

Cuando el cielo se desborda: ciclones y lluvias extremas en Morelia

When the sky overflows: cyclones and extreme rains in Morelia

Oscar Campuzano Milian¹,
Marisol López Fuentes²
y Damian Campuzano Milian³

1. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Escuela Preparatoria Melchor Ocampo, UMSNH. 3. Facultad de Ingeniería Mecánica, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: damian.campuzano@umich.mx

Figura 1. Afectaciones por huracán Willa y tormenta tropical Vicente en Morelia, Michoacán (López, 2018).



Resumen. En Morelia, las lluvias intensas pueden transformar la ciudad en ríos temporales, afectando calles, viviendas y actividades cotidianas. Aunque la ciudad no se encuentra en una zona costera, muchos de estos episodios están vinculados a ciclones tropicales que se forman a cientos de kilómetros de distancia y descargan su humedad sobre la región. Este artículo explica, de manera sencilla, cómo se identifican los eventos extremos de precipitación asociados a ciclones tropicales, su influencia en la ciudad y la importancia de la prevención y la preparación. Se describen métodos para analizar datos históricos de lluvia, la determinación de un umbral para eventos extremos y su relación con la trayectoria de los ciclones. La narrativa combina ciencia y ejemplos locales para mostrar que, incluso en zonas interiores, los fenómenos atmosféricos lejanos pueden tener impactos significativos en la vida cotidiana.

Palabras clave: ciclones tropicales, eventos extremos de precipitación, Morelia.

Abstract. In Morelia, heavy rains can transform the city into temporary rivers, affecting streets, homes, and daily activities. Although the city is not located in a coastal zone, many of these events are linked to tropical cyclones that form hundreds of kilometers away and transport large amounts of moisture toward inland regions. This article explains, in simple terms, how extreme precipitation events associated with tropical cyclones are identified, their influence on the city, and the importance of prevention and preparedness. It describes methods for analyzing historical rainfall data, determining thresholds for extreme events, and correlating them with cyclone trajectories. The narrative combines scientific explanations with local examples to show that even inland areas can experience significant impacts from distant atmospheric phenomena.

Keywords: tropical cyclones, extreme precipitation events, Morelia

Introducción

En Morelia, basta con una tormenta intensa para que las calles se llenen de agua, los autos se detengan y las personas busquen refugio. Estos episodios, que parecen sorprendidos, no son simples lluvias aisladas; muchos están relacionados con ciclones tropicales que se originan a cientos de kilómetros de distancia. Aunque Morelia no se encuentra en una zona costera, la humedad transportada por estos sistemas puede provocar precipitaciones extremas en la ciudad y sus alrededores.

El objetivo de este artículo es explicar, de manera clara y accesible, cómo se identifican los eventos extremos de precipitación asociados a ciclones tropicales, cómo se analizan los datos históricos y por qué estas lluvias representan un riesgo importante para la población y la planeación urbana. La intención es mostrar que, incluso lejos del mar, los efectos de los ciclones tropicales pueden sentirse de forma directa en la vida cotidiana.

Visitas no deseadas: la amenaza de los ciclones tropicales

Los ciclones tropicales (CT) son sistemas atmosféricos giratorios que se forman sobre aguas cálidas del océano y se caracterizan por transportar grandes cantidades de humedad (NOAA, 2018). Aunque suelen asociarse con regiones costeras, su influencia no se limita a ellas. A medida que estos sistemas se

desplazan, pueden transportar vapor de agua hacia el interior del continente.

En el caso de Morelia, la combinación de esta humedad con el relieve montañoso que rodea la ciudad favorece el ascenso del aire y la condensación, un proceso conocido como efecto orográfico. Este mecanismo explica por qué, aun sin vientos intensos como los que se presentan en la costa, los ciclones pueden provocar lluvias que superan ampliamente los promedios normales, generando inundaciones y afectaciones a la infraestructura urbana y a las

actividades cotidianas (véase Figura 1) (Khouakhi et al., 2017).

Cuando el cielo se desborda: eventos extremos de precipitación

Un Evento Extremo de Precipitación (EEP) ocurre cuando la cantidad de lluvia registrada en un periodo corto supera los valores habituales de una región. Para identificarlos, se analizan registros históricos de precipitación obtenidos de estaciones climatológicas (véase Figura 2), con el fin de detectar días en los que la lluvia rebasa un umbral previamente definido.

En este estudio, los EEP se determinaron a partir de los picos que superan el percentil 99 de la precipitación diaria de los días húmedos. Se consideró que un día es húmedo cuando la precipitación registrada es mayor o igual a 1 mm, siguiendo criterios utilizados en estudios recientes sobre precipitación extrema en México (León-Cruz et al., 2022). En la Figura 3 se muestran los EEP que sobrepasan dicho umbral en la estación climatológica 16016 (Carrillo Puerto).

El mapa invisible del agua que cae

Imagina poder seguir cada gota de lluvia desde que se evapora del océano hasta que golpea las calles de Morelia;

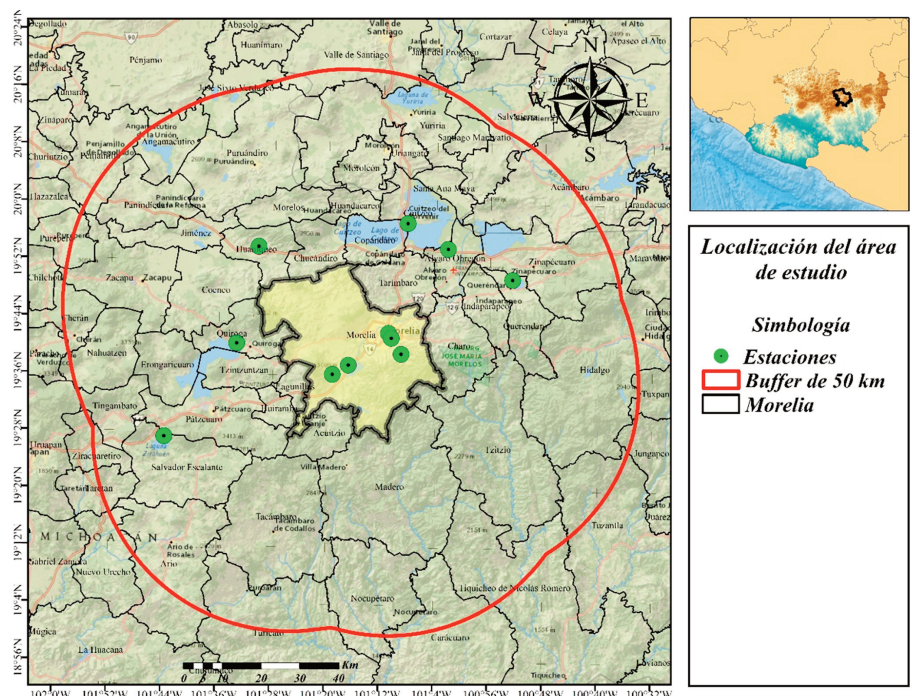


Figura 2. Localización del área de estudio y estaciones climatológicas aceptadas (datos del SMN, procesados y representados por los autores).

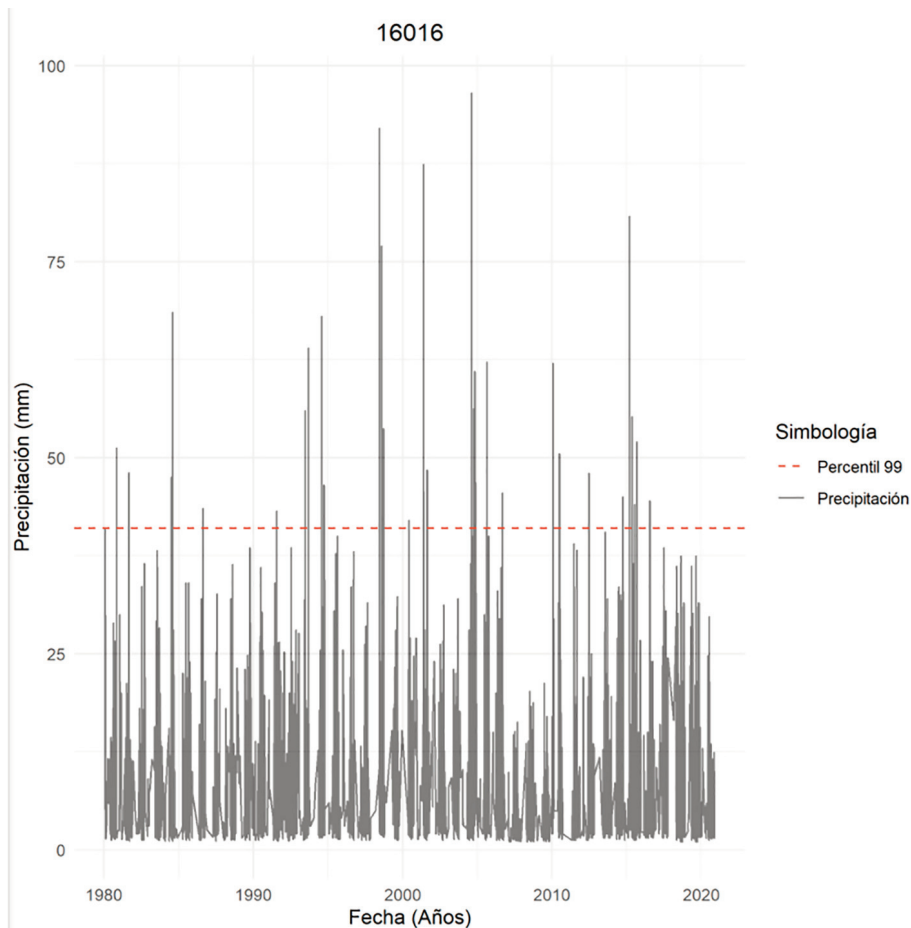


Figura 3. Eventos extremos de precipitación registrados en la estación 16016 – Carrillo Puerto (datos del SMN, procesados y representados por los autores).

lluvias. La humedad que transportan estos sistemas, al interactuar con el relieve montañoso de la región, puede generar precipitaciones intensas en periodos cortos de tiempo. Esta combinación explica por qué algunas tormentas resultan especialmente intensas y repentinas, ocasionando inundaciones en colonias y vialidades principales.

Comprender esta relación es fundamental para la gestión del riesgo. El análisis de datos climatológicos permite a las autoridades anticipar escenarios de lluvia extrema, emitir alertas tempranas, realizar acciones preventivas como la limpieza de drenajes y planear respuestas de emergencia. Para la población, esta información facilita la toma de decisiones, como evitar zonas inundables o proteger viviendas y vehículos.

En la Figura 5 se observa que la mayoría de las estaciones climatológicas con mayor número de EEP se ubican en el municipio de Morelia, y que muchos de estos eventos están asociados con la presencia de ciclones tropicales.

Conclusión: entender el agua que llega desde lejos

Aunque Morelia no se encuentra en una región costera, los ciclones tropicales

esa es la idea detrás del estudio de los EEP asociados a CT. Aunque este recorrido no es visible, puede reconstruirse mediante el uso de datos de estaciones meteorológicas, información satelital y modelos climáticos.

Para este análisis se revisaron registros de precipitación de aproximadamente 20 años, identificando los días que superaron los umbrales de lluvia extrema. Posteriormente, estos eventos se compararon con la trayectoria de los ciclones tropicales que pasaron cerca de la región (véase Figura 4). Este procedimiento permitió distinguir cuáles lluvias extremas estuvieron asociadas a ciclones tropicales y cuáles correspondieron a eventos de lluvia ordinaria, tal como se ha documentado en estudios similares para otras regiones del país (Villarini et al., 2014).

Ciclones tropicales y Morelia: una relación inesperada

Aunque Morelia no se localiza en la costa, los ciclones tropicales influyen de manera significativa en su régimen de

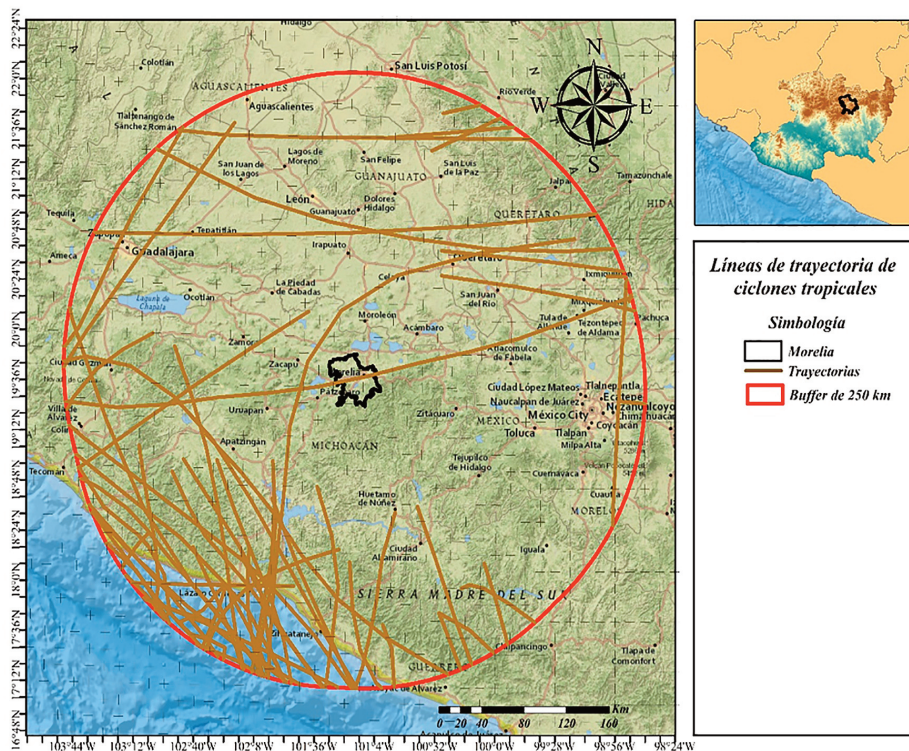


Figura 4. Líneas de trayectoria de ciclones tropicales cercanos a la región de estudio (datos de IBTrACS/NOAA, procesados y representados por los autores).

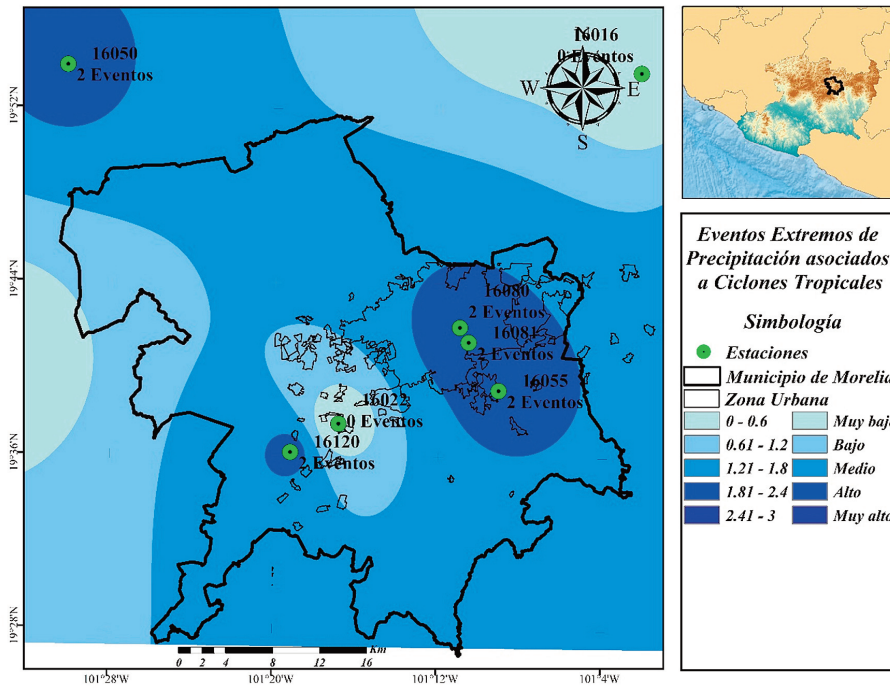


Figura 5. Eventos extremos de precipitación asociados a ciclones tropicales en Morelia (datos del SMN y NOAA, procesados y representados por los autores).

pueden provocar lluvias intensas capaces de transformar la ciudad en cuestión de horas. La humedad que transportan estos sistemas, combinada con el relieve montañoso de la región, favorece la ocurrencia de eventos extremos de

precipitación que pueden tener consecuencias graves.

Estudiar y mapear estos eventos es importante porque permite reducir riesgos, proteger a la población y mejorar

la planeación urbana. Gracias al análisis científico de la lluvia y de los ciclones tropicales, es posible anticipar escenarios críticos y actuar con responsabilidad y prevención, evitando que las lluvias extremas se conviertan en desastres inesperados.

Referencias

- Khouakhi, A., Villarini, G., & Vecchi, G. A. (2017). Contribution of tropical cyclones to rainfall at the global scale. *Journal of Climate*, 30(1), 359–372. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0298.1>
- León-Cruz, J. F., Díaz-Peón, A. L., & Rodríguez-García, H. I. (2022). Eventos extremos de precipitación en Colima, México (1981–2018). *Investigaciones Geográficas*, 107. <https://doi.org/10.14350/rig.60516>
- López, M. (2018, octubre 23). *Inundaciones por Villa y Vicente afectan a 2 mil familias en Morelia*. Uno TV Noticias. https://twitter.com/SEDESOF_Mich/status/1054784497781170176
- NOAA. (2018). *Tropical Cyclone Information*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Consultado en: <https://www.noaa.gov/>
- Sistema Meteorológico Nacional. (2024). *Datos climatológicos históricos de Morelia, Michoacán*. Consultado en: <https://smn.conagua.gob.mx/>
- Villarini, G., Goska, R., Smith, J. A., & Vecchi, G. A. (2014). North Atlantic tropical cyclones and U.S. flooding. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(9), 1381–1388. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00060.1>