IMPACT OF HURRICANE MARIA ON BEACH EROSION IN PUERTO RICO: REMOTE SENSING AND CAUSAL INFERENCE

Jaynise M. Pérez Valentín[1] and *Marc Muller*

[1]University of Notre Dame, IN USA

perez.jaynise@gmail.com

Beach erosion due to large storms critically affects coastal vulnerability, but is challenging to monitor and quantify. Attributing erosion to a specific storm requires a reliable counterfactual scenario: hypothetical beach conditions, absent the storm. Calibrating models to construct counterfactuals requires numerous observations that are rarely available. Storm paths are unpredictable, making long-term instrumentation of specific beaches costly. Optical remote sensing is hampered by persistent cloud cover. We use Sentinel-1 satellite radar imagery to monitor shoreline changes through clouds and propose regression discontinuity as a strategy to estimate the causal effect of large storms on beach erosion. Applied to 75 beaches across Puerto Rico, the approach detects shoreline changes with a root-mean-square error comparable to the resolution of the imagery. Hurricane Maria caused an erosion of 3 to 5 m along its path, up to 40 m at particular beaches. Results reveal strong local disparities that are consistent with simulated nearshore hydrodynamic conditions.

Español) | La erosión de las playas causada por tormentas de gran magnitud afecta considerablemente la vulnerabilidad costera, pero es difícil de monitorear y cuantificar. Atribuir la erosión a una tormenta específica requiere un escenario contrafactual fiable, es decir, las condiciones hipotéticas de la playa en ausencia de la tormenta. La calibración de modelos para construir escenarios contrafactuales requiere numerosas observaciones que rara vez están disponibles. Las trayectorias de las tormentas son impredecibles, lo que encarece el monitoreo instrumental a largo plazo de playas específicas. La teledetección óptica se ve limitada por la persistente cobertura nubosa. En este estudio, utilizamos imágenes de radar satelital Sentinel-1 para monitorear los cambios en la línea de costa a través de las nubes y proponemos la regresión discontinua como estrategia para estimar el efecto causal de las tormentas de gran magnitud sobre la erosión de las playas. Aplicado a 75 playas de Puerto Rico, este enfoque permite detectar cambios en la línea de costa con un error cuadrático medio (RMSE) comparable a la resolución de las imágenes. El huracán María provocó una erosión de entre 3 y 5 m a lo largo de su trayectoria, con valores de hasta 40 m en determinadas playas. Los resultados revelan marcadas disparidades locales, coherentes con las condiciones hidrodinámicas simuladas en las aguas cercanas a la costa.