VII. Introducción

A lo largo de los años el estudio de la meteorología ha aumentado su importancia debido a los diferentes cambios climáticos que se presentan en la actualidad, por lo cual, es importante estudiar cada factor, como la cantidad de contaminación en el aire, el viento, las precipitaciones, temperatura y humedad, entre otros, que afectan las diversas actividades que son necesarias realizar en el exterior. [1] Por esto el uso de sistemas o estaciones meteorológicas ayudan a registrar los datos tomados y poder evaluar en que zonas, estos cambios climáticos generan mayor afectación y de esta forma prevenir riesgos por desastres naturales.[2] El presente proyecto propone analizar el funcionamiento de una estación meteorológica de la marca “AmbientWeather” modelo WS2000, y como realizar su respectiva implementación.

Actualmente los laboratorios de la Universidad no cuentan con los equipos e instrumentos adecuados para la realización de este tipo de prácticas, por lo que se pensó en una forma de solventar este problema instalando una estación meteorológica que sirva de base para el estudio de los cambios climáticos.

VIII. Estado del Arte

Estación Meteorológica AmbientWeather modelo WS-2000

Para el desarrollo de este proyecto, se usa una estación meteorológica de la marca AmbientWeather modelo WS-2000 como se muestra en la figura 1, debido a su portabilidad, permite realizar estudios en diferentes entornos, obteniendo una confiabilidad aceptable para los análisis propuestos.

Esta estación realiza mediciones al aire libre, donde se pueden obtener datos de velocidad de viento, radiación solar, temperatura, lluvia, UV. También se pueden obtener datos del ambiente interior de una habitación, sala o laboratorio, en este caso se obtendría valores de humedad, presión y temperatura [3], todos estos datos se visualizarán en el dispositivo HMI y control de ajuste que se muestra en la Figura 2 y 3. Todos los datos recolectados, se almacenan en una memoria externa.

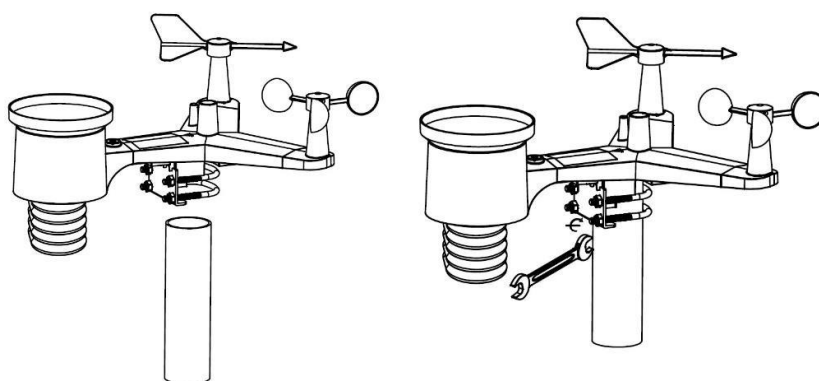


figura 1 - Estación Meteorológica WS-2000 [3]

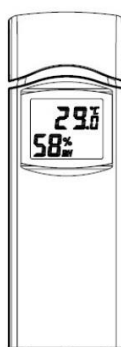


Figura 2 - Control Ajuste WS-2000 [3]

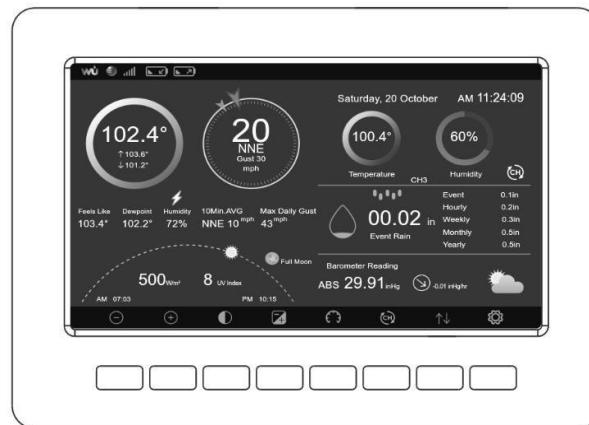


Figura 3 - Pantalla HMI de estación Meteorológica WS-2000 [3]

VIII.i. Raspberry Pi

Raspberry es un tipo de ordenador mucho más pequeño que los convencionales y es utilizado para varios tipos de proyectos de programación, prototipos robóticos y estaciones meteorológicas. Este ordenador posee un costo mucho menor que otros, por lo que es la primera opción para proyectos estudiantiles.[4]

La arquitectura de este ordenador es ARM (Advanced RISC Machine – Máquina RISC Avanzada), donde RISC significa (Reduced Instruction Set Computer – Instrucción reducida de ajuste de computadora) con una tarjeta gráfica GPU (graphics processing unit – Unidad de Procesamiento Gráfico) y memoria RAM (Random Access Memory – Memoria de Acceso Aleatorio) todo esto dentro de un solo chip, por lo que se conoce que tiene un sistema SoC (Sistem on an Chip – Sistema en un Chip), toda su información se almacena una tarjeta SD (Secure Digital – Digital Segura), sin embargo, debe conectarse a una fuente de alimentación externa de 5V, ya que, no la posee integrada. La placa posee varios puertos que le dan accesibilidad a varios dispositivos y además brinda acceso a internet alámbrico e inalámbrico. Raspberry cuenta con 3 modelos, Raspberry Pi A, B y Zero los cuales tienen una composición similar, como se muestra en Figura 4, en ella se visualiza cada parte que compone un ordenador Raspberry Pi.[4] [5]

Los procesadores ARM (Advanced RISC Machine – Máquina RISC Avanzada) en la actualidad son una de las mejores opciones para usar, ya que, esta tecnología consume menos energía. [6]

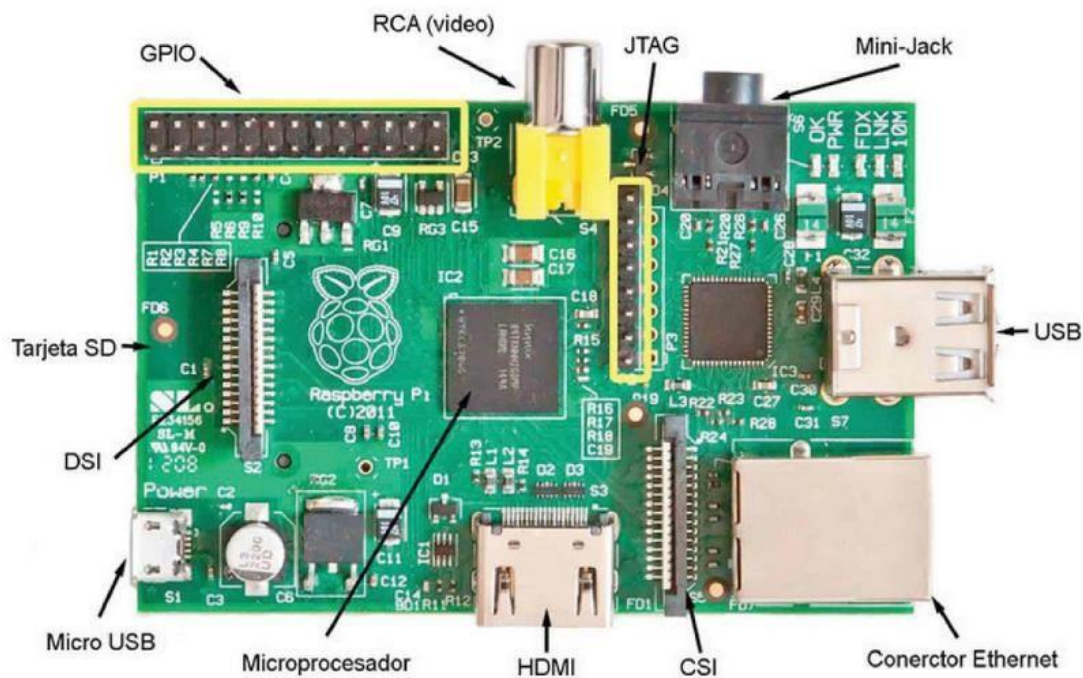


Figura 4- Raspberry Pi 4 [4]

La arquitectura ARM (Advanced RISC Machine) antes mencionada es un conjunto de instrucciones basadas en una arquitectura de 32 bits, que permite procesar un número reducido de estas instrucciones, pero con un alto rendimiento.

VIII.ii. Internet de las cosas (IoT)

Internet de las cosas es una de las nuevas innovaciones de la era de las telecomunicaciones que tiene como objetivo principal el funcionamiento de componentes cotidianos mediante la transmisión inalámbrica de datos para uso. Entre sus aplicaciones, cabe destacar que no únicamente se emplea en domicilios como se suele comentar con respecto a este sistema, sino también en compañías para obtener informaciones en tiempo real de unidades operando.[7]

La tecnología de IoT es recoger la información y datos que proveen un objeto sobre sus funcionalidades, procesándolo y enviándolo a la red de internet. Al ser sensorial, permite la toma de datos de presión, temperatura, humedad, luz, entre otros. Es por esto que es de mucha importancia el empleo de sensores IoT y obtener resultados de los fenómenos físicos a estudiar con el sistema meteorológico.[7]

IX. Objetivos:

IX.i. Objetivo General:

- Implementar una estación meteorológica en los laboratorios de telecomunicaciones la universidad Salesiana, mediante el uso de IoT y Raspberry.

IX.ii. Objetivos Específicos:

- Analizar el estado del arte relacionado a las telecomunicaciones y el uso de IoT y Raspberry en una estación meteorológica.
- Analizar e identificar los parámetros utilizados para la detección de los diferentes fenómenos físicos como la temperatura, humedad, velocidad de viento, etc. Para el funcionamiento de la estación meteorológica mediante el empleo del Internet de las cosas.
- Instalar la estación meteorológica y evaluar la confiabilidad de los datos obtenidos, haciendo pruebas en diferentes entornos, proporcionando así un manual/guía de instalación y uso.

X. Metodología

La metodología utilizada para la realización de este anteproyecto está guiada directamente por los objetivos específicos planteados anteriormente. Por lo que a continuación se describirán cada uno de estos y que procedimiento se usará para realizarlos.

Para analizar el estado del arte relacionado a las telecomunicaciones y el uso de IoT (Internet of Things) y Raspberry en una estación meteorológica se buscó información de libros, revistas científicas y repositorios de proyectos que incluyan el uso de este hardware para comprender más de beneficios y configuración/ programación en diferentes plataformas, las cuales ayudarán a enviar datos a los diferentes servidores para así ser visualizados y sin necesidad de conectarse directamente al equipo, además de sus posibles usos, así como de lo que es el internet de las cosas y su aplicación en las estaciones meteorológicas.

El equipo raspberry será de mucha importancia, ya que, en este se alojarán toda la información necesaria, también así mismo este lleva consigo el empleo de la plataforma Python por lo que el que equipo a usar para hacer uso del IoT(Internet of Things - Internet de las Cosas) se configura mediante el lenguaje de programación de Python, cabe destacar que este dispositivo es una pc dentro de un hardware de pequeñas dimensiones.

El análisis y la identificación de los parámetros utilizados para la detección de los diferentes fenómenos físicos como la temperatura, humedad, velocidad de viento, etc. Para el funcionamiento de la estación meteorológica mediante el empleo del Internet de las cosas (IoT), se lo hará mediante una investigación en diferentes bibliografías de cual es en promedio el valor de cada parámetro teniendo así una base en donde confiable para realizar la comparación de datos.

Finalmente se instalará la estación meteorológica Ambiente Weather WS-2000 en la terraza de la Universidad Politécnica Salesiana y se evaluará la confiabilidad de los datos obtenidos, haciendo pruebas en diferentes entornos, proporcionando así un manual/guía de instalación y uso. Esto será posible gracias a los datos promedios obtenidos de la investigación anterior y a datos nuevos obtenidos de diferentes sistemas de medición meteorológico, incluyendo el equipo. Haciendo empleo del internet de las cosas (IoT) al realizar las conexiones entre la estación y el equipo o periférico de salida HMI el cual muestra todos los resultados que cada uno de los sensores que el equipo lleva consigo para ser visualizados y de esta forma poder comparar cada uno y establecer la eficacia del equipo instalado.

Al finalizar se realizarán las respectivas conclusiones y recomendaciones ligadas nuevamente a los objetivos específicos planteados.

XI. Interpretación de Resultados

Se visualiza en la figura 5 la conexión entre el equipo y el servidor que por defecto trae configura para adquisición de datos.

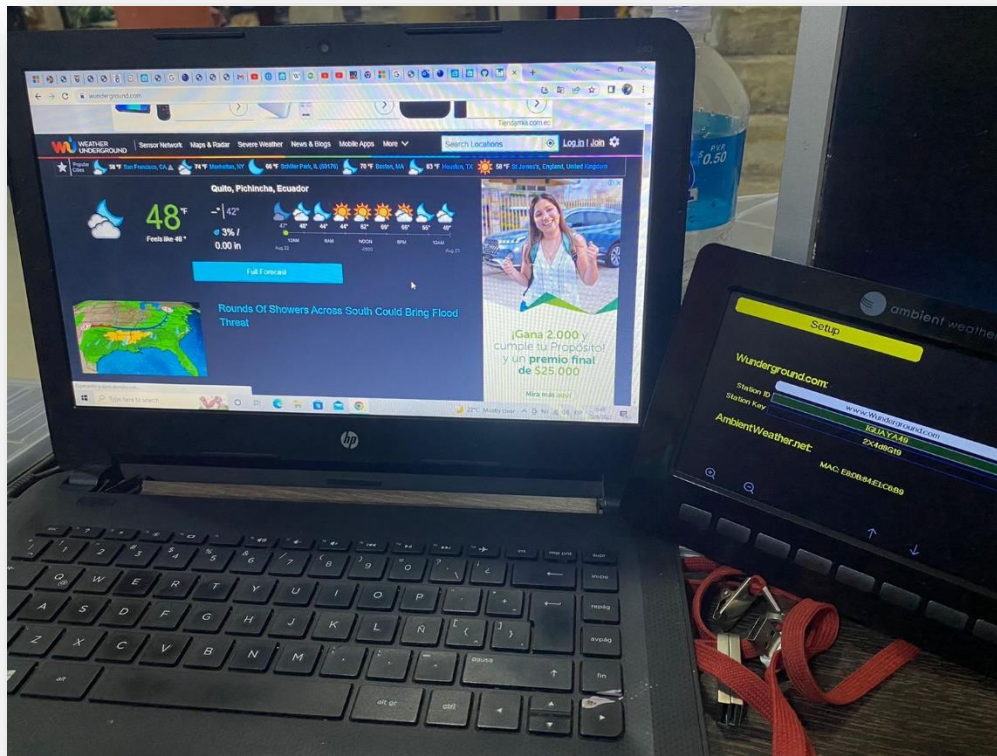


Figura 5 - Verificación de conexión del equipo HMI y servidor WunderGround

Verificar en la página del servidor que el estado del equipo se encuentre "ONLINE". Tener en consideración el tiempo de registro del equipo que puede tardar 48 horas.

Member Settings

EMAIL & PASSWORD HOME & FAVORITES **MY DEVICES** API KEYS

Manage Devices Add New Device

1 DEVICES TOTAL

Quality	Name	Location	Status	ID	Key	Type	Manage
	AmbientWeather Telecomunicaciones	Guayaquil (Guayaquil), EC	● Online	IGUAYAS2	aFYInDNG	PWS	Edit Delete Copy credentials

Items per page: 10 1 - 1 of 1

Figura 6 - Verificar la conexión desde la página del servidor WunderGround

XI.i. Programación De Servidor Home Assistant

Ingresar al asistente domestico (HOME ASSISTANT) para realizar la integración de los datos que el equipo generará, para luego ser visualizados.

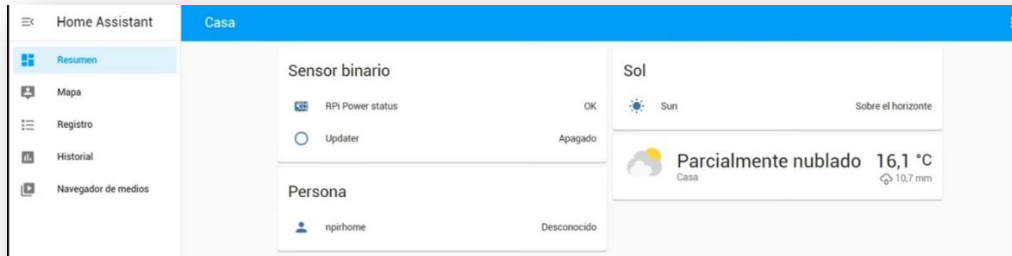


Figura 7 - Ingreso a la página Home Assistant para registro de sensores

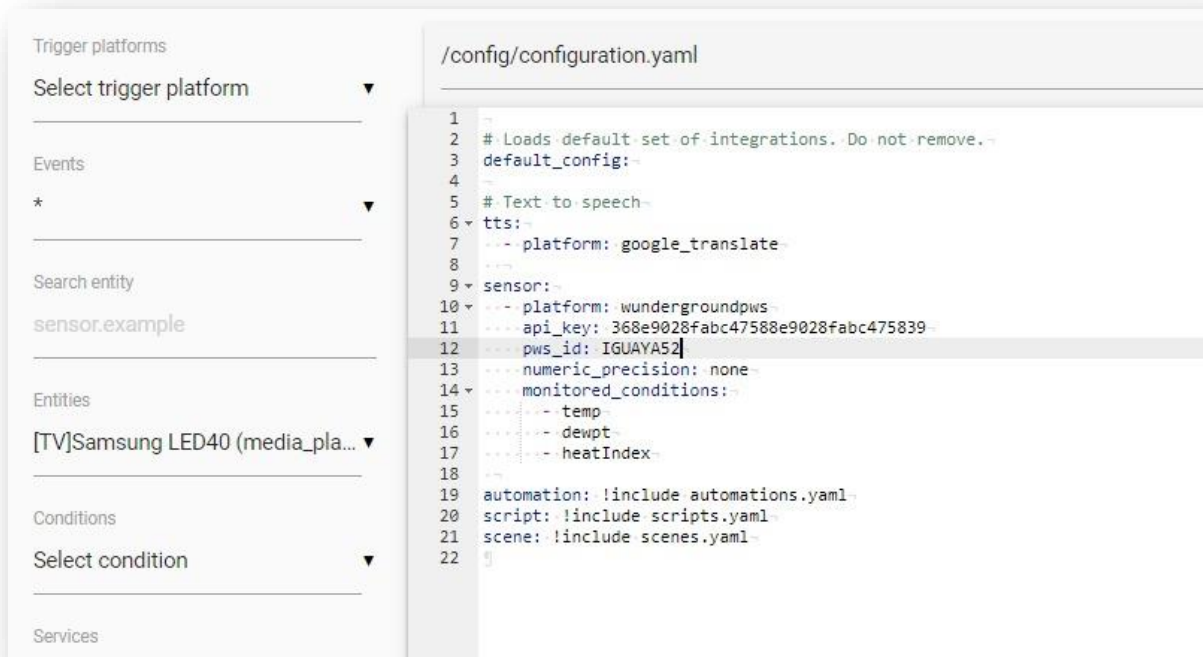


Figura 8 - Configuración de API's y parámetros a monitorear

Dentro de Home Assistant, ingresar al complemento FILE EDITOR, buscar la carpeta CONFIGURATION.YAML y registrar los siguientes comandos, junto con la APPI KEY de Wundeground y los datos que el sistema detectará.

Agregar todos los parámetros que se desea registrar en Home Assistant

- temp #description: Current temperature
- dewpt #description: Temperature below which water droplets begin to condense and dew can form
- heatIndex #description: Heat index (combined effects of the temperature and humidity of the air)
- humidity #description: Relative humidity
- windSpeed
- stationID
- solarRadiation
- neighborhood
- obsTimeLocal
- uv
- winddir #description: Wind degrees
- windChill #description: Wind Chill (combined effects of the temperature and wind)
- precipTotal #description: Today Total precipitation
- precipRate #description: Rain intensity
- pressure #description: Atmospheric air pressure
- windSpeed #description: Current wind speed
- temp_high_1d # description: "[^{1d}](<#1d>): Forecasted high temperature"
- temp_low_1d #description: "[^{1d}](<#1d>): Forecasted low temperature"

Figura 9- Código de configuración de parámetros a mostrar.

Finalmente comprar la información otorgada por el dispositivo HMI y los datos por el sistema Home Assistant y el servidor Wunderground.

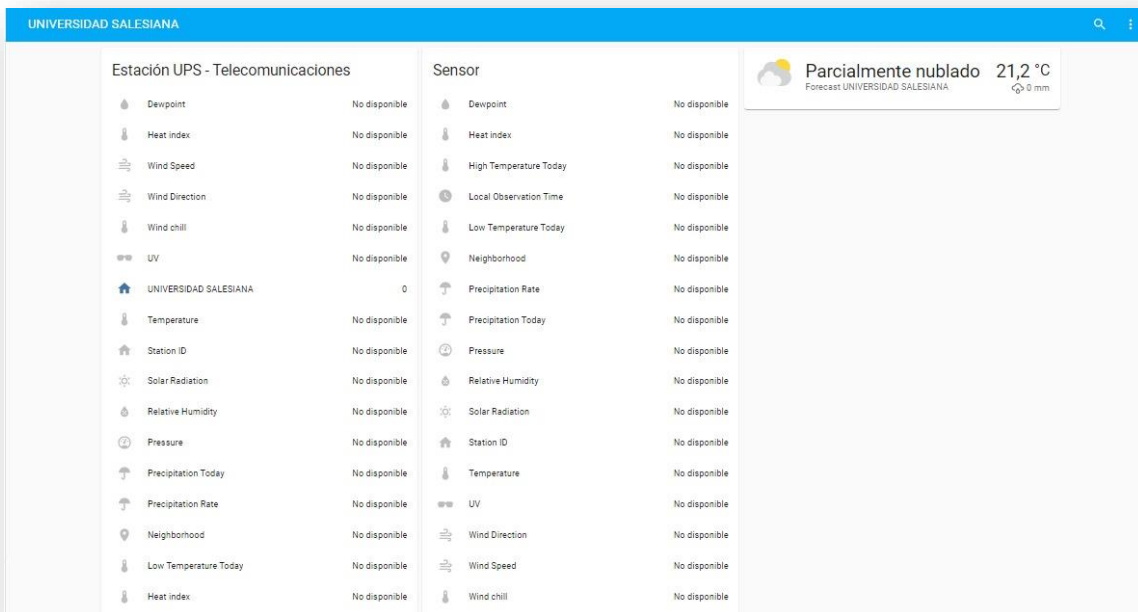


Figura 10 - Datos monitoreados en Servidor Home Assistant.



Figura 11- Datos monitoreados en el dispositivo HMI.

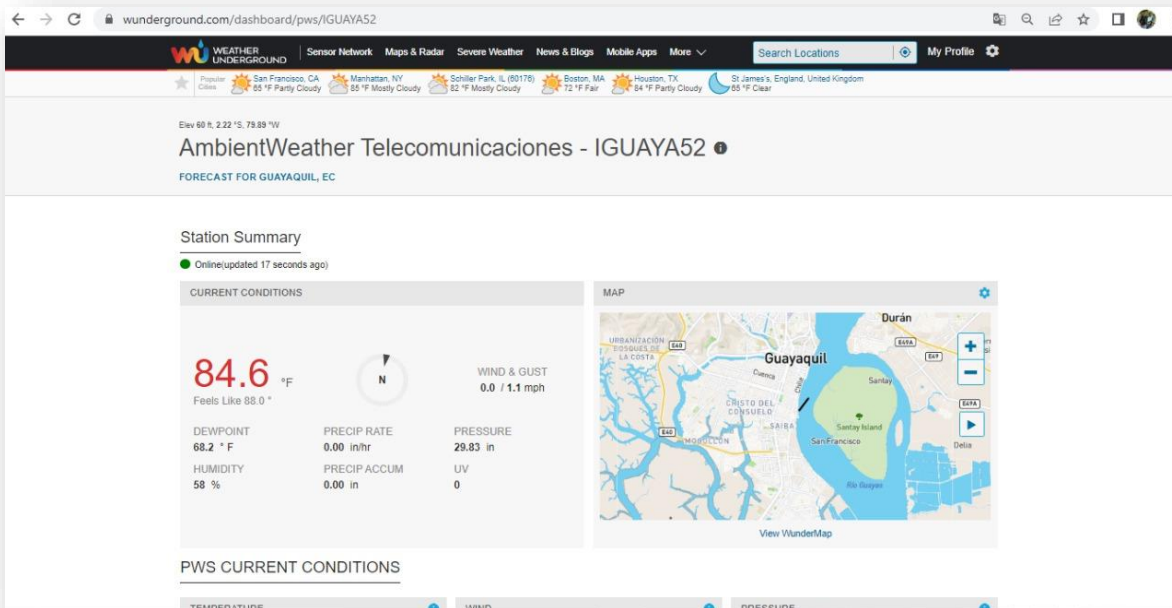


Figura 12 - Datos monitoreados desde el servidor WunderGround.

XII. Conclusiones

Como conclusión, al obtener los datos de medición de los diferentes sensores y compararlos con un servidor web, se pudo comprobar que la estación meteorológica funciona de acuerdo en base a datos reales y confiables, permitiendo su uso para diferentes ámbitos, como crear alertas de humedad o radiación Ultra Violeta (Rayos UV) en el Asistente Doméstico Home Assistant.

Las estaciones meteorológicas nos permiten ir más allá y realizar cálculos que proporcionan información fidedigna de gran ayuda para las investigaciones científicas a detectar cambios que puedan afectar gravemente a las personas o al planeta.

XIII. Recomendaciones

Como se hace mención en los apartados de configuraciones de los equipos tanto raspberry y el de monitorización, es importante que el acceso sea en la misma red o subred generada a partir del router.

Adicional, al configurar el equipo raspberry es importante generar una dirección IP estática para el equipo, ya que así se podrá ingresar a la ventana del asistente doméstico con la misma dirección desde donde estará operando.

Es importante que el equipo de monitorización meteorológica esté instalado en un lugar elevado o también donde se puedan tomar datos sin presencia de obstrucciones que impidan recibir información adecuada según el sensor. El índice de radiación UV y el de humedad son un ejemplo de esto, ya que pueden variar la información debido a que los datos los toma en áreas determinadas dependiendo de donde se encuentre ubicada la unidad.

XIV. Referencias bibliográficas:

- [1] D. C. Ruiz-Ayala, C. A. Vides-Herrera, and A. Pardo-García, “Monitoreo de variables meteorológicas a través de un sistema inalámbrico de adquisición de datos,” *Rev. Investig. Desarro. E Innov.*, vol. 8, no. 2, pp. 333–341, Jun. 2018, doi: 10.19053/20278306.v8.n2.2018.7971.
- [2] “Vista de Núm. 20 (2018)_ Edición 20 (julio-diciembre, 2018)_ Ingeniería y Desarrollo.pdf.”
- [3] *Ambient Weather WS-2000 Wi-Fi OSPREY Solar Powered Wireless Weather Station User Manual*, 2.15 vols.
[Online]. Available:
<https://ambientweather.com/amws2000.html#faq.tab>
- [4] L. A. Eugenio, *Raspberry Pi - Fundamentos y Aplicaciones*, RA-MA Editorial., vol. 0, 0 vols. 2017. [Online]. Available: E. López Aldea, *Raspberry Pi: fundamentos y aplicaciones*. Paracuellos de Jarama, Madrid: RA-MA Editorial, 2017. [En Línea]
Disponible en: <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/lc/bibliotecaups/titulos/106504>
- [5] W. J. Jolle, *Broad-scale applications of the Raspberry Pi: A review and guide for biologists*, Chloe Robinson. 2021.
- [6] “MICROCONTROLADORES ARM.pdf.”
- [7] J. Bermejo Vera, *Internet de las cosas (2a. ed.)*. Madrid: Editorial Reus, 2020. Accessed: Jun. 08, 2022.
[Online]. Available:
<http://public.ebib.com/choice/PublicFullRecord.aspx?p=6782782>
- [8] J. Llerena Izquierdo, *Codifica con Python*, Universidad Politécnica Salesiana., vol. 1. Cuenca-Ecuador: Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana, 2020. [Online]. Available:
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19346>
- [9] S. Alexander, L. Ricardo, L. Pablo, and C. Ramón, “Implementación de un Sistema Aéreo de Medición y Almacenamiento de Parámetros Meteorológicos Georreferenciados para Zonas Pequeñas.” vol. 39, no. 2, p. 9, 2017.
- [10] “Methods Ecol Evol - 2021 - Jolles - Broad-scale applications of the Raspberry Pi A review and guide for biologists.pdf.”