

URL: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/index>

CORREO ELECTRÓNICO: [universidadendialogo@una.cr](mailto:universidadendialogo@una.cr)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/udre.12-2.2>

# Aspectos científicos y sociales del diseño, construcción, instalación y operación de una estación meteorológica para la comunidad cabécar de Pú Ksogë, Talamanca, Limón

Scientific and Social Aspects of the Design, Construction,  
Installation, and Operation of a Meteorological Station for the  
Cabécar Community of Pú Ksogë, Talamanca, Limón, Costa Rica

*Jorge A. Amador*

Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

[jorge.amador@ucr.ac.cr](mailto:jorge.amador@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-9407-9367>

*Marcial Garbanzo Salas*

Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

[Marcial.garbanzo@ucr.ac.cr](mailto:Marcial.garbanzo@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-0543-9907>

*Erick R. Rivera*

Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

[Erick.rivera@ucr.ac.cr](mailto:Erick.rivera@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-8203-759X>

*Alberto Salazar*

Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

[alberto.salazarmurillo@ucr.ac.cr](mailto:alberto.salazarmurillo@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-0714-984X>

*Rubén Madrigal*

Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

[joseruben.madrigal@ucr.ac.cr](mailto:joseruben.madrigal@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-0175-4053>

Recibido: 18/06/2021 • Aceptado: 26/01/2022

**Resumen.** A mediados del 2018 un grupo de investigadores e investigadoras del Centro de Investigaciones Geofísicas y de la Escuela de Física de la Universidad de Costa Rica iniciaron un proyecto para compartir conocimientos sobre las ciencias del tiempo y el clima con la comunidad cabécar de Pú Ksoḡë (9.591°N, 82.978°W, 114.4 m s. n. m.), Talamanca, Limón. La iniciativa fue apoyada por líderes y autoridades educativas de esa comunidad indígena a finales de ese año. Con el aporte laboral local y la autorización respectiva, se instaló y dejó en operación una estación meteorológica automática (Siwá Etká) en terrenos de la escuela comunal a principios de 2019. Se describen aquí detalles de este proyecto y se muestran los primeros datos atmosféricos observados en la historia de esa comunidad. La falta de un adecuado control comunal y el desinterés de las autoridades de la escuela en el cuidado del instrumental provocaron problemas que no permitieron darle continuidad al proyecto y la estación tuvo que ser desinstalada en octubre de 2019. La experiencia tuvo resultados positivos, pero otros aspectos como la conectividad a celular e internet, en ocasiones de muy baja calidad o inexistente, también incidieron en la decisión de discontinuar la iniciativa. Los contactos realizados con una asociación de desarrollo integral de la región podrían ser una alternativa para darle continuidad al proyecto.

**Palabras clave:** ciencia, sociedad, estación meteorológica, tiempo meteorológico, clima, comunidades indígenas, cabécar, Talamanca

**Abstract.** In mid-2018, a group of researchers from the Geophysical Research Center and the School of Physics of the University of Costa Rica started a project to share knowledge about weather and climate sciences with the cabécar community of Pú Ksoḡë (9,591 ° N, 82.978 ° W, 114.4 masl), Talamanca, Limón, Costa Rica. The initiative was supported by leaders and educational authorities of that indigenous community at the end of that year. With local labor input and the respective authorization, an automatic meteorological station (Siwá Etká) was installed and left in operation on the grounds of the community school at the beginning of 2019. Details of this project and the first atmospheric data observed in the history of that community are described in this paper. The lack of adequate community control and the lack of interest of the school authorities in the care of the instruments caused problems that did not allow the project to continue, and the station had to be uninstalled in October 2019. The experience had positive phases, but other aspects such as cell phone and internet connectivity, sometimes of very low quality or non-existent at all, also influenced the decision to discontinue the initiative. Contacts made with an association for local development in the region could be an alternative to give continuity to the project.

**Keywords:** science, society, meteorological station, meteorological weather, climate, indigenous communities, cabécar, Talamanca

## Introducción

La zona Caribe de Costa Rica ha sufrido en las últimas décadas el impacto de numerosos eventos medioambientales que han dejado cuantiosas pérdidas sociales, económicas y culturales. La condición geográfica y las interacciones tierra-atmósfera-océano (Amador et al., 2016a y 2016b), aunado a una asistencia gubernamental deficitaria, han convertido esta zona en una frágil economía regional con alarmantes problemas sociales.

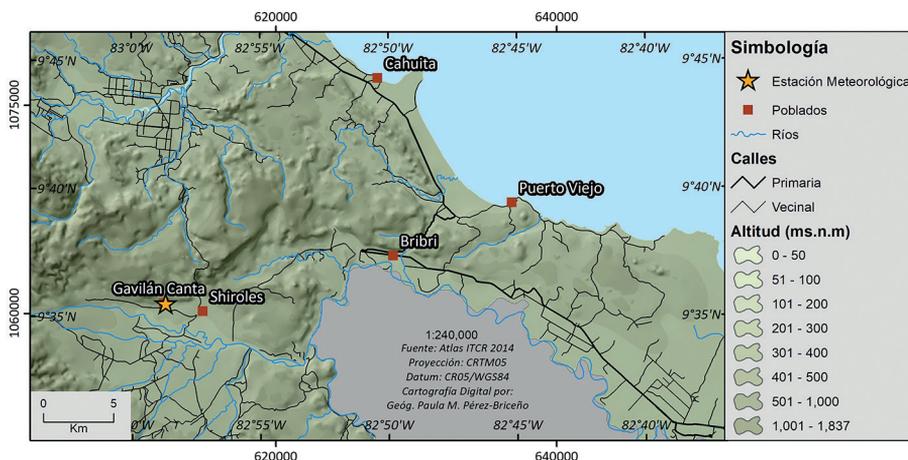
A lo largo de su historia, el Caribe costarricense ha sufrido el embate de fenómenos geofísicos que han ocasionado serios impactos sociales y económicos. El terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 fue el evento sísmico más importante en Costa Rica durante la segunda mitad del siglo XX (Vallejos, Esquivel e Hidalgo, 2017). Este sismo ocasionó la pérdida de cincuenta vidas humanas, daños en el litoral Caribe (Amador, Chacón y Lizano, 1994), impactos en infraestructura vial, viviendas, acueductos, agricultura, etc., cuyo valor económico ascendió a cerca de ₡22 000 000 000 (Vallejos et al., 2017).

De acuerdo con estos autores, de 1980 al 2017 se reportaron para la zona Caribe veintiocho eventos hidrometeorológicos asociados principalmente a frentes fríos, fuertes lluvias, inundaciones, vientos intensos y ciclones tropicales. En muchos casos los daños causados fueron considerables (Alfaro y Pérez-Briceno, 2014).

En los últimos años (2016-2020), la actividad atmosférica ha sido también intensa, con múltiples e importantes impactos socioeconómicos asociados, principalmente tormentas y ciclones tropicales (Amador, Hidalgo, Alfaro, Calderón y Mora, 2018, 2019, 2020; Amador et al., 2017; Arce y Amador, 2020).

Para el estudio de estos eventos, algunas zonas como el Caribe sur no poseen registros meteorológicos adecuados (Pérez-Briceno, Amador y Alfaro, 2017). La región de interés de este trabajo, la comunidad cabécar de Pú Ksoḡë (Gavilán Canta, 9.591°N, 82.978°W, 114.4 m s. n. m.), situada en Bratsi, Talamanca, Costa Rica (Figura 1) y zonas montañosas vecinas se encuentran en una región sin información meteorológica histórica.

**Figura 1**  
*Localización de Pú Ksoḡē (Gavilán Canta), Bratsi, Talamanca, Limón*



*Nota.* Elaboración de Paula Pérez Briceño, Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica.

## Elementos del clima regional

De acuerdo con el Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2008), esta zona recibe anualmente precipitaciones entre los 2500-3000 mm, sin embargo, estos datos deben revisarse ante la ausencia de observaciones puntuales (Pérez-Briceño et al., 2017).

Durante el año, se presentan dos períodos lluviosos, con mínimos relativos en abril y setiembre-octubre (Sáenz y Amador, 2016). Se estima que cerca del 40 % de la lluvia cae en los meses de invierno boreal (IMN, 2008), lo que está asociado al aumento en la intensidad de los alisios y a la corriente en chorro de bajo nivel del Caribe (CCBNC; Amador, 1998 y 2008; Durán-Quesada, Gimeno, Amador y Nieto, 2010), a la influencia de frentes fríos provenientes del norte del continente (Zárate, 2013) y a la influencia o no de otros elementos del clima regional (Maldonado, Rutgersson, Amador, Alfaro y Claremar, 2015; Maldonado, Rutgersson, Alfaro, Amador y Claremar, 2016).

En julio-agosto, el fortalecimiento de la CCBNC constituye el mecanismo más importante de transporte de humedad desde el Caribe, lo que se relaciona con el aumento en las precipitaciones, en especial en la zona costera norte del Caribe (Amador, 2008; Durán-Quesada et al., 2010).

Los impactos hidrosociales mencionados arriba ponen de manifiesto la pertinencia de este trabajo para el estudio de la relación ciencia-sociedad asociada a la instalación y operación de estaciones meteorológicas en el Caribe, en especial en zonas socialmente vulnerables, como las comunidades indígenas de esa región, y en donde la información meteorológica es escasa o inexistente.

Lo anterior permitiría la recolección sistemática de información atmosférica para generar estudios locales y regionales e introducir en los y las estudiantes de la escuela local, colegios vecinos y la comunidad indígena elementos básicos sobre el tiempo meteorológico y el clima.

### **Fundamento científico y social**

Centroamérica es una región muy vulnerable a eventos climáticos extremos que generalmente culminan con graves consecuencias socioeconómicas (Amador, 2011). La región es un “punto caliente” para impactos de cambio climático, siendo en general una de las regiones más vulnerables a este problema ambiental (Giorgi, 2006; Hidalgo, Alfaro, Amador y Bastidas, 2019).

Un importante aspecto para entender y mitigar parcialmente los impactos del clima y el cambio climático es la observación del ambiente. A pesar de los esfuerzos por monitorear los elementos climáticos en diferentes regiones geográficas, la red de observaciones en tierra es deficiente, en especial en zonas montañosas tropicales con poco desarrollo urbano y con marcadas desigualdades sociales como la zona de estudio de este trabajo.

En algunas ocasiones, este seguimiento puede hacerse con otro tipo de técnicas, como la información generada por sensores remotos (por ejemplo, Lizano, Soto y Amador, 2001). Otro aspecto importante de este estudio es que permite identificar algunos de los elementos que componen el ciclo hidrosocial en la región. Estos elementos son determinados por factores antrópicos, como los sistemas de gobernanza y toma de decisiones, los marcos legales, la infraestructura y tecnología, además de los mecanismos físicos del ciclo hidrológico en el marco del sistema climático (Rodríguez-Sánchez y Sandoval-Moreno, 2017).

Las regiones indígenas de Talamanca enfrentan fuertes desafíos a nivel comunitario y nacional para tener acceso a la ciencia, a información ambiental y a los medios de comunicación tecnológica como internet. Esto da como resultado la existencia de subgrupos, como los de los y las jóvenes de enseñanza básica y secundaria, que cuentan con menos oportunidades científicas y tecnológicas.

Es así que desde mediados de 2018 investigadores e investigadoras del Centro de Investigaciones Geofísicas (Cigefi) y de la Escuela de Física (EF) de la Universidad de Costa Rica (UCR) planearon el desarrollo de una actividad de acercamiento científico a Pú Ksoğë.

La propuesta inicial de esta actividad fue organizada para promover y acercar la ciencia, la del tiempo, el clima y la del cambio climático a la comunidad indígena de Gavilán Canta, de manera que los y las jóvenes se interesaran en el contexto de la biodiversidad y el desarrollo sostenible en armonía con la naturaleza de sus territorios.

La primera etapa de este proyecto fue financiada por la Academia Nacional de Ciencias (ANC) de Costa Rica, como complemento a una actividad de investigación en curso en ese momento en la Universidad de Costa Rica (UCR).

## Objetivos

El objetivo primordial del proyecto era llevar la ciencia del ambiente a la escuela primaria y a la comunidad para impulsar la colaboración y el compromiso indígena en la búsqueda de mejores oportunidades para el desarrollo del conocimiento de la naturaleza que los y las rodea.

A partir del razonamiento anterior, la actividad aquí descrita tuvo como objetivos:

1. Poner en contacto a la comunidad indígena de Gavilán Canta con las ciencias físicas, en especial las asociadas al tiempo, al clima y al cambio climático
2. Enseñar a estudiantes de primaria y secundaria el manejo de tecnologías modernas por medio de instrumental de medición automática para la observación de parámetros atmosféricos y ambientales de sus territorios
3. Promover el uso de internet para la transmisión de datos atmosféricos y el intercambio de ideas científicas y tecnológicas de estudiantes de primaria y secundaria de la comunidad indígena con otros grupos sociales, Gobiernos e instituciones interesadas

## Acciones, información utilizada y procedimientos

Para alcanzar lo planteado se requería lo siguiente:

1. La construcción de una estación meteorológica modular de bajo costo que integrara sensores de viento, humedad, temperatura, presión, lluvia y otras variables ambientales básicas (radiación solar, por ejemplo).

2. La organización de al menos tres talleres cortos sobre la ciencia del cambio climático para los siguientes niveles: primaria, secundaria y comunidad en general
3. La evaluación de la conectividad de la red de internet de Gavilán Canta

### Diseño experimental e instrumental utilizado

La Tabla 1 contiene las especificaciones de los elementos usados para la construcción de la estación (los que han sido señalados con un asterisco se modificaron para mejorar su rendimiento y la operación de la estación). La última acción se resume en los siguientes puntos:

**Tabla 1**

*Listado de componentes utilizados en el diseño de la estación meteorológica*

Componentes	Detalles
Sensor de viento y precipitación	Argent Data Systems 80422*
Sensor de radiación de onda corta	AS7262*
Sensor de humedad, presión atmosférica, temperatura	BME680*
Sensor de temperatura del suelo	DS18B20 (resolución de 12 bits)*
Escudo de radiación para temperatura	Impresora 3D en UCR
Marco y soporte para sensor de radiación	Impresora 3D en UCR
Alimentación eléctrica	SparkFun Sunny Buddy*, batería de 6600 mAh, panel solar de 20 Watts
Comunicación y transmisión de datos	Conexión por red celular (Kolbi3G) y antena para larga distancia
Procesamiento y almacenamiento	Raspberry Pi 3 (64 GB) Particle electron
Torre y estructura de montaje	Diseñada y construida en UCR

*Nota.* Elaboración propia

1. El microcontrolador realiza medidas de los diferentes instrumentos. Las observaciones de precipitación, viento, temperatura, radiación y presión atmosférica se realizan de manera simultánea y continua en el tiempo. La importancia de estas variables para investigación y aplicaciones a conceptos como El Niño-Oscilación del Sur y la Oscilación Cuasi Biental se conocen desde hace bastante tiempo (Alfaro y Amador, 1996a, 1996b y 1997). Una vez obtenidas las medidas, se esperaba comunicar esa información en tiempo real a las computadoras del Cigefi, utilizando para ello al menos la red celular local.
2. Una minicomputadora (ubicada en el sitio) obtiene información del microcontrolador acerca de las variables y las procesa para generar los valores finales, los cuales son almacenados en la memoria permanente. Luego de esto se realiza una sincronización diaria para almacenar las variables en las computadoras de la UCR.
3. La batería que alimenta el sistema se puede cargar utilizando energía solar o como última alternativa la energía eléctrica disponible en el lugar.
4. La estación opera de manera autónoma y no requiere la intervención humana para su funcionamiento, excepto para trabajos de mantenimiento. Como parte de la iniciativa, se previó realizar visitas de mantenimiento preventivo cada seis meses al principio y al final de cada época lluviosa.

La estación meteorológica (denominada por la comunidad Siwá Etká, 'cuerpo de conocimiento uno' en lengua local) descansaba sobre un mástil con una altura de 9 m de acero inoxidable (tres tramos de 3 m de longitud). Cada sección estaba sujeta en la vertical por cuatro tensores de acero forrados con plástico, anclados mediante zapatas de concreto armado con una profundidad de 70 cm, de los cuales sobresalía un anillo de varilla corrugada, al cual se sujetan.

La unidad central de soporte —dos angulares fijados a una placa— estaba anclada, mediante pernos, a una loza de concreto armado de 0,60 m x 0,60 m con una profundidad de 70 cm. Esta loza funciona como estructura de pivote del mástil, facilitando el acceso a la parte superior de este para la instalación y el mantenimiento de instrumentos.

El diseño de la plataforma fue una tarea compartida entre el personal del Cigefi y los funcionarios y las funcionarias del Taller de Soldadura de la Oficina

de Servicios Generales. Luego de varias modificaciones se llegó al diseño instalado, tomando en cuenta la capacidad de transporte de los materiales hasta el sitio, resistencia a la corrosión y rigidez necesaria, garantizando un anclaje adecuado que facilitara la colocación de los instrumentos.

Para la construcción de la estación meteorológica se dividió el trabajo en dos partes: el taller (soldado de piezas metálicas) y el chorreado de las bases de cemento en el sitio con la ayuda de miembros de la comunidad. Al finalizar esta fase se instalaron los sensores descritos en la Tabla 1.

### Visitas a Gavilán Canta

La primera de las visitas a Pú Ksogë fue del 9 al 11 de noviembre del 2018 para explorar con los contactos y líderes indígenas la formalización del proyecto. Como resultado de esta visita, se logró identificar el interés de la comunidad y de las familias de los alumnos y las alumnas de la escuela para colaborar con esta actividad.

Se evaluaron algunos sitios potenciales para la instalación del instrumental. La segunda visita fue del 19 al 24 de febrero de 2019 para determinar y consolidar el sitio de instalación, las condiciones de conectividad a internet y otras relacionadas con factores de seguridad para el instrumental y la colaboración y capacitación comunales.

En conjunto con las autoridades de la escuela, se identificó el lugar para instalar la estación; acción que se realizó entre finales de febrero y principios de marzo de 2019. En ese período se pusieron las bases del mástil y los soportes para la instalación del instrumental meteorológico. La comunidad brindó un valioso apoyo en la fase de construcción de esta primera etapa.

La siguiente visita fue del 6 al 10 de marzo de 2019, para finalizar la instalación del mástil principal y del instrumental de medición (Figura 2), incluyendo los postes de la cerca de seguridad.

El instrumental fue construido en su totalidad en la UCR con elementos básicos e impresoras 3D, de manera que era moderno y compacto (ver sección siguiente).

La última visita a Gavilán Canta fue del 8 al 11 de octubre de 2019. Durante esta gira se identificaron serios daños causados por golpes al instrumental, la falta de un sensor de radiación y la desaparición de una unidad de energía externa.

**Figura 2**  
*Imagen de la estación meteorológica Siwá Etka en Pú Ksoḡē*



*Nota.* Fotografía, Jorge A. Amador, Centro de Investigaciones Geofísicas y Escuela de Física, Universidad de Costa Rica.

## Resultados científicos (observaciones) y experiencia social

Se destaca en este manuscrito la participación de mujeres en la Junta de Educación y el Patronato Escolar, quienes mostraron interés en ser parte de la oportunidad brindada para introducir elementos de ciencia ambiental en la escuela y la comunidad.

Los y las líderes expresaron los problemas que tienen de conectividad con la tecnología celular e internet, elemento que fue constatado *in situ* por el grupo de investigación. Esta parte constituyó una excelente experiencia, ya que se identificaron los contactos comunales, los planes locales de desarrollo en aspectos concernientes a esta iniciativa y cómo esta puede contribuir al desarrollo educativo de la comunidad.

En cuanto a los datos observados, estos abarcan el período del 9 de marzo al 4 de abril del 2019. La Figura 3 muestra la presión atmosférica en el sitio, caracterizada por dos máximos relativos por día, uno cerca de las 9:00 a. m. y otro cerca de las 10:00 p. m. La variación de este parámetro para períodos más largos depende de las condiciones sinópticas (gran escala), mientras que las variaciones rápidas observadas dependen de eventos locales (e. g. tormentas).

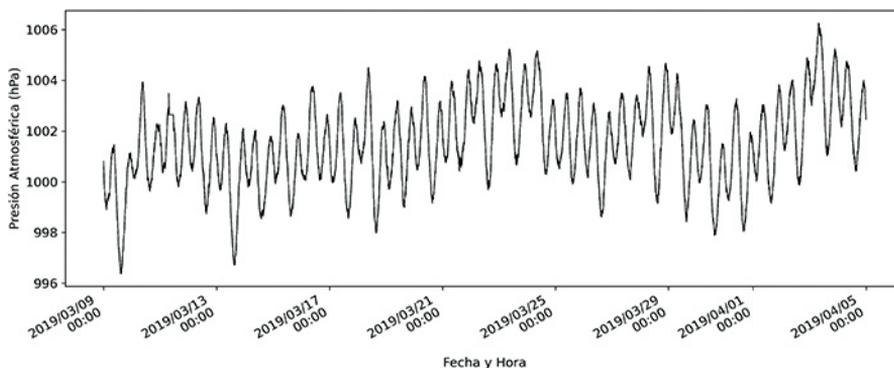
URL: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/index>

CORREO ELECTRÓNICO: [universidaddialogo@una.cr](mailto:universidaddialogo@una.cr)

DOI: <http://doi.org/10.15359/udre.12-2.2>

### Figura 3

*Distribución de la presión atmosférica en la estación meteorológica Siwá Etká en Pú Ksoḡë, del 9 de marzo al 4 de abril del año 2019*

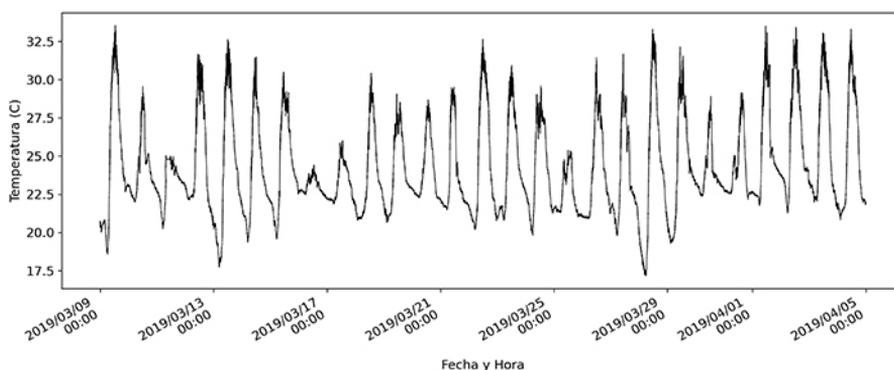


*Nota.* Elaboración propia

La presión atmosférica promedio para la ubicación de la estación fue de 1001.6 hPa, mientras que el máximo y el mínimo fueron de 1006.2 y 996.4 hPa, respectivamente. La Figura 4 presenta el ciclo diario de la temperatura, la cual está marcada por máximos en horas cercanas al medio día y mínimos justo antes del amanecer. Los valores máximos y mínimos registrados son respectivamente 33.5°C y 17.2°C y la temperatura promedio durante el período de observación fue de 24.2°C.

### Figura 4

*Distribución de la temperatura del aire en la estación meteorológica Siwá Etká en Pú Ksoḡë, del 9 de marzo al 4 de abril del año 2019*

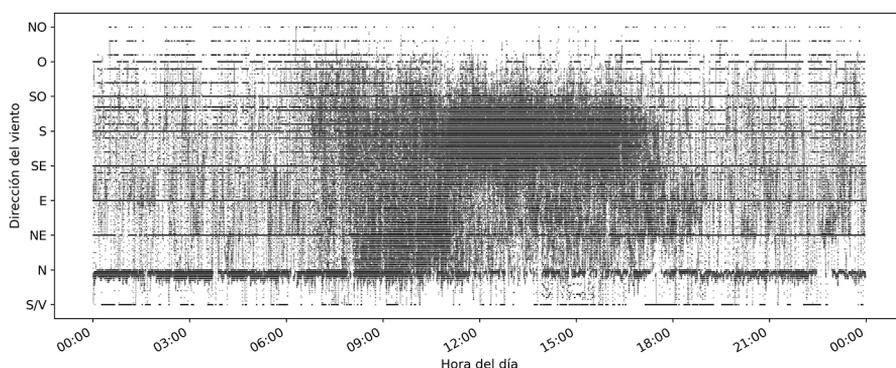


*Nota.* Elaboración propia

En la Figura 5 se observa cómo el viento en Gavilán Canta proviene durante la noche del norte o del suroeste (de las montañas cercanas), mientras que durante el día tiene alta variabilidad, predominando en las mañanas viento del suroeste, que alterna antes del medio día entre norte y suroeste y después de mediodía como flujo del suroeste.

### Figura 5

*Dirección del viento en la estación meteorológica Siwá Etká en Pú Ksoḡë, del 9 de marzo al 4 de abril del año 2019*



*Nota.* Elaboración propia

## Conclusiones

En general la experiencia fue motivante y aleccionadora, los problemas encontrados apuntan a una falta de comunicación entre los y las miembros de la comunidad y al poco interés de las autoridades escolares en todo el proceso, a lo que se suma una conectividad local a internet muy pobre y en muchas ocasiones inexistente.

El deterioro del instrumental y la desaparición de un sensor de radiación y una unidad de energía en la estación incidieron en la decisión de desinstalar la estación el 9 de octubre de 2019.

A pesar de los resultados un tanto inesperados de este trabajo en Pú Ksoḡë, se quieren extender los alcances y objetivos de esta actividad a otras comunidades indígenas costarricenses.

En este sentido, se conversó inicialmente a finales del 2019 con la Asociación de Desarrollo Integral del Territorio Indígena Cabécar (Aditica) para explorar la posibilidad de instalar en sus terrenos la estación meteorológica que se quitó de Gavilán Canta.

## Agradecimientos

A la ANC, a los proyectos UCR VI-805-B7-268 / B8-604 / B8-068 / B9-454 y a la Rectoría de la UCR por el apoyo financiero.

A Natali Mora S., quien recolectó la información sobre impactos asociados a eventos geofísicos, a Paula Pérez Briceño, que confeccionó la Figura 1 y a Adriana Mora P. por su colaboración con la preparación del manuscrito.

A Audi Paniagua y Omar Sánchez de la Sección de Transportes de la UCR por su colaboración y a Edgar López y Pablo Vásquez del Taller de Soldadura de la Oficina de Servicios Generales por el diseño y la construcción de partes de la plataforma de la estación.

## Referencias

- Alfaro, E. y Amador, J. (1996a). El Niño-Oscilación del sur y algunas series de temperatura máxima y brillo solar en Costa Rica. *Top. Meteor. Ocean.*, 3(1), 19-26.
- Alfaro, E. y Amador, J. (1996b). La oscilación cuasi-bienal, ENOS y acoplamiento de algunos parámetros superficiales y estratosféricos sobre Costa Rica. *Top. Meteor. Ocean.*, 3(1), 45-54.
- Alfaro, E. y Amador, J. (1997). Variabilidad y cambio climático en algunos parámetros sobre Costa Rica y su relación con fenómenos de escala sinóptica y planetaria. *Top. Meteor. Ocean.*, 4(1), 51-62.
- Alfaro, E. y Pérez-Briceño, P. M. (2014). Análisis del impacto de fenómenos meteorológicos en Costa Rica, América Central, originados en los mares circundantes. *Revista de Climatología*, 14, 1-11.
- Amador, J. (1998). A climatic feature of the tropical Americas: The trade wind easterly jet. *Top. Meteor. Ocean.* 5(2), 91-102.
- Amador, J. A. (2008). The intra-Americas sea low-level jet: Overview and future research. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1146(1), 153-188.
- Amador, J. A. (2011). Socio-economic impacts associated with meteorological systems and tropical cyclones in Central America in 2010. [In State of the Climate 2010], *Bull. Amer. Met. Soc.*, 92(6), S184.

- Amador, J. A., Chacón, R. E. y Lizano, O. G. (1994). Estudio de efectos geofísicos del terremoto de Limón mediante percepción remota y análisis hidrometeorológico. *Revista Geológica de América Central, Extra 17*, 153-170.
- Amador, J. A., Rivera, E. R., Durán-Quesada, A. M., Mora, G., Sáenz, F., Calderón, B. y Mora, N. (2016a). The easternmost tropical Pacific. Part I: A climate review. *Revista de Biología Tropical*, 64, S1-S22.
- Amador, J. A., Durán-Quesada, A. M., Rivera, E. R., Mora, G., Sáenz, F., Calderón, B. y Mora, N. (2016b). The easternmost tropical Pacific. Part II: Seasonal and intraseasonal modes of atmospheric variability. *Revista de Biología Tropical*, 64, S23-S57.
- Amador, J. A., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Calderón, B. y Mora, N. (2018). Central America [in State of the Climate 2017]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 99(8), S199-S200.
- Amador, J. A., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Calderón, B. y Mora, N. (2019). Central America [in State of the Climate 2018], *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 100(9), S197-S198, ES32-ES34.
- Amador, J. A., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Calderón, B. y Mora, N. (2020). Central America [in State of the Climate 2018], *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 101(8), S337-S339.
- Amador, J. A., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Durán-Quesada, A. M., Calderón, B., Mora, N. y Arce, D. (2017). Central America [in State of the Climate 2016], *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 98 (8), S180-S183. <https://doi.org/10.1175/2017BAMSStateoftheClimate.1>
- Arce-Fernández, D. y Amador, J. A. (2020). Actividad eléctrica asociada al huracán Otto (2016) en el Mar Caribe y en el Corredor Seco Centroamericano. *Revista Brasileira de Meteorologia*. Versión impresa ISSN 0102-7786. Versión en línea ISSN 1982-4351.
- Durán-Quesada, A. M., Gimeno, L., Amador, J. A. y Nieto, R. (2010). Moisture sources for Central America: Identification of moisture sources using a Lagrangian analysis technique. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 115(D5103).
- Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33(L08707).

Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Amador, J. A. y Bastidas, A. (2019). Precursors of quasi-decadal dry-spells in the Central America Dry Corridor, *Clim Dyn.* <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04638-y>

Instituto Meteorológico Nacional. (2008). *Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica. Segunda comunicación nacional sobre cambio climático*. San José, Costa Rica: IMN-CRRH-MINAET-PNUD.

Lizano, O. G., Amador, J. y Soto, R. (2001). Caracterización de manglares de Centroamérica con sensores remotos. *Revista de Biología Tropical*, 331-340.

Maldonado, T., Rutgersson, A., Amador, J., Alfaro E. y Claremar, B. (2015). Variability of the Caribbean low-level jet during boreal winter: large-scale forcings. *Int. J. Climat.* <https://doi.org/10.1002/joc.4472>

Maldonado, T., Rutgersson, A., Alfaro E., Amador, J. y Claremar, B. (2016). Interannual variability of the midsummer drought in Central America and the connection with sea surface temperatures. *Advances in Geosciences*, 42, 35-50.

Pérez-Briceño, P. M., Amador, J. A. y Alfaro, E. J. (2017). Dos propuestas de clasificación climática para la vertiente Caribe costarricense según el sistema de Thornthwaite. *Revista de Climatología*, 17, 1-16.

Rodríguez-Sánchez, A. y Sandoval-Moreno, A. (Eds.). (2017). Hydro-social cycles and processes: theoretical and methodological debates about basins, spaces, and territories. Thematic area 6 - hydrosocial basins, territories, and spaces, In Waterlat-Gobacit Network, (4)3, Newcastle upon Tyne and México City.

Sáenz, F. y Amador, J. A. (2016). Características del ciclo diurno de precipitación en el Caribe de Costa Rica. *Revista de Climatología*, 6, 21-34. ISSN 1578-8768.

Vallejos, S., Esquivel, L. y Hidalgo, M. (2017). *Histórico de desastres en Costa Rica: febrero 1723 - abril 2017*. CNE, San José, Costa Rica.

Zárate-Hernández, E. (2013). Climatología de masas invernales de aire frío que alcanzan Centroamérica y el Caribe y su relación con algunos índices Árticos. *Top. Meteor. Ocean.*, 12(1), 35-55.