

# Contribuciones de la arqueología a la mitigación de riesgos ante el cambio climático: lecciones recuperadas de Tibes y de Los Bateyes de Viví, Puerto Rico

Isabel C. RIVERA-COLLAZO

*Institución Scripps de Oceanografía y Departamento de Antropología, Universidad de California San Diego*

Mariela DECLÉT-PÉREZ

*Departamento de Antropología, Universidad de California San Diego*

## Resumen

Mediante la recuperación de ejemplos del pasado, la arqueología puede contribuir a la expansión de conocimiento local para la reducción de desastres y de la vulnerabilidad en el presente. En este artículo evaluamos la respuesta humana a inundaciones catastróficas en Tibes (Ponce) y en Los Bateyes de Viví (Utuado), Puerto Rico, con el fin de extraer lecciones del pasado para entender la vulnerabilidad social a nivel local. En ambos casos exploramos eventos individuales de inundaciones repentinas, y estudiamos cómo las sociedades ocupando dichos asentamientos respondieron luego del desastre. El estudio demuestra que, a pesar de exposición a riesgos que amenazan la vida, las prioridades sociales tienen más peso que los peligros naturales en la toma de decisiones con respecto a los espacios vividos. Este hecho afectará el éxito de estrategias de mitigación de riesgos que propongan relocalización de comunidades, y debe ser considerado en el diseño de planes de mitigación.

**Palabras clave:** vulnerabilidad, riesgo, cambio climático, lecciones de tiempo profundo, socio-ecosistemas, arqueología, Puerto Rico.

## Abstract

Through the analysis of the past, archaeology can contribute to the increase of local knowledge for disaster reduction, and to the understanding of vulnerabilities in the present. In this article, we evaluate human response to catastrophic flooding in Tibes (Ponce) and Los Bateyes de Viví (Utuado), Puerto Rico, with the goal of extracting lessons from the past to understand social vulnerability at a local scale. In both cases we identified individual cases of sudden flooding and analysed how did the societies living at each locality respond after the disaster. The study demonstrated that, notwithstanding exposure to life-threatening risk, social priorities carry more weight than natural threats in the process of decision-making regarding lived landscapes. This fact will affect the success of risk mitigation strategies that propose community relocation, and must be considered in the design of mitigation plans for the future.

**Keywords:** vulnerability, risk, climate change, Deep-time lessons, socio-ecosystems, archaeology, Puerto Rico.

## Introducción

El cambio climático en el presente representa un reto urgente para las sociedades humanas a nivel global. En el archipiélago caribeño, este fenómeno —mayormente antropogénico— se espera que provoque impactos severos a las sociedades isleñas dado la combinación de cambios en el mar, en los patrones atmosféricos en

la frecuencia e intensidad de huracanes, y en los patrones fenológicos de la flora y la fauna (IPCC 2014; Álvarez Brito et al. 2014; Maglianesi y Jones 2016; Conde y Saldaña-Zorrilla 2007; McGranahan et al. 2007; Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC) 2013). Las condiciones sociales particulares de cada isla complican su capacidad de respuesta al cambio. Dado la severidad del fenómeno que enfrentamos en el presente, el enten-

der la magnitud de dicho impacto, y las maneras en que el cambio climático puede impactar la cultura y la vida, han cobrado mayor urgencia y relevancia. Este artículo considera el rol del conocimiento ambiental local y tradicional hacia el desarrollo de resiliencia social, y discute la importancia de la arqueología para expandir y sustentar este conocimiento en los contextos coloniales archipelágicos.

El conocimiento ambiental local y tradicional (CAL y CAT, en inglés *local environmental knowledge* [LEK] y *traditional environmental knowledge* [TEK]) permite la identificación de cambios en patrones meteorológicos, patrones temporales, y variaciones en manejo del paisaje (Bone et al. 2011; Leonard et al. 2013; Peloquin y Berkes 2009; Reyes-García 2007, 2009). Dado su rol en la capacidad humana para identificar riesgo, este tipo de conocimiento constituye una parte central de los sistemas sociales para la generación de estrategias de adaptación (Berkes et al. 2000; Delgado et al. 2015; Leonard et al. 2013; Reyes-García 2007). Ambos son de carácter geográfico, lo que significa que están basados en lugares específicos, y por lo tanto reflejan la historia de las áreas donde viven comunidades en particular. El registro arqueológico e histórico puede extender el conocimiento ambiental local más allá de la vida y experiencia de individuos. A través de esta información, las comunidades pueden recuperar la experiencia social de cambios ambientales en el pasado y así poder identificar cómo el cambio actual y esperado representa riesgos a la vida y las tradiciones locales. Por lo tanto, al recuperar datos del pasado, la arqueología puede contribuir a que las sociedades modernas aumenten su capacidad de identificar riesgos y amenazas, así como a contribuir a la reducción de desastres y de la vulnerabilidad.

### **Resiliencia, vulnerabilidad y patrimonio cultural**

La resiliencia y la vulnerabilidad son conceptos importantes en el tema de reducción de riesgos. Desde la perspectiva de las ciencias sociales, estos conceptos definen dos aspectos distintos.

La resiliencia es una cualidad dinámica de un sistema adaptativo la cual facilita el que el sistema pueda mantener sus funciones (buenas o malas) aun cuando sufra disturbios externos (Cretney

2014; Davoudi 2012; Xu et al. 2015). Por ejemplo, los gobiernos pueden ser resilientes, continuando sus funciones a pesar de la resistencia y las exigencias de los miembros de la sociedad. Esta capacidad de continuar funciones y resistir el cambio reclamado por sus constituyentes no implica que el funcionamiento de dichos gobiernos sea eficiente o positivo. Una función perjudicial puede ser muy resiliente. La resiliencia, por lo tanto, no es un objetivo. Es una cualidad funcional.

La vulnerabilidad, por otra parte, es el grado en el cual un grupo o un individuo es capaz de manejar y responder al cambio (Adger y Kelly 1999; Melillo et al. 2014:672; Rivera-Collazo et al. 2017). Este concepto identifica los componentes que permiten el estudio o evaluación de un sistema dentro de un contexto social: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (Melillo et al. 2014; McNeeley et al. 2015; Smit y Wandel 2006). Estos tres componentes, que son mediados por la cultura, se articulan funcionalmente, interactuando para dar forma a la vulnerabilidad total del sistema. La exposición se refiere a cuán expuesta está una comunidad o un individuo a los efectos negativos del cambio, y depende de los contextos culturales particulares que pueden condicionar el que se esté colocado o no en contexto de riesgo. Su sensibilidad depende de las prácticas sociales: tabúes, roles de género, movilidad de clase, discriminación racial, trasfondo histórico, y otros. Su capacidad adaptativa, además de ser regulada por muchas relaciones complejas de poder dentro de la sociedad, es también afectada por el acceso a los conocimientos locales, tradicionales y no tradicionales, así como a la memoria social. Todos estos aspectos influyen la capacidad individual o comunitaria de identificar riesgo, así como la propuesta de estrategias y soluciones.

La cultura media la comprensión social del mundo. La gente no se adapta a ambientes “reales”, concretos e imparciales, sino a sus ideas sobre los mismos (Rappaport 1979: 97). La adaptación efectiva requiere una correspondencia entre la realidad y la percepción, pero dado los filtros culturales, la realidad y la percepción podrían no corresponder. Esto implica dos cosas: primero, que si la gente (individuos, familias, o comunidades) no perciben riesgo, no van a sentir la necesidad de trabajar para la adaptación o la mitigación (Adger

et al. 2009). En segundo lugar, los desastres son fenómenos humanos (Faas y Barrios 2015; Toscana Aparicio y Valdez Pérez 2015). Los ecosistemas, biomas o climas pueden cambiar, y han cambiado muchas veces durante la historia de nuestro planeta. Sin embargo, estos cambios son desastres cuando la gente se ve afectada (Perry 2007). Aun cuando pueden ocurrir cambios catastróficos, se clasifican desastres aquellos que causan ‘calamidad’ (lo cual es una evaluación social) y aquellos que afectan los sistemas de apoyo social. Los efectos de las catástrofes varían según rangos de articulación social como pobreza, clase, poder, y otros (Adams 2013; Cannon 2015; Carmin et al. 2015). Dado el gran número de seres humanos en el planeta, el cambio climático presente y esperado constituye un desastre potencial de gran magnitud.

En contextos históricos de colonialismo, como lo son todas las islas del Caribe, el patrimonio constituye una fuente invaluable para apoyar y expandir el CAT y el CAL. El patrimonio cultural integra componentes tangibles e intangibles. Los recursos tangibles componen el aspecto material de la cultura, e incluyen sitios y objetos arqueológicos, paisajes culturales, objetos y edificios históricos, monumentos, colecciones arqueológicas y documentos históricos. Los recursos intangibles transfieren el conocimiento y la sabiduría a través de las generaciones e incluyen mitos, historias, cuentos, prácticas, lenguajes, modos de hablar y todas aquellas actividades y creencias inmateriales que identifican a una cultura. Ambos aspectos patrimoniales son igualmente importantes. Sin embargo, el patrimonio tangible permite extender la profundidad temporal del patrimonio intangible en contextos coloniales mediante la recuperación de evidencia física de eventos y sociedades olvidadas. De esta manera, y dentro del contexto de la importancia del CAL y el CAT para la reducción de la vulnerabilidad, el patrimonio cultural tangible en contextos postcoloniales empodera a las sociedades hacia la producción y generación de conocimientos de relevancia local y personal.

### **Lecciones del pasado para entender la vulnerabilidad social**

En este artículo proponemos que los estudios arqueológicos pueden identificar y recuperar

ejemplos del pasado para entender cuestiones de patrimonio, memoria social, conocimiento, identidad, vulnerabilidad y resiliencia. Esta información aumenta la profundidad temporal y el rango de conocimiento local y culturalmente relevante, lo cual permite mejorar la perspectiva social del cambio y refinar los modelos predictivos de respuesta social, en particular ante el cambio climático. Para evaluar esta tesis, utilizamos el ejemplo de dos contextos arqueológicos en Puerto Rico –Tibes y Los Bateyes de Viví– donde se han identificado el impacto y la respuesta social al desastre posiblemente causado por huracanes, discutiendo así los efectos a largo plazo de un evento catastrófico.

#### *Tibes*

Tibes está localizado en la porción sur-central de Puerto Rico, justo al norte de la ciudad de Ponce, a 8km de la costa y en las terrazas aluviales del Río Portugués (fig. 1). Este sitio es considerado uno de los centros ceremoniales más tempranos de Puerto Rico y el Caribe. Se compone de varios depósitos culturales, incluyendo residuarios, y doce estructuras monumentales en piedra (bateyes, plazas y calzadas) (Curet 2010). Estudios estratigráficos y geoarqueológicos a través del sitio evidencian las dinámicas ambientales del paisaje de Tibes. El Río Portugués migró de la parte este/noreste del sitio hacia su localización actual al oeste y sur (Curet et al. 2013). Además, existe evidencia de numerosas inundaciones antes, durante y después de la ocupación indígena en Tibes.

Evidencia sedimentológica tanto en Puerto Rico como en La Española (Curet et al. 2013; Curtis y Hodell 1993; Hodell et al. 1991; Cooper y Sheets 2012; Donnelly y Woodruff 2007; Cooper 2009; Cooper y Peros 2010) sugiere la existencia de una anomalía en precipitación alrededor del año mil de esta era en el Caribe noroccidental. Es posible que este evento esté relacionado con el paso de varios huracanes fuertes que hayan causado inundaciones y el transporte masivo de sedimento (Curet et al. 2013; Curtis y Hodell 1993; Hodell et al. 1991; Cooper y Sheets 2012; Donnelly y Woodruff 2007; Cooper y Peros 2010).

En el caso de Tibes, el sitio estaba habitado y activo al momento de uno de estos eventos de inundación. La presencia de peñas depositadas de

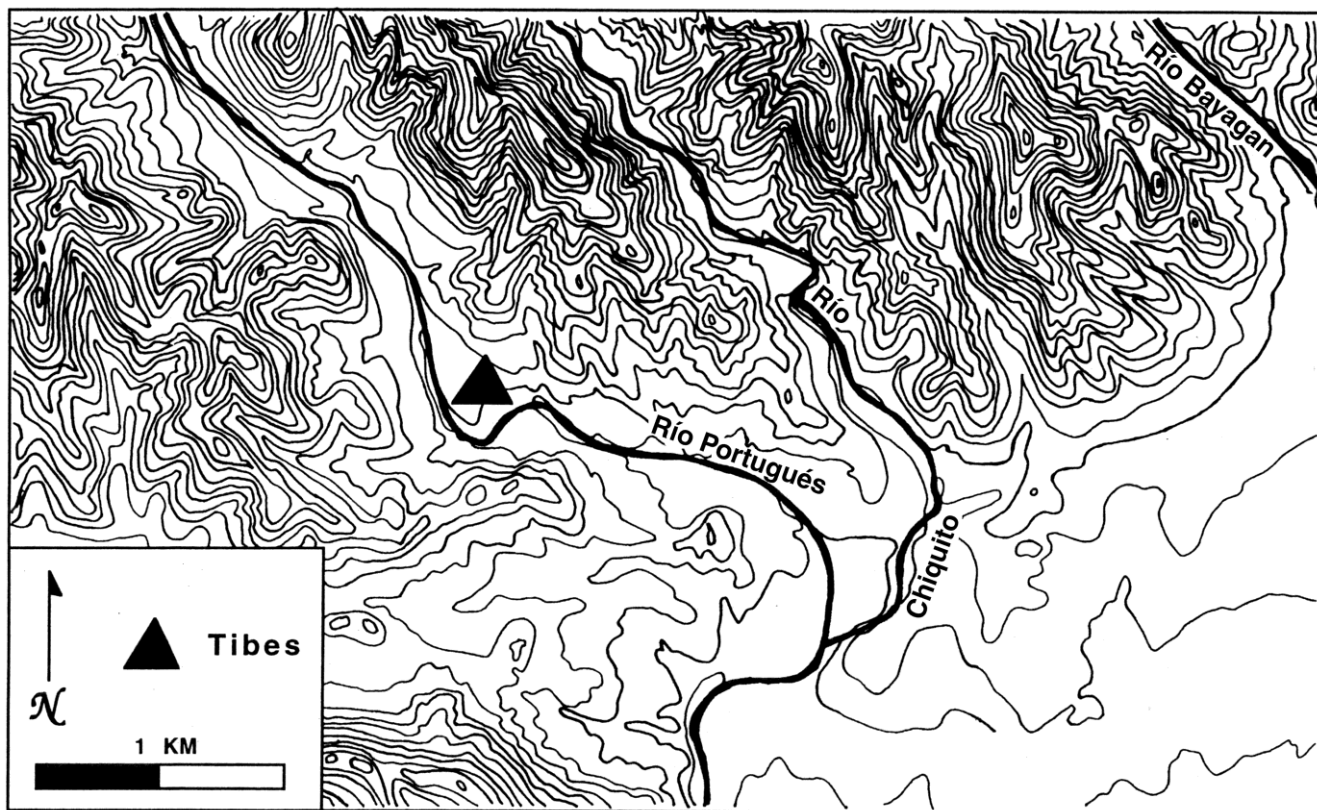


FIG. 1. Mapa topográfico mostrando la localización de Tibes. Imagen provista por L. Antonio Curet. Mapa preparado por Jill Seagard

canto dentro de depósitos aluviales cubriendo material cultural sugiere que el evento de inundación fue de tal magnitud que tuvo la energía para transportar rápida y repentinamente rocas de gran tamaño. Estas peñas fueron cubiertas inmediatamente por sedimento de grano más fino (fig. 2) dentro de los cuales se evidencia el impacto humano de este desastre. Es muy poca o ninguna la probabilidad que este evento de inundación haya sido causado por un tsunami. Actualmente, Tibes se encuentra a una elevación de 80m sobre el nivel del mar, y aproximadamente 7km de la costa. Durante el momento de habitación, el nivel del mar hubiera estado aún más bajo que en el presente, ubicando por tanto la costa a mayor distancia y profundidad con respecto al sitio. Aunque estudios en otras áreas del Caribe muestran evidencia de tsunamis (Engel et al. 2010; Scheffers 2004; Scheffers et al. 2009; Scheffers y Kelletat 2003; Moya 1999; Morton et al. 2008), al momento no se ha identificado evidencia de tsunamis en el área de Ponce con la magnitud requerida para depositar más de 50cm de material a una elevación de 80m

y con alcance de más de 7km (como elemento comparativo, ver las medidas registradas en el megatsunami de 2004 en el Pacífico: Synolakis y Kong 2006; Choi et al. 2006). Aun cuando estudios realizados en Puerto Rico han mostrado evidencia de tsunamis en el área noroeste de la isla (Mercado-Irizarry y Liu 2006; Morton et al. 2006; Moya 1999), estos tampoco han tenido un impacto de esta magnitud, por lo que la única explicación razonable para el estrato es inundación repentina.

El evento de inundación transportó material cultural, incluyendo fragmentos grandes de cerámica y cuerpos humanos. Dentro del depósito sedimentario se identificaron restos humanos articulados y desarticulados, incluyendo adultos, niños e infantes. La inundación no solo afectó los objetos materiales en el sitio, sino también la vida de sus habitantes. La magnitud de este evento fue lo suficientemente significativa para modificar los procesos geomorfológicos del sitio. En términos sociales, es posible que el uso del espacio también haya sido transformado. Sin embargo, aun cuando su ubicación presentaba un riesgo a que desastres si-



**FIG. 2.** Unidad OP-19. (a) Peñas depositadas en posición lateral o de perfil, evidenciando desplazamiento por el evento de la inundación. (b) Fragmentos de cerámica en capa estéril asociados a la inundación. (c) Huesos humanos articulados en capa de sedimento asociada a la inundación. Fotos provistas por L. Antonio Curet

milares ocurrieran nuevamente, Tibes no fue abandonado.

El aplicar los conceptos de vulnerabilidad discutidos anteriormente permite entender el efecto social de este evento de inundación. La localización de Tibes aledaña al Río Portugués intensifica su exposición a inundaciones de río. Sin embargo, las prioridades sociales, tales como localización estratégica, importancia ceremonial, o acceso a fuentes de alimento, tuvieron más peso que la percepción de peligro y el riesgo de inundación en la toma de decisión de los habitantes de Tibes. Considerando la evidencia sedimentológica, aun cuando el río había migrado de este a oeste lentamente, la mayor parte de esos cambios ocurrieron antes de que se ocupara el sitio. Sus habitantes pudieron no haber estado preparados para un desastre de dicha escala por no haber experimentado un evento tan masivo. Esto quiere decir que no había memoria social que apoyara la capacidad predictiva del riesgo y que favoreciera el manejo preventivo del desastre. La inundación fue tan significativa que desestabilizó la comunidad, y se ha sugerido que el evento puede haber causado el abandono parcial de Tibes. Sin embargo, el abandono no fue total, y hay evidencia que Tibes continuó siendo utilizado como centro ceremonial vacante (Curet com. pers. 2017). Luego del evento de inundación, se continuaron construyendo mega estructuras, incluyendo elementos que pueden haber ser-

vido para desviar escorrentías. Esta continuidad en utilización de Tibes demuestra que las prioridades y valores sociales afectan la percepción de riesgo, particularmente en contextos de importancia espiritual, ritual y ceremonial.

#### *Los Bateyes de Viví*

Bateyes de Viví, en Utuado, también presenta evidencia de un evento de inundación significativo. El sitio arqueológico está ubicado sobre las terrazas aluviales y coluviales del Río Viví (fig. 3). Las investigaciones arqueológicas en el sitio sugieren que las características del paisaje conforman una aglomeración de alteraciones humanas mayormente durante períodos pre-Colombinos, incluyendo posiblemente la preservación de la forma del meandro mediante la colocación de rocas megalíticas y peñascos, para prevenir la erosión de la terraza aluvial (Oliver y Rivera Fontán 2006). Las modificaciones del paisaje continuaron en menor intensidad durante tiempos modernos (histórico) (Oliver y Rivera Fontán 2004, 2005, 2006). El sitio estuvo habitado entre 1290 – 1450CE.

Durante este tiempo la estratigrafía del sitio presenta dos inundaciones de gran magnitud, una antes de la ocupación humana y la segunda alrededor de 1400CE (fig. 4). Aun cuando las excavaciones no pudieron determinar el impacto total de la inundación contemporánea con la ocupación del

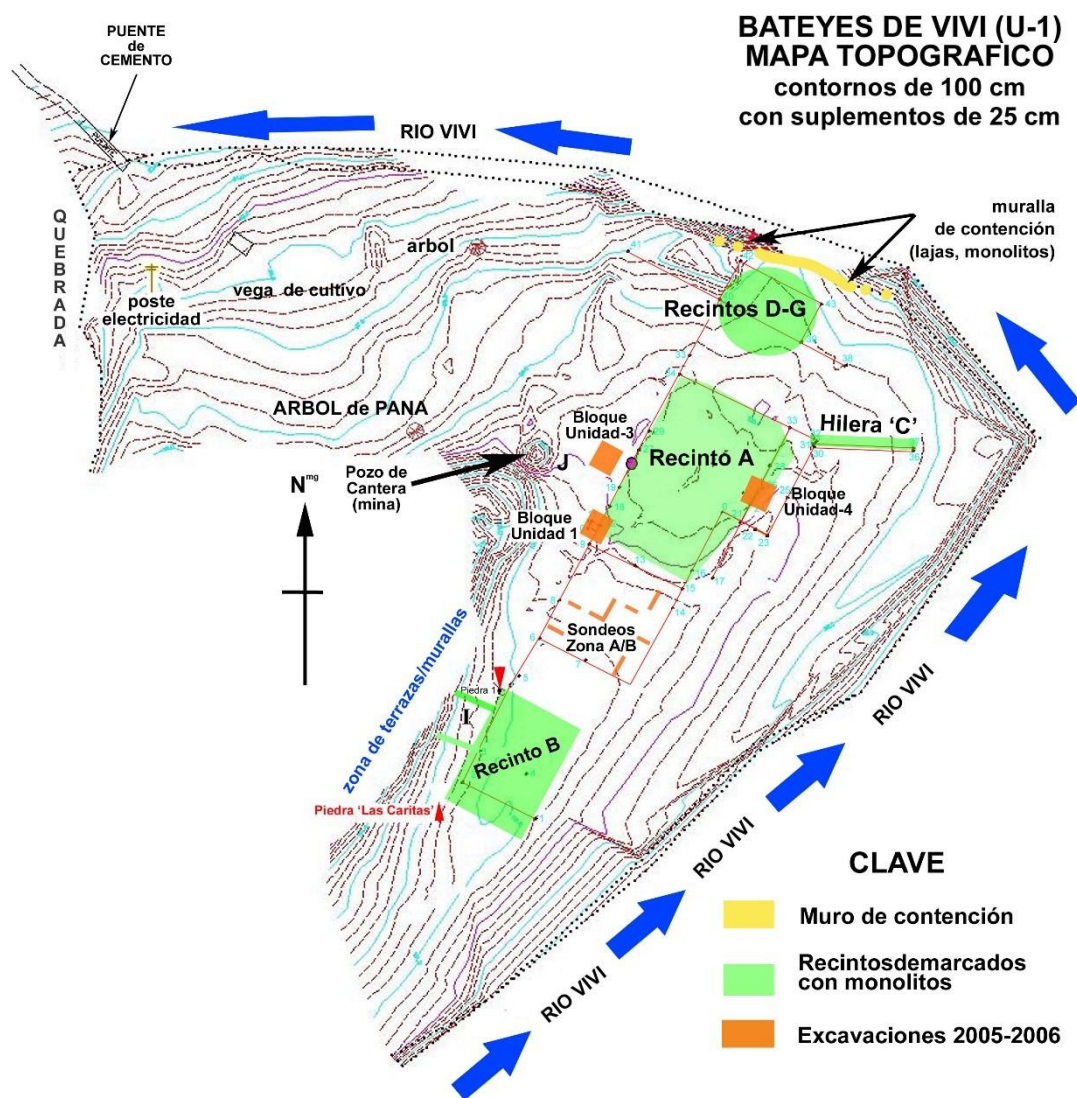


FIG. 3. Mapa topográfico de los Bateyes de Viví, mostrando las áreas arqueológicas, las excavaciones, y las modificaciones y usos humanos del paisaje. Mapa cortesía de J. R. Oliver

sitio, su fuerza catastrófica se evidencia por el daño causado a la estructura del batey original, el cual fue destruido en su totalidad. La fuerza erosional del evento también parece haber desplazado los residuarios asociados al asentamiento, arrastrando la mayor parte de los desechos del sitio. Como parte del proceso de reconstrucción del asentamiento, los habitantes reconstruyeron el batey no sin antes sepultar ceremonialmente un conjunto selecto de los monolitos del batey original ‘fallecidas’ durante la inundación, y sellando el entierro con un monolito decorado con un petroglifo (fig. 5) (Oliver y Rivera Fontán 2006). El primer batey había sido hecho con rocas suavizadas por una corriente de río. El segundo batey está confor-

mado por un tipo diferente de piedras, de tipo metavolcánicas, traídas de monte arriba (Oliver com. pers. 2017).

Aplicando los conceptos de vulnerabilidad, Bateyes de Viví presenta una exposición similar a Tibes en cuanto a su posicionamiento geográfico. Sin embargo, en la evaluación de prioridades, la conveniencia social del acceso al río para la transportación, y para actividades rituales, así como el acceso a agua para la irrigación de los conucos presentaron variables de mayor peso que el riesgo a inundaciones. Al igual que en Tibes, los habitantes de Los Bateyes de Viví presentaron una sensibilidad elevada a este tipo de evento por no tener memoria social de este tipo y magnitud de desastre en



**FIG. 4.** Bateyes de Viví. Estratigrafía de la Unidad 7. Los estratos III (segunda inundación) y T-IV y V (primera inundación, pre-ocupación) que muestran los dos depósitos de sedimentos inundación aluvial violenta acaecidas en Bateyes de Viví. El estrato VI (banda oscura) es un paleosuelo. Foto J.R. Oliver 2005



**FIG. 5.** Bateyes de Viví. Bloque A. Midiendo la pared de la Unidad 7. La excavación muestra (arriba derecha) la hilera oriental del batey erecto tras la última inundación. El elemento 4-2 muestra los monolitos del primer batey (pre-inundación) que fueron ritualmente enterrados y su orificio tapado por otro monolito (con un petroglifo). Foto J.R. Oliver, 2005

esta localización. Sin embargo, y contrario a lo ocurrido en Tibes, el sitio regresó a ser ocupado en su totalidad, reconstruyendo y rehabilitando el área, y continuando sus procesos sociales. Tanto Tibes como Viví presentan estructuras megalíticas ceremoniales. Oliver (2009) ha argumentado que los petroglifos de los bateyes tienen cemí, o potencia vital, la cual está sustentada por el terreno o el espacio donde eran erigidos. La cercanía a ríos, lo cual es un factor recurrente en centros ceremoniales, sugiere que el agua es un componente esencial en las ceremonias rituales. Por lo tanto, aun cuando el colocar el sitio en un llano aluvial y adyacente

al río expone a la comunidad a desastres por inundaciones masivas, el significado espiritual de la localización es de mayor importancia dentro del proceso de toma de decisiones dentro de la sociedad. Comportamientos similares de reocupación del paisaje luego de eventos catastróficos son comunes (e.g. Cooper 2009; Rivera-Collazo et al. 2015; Clark et al. 2003). En estos contextos, la memoria del desastre puede ser mantenida como parte de la memoria social a nivel local, y utilizada como herramienta de identificación de riesgo y reducción de vulnerabilidades en el futuro.

## Conclusión: la vulnerabilidad, los desastres y la percepción social

Estos estudios de caso —el primero de los cuales presenta la reorganización y reestructuración del sitio, y el segundo, la reconstrucción del área— permiten recuperar una lección del pasado: para la gente, las prioridades sociales tienen más peso que los peligros naturales. Este rango de valorización hace que las personas estén dispuestas a enfrentar riesgo, o subestimar su magnitud, con el fin de continuar tareas socialmente importantes. La experiencia del desastre, además, es incorporada en el conocimiento social y transferida de generación en generación, contribuyendo así al desarrollo de estrategias sociales para la identificación de riesgo (Ludwin et al. 2005; Gibbs et al. 2013; Torrence 2002; Rivera-Collazo et al. 2015; Rosen y Rivera-Collazo 2012). Por lo tanto, las estrategias para el manejo de desastres tienen que tomar en consideración las tradiciones y los significados sociales del paisaje antes de proponer estrategias adaptativas que pueden ser inaceptables o insensatas desde una perspectiva social.

La inclusión de la arqueología y del pasado es imprescindible en este tipo de diálogo porque pueden extender el marco temporal de la experiencia en desastres y en respuestas e incluir eventos que podríamos no haber experimentado en el pasado reciente en el Caribe, tales como tsunamis o inundaciones masivas. Este conocimiento local puede también contribuir a la comprensión de la profundidad temporal de la gente que ocupa un lugar, y las razones por las cuales deciden continuar viviendo en los mismos paisajes. Además, el reconocer eventos pasados y cómo la sociedad reacciona a los desastres, puede servir como analogía para comprender respuesta humana en tiempos modernos, ayudando así a prevenir desastres o a mejorar los planes de respuesta. Por ejemplo, la comprensión de eventos pasados puede ser utilizada para examinar su repetición y el potencial de daño de eventos de magnitud similar. Esta información puede también ser utilizada en modelos computarizados para predecir el efecto de este tipo de eventos en el presente y el futuro. Este conocimiento del pasado puede contribuir a la creación de mejores estrategias de manejo de riesgos en el Caribe, proveyendo a las comunidades un sentido

de propiedad sobre su historia y ayudándolas a empoderarse de sus acciones al recuperar las decisiones de sus ancestros.

## Agradecimientos

Una primera versión de este artículo fue presentado como una ponencia invitada en el taller *Learning from social and environmental histories to develop resilient solutions for disaster risk management in Mesoamerica and the Caribbean*, el cual fue parte del congreso de las Naciones Unidas *Global Platform for Disaster Risk Reduction*. Este congreso fue efectuado del 22 al 26 de mayo de 2017 en Cancún, México. Nuestra participación recibió el apoyo económico de los organizadores del taller: Piran White, Emily Wilkinson, Henrice Altink, Jean Grugel, Julia Touza y Jasmin Godbold. Agradecemos a L. Antonio Curet y a José R. Oliver por su apoyo, facilitarnos acceso a datos, y por sus comentarios a otras versiones de este manuscrito.

## Bibliografía

- Adams, V. (2013). *Markets of Sorrow, Labors of Faith. New Orleans in the Wake of Katrina*. Duke University Press.
- Adger, W. N., S. Dessai, M. Goulden, M. Hulme, I. Lorenzoni, D. R. Nelson, L. O. Naess, J. Wolf, y A. Wreford (2009). Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change* 93(3–4): 335–354.
- Adger, W. N. y P. Mick Kelly (1999). Social Vulnerability to Climate Change and the Architecture of Entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4: 253–266.
- Álvarez Brito, A., A. Mercadet Portillo, O. Ortiz, E. Cordero, O. Hechevarría, T. Suárez, A. Escarré, A. Ajete, L. Yero, Y. Álvarez, y A. Renda (2014). El sector forestal cubano y el cambio climático. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba* 4(2): 1–11.
- Berkes, F., J. Colding, y C. Folke (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications* 10(5): 1251–1262.
- Bone, C., L. Alessa, M. Altaweel, A. Kliskey, y R. Lammers (2011). Assessing the impacts of lo-



- cal knowledge and technology on climate change vulnerability in remote communities. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8(3): 733–761.
- Cannon, T. (2015). Disasters, climate change and the significance of “culture”. En *Cultures and Disasters. Understanding cultural framings in disaster risk reduction*, F. Kruger, G. Bankoff, T. Cannon, B. Orłowski, y L. F. Schipper (eds.), pp. 88–106. Routledge, London y New York.
- Carmin, J., K. Tierney, E. Chu, L. M. Hunter, J. T. Roberts, y L. Shi (2015), *Adaptation to Climate Change*. In *Climate Change and Society. Sociological Perspectives*, R. E. Dunlap y R. J. Brulle (eds.), pp. 164–198. Oxford University Press, New York.
- Choi, B. H., S. J. Hong, y E. Pelinovsky (2006). Distribution of runup heights of the December 26, 2004 tsunami in the Indian Ocean. *Geophysical Research Letters* 33(13): 2–5.
- Clark, J. J., J. Walker, y R. Rodríguez Ramos (2003). Depositional History and Evolution of the Paso del Indio Site, Vega Baja, Puerto Rico. *Geoarchaeology: An International Journal* 18(6): 625–648.
- Conde, C., y S. O. Saldaña-Zorrilla (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo* 23(2): 23–30.
- Cooper, J. (2009). Fail to Prepare then Prepare to Fail: Rethinking Threat Vulnerability and Mitigation in the Precolumbian Caribbean: 91–114.
- Cooper, J., y M. Peros (2010). The archaeology of climate change in the Caribbean. *Journal of Archaeological Science* 37(6): 1226–1232.
- Cooper, J., y P. Sheets (eds.) (2012). *Surviving Sudden Environmental Change*. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Cretney, R. (2014). Resilience for whom? Emerging critical geographies of socio-ecological resilience. *Geography Compass* 8(9): 627–640.
- Curet, L. A. (2010). The Archaeological Project of the Ceremonial Center of Tibes. En *Tibes: People, Power and Ritual at the Center of the Cosmos*, L. A. Curet y L.M. Stringer (eds.), pp. 38–59. Tuscaloosa.
- Curet, L. A., W. J. Pestle, L. Stinger, y D. Green (2013). Evidence of Major Flood Event in Southern Puerto Rico: The Case of the Ceremonial Center of Tibes. *Actas del 25to Congreso Internacional de Arqueología del Caribe*: 994–962.
- Curtis, J. H., y D. A. Hodell (1993). An isotopic and trace element study of ostracods from Lake Miragoane, Haiti: a 10,500 year record of paleosalinity and paleotemperature change in the Caribbean. En *Climate change in continental isotopic records*, P. K. Swart, K.C. Lohmann, J. McKenzie, y S. Savin (eds.), pp. 135–152. American Geophysical Union, Washington, DC.
- Davoudi, S. (2012). Resilience: A bridging concept or a dead end? *Planning Theory and Practice* 13(2): 299–307.
- Delgado, L. E., M. Torres-Gómez, A. Tironi-Silva, y V. Hernán Marín (2015). Estrategia de adaptación local al cambio climático para el acceso equitativo al agua en zonas rurales de Chile. *América Latina Hoy* 69: 113–137.
- Donnelly, J. P. y J. D. Woodruff (2007). Intense hurricane activity over the past 5,000 years controlled by El Niño and the West African monsoon. *Nature* 447(7143): 465–468.
- Engel, M., H. Brückner, V. Wennrich, A. Scheffers, D. Kelletat, A. Vött, F. Schäbitz, G. Daut, T. Willershäuser, y S. M. May (2010). Coastal stratigraphies of eastern Bonaire (Netherlands Antilles): New insights into the palaeotsunami history of the southern Caribbean. *Sedimentary Geology* 231(1–2): 14–30.
- Faas, A.J., y R. E. Barrios (2015). Applied Anthropology of Risk, Hazards, and Disasters. *Human Organization* 74(4): 287–295.
- Gibbs, L., J. Brockhoff, C. Health, W. Program, P. O Connor, y C. Macdougall (2013). Research with, by, for and about Children: lessons from disaster contexts. *Global Studies of Childhood* 3(2): 129–141.
- Hodell, D. A., J. H. Curtis, G.A. Jones, A. Higuera-Gundy, M. Brenner, M. Binford, y K. T. Dorsey (1991). Reconstruction of Caribbean climate change over the past 10,500 years. *Nature* 352: 790–793.
- IPCC (2014). *The IPCC’s Fifth Assessment Report What’s in it for Small Island Developing. Climate and Development Knowledge Network*.
- Leonard, S., M. Parsons, K. Olawsky, y F. Kofod (2013). The role of culture and traditional

- knowledge in climate change adaptation: Insights from East Kimberley, Australia. *Global Environmental Change* 23(3): 623–632.
- Ludwin, R. S., R. Dennis, D. Carver, a. D. McMillan, R. Losey, J. Clague, C. Jonientz-Trisler, J. Bowe chop, J. Wray, y K. James (2005). Dating the 1700 Cascadia Earthquake: Great Coastal Earthquakes in Native Stories. *Seismological Research Letters* 76(2): 140–148.
- Maglianesi, S. M. A., y R. G. Jones (2016). Efecto del cambio climático sobre las interacciones planta-animal y sus consecuencias sobre los ecosistemas. *Biocenosis* 30(1–2): 70–79.
- McGranahan, G., D. Balk, y B. Anderson (2007). The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization* 19(1): 17–37.
- McNeeley, S. M., T. L. Even, J. B. M. Gioia, C. N. Knapp, y T. A. Beeton (2015). Expanding vulnerability assessment for public lands: The social complement to ecological approaches. *Climate Risk Management* 16: 106–119.
- Melillo, J. M., T. (T.C) Richmond, y G. W. Yohe (eds.) (2014). *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.
- Mercado-Irizarry, A. y P. Liu (eds.) (2006). *Caribbean Tsunami Hazard. Proceedings of the NSF Caribbean Tsunami Workshop*. World Scientific, Singapore.
- Morton, R. A., B. M. Richmond, B. E. Jaffe, y G. Gelfenbaum (2008). Coarse-Clast Ridge Complexes of the Caribbean: A Preliminary Basis for Distinguishing Tsunami and Storm-Wave Origins. *Journal of Sedimentary Research* 78(9): 624–637.
- Morton, R. A, B. M Richmond, B. E Jaffe, y Guy Gelfenbaum (2006). Reconnaissance Investigation of Caribbean Extreme Wave Deposits – Preliminary Observations, Interpretations, and Research Directions. *USGS, Open-File Report, 41 p.:* 1–41.
- Moya, J. (1999). *Stratigraphical and morphologic evidence of tsunami in northwestern Puerto Rico*. Mayaguez, Puerto Rico.
- Oliver, J. R. (2009). *Caciques and Cemi Idols. The Web Spun by Taíno Rulers Between Hispaniola and Puerto Rico*. University of Alabama Press, Tuscaloosa.
- Oliver, J. R., y J. Rivera Fontán (2004). *Informe Técnico: Reconocimiento Intensivo del Sitio Arqueológico “Los Bateyes de Viví” (U-1)*. Bo. Viví Arriba, Utuado. San Juan, Puerto Rico.
- (2005). *Informe Técnico: Reconocimiento Intensivo del Sitio Arqueológico. Trabajos adicionales en “Los Bateyes de Viví” (U-1)*, Bo. Viví Arriba, Temporada de 2005. *Technical Report submitted to the State Historic Preservation Office of Puerto Rico*. San Juan, Puerto Rico.
- (2006). *Bateyes de Viví (U-1) Utuado, Puerto Rico: Archaeological Documentation for its inclusion in the National Register of Historic Sites*. San Juan, Puerto Rico.
- Peloquin, C. y F. Berkes (2009). Local Knowledge, Subsistence Harvests, and Social–Ecological Complexity in James Bay. *Human Ecology* 37(5): 533–545.
- Perry, R. W. (2007). What Is a Disaster? In *Handbook of Disaster Research*, pp. 1–15.
- Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC) (2013). *Puerto Rico’s State of the Climate 2010-2013: Assessing Puerto Rico’s Social-Ecological Vulnerabilities in a Changing Climate*. San Juan, Puerto Rico.
- Rappaport, R. (1979). On Cognized Models. In *Ecology, Meaning, and Religion*. North Atlantic Books, Richmond, CA.
- Reyes-García, V. (2007). El conocimiento tradicional para la resolución de problemas ecológicos contemporáneos. *Papeles* 100: 109–116.
- (2009). Conocimiento ecológico tradicional para la conservación: dinámicas y conflictos. *Papeles* 107: 39–55.
- Rivera-Collazo, I. C., C. Rodríguez-Franco, y J. J. Garay-Vázquez (2017). A Deep-Time Socioecosystem Framework to Understand Social Vulnerability on a Tropical Island. *Environmental Archaeology*: 1–12.
- Rivera-Collazo, I., A. Winter, D. Scholz, A. Mangini, T. Miller, Y. Kushnir, y D. Black (2015). Human adaptation strategies to abrupt climate change in Puerto Rico ca. 3.5 ka. *The Holocene* 25(4): 627–640.
- Rosen, A. M. e I. Rivera-Collazo (2012). Climate change, adaptive cycles, and the persistence of

- foraging economies during the late Pleistocene/Holocene transition in the Levant. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(10): 3640–5.
- Scheffers, A., y D. Kelleter (2003). Sedimentologic and geomorphologic tsunami imprints worldwide - A review. *Earth-Science Reviews* 63(1–2): 83–92.
- Scheffers, A. (2004). Tsunami imprints on the Leeward Netherlands Antilles (Aruba, Curacao, Bonaire) and their relation to other coastal problems. *Quaternary International* 120: 163–172.
- Scheffers, S., J. Havisser, T. Browne, y A. Scheffers (2009). Tsunamis, hurricanes, the demise of coral reefs and shifts in prehistoric human populations in the Caribbean. *Quaternary International* 195(1–2): 69–87.
- Smit, B., y J. Wandel (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3): 282–292.
- Synolakis, C. E., y L. Kong (2006). Runup measurements of the December 2004 Indian Ocean tsunami. *Earthquake Spectra* 22(SUPPL. 3): 67–91.
- Torrence, R. (2002). What makes a disaster? A long-term view of volcanic eruptions and human responses in Papua New Guinea. En *Natural Disasters and Cultural Change*, R. Torrence y J. Grattan (eds.), pp. 292–312. Routledge, London y New York.
- Toscana Aparicio, A. y V. Valdez Pérez (2015). Propuestas teóricas y metodológicas para descubrir riesgos y desastres desde las Ciencias Sociales. *Revista Científica Guillermo de Ockham* 13(1): 37–50.
- Xu, L., D. Marinova, y X. Guo (2015). Resilience thinking: a renewed system approach for sustainability science. *Sustainability Science* 10(1): 123–138.

Recibido: 29 de junio de 2017.

Aceptado: 24 de julio de 2017.