

UNIENDO INGENIERÍA Y ECOLOGÍA: LA PROTECCIÓN COSTERA BASADA EN ECOSISTEMAS

Borja G. Reguero^{1,2}, Michael W. Beck², Iñigo J. Losada³, Siddharth Narayan⁴, Bregje van Wesenbeeck⁵, Kelly A. Burks-Copes⁶, Nigel Pontee⁷

(1) *Institute of Marine Sciences, University of California, Santa Cruz, CA, US, borja_reguero@tnc.org*

(2) *The Nature Conservancy*

(3) *Environmental Hydraulics Institute, University of Cantabria, Spain*

(4) *National Center for Ecological Analysis and Synthesis (NCEAS), University of California, Santa Barbara, CA, US*

(5) *Deltares, Marine and Coastal Systems, Ecosystem Analysis and Assessment, The Netherlands*

(6) *US Army of Engineers, Research and Development Center, US*

(7) *CH2M HILL, Halcrow, UK*

INTRODUCCIÓN

Globalmente, los temporales costeros amenazan cientos de millones de personas e infraestructura, con importantes impactos económicos (e.g., McGranahan et al., 2007). Se prevé que los riesgos costeros aumenten en las próximas décadas asociados a amenazas crecientes, como la subida del nivel del mar, desarrollo costero y concentración demográfica en las zonas costeras (Woodruff et al. 2013). Por otro lado, los ecosistemas costeros proporcionan protección además de múltiples servicios adicionales (e.g., Barbier, 2007). Por ejemplo, en los Estados Unidos, se ha estimado que los humedales costeros proporcionan aproximadamente US\$23.2 billones por año en protección frente a tormentas. No obstante, la protección costera ha estado tradicionalmente dirigida a la construcción de estructuras rígidas como diques, espigones y muros, que en muchas ocasiones provocan efectos negativos en los ecosistemas y en la costa adyacente, además de ser difíciles de retirar una vez completada su vida útil (Martin et al., 2005).

Por este motivo, existe actualmente un creciente interés en soluciones basadas en principios de la ingeniería ecológica que utilizan, asemejan o recurren a elementos naturales, como sistemas dunares, arrecifes o humedales, para proporcionar defensa costera además de su servicio como hábitat (e.g., Chapman and Underwood, 2011; Scyphers et al., 2011; Borsje et al. 2011). Este tipo de soluciones basadas en ecosistemas (*Nature-based Defenses*; NbDs), cada vez juega un lugar más importante en la reducción de riesgos, la adaptación ante cambio climático y es respaldada por una experiencia y conocimiento creciente (Spalding et al., 2014; Temmerman et al., 2013).

No obstante, debido principalmente a la interdisciplinaridad intrínseca requerida para el diseño de este tipo de defensas, no existen todavía guías claras para el diseño, implementación y gestión de este tipo de infraestructura natural.

EVIDENCIAS TÉCNICAS Y COSTO-EFICIENCIA

El interés creciente por defensas basadas en ecosistemas también viene reforzado por evidencias prácticas en distintos lugares del mundo así como por estudios que demuestran su costo-eficiencia comparado con medidas estructurales (e.g., Reguero et al., 2014). Además de proporcionar una visión sucinta de tales evidencias, se presentará un portal web que recoge experiencias internacionales a ese respecto.

También se presentarán brevemente, otros esfuerzos y experiencias de *The Nature Conservancy* relacionadas con esta línea de trabajo y encaminadas a aumentar la resiliencia costera, la reducción de riesgos y favorecer un desarrollo sostenible de las zonas costeras. Por ejemplo, se mostrará como el rediseño de arrecifes de coral para la reducción de riesgos y la adaptación climática pueden reforzar e informar el cambio de paradigma que se está viviendo.

HACIA UN MARCO DE DISEÑO Y PARA LA TOMA DE DECISIONES

En este contexto, dentro del programa SNAP (Science for Nature And People), un grupo de trabajo internacional y multidisciplinar entre la ingeniería, la economía, la ecología y las políticas, está intentando determinar dónde y bajo qué condiciones las soluciones basadas

en ecosistemas son más indicadas y eficientes para la protección costera (www.snap.is/groups/coastal-defenses).

Una de los principales objetos de trabajo del grupo es recoger experiencias y evidencias prácticas que demuestran su eficacia en proyectos reales, determinar qué factores influyen en su éxito, así como las oportunidades que se presentan para su implementación en aras de un desarrollo costero más sostenible.

En particular en términos de ingeniería costera, se está haciendo una revisión de los principales marcos de diseño actuales que consideran NbDs como “Building with Nature”, “Engineering with Nature” y otras referencias tradicionales el “Coastal Engineering Manual” para ver sus compatibilidades y sus puntos de entrada para las particularidades de este tipo de defensas. Algunas de las cuestiones principales a resolver en este aspecto son:

1. Establecer si se puede establecer un paralelismo con enfoques tradicionales de ingeniería para su diseño y evaluación
2. Desarrollar una metodología para diseñar NbD usando principios de ingeniería
3. Establecer qué papel pueden jugar en la reducción de riesgos y la adaptación climática
4. Qué necesidades de investigación y conocimiento existen, así como cuales son las barreras de entrada para permitir su uso e integración en el desarrollo costero.

Igualmente, factores como la escala de los procesos costeros, las condiciones de fallo funcional o estructural, o la escala temporal de diseño son críticos para establecer un paralelismo con otras defensas más convencionales. Estos factores tienen que ser determinados considerando las particularidades ecológicas y funcionales de los ecosistemas costeros.

El marco planteado no sólo deberá abordar estas cuestiones sino, además, deberá establecer también un marco de decisiones para ayude a informar la gestión costera. Factores como el nivel de riesgo presente y futuro, el estado del hábitat y sus amenazas, potenciales cambios futuros, o su eficacia técnica en la protección son determinantes para ser considerados en la gestión costera a la hora de la toma de decisiones sobre la utilización e implementación de estas defensas costeras.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo al trabajo del programa SNAP (www.snap.is), la participación de todos los expertos involucrados en el grupo de trabajo de SNAP sobre defensas costeras así como al comité de expertos de apoyo, The Nature Conservancy, el National Center for Ecological Analysis and Synthesis y The Wildlife Conservation.

REFERENCIAS

- McGranahan G., D. Balk, and B. Anderson 2007: The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, 19, 17-37. Doi: 10.1177/0956247807076960
- Barbier, Edward B. (2007). Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic Policy*, 22(49), 177–229. doi: DOI: 10.1111/j.1468-0327.2007.00174.x
- Borsje, Bas W., Bregje K. van Wesenbeeck, Frank Dekker, Peter Paalvast, Tjeerd J. Bouma, Marieke M. van Katwijk, and Mindert B. de Vries. 2011. “How Ecological Engineering Can Serve in Coastal Protection.” *Ecological Engineering* 37 (2): 113–122. doi:10.1016/j.ecoleng.2010.11.027
- Chapman, M.G., & Underwood, A.J. (2011). Evaluation of ecological engineering of “armoured” shorelines to improve their value as habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400, 302-313. doi: 10.1016/j.jembe.2011.02.025
- Martin, Daniel, Bertasi, Fabio, Colangelo, Marina a., de Vries, Mindert, Frost, Matthew, Hawkins, Stephen J., Ceccherelli, Victor U. (2005). Ecological impact of coastal defence structures on sediment and mobile fauna: Evaluating and forecasting consequences of unavoidable modifications of native habitats. *Coastal Engineering*, 52, 1027-1051. doi: 10.1016/j.coastaleng.2005.09.006
- Spalding, Mark D., Anna L. McIvor, Michael W. Beck, Evamaria W. Koch, Iris Möller, Denise J. Reed, Pamela Rubinoff, et al. 2014. “Coastal Ecosystems: A Critical Element of Risk Reduction.” *Conservation Letters* 7 (3): 293–301. doi:10.1111/conl.12074
- Reguero, B.G., D.N. Bresch, M. Beck, J. Calil and I. Meliane 2014 Coastal risks, Nature Based Defenses and the Economics of Climate Adaptation: an application in the Gulf Coast of USA. *International Conference in Coastal Engineering*, Korea, 2014
- Temmerman, Stijn, Patrick Meire, Tjeerd J Bouma, Peter M J Herman, Tom Ysebaert, and Huib J De Vriend. 2013. “Ecosystem-Based Coastal Defence in the Face of Global Change.” *Nature* 504 (7478) (December 5): 79–83. doi:10.1038/nature12859.
- Woodruff, Jonathan D, Jennifer L Irish, and Suzana J Camargo. 2013. “Coastal Flooding by Tropical Cyclones and Sea-Level Rise.” doi:10.1038/nature12855.