

Algunos aspectos técnicos sobre la Estación Meteorológica Automática de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes

Some technical aspects for Alberto Manuel Brenes Biological Reserve's automatic weather station

Alberto Salazar Murillo¹ José Luis Vargas Castillo²

Recibido: 21/01/2017 / Aprobado: 7/3/2017

Resumen

Se describen aspectos relacionados con el emplazamiento, diseño, recolección de datos y mantenimiento de la estación meteorológica automática instalada en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. La incorporación e importancia de metadatos y control de calidad para la estación es señalada. Se muestra un análisis básico de las variables atmosféricas temperatura, precipitación y rapidez del viento para el período 2008 -2016.

Palabras clave: estación meteorológica, instrumentos meteorológicos, metadatos, ReBAMB, análisis meteorológico.

Abstract

The sitting, layout, data collection and maintenance aspects for Alberto Manuel Brenes Biological Reserve's automatic weather station are described. This manuscript mentions metadata and quality control considerations for the weather station. Temperature, precipitation and wind speed basic analysis is done for the 2008 – 2016 period.

Key Words: weather station, meteorological instruments, metadata, ReBAMB, weather analysis

I. Introducción

Una estación meteorológica automática (EMA) puede entenderse como un sistema computarizado que administra una serie de sensores orientados al monitoreo meteorológico (Harrison, 2015). Este sistema realiza y almacena mediciones, por lo general de temperatura, precipitación, presión atmosférica, viento y radiación solar. Los sensores no se pueden colocar en un lugar de manera arbitraria. La Organización Meteorológica Mundial (WMO) ha definido estándares para la exposición de instrumental meteorológico desde 1954 (World Meteorological Organization, 2012).

Mediante un convenio con el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) cuenta con una estación meteorológica automática desde el mes de agosto del año 2008. La EMA está ubicada en las coordenadas N10°13'12.0", O84°35'13.3", altitud 967 m s.n.m., 1 km al Este de la Estación Biológica Rodolfo Ortiz. En las secciones a continuación, se describen aspectos técnicos asociados con la forma en que se obtienen y se analizan algunas variables meteorológicas: temperatura, lluvia y viento.

¹ Licenciado en Manejo de los Recursos Naturales. Encargado de la Sección de Instrumental Meteorológico, Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: ALBERTO.SALAZARMURILLO@ucr.ac.cr

² Licenciado en Física. Encargado de la Sección de Instrumental Meteorológico, Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: JOSE.VARGASCASTILLO@ucr.ac.cr

II. El sitio de emplazamiento

En julio del año 2008 un grupo de funcionarios del CIGEFI, dirigidos por el Dr. Jorge Amador, en coordinación con el M.Sc Rónald Sánchez, visitaron la ReBAMB para elegir el sitio de emplazamiento de la EMA. En general, el lugar seleccionado es accesible durante todo el año, seguro y sin obstrucciones que impidan el funcionamiento de los sensores. Shafer *et al.* (1993) resumen con detalle los estándares WMO tipo emplazamiento y demás parámetros que son considerados durante las giras de reconocimiento.

III. El diseño de la estación

El diseño (*layout*) de una estación meteorológica hace referencia a la manera en que están instalados los sensores una vez escogido el sitio de emplazamiento (Shafer *et al.*, 1993; Brock y Crawford, 1995; Schroeder et al., 2005; McPherson et al., 2007; Kimball *et al.*, 2010). En la Reserva está instalada la *Davis-ReBAMB*, una Estación marca Davis, estilo Vantage Pro2, modelo 6163. Es una estructura integrada (ISS) donde el pluviómetro

y piranómetro están anclados sobre el panel antirradiación que protege al sensor de humedad relativa y temperatura. La posición de este último define la altura en que se coloca la ISS. El estándar WMO tipo instalación indica que los termómetros deben colocarse entre 1.25m y 2.0m de altura (World Meteorological Organization, 2012). En la *Davis-ReBAMB* el sensor de temperatura está a 1.25 m sobre el suelo (el pluviómetro está a 1.50 m). Cerca de la ISS está colocada la torre para el anemómetro y veleta (figura 1). Estos dos instrumentos están a una altura de 10 m y alineados hacia el norte, cumpliendo con el estándar de instalación para registradores de viento.

Todos los sensores mencionados anteriormente están conectados, por medio de terminales RJ-11, con una central de procesamiento llamada Módulo de Sensores Integrados (SIM). El SIM transmite la información a la Consola, dispositivo colocado a 1.50 m de altura que tiene integrados el barómetro y al registrador de datos (*datalogger*).

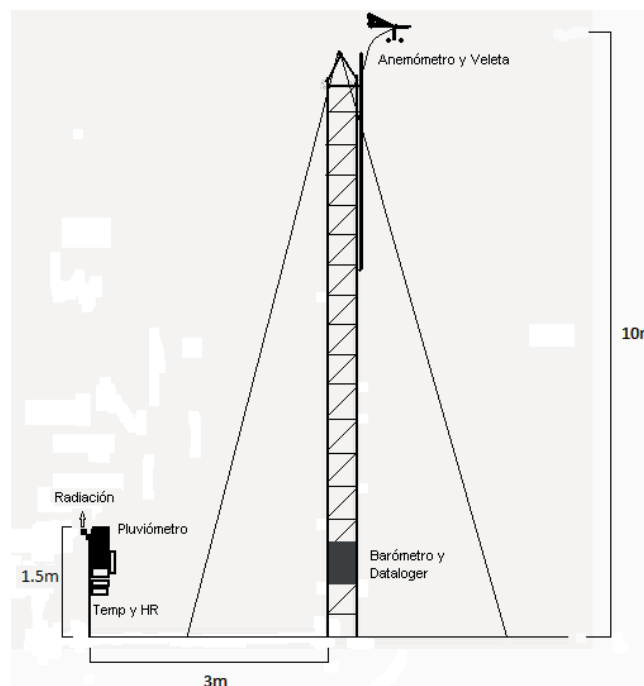


Figura 1. Vista esquemática de la EMA Davis ReBAMB. Los sensores están etiquetados.

IV. Recolección de datos

La *Davis-ReBAMB* graba datos en intervalos de 30 minutos. La información es almacenada en el *datalogger* y posteriormente descargada a cualquier computadora a través de un puerto USB. El registrador puede contener los datos hasta por 45 días antes de comenzar a reemplazar lo recolectado.

V. Mantenimiento de la estación

El mantenimiento preventivo calendarizado contribuye con la calidad de datos producidos por la estación meteorológica (Brown y Hubbard, 2001). La estación es visitada cada 40 días por personal del CIGEFI para inspección y mantenimiento. La rutina de mantenimiento consiste en descargar la información almacenada en el *datalogger*, remover hongos u obstrucciones de origen vegetal o animal en la ISS, escuchar la rotación del anemómetro y veleta, limpiar los alrededores de la estación y verificar manualmente la operatividad de los sensores. Fiebrich *et al.* (2006) detallan estos procedimientos aplicados a una red de EMA en el estado de Oklahoma, Estados Unidos. Durante la visita se anota el intervalo de tiempo en que se manipula la estación para no afectar el registro de datos. No se realiza calibración de sensores. Cuando un sensor presenta fallas es económicamente más rentable cambiarlo por otra unidad nueva. Luego de cada visita a la estación se llena un formulario.

5.1. El control de la humedad

Desde el año 2009, personal del CIGEFI han notado la drástica reducción de la vida útil del SIM y la consola ante condiciones de humedad alta (Salazar, 2010). Para resolver este problema, el SIM se sella con cinta tapagotas y se aísla la consola, es decir, la caja que protege la consola ha sido forrada internamente con estereofón reciclado. Varias bolsas con gel de sílice le son agregadas (figura 2).



Figura 2. Aislamiento que tiene la consola

VI. Metadatos y el control de calidad

El término *metadato* es frecuentemente utilizado para describir cualquier recurso que caracterice un objeto (National Information Standards Organization, 2004). En términos de instrumentación meteorológica, el metadato es tan importante como el sensor porque ayuda a interpretar los registros e identificar patrones (Aguilar *et al.*, 2003). Actualmente, el CIGEFI está creando un set de metadatos para la *Davis-ReBAMB* con base en las recomendaciones de Muller *et al.* (2013). Respecto al control de calidad de los datos recolectados, se utiliza la base de datos MySQL, la cual permite el ordenamiento y manipulación de grandes volúmenes de registros, junto con la interfaz de programación Perl. Por medio de estos componentes de software se elaboró un programa (Alfaro y Soley, 2009), que determina valores atípicos o sospechosos, ejecuta rellenos de datos faltantes e identifica valores repetidos.

VII. Análisis básico de la temperatura, la precipitación y el viento

Las variables meteorológicas consultadas con mayor frecuencia por investigadores son la temperatura, la precipitación y la rapidez del viento. Los datos recolectados por la *Davis-ReBAMB* durante los años 2008-2015 pueden servir como referencia para estudios varios. Debido a que en la

serie de temperatura hay meses con datos ausentes (abril, mayo, noviembre y diciembre del 2009; marzo y abril del 2010), se rellenaron datos empleando el método expuesto por Alfaro y Soley (2009), el cual es utilizado cuando no hay estaciones cercanas y el rellenado se debe hacer con la información de la misma estación.

La figura 3 es un gráfico de contorno que muestra el comportamiento diario de la temperatura para cada mes del año. En el eje vertical

se indica la hora, en el eje horizontal el mes, y el color representa la temperatura. Se pueden identificar valores promedios máximos en abril, mayo y junio de 24 °C entre las 12:00 y 14:00 horas. También se observan valores máximos en octubre entre las 11 y 13 horas de 24 °C. La época más fría se encuentra en el período desde noviembre hasta febrero, y se observa que la temperatura alcanza su valor más bajo de 17 °C durante la madrugada entre la 1:00 y las 7:00 horas.

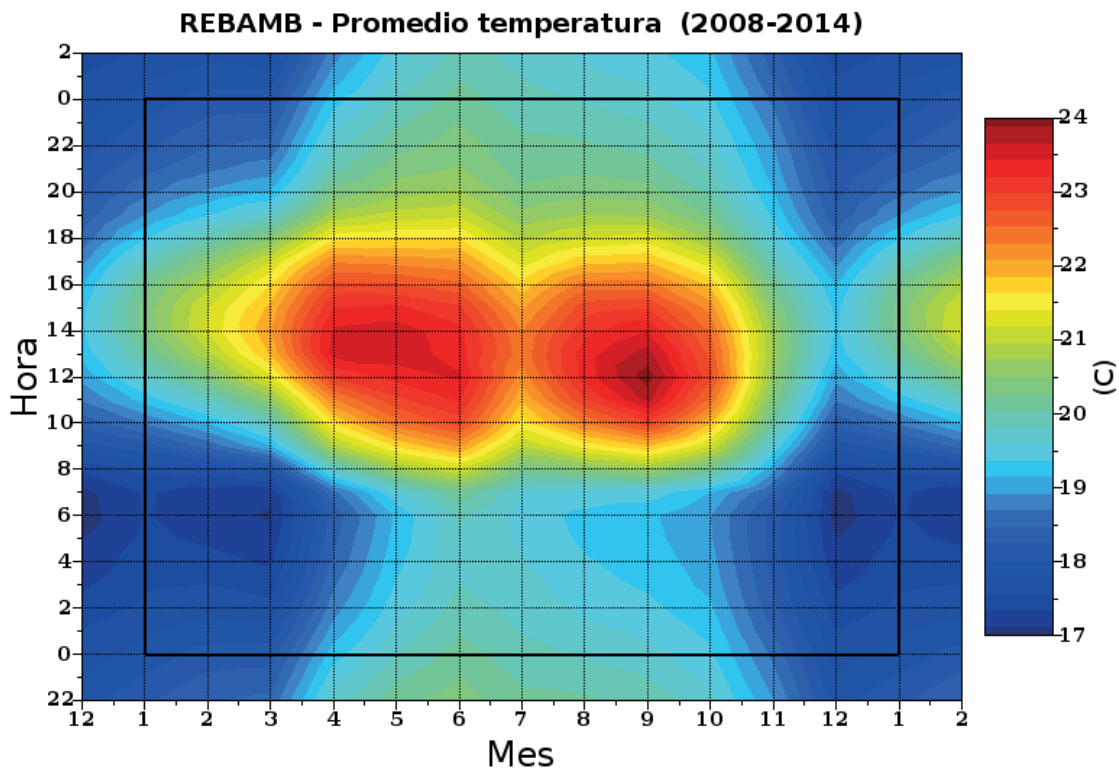


Figura 3. Promedios horarios de la temperatura.

La figura 4 muestra la variación mensual de la temperatura en el período indicado en el gráfico. T_{med} representa la temperatura media, se observa que esta es menor en los meses desde noviembre hasta marzo si se compara con los otros meses; el rango de variación es de 18.3 a 20.8 °C. La T_{max} , es la temperatura máxima absoluta en el período considerado, el rango de variación en este caso va

desde 23 °C hasta 28.4 °C con su valor más bajo en diciembre. La T_{min} es la temperatura mínima absoluta, el rango va desde 12.2 °C hasta 16.7 °C, sus valores más bajos están en diciembre y enero, además se nota que esta tiende a aumentar en la época que coincide con la estación lluviosa, desde julio hasta octubre.

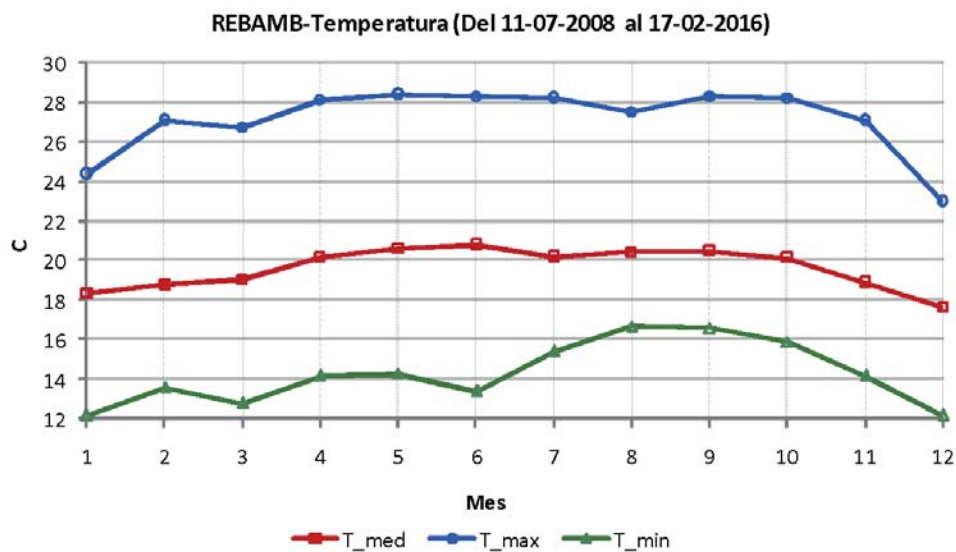


Figura 4. Temperatura media, mínima y máxima absoluta.

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de una nube y llega a la superficie terrestre. El concepto incluye lluvia, llovizna, nieve, granizo, entre otros (Ahrens, 2009). En este trabajo se utilizará la lluvia como sinónimo de precipitación. La figura 5 señala la distribución de la precipitación diurna en el periodo 2008-2014; sobresalen los meses entre junio y octubre, en donde el promedio de lluvia acumulada según la hora es mayor, sobre todo en las tardes entre las 14:00 y 17:00. También en la imagen se notan lluvias en la madrugada pero con un promedio acumulado menor, se destaca julio a las 4:00 horas y los meses de noviembre y diciembre desde las 12:00 am hasta 10:00 a.m.

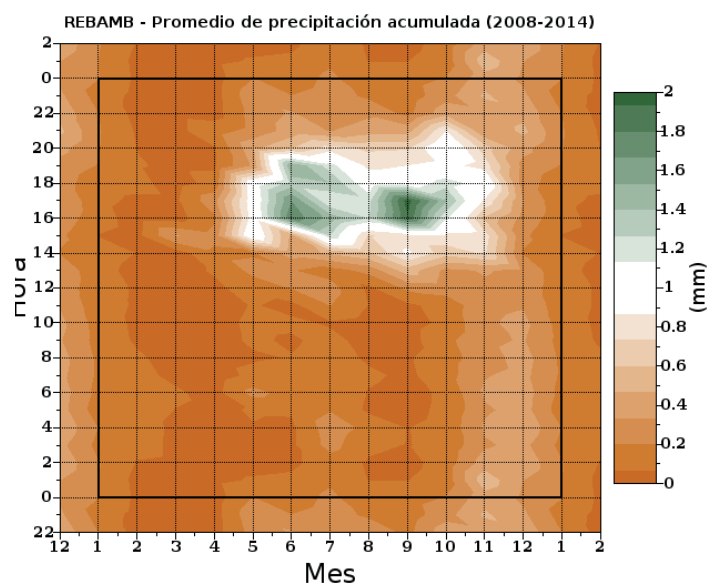


Figura 5. Precipitación horaria acumulada.

En la figura 6 se observa el comportamiento del promedio de la precipitación mensual acumulada entre el 11 de julio de 2008 hasta el 17 de febrero de 2016. Aunque el período considerado es pequeño

para realizar una climatología, es posible apreciar claramente los meses de mayor precipitación, los cuales van desde junio hasta noviembre.

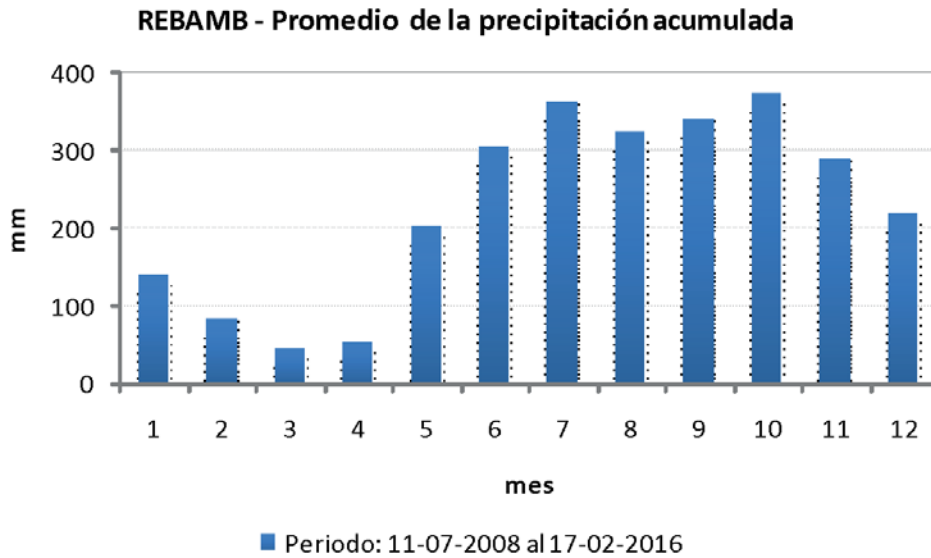


Figura 6. Precipitación mensual acumulada.

La figura 7 muestra el promedio del acumulado diario de la lluvia en el período del 11 de julio de 2008 hasta 2014, comparado con el del año 2015, catalogado según el IMN (2015) como Año

Niño. Se observa que, en términos de sumatoria, el acumulado diario promedio es de 2943 mm un poco mayor que el año 2015 que finaliza con un valor de 2766 mm.

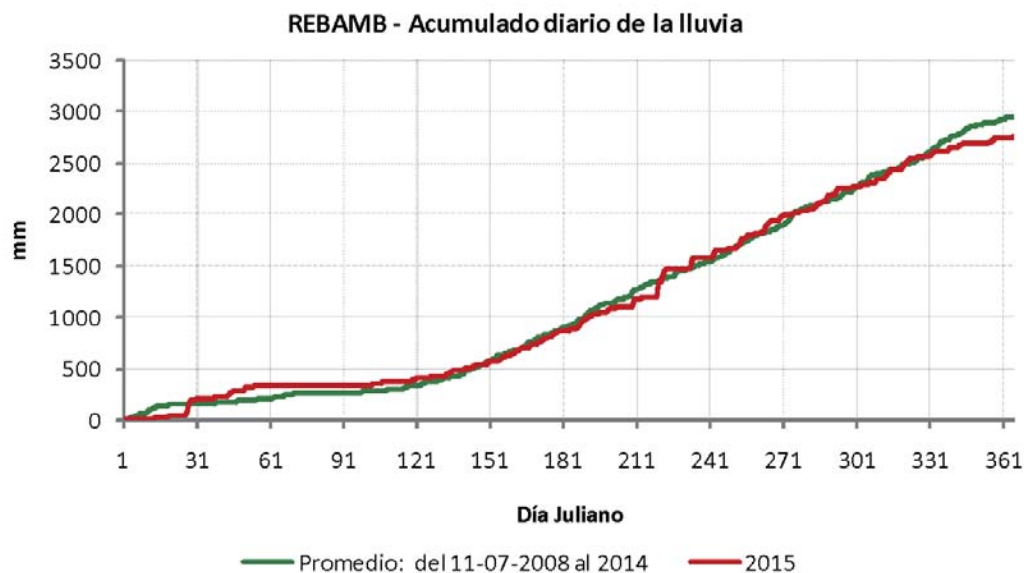


Figura 7. Acumulado diario de la lluvia

Según la figura 8, la rapidez promedio del viento tiene máximos en el mes de enero (6 m/s entre las 2:00 y 8:00pm), marzo (5.5 m/s durante las primeras horas de la tarde) y julio (3 m/s entre las 10:00am y 4:00pm).

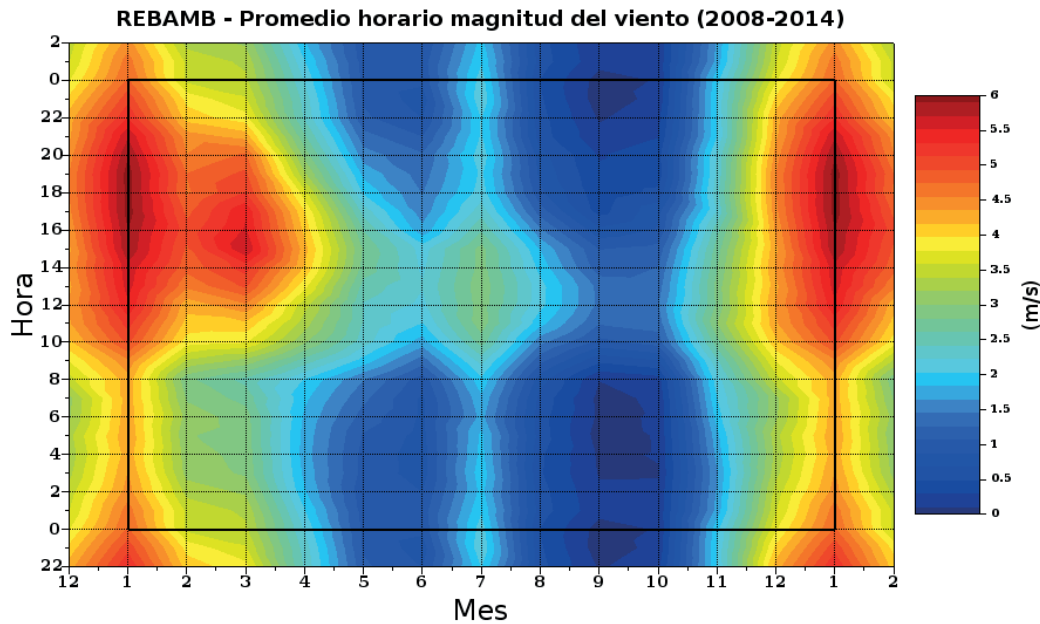


Figura8. Velocidad promedio horaria del viento.

La figura 9 representa la variación mensual de viento. Se deduce de la curva del valor Prom (velocidad media) y de V_{max} (velocidad máxima), que los meses de mayor intensidad de viento van desde enero hasta marzo. También se nota un incremento en los meses de julio y diciembre.

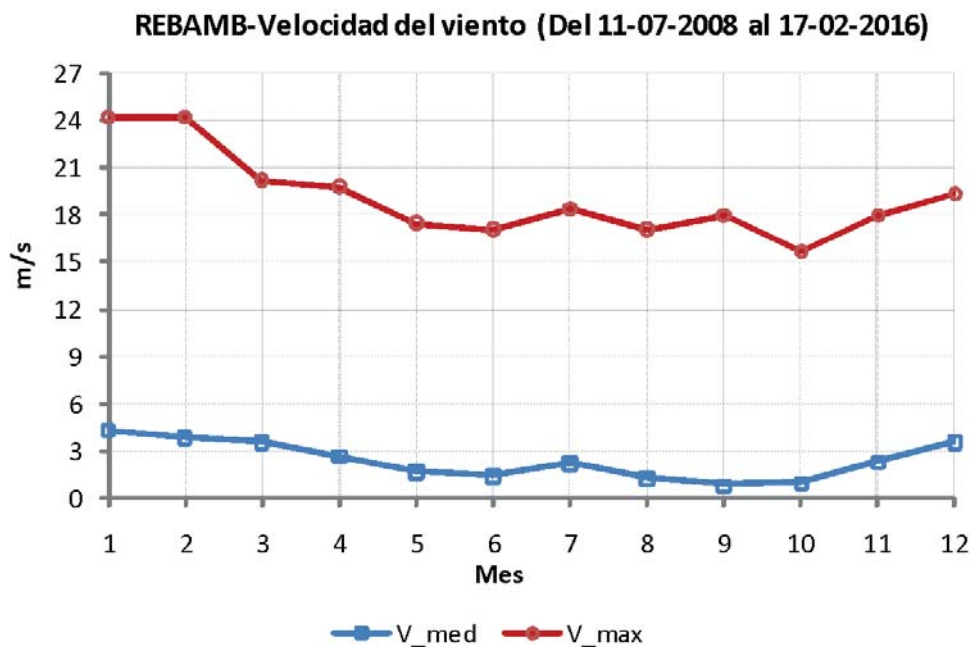


Figura9. Velocidad mensual del viento.

VIII. Resumen

Las estaciones meteorológicas automáticas requieren procedimientos críticos para realizar mediciones correctas. Aún así, estas mediciones no son siempre acertadas en su totalidad debido a errores cometidos por los propios sensores o las personas que los manipulan. Cuando se cuenta con metadatos y procesos de control de calidad es posible ejecutar pruebas estadísticas que revisen la concordancia de los registros. Datos con calidad permiten realizar mejores estudios meteorológicos.

El propósito de este análisis de variables meteorológicas es brindar una referencia a investigadores de la Universidad de Costa Rica y otros usuarios interesados en conocer el clima en la Reserva Biológica Alberto Brenes.

IX. Agradecimientos

Los autores agradecen a los funcionarios del CIGEFI por su apoyo, especialmente al Dr. Jorge Amador, Dr. Eric Alfaro y el Dr. Hugo Hidalgo. Los autores también aprecian la colaboración del Sr. Pablo Ureña y de los funcionarios de la ReBAMB.

Referencias

- Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, T. C., y Wieringa, J. (2003). *Guidance on metadata and homogenization*. WMO TD, 1186, 53.
- Ahrens, D. A. (2009). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Estados Unidos: Brooks/Cole.
- Alfaro, E. J., & Soley, F. J. (2009). "Descripción de dos métodos de rellenado de datos ausentes en series de tiempo meteorológicas". *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 16(1), 60-75.
- Brock, F. V., Crawford, K. C., Elliott, R. L., Cuperus, G. W., Stadler, S. J., Johnson, H. L., y Eilts, M. D. (1995). "The Oklahoma Mesonet: a technical overview". *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 12(1), 5-19.
- Brown, P. W., y Hubbard, K. G. (2001). Lessons from the North American experience with automated weather stations. *Automated Weather Stations for Application in Agriculture and Water Resources Management*, (1074), 21-28.
- Fiebrich, C. A., Grimsley, D. L., McPherson, R. A., Kesler, K. A., & Essenberg, G. R. (2006). "The value of routine site visits in managing and maintaining quality data from the Oklahoma Mesonet". *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 23(3), 406-416.
- Harrison, R.G. (2015). *Meteorological Measurements and Instrumentation*. New Delhi, India: Wiley Blackwell.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2015, diciembre). *Boletín del ENOS N° 86*. Disponible en <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28160/%2386> [Consulta 6 ene. 2016].

- Kimball, S. K., Mulekar, M. S., Cummings, S., y Stamates, J. (2010). "The University of South Alabama Mesonet and coastal observing system: A technical and statistical overview". *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 27(9), 1417-1439.
- McPherson, R. A., Fiebrich, C. A., Crawford, K. C., Kilby, J. R., Grimsley, D. L., Martinez, J. E., y Melvin, A. D. (2007). "Statewide monitoring of the mesoscale environment: A technical update on the Oklahoma Mesonet". *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 24(3), 301-321.
- Muller, C. L., Chapman, L., Grimmond, C. S. B., Young, D. T., & Cai, X. M. (2013). "Toward a standardized metadata protocol for urban meteorological networks". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94(8), 1161-1185.
- National Information Standards Organization. (2004). *Understanding Metadata*. Disponible en <http://www.niso.org/publications/press/UnderstandingMetadata.pdf> [Consulta 6 ene. 2016].
- Salazar Murillo, A. (2010). *Reporte de inspección diciembre 2010*.
- Schroeder, J. L., Burgett, W. S., Haynie, K. B., Sonmez, I., Skwira, G. D., Doggett, A. L., y Lipe, J. W. (2005). "The West Texas mesonet: a technical overview". *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 22(2), 211-222.
- Shafer, M. A., Hughes, T., & Carlson, J. D. (1993, January). *The Oklahoma mesonet: Site selection and layout*. In *Preprints, Eight Symp. On Meteorological Observations and Instrumentation, Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc* (pp. 231-236).
- World Meteorological Organization. (2012). *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*. WMO-No. 8. (7.a ed.). Disponible en http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=12407#.VuW7nEDW3gx [Consulta 6 ene. 2016].