

“Diseño de un sistema de monitoreo climatológico vía GPRS para prevención de siniestros en el cantón Tisaleo.”

“Climatological monitoring system design with GPRS for accident prevention in Tisaleo town.”

Tipán, Rolando ^I

rolo_762@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4723-6446>

Pérez, Margarita ^{II}

margareth_pch@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3353-6333>

Curi, Narciza ^{III}

azicran2015@gmail.com

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0000-6670-982X>

Correspondencia: comiteditorial.23@gmail.com

* **Recibido:** 3 de mayo de 2023 * **Aceptado:** 15 de mayo de 2023 * **Publicado:** 5 de enero de 2024

- I. Ingeniero en Electrónica, Docente del IST Bolívar, Ambato - Ecuador.
- II. Ingeniera de Empresas, Máster Universitario en Administración y Dirección de Empresas (MBA),
Docente del IST Bolívar, Ambato - Ecuador.
- III. Ingeniero en Empresas, Docente del IST Bolívar, Ambato - Ecuador.

<http://bolivarinnova.org/ojs/index.php/revista/index>

Resumen: El presente trabajo de investigación es un aporte innovador en el campo de las comunicaciones electrónicas mediante GPRS y los dispositivos inteligentes para el monitoreo de variables climatológicas en tiempo real en zonas donde es importante mapear y caracterizar los datos de temperatura, humedad o presión, por ello se utilizó el modelo ADDIE que orienta el desarrollo de proyectos tecnológicos basado en un enfoque mixto. Es importante mencionar que para ahorrar recursos se utilizó el microcontrolador Arduino, sensores DTH y anemómetros que alimentan al sistema en un promedio de 18 observaciones diarias y con estos resultados obtenidos se puede indicar que el sistema funciona adecuadamente para el sector de Tisaleo y que es recomendable y factible desde el punto de vista tecnológico, la inserción de sistemas de monitoreo en tiempo real con características similares en la zona.

Palabras clave: Sistemas de monitoreo, variables climatológicas, GPRS, Sensores de temperatura y Humedad, Arduino.

Abstract: This research work is an innovative contribution in the field of electronic communications using GPRS and intelligent devices for monitoring climatological variables in real time in areas where it is important to map and characterize temperature, humidity or pressure data, therefore The ADDIE model was used, which guides the development of technological projects based on a mixed approach. It is important to mention that to save resources, the Arduino microcontroller, DTH sensors and anemometers that feed the system in an average of 18 daily observations were used and with these results obtained it can be indicated that the system works adequately for the Tisaleo sector and that it is recommended. and feasible from a technological point of view, the insertion of real-time monitoring systems with similar characteristics in the area.

Keywords: Monitoring systems, weather variables, GPRS, Temperature and Humidity Sensors, Arduino.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador, un país marcado por su diversidad geográfica y climática, donde el monitoreo del clima no es solo una tarea científica, sino una necesidad crucial para la planificación agrícola, la gestión de desastres naturales y la protección de la biodiversidad (Martínez, Gómez y Reyes 2020). La ubicación geográfica del Ecuador lo expone a diversos fenómenos meteorológicos que pueden tener impactos significativos en su economía y en la vida cotidiana de sus habitantes. De acuerdo con Torres y Valencia (2019), el país se enfrenta regularmente a eventos climáticos extremos que pueden variar desde inundaciones hasta períodos de sequía severa, en tal virtud, los sistemas de monitoreo climatológico son herramientas esenciales que ayudan a mitigar los efectos adversos relacionados con el clima. Estos sistemas utilizan una combinación de tecnologías de punta y técnicas tradicionales para recopilar, procesar y analizar datos climáticos con el fin de proporcionar información precisa y oportuna que pueda ser utilizada por decisores y la población en general (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) 2021).

De igual forma sucede en la provincia de Tungurahua, que se caracteriza por su variado clima debido a su diversidad topográfica en el que incluye valles, montañas y sobre todo zonas aledañas al volcán del mismo nombre, esta situación hace que Tungurahua sea un tanto vulnerable a fenómenos meteorológicos que pueden impactar significativamente tanto en su economía predominantemente dedicada ya sea al comercio, sector de cuero y calzado, sector agrícola e incluso al sector industrial de manufactura de carrocerías de transporte, donde se ha registrado que fenómenos como aluviones o inundaciones afectan en el desenvolvimiento adecuado del comercio y también inciden de cierta forma en el nivel de seguridad de sus habitantes (García y López 2021).

En ese contexto, los sistemas de monitoreo climatológico emergen como herramientas fundamentales para la prevención de desastres naturales y la planificación adecuada de producción agrícola e industrial, pues con esta tecnología de vanguardia se puede diseñar sistemas más precisos y eficaces, incorporando desde sensores remotos hasta modelos computarizados de alta resolución que facilitan pronósticos más acertados y a tiempo real (Rojas 2022). Aunque la implementación de estas tecnologías en Tungurahua ha mostrado

progresos, todavía existen grandes desafíos relacionados con la integración de datos a gran escala y la accesibilidad de la información para las comunidades locales (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) 2021).

En tal virtud, en el cantón Tisaleo, la búsqueda de nuevas estrategias para la generación y registro de cambios climáticos es fundamental, esto forma parte de un enfoque preventivo y de monitoreo ante posibles desastres naturales mejorando la planificación de recursos de la población en mención (Pérez y Martínez 2019). Por consiguiente, la implementación de proyectos que investiguen estos cambios climatológicos es crucial, y un ejemplo de ello se tiene en el parque eólico de Villonaco en Loja, Ecuador (Ministerio de Energía y Minas 2023), donde se emplean sistemas avanzados que integran diversos sensores y actuadores, estos sistemas son capaces de recopilar y transmitir datos sobre variables climáticas críticas como la velocidad del viento, la humedad y la temperatura, permitiendo un monitoreo eficaz de estas condiciones (López y Castillo 2020).

Por otro lado, la ubicación geográfica del cantón Tisaleo que se encuentra en el frente sur - occidental de la provincia del Tungurahua, admite como idea innovadora, al implantación de este tipo de proyectos o sistemas y estaciones de monitoreo, para que estos se puedan implementar en algunos sectores del cantón, donde existe una variación de temperatura muy considerable, así como también alto índice de precipitaciones y altas velocidades del viento lo que definitivamente no permite un adecuado desenvolvimiento de las actividades comerciales.

Existe estaciones meteorológicas en la provincia de Chimborazo, mismas que son monitoreadas por la Escuela Politécnica de Chimborazo, en las cuales se analizan los datos climáticos principalmente en época de lluvias, tales estaciones se encuentran en diversos sectores como es el caso de las que funcionan en los predios internos de las facultades de Electrónica y de Recursos naturales.

En la era de la Internet de las Cosas (IoT), los sistemas de monitoreo remoto se han vuelto esenciales para la recopilación de datos en diversas aplicaciones, desde la agricultura hasta la seguridad urbana. La combinación de plataformas de hardware de código abierto como

Arduino con tecnologías de comunicación como el General Packet Radio Service (GPRS) ha permitido el desarrollo de soluciones eficaces y económicas para el monitoreo en tiempo real. Este ensayo explora los desarrollos recientes y las aplicaciones de sistemas basados en Arduino y GPRS, destacando su impacto y las innovaciones que han permitido.

2. MARCO TEÓRICO / METODOLOGÍA

Para el presente artículo se ha decidido utilizar una investigación exploratoria de tipo transversal debido a que se consideran datos referentes del 2022 y 2023, y estudios basados fundamentalmente en criterios de un enfoque cuali-cuantitativo donde se considera la respuesta característica y en función del tiempo de variables que intervienen en el ámbito meteorológico como el clima, nivel de humedad o y la temperatura donde adicionalmente se requieren ciertos parámetros numéricos.

En tales circunstancias se ha decidido diseñar un prototipo de sistema electrónico de monitoreo de variables climatológicas usando GPRS, mismo que permite observar posibles cambios en las variables en tiempo real Abad & Farez (2018), lo que es fundamental al momento de prevenir futuros siniestros en zonas productivas como es el caso de los negocios o viviendas de los habitantes del Cantón Tisaleo; donde la idea es implantar un sistema como el mencionado para poder comprobar la efectividad del mismo y a la vez describir las características finales y los beneficios en dicha población.

Debido a que en este trabajo se propuso un diseño de un sistema tecnológico innovador fue necesario utilizar el modelo metodológico ADDIE, cuya denominación viene del acrónimo de sus iniciales: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implantación y Evaluación (Salas-Rueda 2021).

En tal circunstancia se orientó el diseño del prototipo en cuanto a las 5 fases del modelo ADDIE, por ejemplo, en el análisis se consideran las variables del entorno relacionadas al campo de estudio como: Temperatura, humedad, presión, velocidad del viento, tiempo de respuesta, entre otros.

En la fase del diseño se describió las generalidades tecnológicas como los elementos, dispositivos, cálculos de sensores y los diagramas electrónicos que intervienen en el sistema considerando la placa Arduino como el cerebro mismo del circuito (Valenzuela 2018), donde se interconectan los sensores de temperatura o humedad como los de la serie DTH y también se enlaza y se configura la comunicación con el dispositivo GPRS.

Luego en el desarrollo del prototipo se realizaron las conexiones de hardware descritas en los diagramas, a la par se acoplan o ejecutan los algoritmos de programación para la placa Arduino y la comunicación entre los sensores y el sistema vía GPRS (Parra 2010).

Para la recepción de la información y de datos enviados desde los sensores el sistema de monitoreo climatológico instalado en un local comercial del sector Santa Lucia - Bellavista de Tisaleo, se realizó un estudio técnico que incluye una vista de campo donde se pudo determinar el tipo de sistema más óptimo de acuerdo a la realidad geográfica del mismo, posteriormente se armó la circuitería electrónica y eléctrica requerida considerando las características de los sensores y actuadores utilizados; finalmente se cargó el código y la programación para el control y monitoreo de cada sensor y actuador instalado en la placa Arduino uno para su respectivo análisis y pruebas de funcionamiento.

El siguiente paso fue la implementación misma del sistema electrónico de monitoreo en las instalaciones de un local comercial agrícola del cantón Tisaleo y finalmente se efectuó las pruebas de funcionamiento y ajustes técnicos con la lógica prueba – error que permitió acoplar el sistema a la realidad del local de tal forma que se pueden describir los resultados obtenidos y redactar las conclusiones en función de la eficiencia y sensibilidad del sistema de monitoreo propuesto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis: Un sistema de medición y monitoreo climatológico autónomo en los diferentes tipos de climas es una herramienta que mediante el uso de equipos computarizados y sensores y actuadores ya sean estos mecánicos o electrónicos obtienen información para generar los

parámetros del clima (Tobar y Silva 2021), temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento en algunas circunstancias, presión atmosférica, lluvia entre otros. Dicha medición será procesada y se transmite a través de un sistema de comunicación GPRS para el envío de mensajes en forma automática.

Diseño: se describe un resumen de las características de los siguientes dispositivos:

Arduino Uno: el cual fundamentalmente es un microcontrolador que permite la conexión y administración de hardware y en este caso particular genera la lectura y la conversión de valores de las variables reales para interactuar con los sensores y el GPRS según la programación efectuada (Arduino 2023).

Sensores: son elementos o dispositivos electrónicos que generalmente captan la información física presente en el ambiente los cuales funcionan valores específicos de corriente y voltaje (EDS Robotics 2023), como es el caso del DHT 21 (Lozano 2020) y el anemómetro (PCE Instruments 2023).

Fuente de poder: Las fuentes permiten estabilizar los circuitos electrónicos que utilizan tecnología TTL, por lo general, las más utilizadas son las fuentes de corriente LM2596 (Naylamp Mechatronics 2023).

Módulo GPRS: módulo que permite encontrar y codificar los datos enviados desde la tarjeta Arduino para localizar desde donde se generó la información (Parra 2010).

Banco de Baterías: el banco de baterías nos permite almacenar la carga para ser suministrada a los equipos, cuando exista un corte de energía eléctrica, esta energía soporta por un tiempo limitado dependiendo la carga que esté actuando en ese momento.

Protoboard o Placa de Pruebas: se utiliza para armar y realizar las pruebas de la estación climatológica si tenemos que modificar o cambiar elementos esta placa nos permite realizar de una forma fácil y rápida.

Puente H: es un dispositivo que en su interior consta de un arreglo de interruptores la función es cambiar la dirección de la corriente a través de la bobina de un motor (AbrahamG 2021).

Fusibles fotovoltaicos cilíndricos: estos dispositivos están creados para soportar variación o caída de voltaje y protegen a los elementos.

Dentro del prototipo es fundamental efectuar los siguientes cálculos:

Fuerza tangencial del anemómetro:

$$F_{ht} = P * (9.81u + a) * k$$

Diámetro del piñón:

$$M = d_p * F_{ht} / (2000 * \eta)$$

Energía consumida:

$$P = V * I \text{ [W]}$$

NT, número total de paneles:

$$NT = ET / (PP * HPS * FG)$$

Dimensionamiento del regulador:

$$IG = PP / V_{m_{pp}}$$

Corriente Consumida por las cargas:

$$IC = ET / V_{bat}$$

Desarrollo del prototipo: A continuación, se muestra el diagrama para la conexión e instalación de sensores a la placa Arduino:

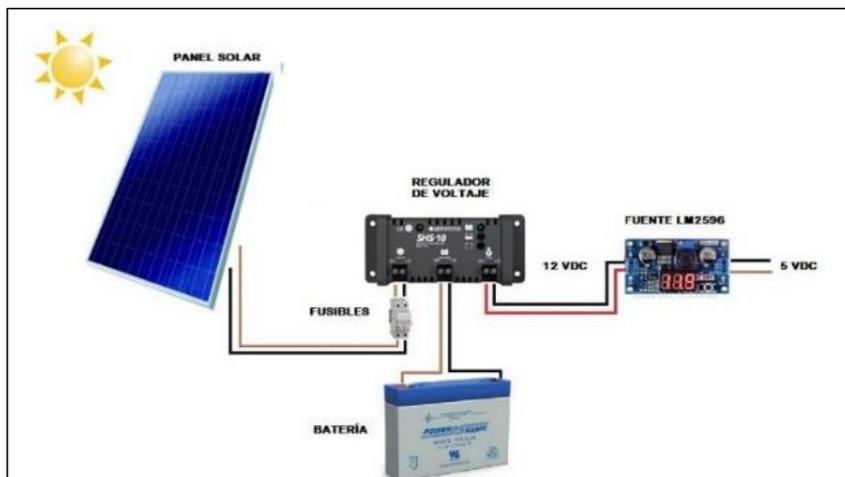


Ilustración 1. Sensores del sistema de monitoreo

Las características que se encontraron en el estudio realizado para los vientos y la cantidad de humedad para realizar el cultivo de diferentes productos, estos estudios nos permitieron en conjuntos con técnicos de agropecuarios encontrar las variaciones climatológicas.

Circuito eléctrico para conexión de la veleta y el anemómetro

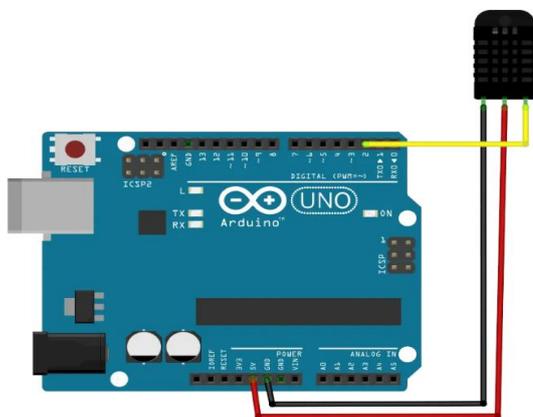


Ilustración 2. Conexión del anemómetro y arduino

El dispositivo consta de ocho interruptores simples para trabajar con lógica digital, para su funcionamiento correcto está conectado con una resistencia diferente, cuando gira la veleta se cierran o se activan los dos interruptores a la vez, esto nos muestra 16 posiciones, las mismas que son direcciones en grados para verificar la variación ya que la señal de salida del sensor tiene diferentes voltajes variantes en el tiempo los cuales nos envían el divisor de tensión o de voltaje que se forma al conectar una resistencia externa a los pines del sensor para enviar y censar la información.

Adicional es importante considerar este detalle:

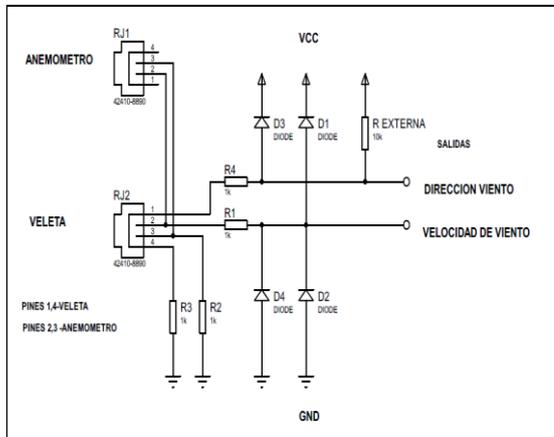


Ilustración 3. Conexión del anemómetro y arduino

Resultados de la adquisición de datos de velocidad de viento con Anemómetro

Para obtener la velocidad del viento que existe en el cantón Tisaleo de hace el uso de este sensor cierra un interruptor magnético que previamente se energiza y crea un campo magnético en la bobina interna, una velocidad del viento de 2,4 Km / h provoca que este interruptor se cierre una vez por segundo. El interruptor del anemómetro mecánico está conectado a los dos conductores interiores.

Resultados del funcionamiento del sensor de temperatura y humedad DHT21.

Cuando el sensor emite valores mayores o iguales a 0,285 mm³ de lluvia se produce un cierre transitorio por un tiempo determinado del contacto y dado que la salida del sensor es digital, envía una señal binaria para indicar que está encendido o apagado, a su vez el sensor DHT21 permite calibrar la sensibilidad de captación de información en referencia a la estática del circuito.

Resultados del funcionamiento del sensor de presión

Dentro del sistema se incluye un pequeño circuito interno del sensor de presión barométrica y altitud este tipo de sensor tiene una salida de reloj para mantener sincronizado los tiempo de

respuesta de la presión y altitud cuando envié la información se podrá comprobar y comparar con los demás datos que existen.

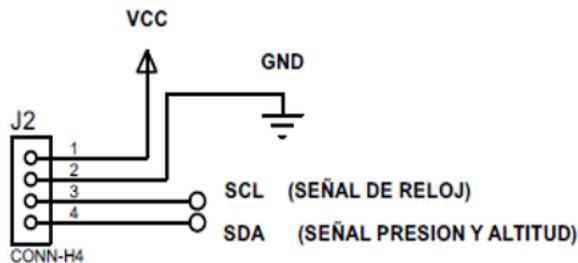


Ilustración 4. Conexión del sensor de presión

Resultados del sensor de humedad capacitivo

Este circuito está construido con un sensor de humedad capacitivo y un termistor para controlar los valores que envía para ser activado los diferentes tipos de sensores para medir la temperatura del aire del ambiente que se tiene en Tisaleo, porque es muy variante los valores por estar geográficamente ubicado en el frente sur occidental; el sensor envía una señal de ceros y unos lógicos en el pin de datos. El sensor toma lecturas cada dos segundos.

Cuando te termino el diseño y se verifico los equipos necesarios se procedió a recibir la información a la placa Arduino uno como se muestra.

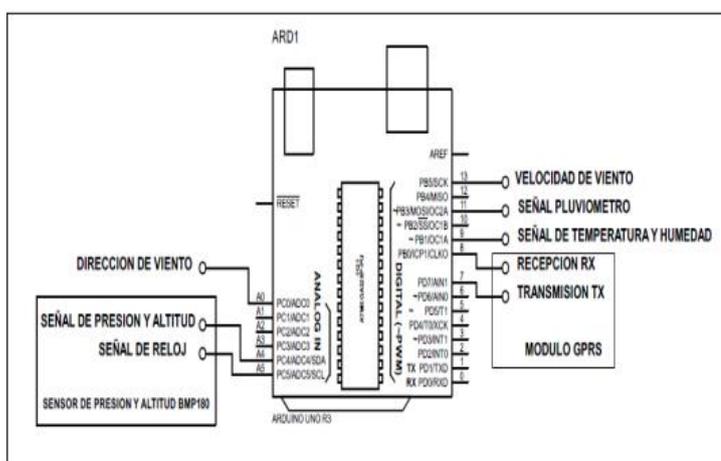


Ilustración 5. Conexión del sensor de humedad capacitivo

Resultados de la transmisión de datos

Para la recepción de datos enviados desde los sensores se utilizó de la tarjeta GPRS SIM900 (La Electrónica 2023), misma que por su flexibilidad en cuanto a su aplicación con arduino , es ideal para sistemas remotos, para este sistema facilitó la recepción de informacion a través de un celular y el monitoreo se lo realiza desde un lugar alejado de la estación de Tisaleo, si utilizaríamos una comunicación inalámbrica sería ineficiente, mediante este método de transmisión detenemos las 24 horas del día y a una mayor velocidad.

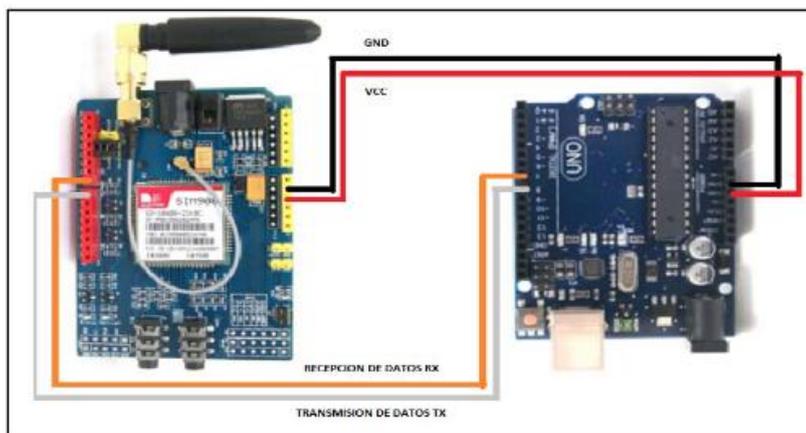


Ilustración 6. Diagrama del módulo GPRS y Arduino

Monitoreo de variables dependientes e independientes meteorológicas vía GPRS

El monitoreo se realizó mediante el control M2 (maquina a máquina) incorpora las redes de transmisión GPRS con el internet como medio para el envío de información en un sistema de telemetría; de esta manera el microcontrolador conectado con un módem GPRS establece una comunicación con una computadora (habilitada como servidor TCP-IP) (Valenzuela 2018).

Almacenamiento de datos en el Servidor Web

En el presente proyecto se almacenó los datos obtenidos de las variables de los sensores captadas en el ambiente en una base de datos alojada en el servidor Web denominado “Internet de las Cosas”; además permite la visualización de los valores de las variables. Se empleó el servicio en la nube denominado Ubidots para subir, almacenar y visualizar los datos de los

diferentes sensores que se encuentran instalados en la estación meteorológica, permitiendo así el monitoreo de los datos en tiempo real (Espinosa y Orellana 2021).

Visualización de datos en el sitio Web

En la pantalla principal de API dirigirse a la pestaña “dispositivos”, o también llamado un origen de datos, que es donde se van a estar alojadas todas las variables a medir con los sensores instalados en la estación meteorológica. Para el presente proyecto se creó el origen de datos llamado “GPRS”. Con el origen datos “GPRS” creado, dentro de este se creó las variables de velocidad de viento, dirección de viento, cantidad de lluvia, temperatura, humedad, presión barométrica, altitud del lugar, a las cuales se envía los datos obtenidos de los sensores.

Análisis de datos consumidos en la transmisión mensual de datos en el cantón Tisaleo

En la estación se encuentran instalados 4 sensores de diferente tipo como son inductivos y electrónicos, total de datos en un mes.

- Total de medición registradas = 18
- Total de datos por todas las mediciones = 2800 bytes
- Frecuencia de medición por día realizada = 18 minutos.
- Minutos por día = $24 * 60\text{min} = 21600$ minutos.

La información que se han recolectado los siguientes datos que arrojaron de la estación meteorológica instalada en Tisaleo a través de una red GPRS, estos datos se los ha comparado con datos descargados en la estación, con el objetivo de comprobar la veracidad de los datos manteniendo una mínima variación, sin embargo hay que tener presente que existen diferentes valores de acuerdo a los meses del año en especial la velocidad del viento y la temperatura que desciende en ocasiones bajo cero.

4. CONCLUSIONES

En conclusión, el análisis del resultado de la investigación orienta al diseñador a implementar este prototipo en beneficio del monitoreo de variables en tiempo real mediante GPRS con efectividad, especialmente en datos de temperatura, humedad y presión.

La integración de Arduino con GPRS representa una evolución significativa en el campo de los sistemas de monitoreo remoto. Aunque enfrenta desafíos técnicos, su adaptabilidad y bajo costo ofrecen un potencial considerable para futuras innovaciones y aplicaciones. Es esencial continuar desarrollando técnicas que mejoren la eficiencia energética y la capacidad de transmisión de datos para maximizar su eficacia en aplicaciones más amplias.

La implementación de sistemas de monitoreo climatológico también tiene un impacto significativo en la educación y la concienciación ambiental. Al proporcionar datos accesibles y comprensibles, estos sistemas facilitan la educación del público sobre la importancia del clima y sus efectos en la vida cotidiana. Esto fomenta una mayor participación ciudadana en iniciativas de sostenibilidad y promueve comportamientos más responsables y respetuosos con el medio ambiente.

En resumen, los sistemas de monitoreo climatológico, mediante la recopilación continua y en tiempo real de datos ambientales, han mejorado significativamente la precisión de las predicciones meteorológicas. Estas mejoras permiten a los gobiernos y a las organizaciones tomar decisiones más informadas y oportunas en la gestión de desastres naturales, lo que potencialmente salva vidas y reduce los daños económicos. Además, las predicciones meteorológicas más precisas son esenciales para sectores como la agricultura, la aviación y la gestión marítima, donde las condiciones climáticas juegan un papel crítico en la planificación diaria y la seguridad.

REFERENCIAS

Referencias

- Abad, Juan, y Juan Farez. 2018. «Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de variables climáticas que afectan al cultivo de café, en la plantación ASOPROCCSI ubicado en Santa Isabel.» Universidad Politécnica Salesiana. *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de variables climáticas que afectan al cultivo de café, en la plantación ASOPROCCSI ubicado en Santa Isabel*. Cuenca. Último acceso: 2023. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16218/1/UPS-CT007877.pdf>.
- AbrahamG. 2021. *Cómo utilizar un puente H con Arduino – Control de un auto robot con L298N*. <https://www.automatizacionparatodos.com/puente-h-arduino/>.
- Arduino. 2023. *Arduino UNO*. <https://arduino.cl/producto/arduino-uno/>.
- Ayala Pezzutti, Rocío Janett, y Carlos Miguel Laurente Cárdenas. 2020. «Mundos virtuales y el aprendizaje inmersivo en educación superior.» Lima. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2307-79992020000200010&script=sci_arttext.
- EDS Robotics. 2023. *Los 12 tipos de sensores más usados: características y funciones*. <https://www.edsrobotics.com/blog/tipos-sensores-mas-usados/>.
- Espinosa, Brian, y Marco Orellana. 2021. «Desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control basadas en IOT a través de la plataforma Ubidots. Aplicaciones a sistemas de automatización bajo entornos de simulación.» Univerisdad Politécnica Salesiana. *Desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control basadas en IOT a través de la plataforma Ubidots. Aplicaciones a sistemas de automatización bajo entornos de simulación*. Cuenca. Último acceso: 2023. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20298/1/UPS-CT009142.pdf>.
- García, P., y D. López. 2021. «Vulnerabilidad climática en la agricultura de Tungurahua.» *Revista Ecuatoriana de Agrociencias* 34-47.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2021. «Informe anual sobre el clima en Ecuador 2020.» <https://www.inamhi.gob.ec/>.
- Izquierdo Pardo, José Manuel. 2020. «Modelos digitales 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias médicas.» Santiago de Cuba. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1029-30192020000501035&script=sci_arttext&tlng=en.
- La Electrónica. 2023. *MÓDULO GPRS Y GSM SIM900*. <https://laelectronica.com.gt/modulo-gsm-sim-900>.
- López, F., y R. Castillo. 2020. «Tecnologías de monitoreo en el parque eólico de Villonaco: Un estudio de caso.» *Journal of Renewable Energies and Environmental Technology* 15-29.
- Lozano, Rafael. 2020. *Talos Electronics*. 25 de septiembre. <https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/medir-temperatura-y-humedad-dht21-asair>.
- Martínez, P., M. Gómez, y J. Reyes. 2020. «Impacto de la variabilidad climática en la agricultura de Ecuador.» *Revista Ecuatoriana de Agricultura y Biotecnología* 45-59.
- Ministerio de Energía y Minas. 2023. *CENTRAL EÓLICA “VILLONACO”*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/central-eolica-villonaco/>.
- Naylamp Mechatronics. 2023. *CONVERTIDOR VOLTAJE DC-DC STEP-DOWN 3A LM2596*. <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/196-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-lm2596.html>.
- Parra, Gary. 2010. «SISTEMA DE COMUNICACIÓN GPRS PARA PROCESOS OPERATIVOS.» PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. *SISTEMA DE COMUNICACIÓN GPRS PARA PROCESOS OPERATIVOS*. Bogotá.
- PCE Instruments. 2023. *Anemometro*. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/anemometro-kat_70015.htm.
- Pérez, J., y L. Martínez. 2019. «Estrategias de prevención y monitoreo climático en Tungurahua.» *Revista Ecuatoriana de Medio Ambiente y Climatología* 56-70.
- Pincay, Garzozi. 2021. «Ventajas y Desventajas de la relación enseñanza-aprendizaje en la educación virtual.» *En Ventajas y Desventajas de la relación enseñanza-aprendizaje en la educación virtual*. <https://www.terc.mx/index.php/terc/article/view/69/68>.
- Rojas, M. 2022. «Innovaciones en el monitoreo climático en Ecuador: Avances y perspectivas.» *Journal of Andean Technology* 88-104.
- Salas-Rueda, Ricardo. 2021. «Percepción de los estudiantes sobre el diseño y la usabilidad del Juego Digital para el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la Electrónica versión 1.0.» *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad* 15. <https://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/731>.

- Tobar, Erick, y Rodolfo Silva. 2021. «Desarrollo de un sistema para la monitorización de variables físicas basada en telemetría e IOT para instituciones hospitalarias de la ciudad de Guayaquil.» Universidad Politécnica Salesiana. *Desarrollo de un sistema para la monitorización de variables físicas basada en telemetría e IOT para instituciones hospitalarias de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil.
- Torres, C., y M. Valencia. 2019. «Desafíos del monitoreo climático en Ecuador frente a fenómenos extremos.» *Ciencia y Tecnología Ecuatoriana* 112-127.
- Valenzuela, Pablo. 2018. «Diseño de un sistema de sensores y gestión inteligente para el Campus Sur de la UPM.» Universidad Politécnica de Madrid. *Diseño de un sistema de sensores y gestión inteligente para el Campus Sur de la UPM*. Madrid.