Proyecto ICARIA: Mejora de la resiliencia climática de infraestructuras críticas

de la Cruz, A.[a]; Russo, B.[b] ,Veza, E. [c] , Romero, A.[c]

[a] AQUATEC Proyectos para el sector del agua S.A., Unidad de resiliencia y cambio climático (Passeig de la Zona Franca, 46-48, 08038 Barcelona, España, alex.cruz@aquatec.es),
[b] Institut de Recerca Flumen, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC-BarcelonaTech), (Carrer Jordi Girona 1-3, 08034 Barcelona, España, beniamino.russo@upc.edu)
[c] Àrea Metropolitana de Barcelona AMB (Edifici A, Carrer Número 62, 16, 08040 Barcelona, España, eveza@amb.cat, aromero@amb.cat)

Agua y ciudad (Línea Temática C) | Adaptación al cambio climático (Línea temática propuesta)

RESUMEN

ICARIA: motivación, objetivos, metodología e innovación

El número de desastres relacionados con el clima ha aumentado progresivamente a lo largo de las últimas dos décadas y esta tendencia podría exacerbarse drásticamente en los horizontes de mediano y largo plazo según las últimas proyecciones del VI informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2023). Se estima que entre los años 2000 y 2019 han ocurrido unos 7.348 desastres naturales relacionados con peligros climáticos en todo el mundo, causando pérdidas por valor de 2,97 billones de dólares y afectando a 4.000 millones de personas (UNDRR 2020). En este marco, a través de un equipo multidisciplinario con una sólida experiencia adquirida en proyectos recientes, el proyecto europeo ICARIA (Improving Climate Resilience of Critical Assets) tiene como objetivo promover la modelización avanzada a escala de infraestructuras para lograr una mejor comprensión de los impactos tangibles directos e indirectos causados por eventos meteorológicos extremos complejos, como los eventos concomitantes o combinados ("compound events" en la literatura anglosajona). También se contemplarán los efectos en cascada, o sea la propagación de los impactos desde unos activos potencialmente afectados sobre otros servicios estratégicos. Así mismo, se trabajará en el desarrollo de soluciones de adaptación adecuadas, sostenibles y económicamente viables.

ICARIA centra el foco de su estudio en una evaluación exhaustiva del riesgo generado por los efectos de eventos climáticos extremos sobre infraestructuras estratégicas a escala regional con el objetivo de evaluar su capacidad resiliente frente a escenarios actuales y futuros.

Las actividades del proyecto se centrarán en tres casos de estudio correspondientes a tres regiones europeas con distintas localizaciones, características climáticas y morfológicas, así como diferente vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos de varios tipos. Dos de los tres casos de estudio, el Área Metropolitana de Barcelona y el archipiélago de la región del Egeo Meridional, están situados en la zona costera del Mediterráneo y se enfrentan a fenómenos meteorológicos cada vez más extremos (inundaciones pluviales y costeras, olas de calor, sequías e incendios forestales) con consecuencias cada vez más críticas como demuestran diversos episodios recientes con dramáticas consecuencias socioeconómicos y ambientales. La tercera región es la Región de Salzburgo, situada en Austria que representa un área situada en el propio corazón de Europa con consecuencias críticas y directas del cambio climático (derretimiento de glaciares, incremento de las temperaturas, disminución de las precipitaciones y olas de calor) que impactan directamente en los activos de producción de energía (infraestructuras extremadamente críticas) y otros sectores importantes.

 ISBN: XXX-XX-XXXXX-XX-X

La metodología para el análisis de riesgos se basará en el modelo conceptual (ver ecuación 1) en el que se define el riesgo como el producto de un cierto peligro por la vulnerabilidad del receptor de este mismo peligro. A su turno, la vulnerabilidad corresponde al producto de la exposición y la sensibilidad del receptor (Crichton 1999 and Turner et al. 2003).

$$Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad = Peligro * (Exposición * Sensibilidad) \quad (1)$$

A grandes rasgos, los principales aspectos en los que el proyecto ICARIA pretende extender el marco de cocimiento más allá del actual "estado del arte son los siguientes:

- En primer lugar, se centrará en los estudios de eventos extremos combinados, tanto estudiando las condiciones en las que ocurren como los impactos que generan por sí mismos y los efectos en cascada asociados. Dentro de los eventos combinados se evaluará de forma separada aquellos eventos en los que distintos peligros climáticos ocurren de forma simultánea (eventos combinados coincidentes) de los eventos en que la ocurrencia es consecutiva (eventos combinados consecutivos). Esta investigación incluirá un análisis de la probabilidad de ocurrencia conjunta de los eventos combinados coincidentes, y de las relaciones causa-efecto en los eventos combinados consecutivos.
- Por otro lado, se generarán nuevos métodos y herramientas para la evaluación de la peligrosidad y el riesgo asociados a dichos eventos. Como se ha mencionado, se desarrollarán modelos multi-riesgo para determinar la peligrosidad a nivel de activos estratégicos y evaluar los impactos directos e indirectos a escala regional.
- El proyecto ICARIA evaluará también la resiliencia climática de las regiones a nivel más holístico con herramientas que evalúan la respuesta de los diferentes sectores estratégicos en casos de crisis climáticas asociadas a eventos extremos como inundaciones pluviales y costeras, sequías, incendios y olas de calor
- Medidas de adaptación sostenibles y replicables en el tiempo serán propuestas en cada caso de estudio con la ayuda de los actores locales en un proceso de co-diseño y co-participación en todo el proceso de concienciación y gestión de los riesgos climáticos de interés.

Siguiendo el exitoso precedente establecido por otros proyectos de la UE, el proyecto ICARIA creará comunidades locales de profesionales (CoP, Communities of Practices por sus siglas en inglés) que durante todo el proyecto participarán en la definición del contexto actual y de los escenarios climáticos futuros. En la fase de generación de escenarios, se modelizarán los peligros climáticos de interés en cada región y evaluarán los impactos sobre las infraestructuras estratégicas que por datos históricos o por posibles afecciones futuras, podrían tener unas consecuencias socio-económicas relevantes para las regiones del proyecto. Estas CoP involucrarán a toda una serie de actores relevantes, no limitada al consorcio del proyecto, expertos científicos y académicos, administraciones locales y regionales, y empresas públicas y privadas gestoras de infraestructuras y servicios.

El consorcio ICARIA está compuesto por 15 socios ubicados en 6 países de la UE. AQUATEC y CETAQUA comparten la coordinación del proyecto con el apoyo de otros centros tecnológicos, universidades y empresas públicas y privadas con largo recorrido en la gestión de la resiliencia climática. Finalmente, el consorcio cuenta con la implicación de las autoridades regionales como responsables últimos de la gestión del riesgo asociadas a sus activos estratégicos.

Con el fin de mejorar la difusión y la replicabilidad de los resultados del proyecto ICARIA, otras siete regiones seguirán de cerca el proyecto participando en toda una serie de workshops y talleres y serán las primeras candidatas para la implementación del "modelo ICARIA" más allá del proyecto.

Área Metropolitana de Barcelona: caso de estudio

El Área Metropolitana de Barcelona (AMB) es la mayor conurbación de Cataluña, formada por 36 municipios que cubre 636 km2. Con más de más de 3,3 millones de habitantes y una densidad de 5093 hab/km^2 representa un espacio

geográfico, social, demográfico, económico y cultural que se ha ido creando durante el último siglo como resultado del crecimiento y la conexión entre los diferentes sistemas urbanos alrededor de la ciudad de Barcelona. Es la mayor aglomeración metropolitana del Mediterráneo occidental núcleo de la actividad económica de Cataluña que concentra el 50,9 % de la producción (PIB). En este marco, resulta evidente la atención a los riesgos climáticos necesaria en una región con una extraordinaria densidad en términos de población, activos, servicios estratégicos e infraestructuras críticas.

En 2016, a raíz del resultado del Acuerdo de París, la autoridad del AMB tomó la iniciativa de elaborar el Plan Clima y Energía 2030. Este plan constata que el cambio climático en la región continuará evolucionando a lo largo del siglo 21 y, por esta razón, lo define como una de las grandes amenazas y reto para la región. Según los datos de este Plan, esta evolución conllevará temperaturas más altas (superación del aumento de temperatura de 2ºC en la región a final de siglo), concretamente des de 1986 hasta la actualidad se han contabilizado 10 olas de calor en el territorio metropolitano, de manera que cada 4 años se produce un episodio de temperaturas extremas concentrándose las 7 últimas en el período 2007-2022 aumentando la periodicidad a una ola de calor cada 2 años (AMB 2018). Todo ello sumado a precipitaciones medias anuales más bajas y fenómenos meteorológicos extremos más intensos y con mayores impactos. Esta previsión coincide plenamente con multitud de otros informes e investigaciones entre los cuales destacan las previsiones muy detalladas proporcionadas por el proyecto RESCCUE y recogidas en el Pla Clima de Barcelona (Russo et al. 2020 y Ajuntament de Barcelona 2018).

De entre los distintos riesgos climáticos que afectan el AMB, las inundaciones causadas tanto por lluvias torrenciales como por temporales marítimos suponen unos de los principales riesgos para esta región. Aunque la ocurrencia y los impactos de tales peligros han sido ampliamente cubiertos, pocos estudios han considerado los impactos de eventos en los que ambos peligros ocurran de forma combinada (ya sea simultanea o consecutiva). Eventos de estas características, tal y como se constató durante la tormenta Gloria de 2020, se traducen en importantes pérdidas económicas, ambientales y humanas (Sanuy et al 2021). En este contexto, el proyecto ICARIA analizará la ocurrencia y características de los eventos extremos combinados históricos ocurridos en la región del área metropolitana de Barcelona como paradigma de la zona costera del Mediterráneo Noroccidental, y evaluará los impactos relativos a escenarios futuros según diferentes modelos climáticos y proyecciones regionalizadas. Dadas estas consideraciones, el proyecto ICARIA toma las inundaciones pluviales y los temporales marítimos y su ocurrencia combinada como los principales peligros climáticos para el caso de estudio del territorio de la AMB a estudiar en la primera fase del proyecto.

Más allá de estos peligros, las características climatológicas de la zona geográfica donde se encuentra la AMB implican otra serie de amenazas cuyos impactos e intensidad azotan con una cierta recurrencia la región y cuya frecuencia, según diferentes estudios recientes (AMB 2018 y Forero-Ortiz et al. 2020), se estima al alza para las próximas décadas y distinta afectación en el caso de las olas de calor diurna y nocturna en los municipios con influencia litoral o de interior, según estudio *"Evolució projectada de diferents índex de calor a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, 2018"* debido a los efectos del cambio climático. Entre estos peligros climáticos, el proyecto se centrará, durante la segunda fase del proyecto, en las olas de calor, las sequías y los incendios forestales cuyos riesgos asociados destacan como los impactos con efectos potencialmente más importantes sobre los recursos y las infraestructuras críticas de la AMB.

El diagrama a continuación presenta un mapa conceptual para el análisis de riesgos asociados a los escenarios de inundaciones pluviales e inundaciones marítimas. Dichos riesgos serán evaluados en los llamados "Trials", una fase del proyecto en la que se dispondrá de una cantidad óptima de datos y de métodos para el análisis de riesgos e impactos. Por otro lado, en una segunda fase denominada "Mini-Trials", se replicarán los métodos empleados en los "Trials" de otras regiones para la evaluación de riesgos a asociadas a olas de calor, sequia e incendios. En estos casos se contará con una menor disponibilidad de recursos y herramienta de simulación y evaluación de daños.

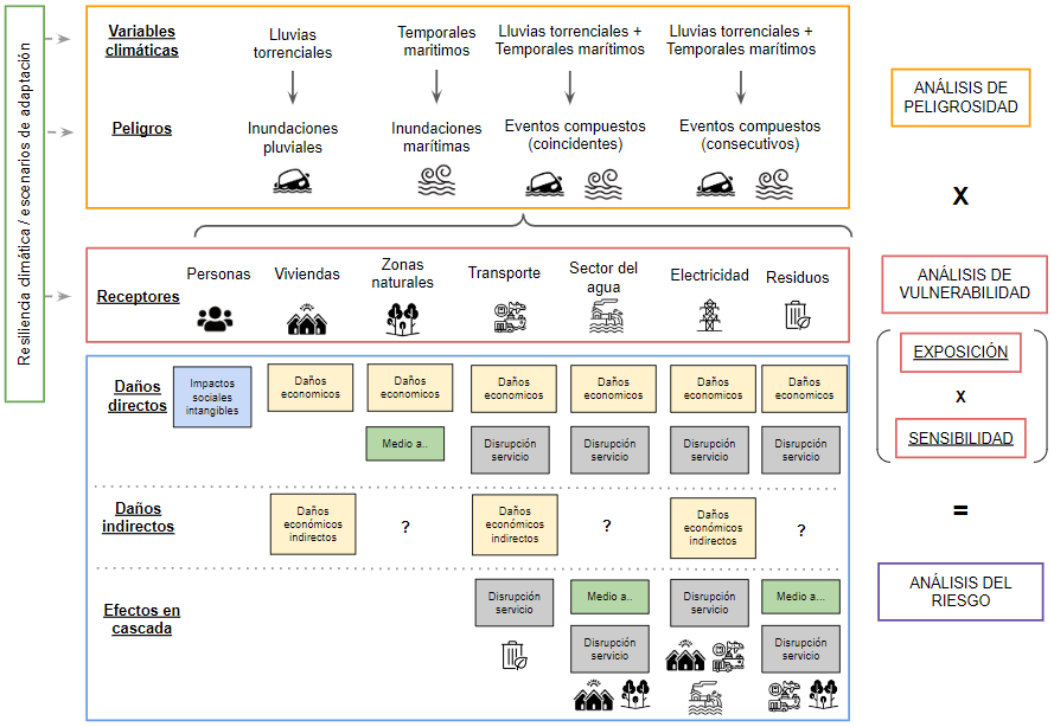

Figura 1 | Mapa conceptual de los escenarios contemplados en los Trials del caso de estudio de la Área Metropolitana de Barcelona

AGRADECIMIENTOS

El proyecto ICARIA está financiado por fondos del programa de investigación e innovación Horizon Europe de la Unión Europea bajo el "Grant Agreement" nº 101093806 (https://cordis.europa.eu/project/id/101093806)

REFERENCIAS

Ajuntament de Barcelona. 2018. *Pla Clima 2018-2030*. Barcelona, España.

Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). 2018. Evolució projectada de diferents índex de calor a l'àrea metropolitana de Barcelona. Barcelona, España.

Crichton, D. (1999). The risk triangle. *Natural disaster management*, *102*(3), 102-103.

Forero-Ortiz, E., Martínez-Gomariz, E., & Monjo, R. 2020. Climate Change Implications for Water Availability: A Case Study of Barcelona City. *Sustainability*, *12*(5), 1779.

IPCC, 2023. *Sixth Assessment Report Summary*. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.

Russo, B., Velasco, M., Locatelli, L., Sunyer, D., Yubero, D., Monjo, R., ... & Gómez, A. G. (2020). Assessment of urban flood resilience in Barcelona for current and future scenarios. The RESCCUE project. *Sustainability*, 12(14), 5638.

Sanuy, M., Rigo, T., Jiménez, J. A., & Llasat, M. C. 2021. Classifying compound coastal storm and heavy rainfall events in the north-western Spanish Mediterranean. *Hydrology and Earth System Sciences*, 25(6), 3759-3781.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the national academy of sciences*, *100*(14), 8074-8079.

UNDRR, 2020. *The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)*. Report of the United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland.