

## SINTESIS DEL PROYECTO EN EL EJE DE CAMBIO GLOBAL Y SOSTENIBILIDAD

### IMEDEA (CSIC-UIB)

El proyecto de Playa de Palma busca revitalizar una zona turísticamente madura, que se encuentra en declive, y que es clave para el desarrollo del turismo en las Islas Baleares. Por su carácter innovador se espera que el modelo de actuación constituya, además, una referencia para el resto del litoral turístico español.

En este contexto, **el IMEDEA (CSIC-UIB)** participa en el '*eje de sostenibilidad, área: Cambio Climático y Biodiversidad*'. La calidad ambiental, incluyendo la calidad de aguas y la biodiversidad, es la base para que el entorno provea de servicios adecuados, tanto a los residentes como a los turistas. Su mejora repercute directamente en la calidad de vida y por ende en el éxito de la mejora de PdP como destino turístico. Por ello, la estrategia del IMEDEA será incluir en las recomendaciones a elaborar la sostenibilidad y resiliencia del sistema ante futuros cambios de uso y clima.

Las líneas de actuación engloban: **Cambio climático en el sistema atmósfera-oceano (nodo transversal)**. Integra: aspectos atmosféricos y meteorológicos, nivel del mar. **Calidad de aguas marinas y continentales**. Integra: calidad de aguas, contaminación y fuentes de contaminación, contaminación en sedimentos, contaminación en aguas subterráneas, corrientes a nivel de difusión contaminación, la *Posidonia* como indicador de calidad de aguas. **Biodiversidad terrestre**. Integra: Diagnóstico de especies invasoras, demografía de especies endémicas, aspectos urbanos. Relaciones con la contaminación y régimen hídrico. **Morfodinámica de la Playa de Palma**. Integra: aspectos de oleaje, corrientes, sedimentación.

Estos objetivos se enmarcan en las actuales líneas prioritarias de investigación en el contexto mundial, dada la preocupación que los efectos del cambio global -entendido como la integración de los problemas ambientales causados por hechos que tienen su origen en las actividades humanas- causan hoy en día a nivel local, europeo y mundial. El cambio global debe ser considerado como base del planteamiento de un proyecto como la reforma del sistema PdP, con un horizonte temporal de varias décadas, para poder llevar a cabo una planificación respetuosa con el medio ambiente y, al mismo tiempo, que considere su evolución temporal a fin de garantizar la sostenibilidad presente, pero también la futura.

Por otra parte, las condiciones ambientales (temperatura, viento, lluvia, insolación, etc.), si bien no determinan íntegramente el nivel de afluencia turística, sí son factores determinantes en la valoración del potencial de explotación de entornos turísticos.

El objetivo de las acciones de investigación del IMEDEA consiste, por una parte, en aumentar la capacidad de entendimiento, detección y predicción del cambio global y en proveer de la información necesaria para elaborar estrategias de prevención, mitigación y adaptación necesarias. Por otra parte, un segundo objetivo principal se refiere a la protección de la biodiversidad y a la conservación de los ecosistemas que deberían contribuir a la utilización sostenible de los recursos terrestres y marinos. El objetivo final es proveer al Consorcio PdP de la identificación de los retos claves ambientales y sus interconexiones, el modelado conceptual de las causas de estos problemas y la cuantificación de las incertidumbres en sus interrelaciones. A partir de este diagnóstico se han obtenido una serie de recomendaciones estratégicas.

En el próximo futuro se desarrollarán los programas de investigación para cubrir las lagunas de información detectadas. Los objetivos serán proporcionar conocimiento científico para la toma de decisiones; proveer de herramientas que permitan una gestión proactiva frente a escenarios futuros de cambio global y realizar recomendaciones específicas que puedan ser incorporadas en el 'plan de acción' del proyecto PdP.

### **Morfodinamica de la playa**

La Playa de Palma es una playa urbana y en base a las características y funcionamiento de las playas en un contexto similar está sometida a una gran variabilidad interanual y estacional que se traduce en un elevado grado de incertidumbre para determinar el signo de su balance sedimentario. Las escalas temporales relativas al funcionamiento de la playa son más largas que la de los escenarios y los intereses socio-económicos que pueda haber sobre ellas.

Un rápida evaluación de la evolución histórica, de la que queda por desarrollar el análisis de la variabilidad espacial pone de manifiesto que la playa emergida en condiciones naturales era mucho más estrecha y de menor superficie de la actual (19ha en 1956 vs ca. 25 ha actuales). Las propiedades texturales y de composición del sedimento muestreado no difieren de las de playas de referencia como Es Trenc. No obstante en la playa emergida se observan calibres mayores y composiciones de sedimento que apuntan a un aporte exógeno del sedimento (regeneraciones, aportes terrestres puntuales).

Se necesita del desarrollo de un estudio de detalle para disponer de una base lo suficientemente sólida de cara a plantear escenarios evolutivos. Para ello es necesario determinar la posición y variabilidad de las barras sumergidas para entender la dinámica de aportes y recesión de playa emergida en función del clima marítimo (oleaje) y por tanto realizar estimaciones de la evaluación futura frente a escenarios de cambios de estas condiciones y más en particular los efectos que los eventos extremos tendrán sobre la misma.

### **Recomendaciones estratégicas de gestión**

Se ha realizado un diagnóstico experto sobre el cual se han definido las siguientes recomendaciones al Consorcio PdP:

**Recomendaciones para estrategias de gestión frente al cambio global** Los usos que durante las últimas décadas se han desarrollado en la zona de la playa de Palma están íntimamente ligados a la climatología privilegiada de ese entorno geográfico. La optimización de las oportunidades turísticas y residenciales futuras y los mecanismos para una implementación sostenible deben necesariamente tener en cuenta la posible evolución de los parámetros atmosféricos y marinos (en particular temperatura, humedad, precipitación, nubosidad, viento, nivel del mar, oleaje) como consecuencia del cambio climático, tanto desde el punto de vista anual como estacional. El conocimiento de esos parámetros es también esencial para calcular y ayudar a minimizar, los posibles impactos sobre los diversos sectores, humanos y naturales, que confluyen en PdP.

Diagnóstico: Frente al concepto de ‘desarrollo sostenible’ que suponía un cierto equilibrio estacionario de los sistemas, el cambio global plantea un entorno en continuo proceso de cambio que exige adaptabilidad a los nuevos escenarios. El diseño actual de las infraestructuras de Playa de Palma responde a un modelo en el que no se consideraban estas variaciones, ni las incertidumbres que nos plantea el cambio global. Estrategia: La ejecución de una actuación innovadora con una perspectiva a medio-largo plazo requiere la consideración cuidadosa de los cambios esperables a escala local como consecuencia de la propia acción humana (cambio global). Con objeto de prever tanto la adaptación a dichos cambios como la mitigación de sus efectos se recomienda:

- Realizar una prospectiva, específica para la zona, de los efectos esperables como consecuencia del cambio global. Este análisis debería prestar especial importancia al cambio climático y su interacción con otros factores asociados al cambio global (como los cambios en el uso del suelo y el agua, el aumento en la urbanización, la contaminación química o las

invasiones biológicas). Además, sería conveniente considerar los posibles efectos del cambio climático sobre el potencial turístico del Sistema Playa de Palma (p. ej. desestacionalización).

- Elaborar políticas que incrementen la capacidad de adaptación y la resiliencia de dicho sistema al cambio climático, teniendo específicamente en cuenta tanto los cambios esperables como las incertidumbres existentes sobre: (1) la morfología de la playa y su interacción con las infraestructuras costeras, (2) la disponibilidad de recursos hídricos, (3) la frecuencia e intensidad de eventos extremos (olas de calor, inundaciones, sequías), (4) el desajuste en los ecosistemas nativos y su ocupación por especies exóticas, y (5) la proliferación de especies plaga asociadas a enfermedades emergentes (p.ej. garrapatas, mosquitos). Dichas políticas deberían aportar flexibilidad y capacidad de aprendizaje tanto al diseño de infraestructuras y actuaciones sobre el territorio, como a la toma de decisiones para evaluar su éxito.

**Recomendaciones para estrategias de gestión para compatibilizar los usos de Playa de Palma con la conservación de la biodiversidad y recuperación de la función de los ecosistemas costeros.** La zona de Playa de Palma es un sistema sometido a intensa presión antrópica, tanto por la explotación tradicional de la zona (uso agrícola) como tras las últimas décadas de desarrollo urbanístico y de infraestructuras. El resultado es un ecosistema que, manteniendo algunas de sus características singulares, refleja el resultado de procesos de recuperación/colonización y procesos degradativos. Existe un conocimiento muy precario sobre la diversidad de la zona, sobre los patrones de distribución espacial y de abundancia de las especies y sobre el riesgo que representan tanto el uso humano actual como algunas de sus consecuencias indirectas (como la entrada de contaminantes o de especies invasoras). La zona costera de Playa de Palma soporta un fuerte tráfico marítimo lo que la convierte en una zona de riesgo para la proliferación de especies de macroalgas invasoras.

Diagnóstico: Se identifica una degradación de la calidad de los ecosistemas costeros, tanto terrestres como acuáticos. Estrategia: Un modelo innovador y sostenible de la Playa de Palma debería compatibilizar el uso turístico y urbano de la zona con la conservación y recuperación de sus ecosistemas. Para ello, se recomienda:

- Evaluar sistemáticamente la biodiversidad terrestre de los diferentes sistemas naturales de PdP y desarrollar un plan integral de conservación y gestión que incluya tanto la designación de áreas protegidas como una zonación de usos y que preste particular atención a especies sensibles y protegidas.
- Desarrollar planes para la conservación o restauración de los humedales costeros basados en su potencial como áreas de conservación de la biodiversidad y como reguladores de la calidad de las aguas costeras (p. ej. retención de sedimentos, ciclado de nutrientes, inmovilización de contaminantes). Estos planes deberían ser compatibles con el resto de actividades desarrolladas en la zona (aeropuerto, turismo, usos del agua).
- Evaluar el impacto actual de las invasiones biológicas en los sistemas naturales y elaborar planes de seguimiento, control o mitigación de sus efectos.

**Recomendaciones para estrategias de gestión en el uso de los recursos hídricos adaptado a la variación futura en el recurso** Se entiende que la ‘calidad del agua’ hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas del agua en relación a una serie de estándares que se determinan según el uso que se le dé a dicha masa de agua. La percepción de que unas pocas propiedades, como la turbidez, proporcionan información sobre la calidad del agua es a menudo errónea, ya que existen múltiples contaminantes derivados de la actividad humana (e.g. exceso de nutrientes, metales pesados, contaminantes orgánicos, compuestos biológicamente activos, etc.) que, sin ser

fácilmente perceptibles, pueden producir alteraciones importantes del estado (p. ej. pérdida de biodiversidad) y funcionamiento (p.ej. productividad primaria y secundaria) de los ecosistemas, y limitar las actividades y usos humanos en la costa.

Se considera que la modificación del entorno natural por las actividades humanas es el principal factor que influye en la biodiversidad y estabilidad de los ecosistemas. Las emisiones que afectan a humedales y aguas costeras no proceden necesariamente de actividades que se encuentran en el entorno cercano de estos ecosistemas; también pueden originarse a gran distancia y transportarse a través de la atmósfera, aguas de escorrentía, aguas subterráneas (acuíferos) o corrientes costeras. Por ello, cuando se realizan estimaciones de impacto sobre la costa se deben acometer estudios que cubren áreas superiores a la franja costera estudiada.

Uno de los modos de analizar los efectos nocivos de la contaminación de las aguas es utilizar especies indicadoras. Las especies indicadoras son organismos que por sus requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual o pasado relacionado con el estudio de un ecosistema. Las praderas submarinas forman el ecosistema dominante de los fondos arenosos de poca profundidad de Baleares. La principal causa de pérdida de praderas se atribuye a perturbaciones de origen antropogénico, como la eutrofización costera, derivadas del crecimiento y desarrollo de la población humana.

Diagnóstico: La disponibilidad de recursos hídricos será, probablemente, uno de los determinantes clave de la evolución de los usos del territorio en el sistema PdP. A medio-largo plazo (20-50 años), es razonable esperar variaciones considerables en la disponibilidad y en la demanda de recursos hídricos en la zona, asociados principalmente a cambios en el clima, el uso del territorio, las expectativas de los usuarios y la propia gestión de dichos recursos. Estrategia: Para hacer frente a dichos cambios de forma proactiva y flexible, se recomienda:

- Realizar una prospectiva, específica para la zona, de la disponibilidad futura de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático y cambio en los usos del territorio, y compararla con las predicciones de cambio en la demanda y en los usos del recurso bajo los diferentes escenarios de trabajo del Proyecto PdP. Dicha prospectiva tendría como objetivo adecuar los planes del Proyecto PdP a la disponibilidad esperable de recursos hídricos, y explorar vías alternativas para la mejora de dicha disponibilidad.
- Potenciar el uso de modelos (hidrológicos-hidrogeológicos) acoplados para el acuífero y la cuenca vertiente, y la toma de datos necesarios para su implementación, con objeto de facilitar la toma informada de decisiones en la gestión de los recursos hídricos y de posibilitar el desarrollo de escenarios fiables de cambio en la disponibilidad de dichos recursos.
- Elaborar estrategias para incrementar la capacidad de adaptación del Sistema PdP ante futuras crisis en la disponibilidad de recursos hídricos, provocadas tanto por una mayor recurrencia de eventos extremos como por efectos inesperados (incertidumbres).

### **Recomendaciones para estrategias de gestión para la mejora en el diseño y la gestión de los ecosistemas urbanos y su biota**

Tradicionalmente, la conservación de la biodiversidad se ha centrado en la preservación de áreas consideradas prístinas (parques nacionales, espacios de la Red Natura 2000, etc.), elegidas por su elevado grado de naturalidad o por albergar especies amenazadas o emblemáticas. Estos lugares concentran un considerable esfuerzo de conservación y son sin duda esenciales para asegurar el mantenimiento y representación de los procesos naturales. Por desgracia, la progresiva transformación del territorio que los rodea limita cada vez más su efectividad como elemento exclusivo de conservación. Por este motivo, existe un énfasis creciente en la necesidad de asegurar la buena conservación de la matriz de áreas con diferentes usos y niveles de impacto humanos, de forma que los espacios naturales no estén insertados en una matriz hostil a la biodiversidad y espacios que se pretenden conservar.

Las zonas urbanas representan el otro extremo de este gradiente de conservación. En ellas, los usos e impactos de la acción humana sobre el territorio son máximos y conllevan, como resultado, un empobrecimiento extremo de la biota que los ocupa y una modificación extrema de los procesos físicos, químicos y biológicos (flujos hidrológicos, ciclos de nutrientes y

contaminantes, etc.) que tienen lugar en ellos o incluso de los fragmentos de hábitat natural rodeados por zonas urbanas. Las zonas urbanas representan sistemas sociales y ecológicos acoplados en los que se desarrolla una parte muy importante de la vida humana actual, por lo que existe un interés creciente en su estudio y comprensión.

Diagnóstico: Los ecosistemas urbanos tienen una importancia creciente, tanto por su efecto sobre los ecosistemas circundantes, como por ser el ambiente directo en el que el hombre desarrolla su actividad. Sin embargo, la fuerte artificialidad de su diseño y la falta de conocimiento acerca de los efectos que éste tiene sobre la biota que los ocupan, impiden optimizar su funcionamiento y gestión. Las consecuencias incluyen el desaprovechamiento de los servicios que estos ecosistemas podrían brindar (como el ciclado de nutrientes, la inmovilización de contaminantes o la mitigación de eventos climáticos extremos), la generación de interacciones conflictivas con la fauna (como la proliferación de ciertas especies) o la degradación de los ecosistemas circundantes (debida, por ejemplo, a la introducción de especies invasoras o al aislamiento y pérdida de conectividad). Estrategia: Con objeto de mejorar el diseño y gestión de los ecosistemas urbanos de la zona, sugerimos:

- Evaluar la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema urbano, así como su potencial contribución a la conservación o la degradación de los ecosistemas naturales adyacentes (peri-urbanos).
- Identificar los componentes de la biota urbana, particularmente la presencia de especies de interés (ecológico o de conservación) y especies problemáticas, y evaluar la potencial asociación de dichas especies a la presencia de estructuras o elementos específicos de gestión urbana.
- Restringir en lo posible, para el sistema PdP, la comercialización y el uso de especies invasoras que representen un riesgo importante para los ecosistemas nativos circundantes. Este objetivo requiere un trabajo preparatorio tanto de evaluación (presencia de invasoras en los ecosistemas peri-urbanos, comercialización y uso en ecosistemas urbanos) como de concienciación y co-decisión de los actores involucrados (mediante técnicas participativas).