

RESUMEN DEL PROYECTO

El cambio climático (CC) es uno de los factores de estrés ambiental más importantes. Las consecuencias ecológicas derivadas de este proceso se han estudiado de forma generalizada viendo las modificaciones medias en parámetros ambientales debido al cambio climático. Pero el cambio climático también modifica el régimen de perturbaciones de los ecosistemas, y entre ellas, los eventos climáticos extremos juegan un papel clave en la estructuración de los ecosistemas debido a sus características catastróficas. Esto inspira la creación del proyecto EXTREME-REEF.



Figura 1. Tormenta sobre el mar.

EXTREME-REEF

COMIENZO: Julio 2020.
DURACIÓN: 2 años.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de los impactos ocasionados por el CC en Áreas Marinas Protegidas (AMP) debido a la antropización del hábitat marino de interés comunitario arrecife (1170) y a la expansión del alga invasora *Caulerpa cylindracea*.

1- Investigar el efecto de eventos extremos por tormentas, mareas bajas y desecación en las comunidades biológicas de los arrecifes biogénicos de *Dendropoma* sp., su diversidad y su interacción con la eutrofización y la especie invasora *Caulerpa cylindracea*.

2- Promover acciones de conservación y uso sostenible de la biodiversidad para contribuir activamente a la mitigación y adaptación al cambio climático.

3- Asesorar para promover medidas de gestión del hábitat arrecife (1170) frente a procesos extremos.

4- Aumentar la implicación de diferentes sectores de la sociedad mediante acciones de ciencia ciudadana (sector pesquero, buceo, científico, asociaciones ciudadanas, administración local, regional y estatal, etc.)



Figura 2. De arriba abajo: Plano general arrecife biogénico de *Dendropoma*. Vista detalle de la misma especie. Vista general *Caulerpa cylindracea*.

EXPERIMENTACIÓN



Figura 3. Vista satelital extraída de Google Maps del área de Alicante con zonas de experimentación señaladas.

En la elección de las zonas de experimentación se evitaban zonas donde estaba la *Dendropoma* sp. para no perturbarla. Ambos experimentos se realizan en zonas intermareal y submareal en localizaciones con distinto grado de afección por antropización.

Se desarrollan dos experimentos en zonas de arrecife biogénico de *Dendropoma* sp. En concreto en dos playas rocosas de la ciudad de Alicante:

1. Cabo de las Huertas: Grado de antropización bajo.
2. Playa Agua Amarga: Grado de antropización alto relacionado con la proximidad a un emisario submarino de una estación depuradora de aguas residuales.



Figura 4. Zona intermareal.



Figura 5. Zona submareal.

SIMULACIÓN DE TORMENTAS

Se diseña un gradiente de tormentas o baja mar variando inversamente la frecuencia e intensidad. Para evaluar el efecto de la tormenta se eliminan organismos en proporción al grado de perturbación.

SIMULACIÓN MAREAS BAJAS

Se ponen las placas en la zona submareal para que sean colonizadas con organismos que se mimeticen con la comunidad natural. Después se extraen las placas del agua y se valora el efecto.

En ambos experimentos:

- Se muestrea la comunidad biológica y se realizan medidas de biodiversidad durante los meses posteriores.
- Se observa el efecto de estos fenómenos más la influencia de antropización por eutrofización y el efecto en la especie invasora *Caulerpa cylindracea*.

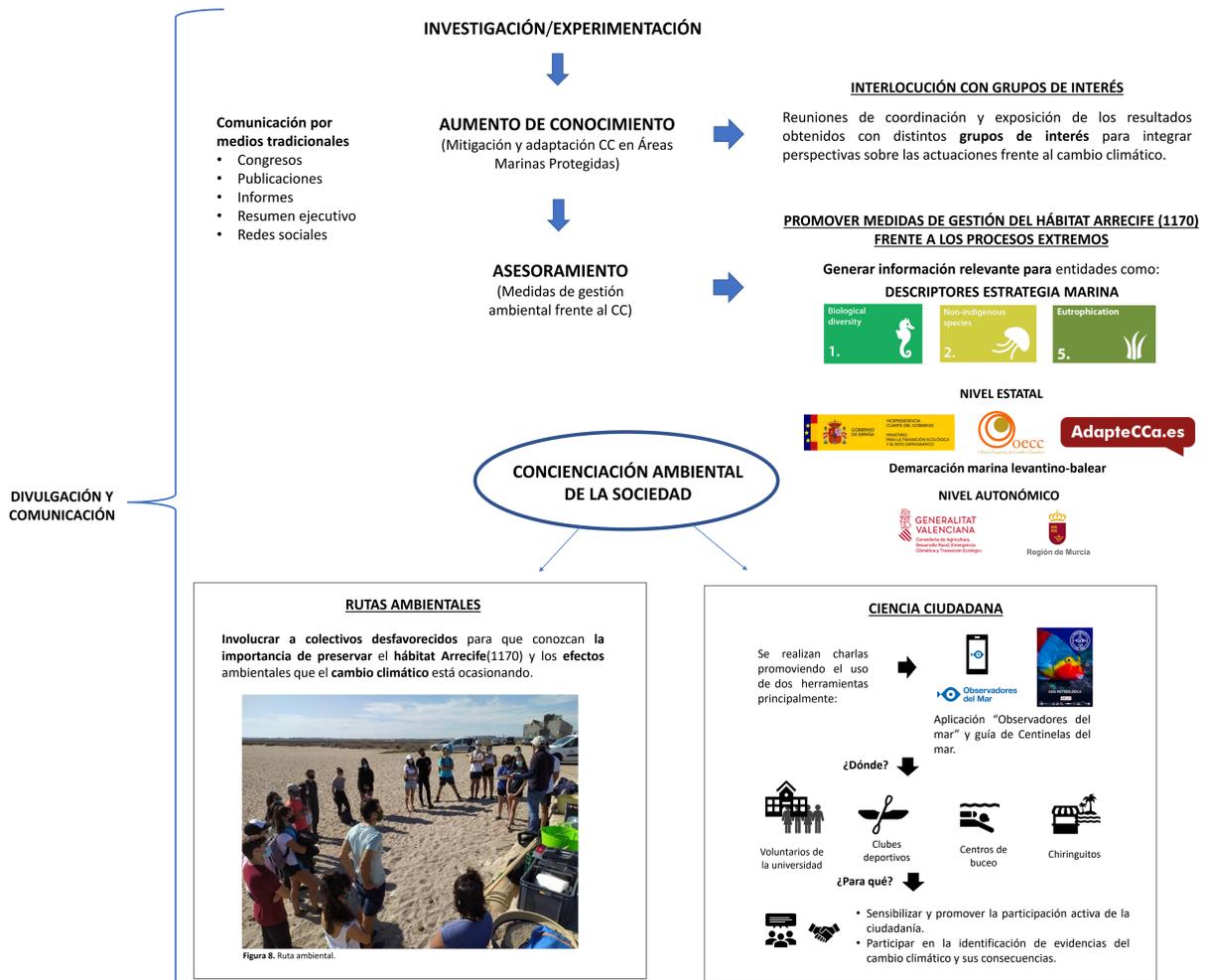


Figura 6. Vista playa Agua Amarga.



Figura 7. Vista playa Agua Amarga con proliferación de algas.

DESARROLLO



RESULTADOS PRELIMINARES

Se realizan análisis multivariante, Análisis de la Varianza Permutacional (PERMANOVA), basados en los datos de cobertura de la comunidad sésil obtenidos en el experimento, donde se mostró que:

| Tipo de tormentas | Zona poco antropizada | | Zona muy antropizada | |
|-------------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| | Intermareal | Submareal | Intermareal | Submareal |
| Leves | 0.116 | 0.014 | 0.377 | 0.212 |
| Moderadas | 0.152 | 0.07 | 0.252 | 0.481 |
| Intensas | 0.092 | 0.037 | 0.411 | 0.619 |
| Muy intensa | 0.066 | 0.0007 | 0.004 | 0.0002 |

Cuadro 1. Efecto de las tormentas en la comunidad biológica a corto plazo. Comparaciones de la estructura de la comunidad biológica [valor P de la prueba por pares del Análisis de la Varianza Permutacional (PERMANOVA)] entre el control no manipulado y cada nivel de las tormentas simuladas (gradiente de seis tormentas leves, tres tormentas moderadas, dos tormentas intensas y una tormenta muy intensa).

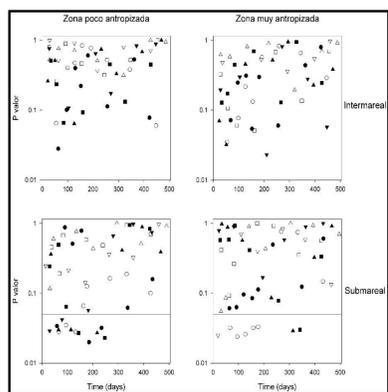


Figura 9. Efecto de las tormentas en la recuperación de la comunidad biológica (largo plazo). Comparaciones de la estructura de la comunidad biológica [valor P de la prueba por pares del Análisis de la Varianza Permutacional (PERMANOVA)] entre el control no manipulado y cada nivel de las tormentas simuladas (gradiente de 6 tormentas leves, triángulos apuntando para arriba; 3 tormentas moderadas, triángulos apuntando para abajo; dos tormentas fuertes, cuadrados; y una tormenta muy fuerte, círculos) en dos costas rocosas que sufren distintos niveles de antropización para todos los muestreos realizados después de la última perturbación simulada. Las tormentas se realizaron durante dos tiempos distintos del año (colores negro y blanco). La línea continua indica el valor P de 0.05. El eje Y está representado en escala logarítmica.

CORTO PLAZO

Basados en los resultados de la tabla 1

EFFECTOS



- Una tormenta extrema tiene un mayor efecto en la estructura de la comunidad biológica que varias tormentas de menor intensidad.
- El impacto es mayor en la zona que está sufriendo una alta presión antrópica y en la zona submareal que es un ecosistema más estable.

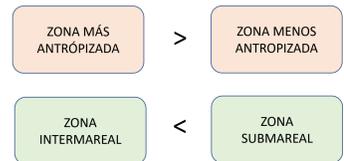
Este proyecto contribuye a aumentar el conocimiento sobre los efectos a largo y corto plazo del cambio climático en la modificación del régimen de perturbación en el hábitat arrecife y su interacción con otros factores de estrés ambiental como la eutrofización y las especies invasoras.

LARGO PLAZO

Basados en los resultados de la figura 9.

Las comunidades manipuladas tienden a parecerse a las placas no manipuladas con el tiempo.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPECIES TRAS PERTURBACIÓN



- La zona intermareal parece ser más resistente y resiliente a tormentas extremas que un ecosistema más estable como la zona submareal.
- Los resultados sugieren que los efectos de los eventos extremos en las comunidades biológicas podrían verse amplificados cuando coexisten con otras presiones antrópicas.
- La colonización por especies exóticas puede verse favorecida por cambios en las interacciones causados por perturbaciones como los eventos extremos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Jentsch A, Kreyling J, Beierkuhnlein C. A new generation of climate-change experiments: events, not trends. *Front Ecol Environ*. 2007;5(7):365–74.
- 2) Easterling DR, Meehl GA, Parmesan C, Changnon SA, Karl TR, Mearns LO. *Climate extremes: observations, modeling, and impacts*. *Science*. 2000;289(5487):2068–74.
- 3) Wernberg T, Smale DA, Thomsen MS. A decade of climate change experiments on marine organisms: procedures, patterns and problems. *Glob Chang Biol*. 2012;18(5):1491–8.
- 4) Cai W, Lengaigne M, Borlace S, Collins M, Cowan T, McPhaden MJ, et al. *More extreme swings of the South Pacific convergence zone due to greenhouse warming*. *Nature*. 2012;488(7411):365–9.
- 5) Boyd PW, Collins S, Dupont S, Fabricius K, Gattuso J, Havenhand J, et al. *Experimental strategies to assess the biological ramifications of multiple drivers of global ocean change—a review*. *Glob Chang Biol*. 2018;24(6):2239–61.
- 6) Sanz-Lázaro C. *Climate extremes can drive biological assemblages to early successional stages compared to several mild disturbances*. *Sci Rep*. 20016;6(1): 1-9.
- 7) Sanz-Lázaro C. *A Framework to Advance the Understanding of the Ecological Effects of Extreme Climate Events*. *Sustainability*. 2019;11(21):5954.
- 8) Cuadros A, García JA, Charton. *Centinelas del Mar*. Guía metodológica. 1–126 p.

Créditos imágenes: En la figura 2. 1º imagen: <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/gasteropodos/subclase-caenogastropoda/dendropoma-ilebeche/> / 2º imagen: Serge Gofas. Web: http://www.gastropods.com/4/Shell_42864.shtml / Figura 3: Google Maps.

Este trabajo contribuye a los ODS 13 y 14.



Con el apoyo de:



@bioplasticlab

@bioplasticlab

@The Bioplastic Lab