

Informe final publicable de proyecto

Respuestas del sistema coterio La Coronilla-Barra del Chuy a modificaciones en la descarga del Canal Andreoni: bases multidimensionales para cuantificar su resiliencia

Código de proyecto ANII: FCE_3_2022_1_172521

Fecha de cierre de proyecto: 01/05/2025

JORGE ROMERO, Gabriela Trinidad (Responsable Técnico - Científico)

BAUSERO JORCIN, Sofia (Investigador)

CELENTANO CAMPODONICO, Eleonora (Investigador)

DE ÁLAVA GRANESE, Anita Inés (Investigador)

DEFEO GOROSPE, Omar (Investigador)

ELLIOTT, Michael (Investigador)

LERCARI, Diego (Investigador)

LICANDRO ERRAZOLA, Juan Andres (Investigador)

MEERHOFF DEL REY, Erika Inge (Investigador)

PITTMAN, Jeremy (Investigador)

VILLASANTE, Sebastian (Investigador)

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE CIENCIAS (Institución Proponente) \\ UNIVERSITY OF HULL \\

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA \\ UNIVERSITY OF WATERLOO \\ UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE CIENCIAS

Resumen del proyecto

Las playas arenosas constituyen los ecosistemas costeros mayormente impactados por las actividades humanas. La playa comprendida entre La Coronilla y Barra del Chuy (LCBC) en el Departamento de Rocha, es afectada por la descarga persistente de agua dulce del Canal Andreoni. Este canal, destinado a la agricultura, ha afectado los servicios ecosistémicos de soporte básico (biodiversidad), aprovisionamiento (pesca) y culturales (recreación) que provee la playa, impactando en el bienestar humano de la comunidad local. Tras un período de inactividad, recientemente se ha reiniciado el desarrollo de obras hidráulicas en la cuenca del canal, destinadas a reducir el impacto de la descarga de dicho canal en la costa (Decreto N° 229/004). Este proyecto buscó evaluar las respuestas del ecosistema costero LCBC como resultado de los cambios en el manejo hidrográfico, cuantificando su resiliencia ante la disminución de la intensidad de la descarga del Canal Andreoni. Se desarrolló un análisis de resiliencia multidimensional, evaluando los cambios en el ambiente físico, la biota, y la percepción de actores relevantes, en el marco del sistema social-ecológico costero (SES por su sigla en inglés). Se obtuvo información de campo siguiendo diseños metodológicos actuales para el análisis de impactos ecológicos (análisis de gradientes y contraste entre sitios control e impactados). También se incluyó la evaluación de las percepciones de múltiples actores para contrastar el conocimiento tradicional y el científico referidos a las potenciales mejoras socio-económicas logradas por la implementación de las obras. Los datos ambientales y faunísticos recabados en este proyecto se sumaron a aquellos derivados de una serie histórica única de 40 años generada por el Laboratorio de Ciencias del Mar (UNDECIMAR) de Facultad de Ciencias, permitiendo evaluar las respuestas del sistema ante la disminución de la descarga de agua dulce del Canal Andreoni. Los resultados han generado aportes concretos para la gestión del sitio, basados en ciencia robusta y cuantificable.

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Tierra y relacionadas con el Medio Ambiente / Ciencias Medioambientales (los aspectos sociales van en "Geografía Económica y Social" / Manejo integrado de la zona costera

Palabras clave: Resiliencia / Sistema social-ecológico / Gestión costera /

Antecedentes, problema de investigación, objetivos y justificación.

Los ecosistemas de playas de arena comprenden la mitad de las costas sin hielo del mundo y sustentan numerosos usos humanos, especialmente para la recreación y el turismo (McLachlan & Defeo 2018). La población humana se concentra cada vez más a lo largo de la costa, lo que genera presiones inevitables en las playas. Como resultado, varios agentes forzantes de origen antropogénico, de naturaleza tanto proximal como distal, afectan la capacidad de las playas para brindar recreación y alimento, proteger los medios de vida, mantener la calidad del agua y sostener una amplia diversidad como servicio ecosistémico básico. Las presiones que generan estos agentes forzantes o impulsores en las playas como SES se traducen en impactos ecológicos y socioeconómicos, ya que los cambios en los ecosistemas afectan a las comunidades humanas dependientes de dichos ecosistemas, y viceversa (Defeo & Elliott 2021). En este contexto, las playas de arena como SES engloban los subsistemas biofísico (biota y medio ambiente) y humano (aspectos económicos, culturales, éticos y sociopolíticos), que interactúan a través de relaciones de retroalimentación (Defeo et al. 2021). Estas presiones proximales y distales aumentan la probabilidad de colapsos social-ecológicos y cambios de régimen (es decir, cambios irreversibles en la función y estructura del ecosistema), lo que lleva a estados del sistema alternativo que no pueden sostener ni las funciones y servicios originales del ecosistema ni los bienes y servicios que éstos proveen a la sociedad. En este contexto, las formas en que los ecosistemas de playas arenosas responden a los impulsores del cambio no son aún bien comprendidas, ya que pocos estudios proporcionan información a largo plazo. El impacto de estas presiones en playas de arena ha sido abordado en menor medida en comparación con otros ecosistemas costeros (Nel et al. 2014, Defeo et al. 2021). En consecuencia, se requiere no solo identificar los agentes forzantes como impulsores del cambio, sino también la capacidad de resiliencia multidimensional de estos SES (McLachlan & Defeo 2018) frente a presiones de pulso o perturbación que los afectan gravemente, a punto de haber sido considerados mundialmente como ecosistemas en riesgo (Defeo et al. 2021).

Los Bañados del Este (33°48'S; 53°50'W) de Uruguay comprenden un sistema de humedales con alta biodiversidad que proporciona servicios ecosistémicos de relevancia (e.g., provisión de hábitat, alimento, zonas de reproducción y descanso de peces, anfibios, reptiles, mamíferos y aves acuáticas residentes y migratorias). Debido a su importancia ecológica, el área fue designada en 1976 como Reserva de Biosfera (200.000 ha) por UNESCO, y en 1984, tanto los Bañados del Este como la franja costera adyacente fueron categorizadas como sitio Ramsar (407.408 ha). A pesar de su estatus de conservación, el área se ha visto crecientemente amenazada por el continuo desarrollo económico, siendo utilizada para la producción intensiva de arroz en planes rotativos con la actividad ganadera. Con la finalidad de incrementar la productividad de estas tierras, se construyó el Canal Andreoni, un cauce artificial de 68 km de longitud que drena una amplia cuenca de 270.000 ha. El Canal fue diseñado en 1885 y construido durante la década de 1910 para drenar 20.000 ha. De una longitud inicial de 3 km, alcanzó 13 km en la década de 1950 y se extendió a 68 km

como resultado de las obras hidráulicas realizadas entre 1979 y 1981, que incluyeron la construcción de una serie de canales accesorios que, entre otros, drenan agua dulce acumulada en la Laguna Negra durante los períodos de lluvia. Esto llevó a expandir la superficie drenada a 95.000 ha (Dugan & Diegues 1993). Debido a su uso productivo, el caudal del Canal es muy variable, dependiendo de las precipitaciones en la cuenca y las necesidades hídricas de las arroceras (Lercari et al. 2002).

El Canal desemboca en el extremo SW de la playa La Coronilla (33°50'S; 53°27'W) - Barra del Chuy (33°40'S; 53°20'W) (playa LCBC) en el Departamento de Rocha. Esta playa se extiende por 22 km y presenta la más alta riqueza, diversidad, abundancia y biomasa de fauna bentónica de todas las playas arenosas del Uruguay (Lercari & Defeo 2006, 2015). La almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) constituye un componente clave, por ser objeto de desarrollo de una pesquería artesanal desde la década de 1960 (Ortega et al. 2012). La descarga del canal ha producido marcados cambios en los parámetros físico-químicos del agua marina (e.g., salinidad), en la hidrodinámica y morfología (e.g., disminución del ancho de playa y de la pendiente de la playa), y ha alterado los regímenes de nutrientes y contaminación (e.g., animales muertos, residuos sólidos urbanos y restos vegetales de los cultivos). También ha generado una disminución de la riqueza de especies, diversidad, abundancia, biomasa de la comunidad macrobentónica, así como de atributos poblacionales y del ciclo de vida de componentes faunísticos de dichas comunidades (e.g., talla, peso, fecundidad, abundancia, sobrevivencia, crecimiento). Como consecuencia de la pérdida de biodiversidad, la función del ecosistema arenoso se ha visto afectada, provocando la reorganización de su estructura interna que refleja un estado frágil del sistema (Jorge-Romero et al. 2019).

La descarga del Canal ha afectado a componentes claves del SES (ver revisión en Defeo et al. 2018, Jorge-Romero et al. 2019, 2022). Al respecto, los efectos negativos en la población de almeja amarilla afectaron la productividad pesquera y por tanto el bienestar de los pescadores artesanales locales, un sector vulnerable de la sociedad que basa sus medios de vida en esta actividad. Esto trajo aparejado pérdidas asociadas de identidad comunitaria y cultural, ya que éste constituye el único sitio en el país donde la especie es explotada (Defeo et al. 2018, Pittman et al. 2019). La magnitud de la erosión costera tuvo un impacto directo en la calidad de la playa, lo cual repercutió en infraestructura turística local. Hasta la expansión del Canal Andreoni en 1979-81, el balneario La Coronilla fue considerado como uno de los centros turísticos más importantes de la costa atlántica uruguaya, contando en la década de los 70s con un importante desarrollo hotelero compuesto por complejos turísticos de alta calidad. Se estima que varios miles de turistas vacacionaban cada año en esta playa (Defeo et al. 2007). En la actualidad, el número de hoteles se ha reducido drásticamente debido en buena medida a la descarga del Canal Andreoni, que afecta la calidad del sitio (Defeo et al. 2018).

En el año 2020, el Poder Ejecutivo consideró prioritaria la regulación hídrica de la zona Este de Rocha en general, y la restauración del balneario La Coronilla en particular (Presidencia 2021). En tal sentido, las obras hidráulicas que se están ejecutando en el área con el fin de disminuir la descarga del Canal Andreoni en la playa (IMPO 2019), constituyeron el punto de partida del presente proyecto, cuya fortaleza radica en un adecuado y sólido complemento de los estudios de largo plazo realizados a través de las anteriores iniciativas de UNDECIMAR. El objetivo fue evaluar las respuestas del ecosistema arenoso costero LCBC como resultado de los cambios en el manejo hidrográfico en la cuenca del Canal Andreoni, y sentar las bases para la cuantificación de la resiliencia multidimensional del SES ante la disminución de dicha perturbación.

Como hipótesis de investigación se planteó que la disminución de la intensidad de una perturbación de presión tiende a generar respuestas positivas en un SES. Esta hipótesis general fue empleada en el presente proyecto para evaluar la capacidad de respuesta del ecosistema costero LCBC frente a la disminución de la descarga del Canal Andreoni. Se propuso que esta disminución en la intensidad del impacto desencadenaría respuestas positivas en el ecosistema, traducidas en mejoras en la calidad de agua y de la playa (e.g., menor erosión, menor ingreso al sistema de residuos sólidos urbanos y restos vegetales provenientes de las arroceras) y de la fauna (incremento en abundancia, biomasa y diversidad). Asimismo, el desarrollo de las obras de ingeniería hidráulica desencadenaría una disminución en la percepción negativa imperante en la comunidad local y en los turistas, la cual se vería reflejada en cambios en las perspectivas de la calidad de vida (comunidad local) y calidad y disponibilidad de servicios ecosistémicos básicos (biodiversidad), de aprovisionamiento (pesca artesanal) y culturales (recreación y turismo).

Metodología/Diseño del estudio

Entendiendo las playas arenosas como SES (Defeo et al. 2021), la estrategia de investigación adoptada abarcó el análisis integrado del subsistema biofísico (ambiente y fauna) y del subsistema social humano (aspectos socioeconómicos). Se empleó un enfoque de métodos mixtos que incluyó cuatro componentes principales: (1) muestreos biofísicos en tres sitios con diferentes niveles de perturbación, (2) muestreos de la almeja amarilla cada 1 km a lo largo de LCBC, (3) desarrollo de un Programa de Monitoreo Participativo de la salinidad del Canal Andreoni, y (4) entrevistas estructuradas y semi-estructuradas. Este último enfoque permitió incorporar el valioso conocimiento acumulado por la comunidad local, expertos y actores clave de la región, enriqueciendo el trabajo con una comprensión más profunda del cambio en el estado del SES. De esta forma, se integró un conjunto de indicadores

ecológicos, económicos y sociales para evaluar cuantitativa y cualitativamente los cambios en el sistema.

El componente biofísico contempló la toma de datos en tres sitios ubicados a lo largo de la playa LCBC con diferente grado de perturbación (Jorge Romero et al. 2019 y citas contenidas en éste). Se muestreó bianualmente un sitio altamente impactado (desembocadura del Canal Andreoni), un sitio de impacto intermedio (a 1 km de la desembocadura), y un sitio no impactado o control (a 13 km del Canal). Las estimaciones de abundancia y biomasa de macrofauna se obtuvieron mediante muestreos sistemáticos: en cada sitio se establecieron tres transectas perpendiculares a la costa, separadas por 8 m, con unidades de muestreo cada 4 m desde la base de las dunas hasta el límite inferior de la zona de swash, determinada por la marea mínima durante el periodo de muestreo. En cada unidad se utilizó un cilindro metálico de 16 cm de diámetro y 40 cm de profundidad. Los organismos retenidos tras el tamizado (0,5 mm) se fijaron en formalina al 5% para su posterior análisis: identificación, conteo y pesaje (precisión de 0,0001 g) (Brazeiro & Defeo 1996). Las variables ambientales muestreadas en cada sitio incluyeron atributos de calidad del agua y morfodinámica de la playa. Estos resultados fueron incorporados a la base de datos de largo plazo de UNDECIMAR (disponibles desde el año 1984), con el objetivo de evaluar la resiliencia bio-socioeconómica del sistema.

La abundancia, biomasa y tamaño individual de la almeja amarilla se estimaron mediante muestreos sistemáticos realizado a lo largo de los 22 km del frente de playa arenosa de LCBC, siguiendo la metodología detallada en Defeo et al. (1992). Estos datos se adicionaron a la base de largo plazo de UNDECIMAR (disponibles desde el año 1982).

En el marco del Programa de Monitoreo Participativo de la salinidad del Canal Andreoni, se estableció una red de colaboración con actores locales (vecinos, ONGs y guardavidas), quienes fueron capacitados y provistos de refractómetros para la toma periódica de muestras en la desembocadura del Canal. Esta iniciativa resalta la importancia de la ciencia ciudadana como herramienta clave para la generación de conocimiento ambiental, el fortalecimiento de la educación científica y el involucramiento activo de la comunidad en la gestión y conservación de los ecosistemas costeros.

El componente social incluyó dos instancias de relevamiento de percepción, una al inicio y otra final del proyecto. En octubre de 2023 se realizó un taller participativo en el Centro Cultural de La Coronilla, complementado con una encuesta en línea. En abril de 2025 se realizó la segunda encuesta en línea, para recabar las percepciones referidas a los cambios en la playa de La Coronilla en el período transcurrido desde el primer taller, tomando como público objetivo únicamente a los residentes de La Coronilla y Barra del Chuy, dado que son los que están en estrecho vínculo con el área. Ambas encuestas exploraron percepciones relacionadas con el turismo local, actividades gastronómicas y hoteleras, calidad y disfrute de la playa, oportunidades laborales, calidad de vida y obras de ingeniería en la cuenca del Canal Andreoni. Se utilizaron afirmaciones tipo Likert para la evaluación de percepciones (Bryer & Speerschneider 2016). Ambas encuestas finalizaron con una pregunta abierta para recoger y documentar el relato ampliado de los entrevistados.

Resultados, análisis y discusión

El proyecto "Respuestas del sistema costero La Coronilla-Barra del Chuy a modificaciones en la descarga del Canal Andreoni: bases multidimensionales para cuantificar su resiliencia" logró un cumplimiento integral de las actividades planificadas, generando aprendizajes significativos, contribuciones novedosas y un fortalecimiento importante de vínculos institucionales y locales.

El proyecto adoptó un enfoque innovador al integrar dimensiones biofísicas y socioeconómicas dentro del marco de análisis de SES. La implementación de métodos mixtos —combinando muestreos ecológicos sistemáticos de largo plazo, ciencia ciudadana y encuestas de percepción social— permitió una aproximación holística y robusta al estudio de la resiliencia costera.

Un gran aprendizaje metodológico fue la decisión estratégica de potenciar la participación ciudadana en el monitoreo ambiental. Se aprovechó la oportunidad de desarrollar un Programa de Monitoreo Participativo, fortaleciendo el involucramiento comunitario en la medición periódica de la salinidad del Canal Andreoni. A través de esta iniciativa, actores locales (vecinos, ONGs y guardavidas) recibieron capacitación y equipamiento específico, convirtiéndose en protagonistas activos en la generación de datos ambientales. Esta acción promovió la apropiación social del conocimiento.

El proyecto logró estrechar la colaboración con actores gubernamentales clave, como la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) y la Intendencia de Rocha (IR). Estas articulaciones permitieron retroalimentar los procesos de monitoreo y gestión ambiental. Un ejemplo destacado fue la respuesta de la IR ante las inquietudes ciudadanas recogidas durante el taller de octubre de 2023, que derivó en la realización de mediciones de calidad de agua en el Canal Andreoni. Posteriormente, en marzo de 2025, la IR convocó a charlas abiertas en el Centro Cultural de La Coronilla para presentar los resultados de estos análisis e informar a la comunidad sobre el estado de avance de las obras hidráulicas en la cuenca, atendiendo otro de los pendientes surgidos en el taller inicial.

Estas instancias de diálogo activo consolidaron un círculo de incidencia entre investigación científica, participación comunitaria y gestión pública.

El proyecto aportó continuidad a la base de datos de largo plazo de UNDECIMAR, única a nivel mundial, sobre las dinámicas de ecosistemas de playas arenosas. Los datos recabados se integraron a 40 años de monitoreo continuo, fortaleciendo una serie histórica que permite estudios de gran valor para la ciencia de la resiliencia costera, un campo escasamente documentado en la literatura científica internacional.

Aunque resta completar el análisis de parte de los datos obtenidos, a la fecha no se detectaron cambios significativos en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos ni en los indicadores poblacionales de la almeja amarilla. Sin embargo, comienzan a vislumbrarse cambios incipientes en la estructura física de la playa que podrían reflejar una respuesta temprana a las modificaciones en el régimen de descarga del Canal Andreoni. Es importante destacar que los procesos de recuperación de ecosistemas altamente perturbados son inherentemente lentos y complejos, particularmente cuando las fuentes de perturbación —en este caso, las descargas del Canal Andreoni— se mantienen activas. En este sentido, resulta relevante señalar que el Plan de Obra "Variante 2001", en el marco del proceso de Regulación Hídrica de los Bañados de Rocha (Decreto N° 345/992 y Decreto N°229/004), continúa en ejecución. Se prevé que las obras continúen en el corto, mediano y largo plazo, esperándose impactos positivos significativos en el caudal del Canal Andreoni y consecuentemente en el SES costero LCBC. Esto resalta la importancia de continuar con el monitoreo de largo plazo, aportando datos que contribuyan al entendimiento de la resiliencia de playas arenosas sometidas a perturbaciones de presión.

Desde una perspectiva social, se realizaron dos encuestas de percepción (2023 y 2025) con el objetivo de capturar cambios en la percepción comunitaria local respecto al estado del sistema costero, potencialmente producidos por las obras hidráulicas. En la encuesta de percepción ciudadana realizada en octubre de 2023, participaron 133 personas entre 26 y 81 años, de los cuales 61 eran residentes de LCBC. La convocatoria fue amplia y exitosa, logrando la representación de diversos actores locales: pescadores, ONGs, académicos, representantes gubernamentales y personas vinculadas a los sectores agropecuario, turístico, comercial, entre otros. En una segunda fase, se seleccionaron 44 participantes, con edades comprendidas entre 45 y 81 años, basándose en su experiencia directa con la expansión del Canal Andreoni en 1979-81. La muestra incluyó 17 mujeres y 27 hombres, divididos equitativamente entre 22 residentes y 22 no residentes. El primer análisis de esta submuestra evidenció una percepción negativa generalizada (n=42) sobre la degradación provocada por la descarga del canal en el SES LCBC luego de la ampliación, afectando atributos físicos y bienes y servicios ecosistémicos del sistema. De forma general, los encuestados reportaron impactos negativos sustanciales en la belleza escénica del paisaje, el color del agua, la arena y el sistema de dunas, lo que se tradujo en una disminución marcada en la calidad de la playa. Asimismo, la expansión del Canal conllevó a un incremento en la presencia de residuos sólidos en la playa, una disminución generalizada de la presencia de fauna silvestre y una caída visible de la actividad de pesca recreativa en la zona. Ninguno de los encuestados que reconocieron cambios en la playa tras la expansión del Canal Andreoni reportó impactos positivos en el sistema de playa. Asimismo, la comparación entre La Coronilla con el sitio control Barra del Chuy reflejó una inversión en la percepción de calidad de la playa y actividad turística tras la expansión del Canal, con una mayoría señalando a Barra del Chuy como el balneario con mejores condiciones para recibir el turismo en la actualidad. Cabe destacar que, si bien existía conocimiento previo sobre la percepción negativa respecto a los impactos de la ampliación del Canal Andreoni en la playa de La Coronilla, esta es la primera vez que dicha percepción fue sistematizada mediante un relevamiento específico (Jorge-Romero et al. 2025).

En relación con la percepción sobre las obras de regulación hídrica de la "Variante 2001", los resultados de octubre de 2023 reflejaron una visión ambivalente de la comunidad local. Una fracción significativa de los encuestados (41%) desconocía las obras en ejecución. El 27% de quienes conocían las obras manifestó que su percepción respecto al impacto del Canal Andreoni en la playa cambió positivamente desde el inicio de su implementación, mientras que el 60% sostuvo que su percepción se mantuvo sin cambios y el 13% consideró que empeoró. Por otro lado, el 44% de los participantes expresó la existencia de compromiso por parte de las autoridades para recuperar la playa de La Coronilla, aunque también se señaló una falta de comunicación efectiva entre el gobierno nacional y local con los usuarios respecto al manejo y conservación de esta playa (58%). En cuanto a la valoración de las obras, el 54% de los encuestados estimó que son adecuadas para mejorar la calidad de la playa. Respecto al estado de la playa, las opiniones se encontraron divididas: mientras que el 33% reportó mejoras desde el inicio de las obras, el 27% expresó desacuerdo, y el 40% de los encuestados no percibió cambios. Finalmente, el grado de satisfacción respecto al estado de la playa de La Coronilla en 2023 mostró una predominancia de opiniones insatisfechas (56%) frente a una proporción menor de respuestas satisfechas (14%). Estos resultados evidencian una percepción social compleja, caracterizada por el reconocimiento de la necesidad de intervención, acompañado de niveles importantes de incertidumbre y preocupación sobre la efectividad de las obras y la gestión del ecosistema costero. Los resultados de la primera encuesta de percepción fueron sintetizados en una infografía diseñada específicamente para la comunidad, que presentó de manera clara y accesible los hallazgos del primer relevamiento. La entrega de esta infografía al

Centro Cultural de La Coronilla (y disponible en Colibrí) radicó en la importancia de devolver el conocimiento a la ciudadanía de manera efectiva, fortaleciendo el vínculo entre ciencia y sociedad. La segunda encuesta de percepción, lanzada en abril de 2025, continúa recepcionando respuestas. En el corto plazo se realizará el análisis comparativo de los resultados de ambas instancias participativas. Se espera que este ejercicio permita evaluar si los cambios en el territorio, producto de las obras hidráulicas, han comenzado a modificar las expectativas y percepciones de la comunidad local.

Aunque la restauración de ecosistemas y paisajes ha sido foco de atención durante décadas, la dimensión social de la restauración ha recibido menor atención, y la traducción de los marcos teóricos a la práctica continúa representando un desafío. Persiste una brecha importante en torno a cómo integrar los factores sociales y económicos específicos de cada contexto en los proyectos de restauración. Concebir la restauración desde una perspectiva social-ecológica contribuye a una transformación más profunda, al aumentar la efectividad de las intervenciones y generar beneficios más sostenibles para las personas y la naturaleza (Tedesco et al. 2023). Este proyecto demostró la importancia de integrar ciencia, participación y políticas públicas en contextos de vulnerabilidad ambiental, posibilitando la co-creación de conocimiento entre la comunidad local, los actores gubernamentales y los investigadores. Este enfoque no solo facilitó la aplicación contextualizada y pertinente del conocimiento científico a las realidades locales, sino que también posicionó la restauración como un proceso social-ecológico inclusivo. La publicación de un artículo científico en una revista internacional de alto impacto para el área, y la elaboración de un segundo manuscrito en proceso, reafirman la contribución del proyecto a la literatura global.

Conclusiones y recomendaciones

El proyecto ha logrado no solo la generación de datos valiosos, sino que ha establecido procesos colaborativos que continuarán más allá de su fase formal. Los resultados sugieren que la resiliencia del sistema costero depende no solo de los cambios ambientales directos, sino también de factores sociales, como la percepción pública, el empoderamiento comunitario y la gobernanza adaptativa. La participación activa de la comunidad otorgó a los actores locales un papel fundamental en la gestión ambiental, demostrando el potencial de la ciencia ciudadana para la toma de datos.

Las obras de regulación hídrica de la "Variante 2001" continúan avanzando y la recuperación del SES de LCBC requerirá tiempo, un monitoreo continuo y ajustes en la gestión. La consolidación de vínculos entre la academia, la comunidad local y las autoridades gubernamentales ha generado condiciones favorables para la continuidad de acciones de monitoreo y gestión adaptativa. Finalmente, el enfoque multidimensional y multidecadal adoptado representa una contribución significativa y novedosa a la comprensión global de la resiliencia de las playas arenosas.

Se recomienda continuar con el monitoreo biofísico y socioeconómico del SES de playa LCBC a largo plazo, integrando nuevas tecnologías y asegurando la participación activa de la comunidad local. Es esencial mejorar la comunicación pública de los resultados científicos, traduciendo los hallazgos en formatos accesibles como infografías, talleres y charlas abiertas, con el fin de fortalecer el vínculo entre la ciencia y la sociedad. Además, se debe promover la gestión adaptativa del sistema costero, fortaleciendo el diálogo interinstitucional entre UNDECIMAR y las autoridades departamentales y nacionales, lo que facilitará la integración efectiva del conocimiento generado en las políticas de manejo costero.

Productos derivados del proyecto

Tipo de producto	Título	Autores	Identificadores	URI en repositorio de Silo	Estado
Otro	Encuesta de Percepción Ciudadana: El impacto del Canal Andreoni en la playa de La Coronilla	Todo el equipo	Infografía	https://hdl.handle.net/20.500.12008/49804	Finalizado
Artículo científico	The cross-ecosystem dimension of managing sandy beach social-ecological systems	Jorge-Romero G, Elliott E, Defeo O.	https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107551	https://hdl.handle.net/20.500.12381/4007	Finalizado

Referencias bibliográficas

Bryer, J., Speerschneider, K., 2016. Package 'likert'. Compr. R Arch. Netw. 17.

Defeo O, Elliott M. 2021. The 'Triple whammy' of coasts under threat – why we should be worried. Mar. Pollut. Bull. 163, 111832.

Defeo O, Horta S, Saucó S, de Álava S, Celentano E. 2007 Integrated ecosystem management in Latin America country contexts: Uruguay. Best practices and lessons learned on the incorporation of ecosystem-based management concepts and principles in selected coastal waters of four countries, southern cone of South America. FAO Report.

Defeo O, Gianelli I, Martínez G, Ortega L, Celentano E, Lercari D, de la Rosa A. 2018. Natural, social and governance responses of a small-scale fishery to mass mortalities. The yellow clam (*Mesodesma mactroides*) in Uruguay. Global change in marine systems. Integrating natural, social and governing responses. NY.

Defeo O, McLachlan A, Armitage D, Elliott M, Pittman J. 2021. Sandy beach social–ecological systems at risk: regime shifts, collapses, and governance challenges. Front. Ecol. Environ. 19, 564–573.

Dugan P, Diegues A. 1993 La convención sobre los humedales. Misión Ramsar de Asesoramiento. Informe 32, Bañados del Este, Uruguay.

IMPO. 2019. Licitación pública n° 1/2019 "Obra de derivación y conducción arroyo Averías, sobre el Canal 2, en el Departamento de Rocha" Fecha de Publicación: 26/04/2019.

Jorge-Romero G, Lercari D, Ortega L, Defeo O. 2019. Long-term ecological footprints of a man-made freshwater discharge onto a sandy beach ecosystem. *Ecol. Indic.* 96, 412–420.

Jorge-Romero G, Elliott M, Defeo O. 2022. Managing beyond ecosystem limits at the land-sea interface: The case of sandy beaches. *Mar. Pollut. Bull.* 181, 113838.

Jorge-Romero G, Elliott M, Defeo O. 2025. The cross-ecosystem dimension of managing sandy beach social-ecological systems. *OCMA*. 262, 107551.

Lercari D, Defeo O. 2006 Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 68:27–35.

Lercari D, Defeo O. 2015 Large-scale dynamics of sandy beach ecosystems in transitional waters of the Southwestern Atlantic Ocean: species turnover, stability and spatial synchrony. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 154:184–193.

Lercari D, Defeo O, Celentano E. 2002 Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Mar. Pollut. Bull.* 44:1392–1399.

McLachlan A, Defeo O. 2018. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press, London, UK.

Ortega L, Castilla JC, Espino M, Yamashiro C, Defeo O. 2012. Effects of fishing, market price, and climate on two South American clam species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 469, 71–85.

Nel R, Campbell EE, Harris L, Hauser L, Schoeman D, McLachlan A, du Preez D, Karien Bezuidenhout K, Schlacher T. 2014. The status of sandy beach science: past trends, progress, and possible futures. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 150:1–10.

Pittman J, Gianelli I, Trinchin R, Gutiérrez NL, de la Rosa A, Martínez G, Masello A, Defeo O. 2019. Securing sustainable small-scale fisheries through comanagement: The yellow clam fishery in Uruguay. En: Westlund L, Zelasney J (Eds.), *Securing Sustainable Small-scale Fisheries: Sharing Good Practices From Around the World*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 644. Rome. pp. 9–37.

Presidencia. 2021. Avanzan obras en Canal Andreoni que mejorarán caudal de agua que llega a La Coronilla. Presidencia de la República Oriental del Uruguay - Noticias Breves. Fecha de publicación: 23/03/2021.

Tedesco AM, López-Cubillos S, Chazdon R, Rhodes JR, Archibald CL, Pérez-Hämmerle KV, Brancalion P, Wilson K, Oliveira M, Correa D, Ota L, Morrison T, Possingham H, Mills M, Santos F, Dean AJ. 2023. Beyond ecology: ecosystem restoration as a process for social-ecological transformation. *Trends Ecol. Evol.* 38, 643–653.

Licenciamiento

Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. (CC BY-NC-ND)

