INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR



SOLICITUD SEGUNDA FASE

PROGRAMA DEEP-MaX-2024-2

IIM-CSIC

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

iim
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

PROYECTO CIENTÍFICO

Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC)

Segunda fase DEEP-MaX 2024



CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN CIENTÍFICA....2
2. DAFO CIENTÍFICO....4
3. POSICIONAMIENTO FRENTE A COMPETIDORES....6
4. PROYECTO CIENTÍFICO A LARGO PLAZO (5–10 AÑOS)....1
5. ÁMBITOS PRIORITARIOS Y OPORTUNIDADES DE REFUERZO/CREACIÓN....5
6. TRANSVERSALIDAD TECNOLÓGICA....7
7. ESTRATEGIAS DE IMPACTO CIENTÍFICO, SOCIAL Y ECONÓMICO....8
8. CRONOGRAMA CON HITOS Y ENTREGABLES....9

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

1. INTRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Los ecosistemas marinos, especialmente los costeros, se encuentran gravemente amenazados por actividades antropogénicas que alteran su equilibrio natural. La sobreexplotación pesquera, la contaminación, así como la urbanización y la presión del turismo, ejercen un impacto continuo y significativo sobre la estabilidad de estos ecosistemas vulnerables.

La presente propuesta aborda, de forma integrada, los desafíos a los que se enfrentan estos ecosistemas costeros y, para ello, utiliza las Rías gallegas como un laboratorio natural para el estudio de los impactos antropógenicos en los ecosistemas costeros y las consecuencias para el servicio que estos proporcionan a la sociedad. La elección de este entorno se justifica por sus características excepcionales: las Rías gallegas se enclavan en la zona de transición entre los regímenes subtropical y subpolar del Noreste Atlántico, lo que la convierte en una zona especialmente vulnerable al cambio climático. La geomorfología y circulación de las Rías facilita su fertilización durante los episodios de afloramiento costero, recurrentes en primavera y verano, y la utilización eficiente de los nutrientes inyectados por el afloramiento, convirtiéndolas en uno de los ecosistemas costeros más productivos y singulares del mundo. También destaca la protección que la geomorfología de las Rías brinda contra episodios de viento y oleaje extremos, que ocurren en la zona en otoño e invierno. Esta configuración geomorfológica y oceanográfica permite alcanzar algunas de las mayores concentraciones de biomasa marina del planeta. En particular, las Rías Baixas destacan por concentrar más del 97 % de la producción de mejillón en España, y sitúan a Galicia como el tercer mayor productor global en 2024, sólo por detrás de China y Chile, aportando un 15% de la producción global, según datos de la FAO.

Este ecosistema altamente productivo y resiliente sustenta un sistema socioeconómico complejo donde conviven la acuicultura en batea, las actividades de marisqueo, la pesca de bajura y artesanal, una actividad portuaria intensa, una creciente presión turística, urbana e industrial junto con la necesidad de conservación de espacios naturales, destacando el Parque Nacional das Illas Atlánticas. Las ciudades costeras, que han crecido en simbiosis con las Rías, generan empleo, identidad cultural y desarrollo, pero también impactos acumulativos por vertidos, contaminantes, así como alteración y uso intensivo del litoral. La Ría de Vigo ejemplifica este equilibrio, produciendo hasta 37.000 toneladas anuales de mejillón junto a áreas urbanas, industriales y naturales protegidas.

Por tanto, en los próximos años, estos ecosistemas se enfrentarán a desafíos ambientales, tecnológicos y socioeconómicos sin precedentes, con importantes implicaciones para la sostenibilidad de su biodiversidad y sus actividades económicas clave. Este proyecto científico aspira a converger las líneas de investigación existentes en nuestro centro para acelerar el conocimiento científico de este laboratorio natural y convertir al IIM-CSIC y a las Rías gallegas en referente internacional de ciencia excelente como motor de propuestas adaptativas de tecnología y gestión de los recursos marinos. En concreto, se abordarán **tres retos fundamentales**:

1. Fluctuación de la producción de especies clave como el mejillón: síntoma de un sistema en tensión. La acuicultura de bivalvos y, especialmente, el mejillón, piedra angular de la economía azul gallega, lleva años mostrando signos de estancamiento o retroceso en algunas zonas, con una productividad cada vez más variable y sensible a factores ambientales. Cambios en la hidrodinámica, la disponibilidad de fitoplancton, el aumento de eventos extremos y el impacto de nuevas especies invasoras están afectando la resiliencia del sistema.

2. Cambios climáticos y ambientales: entender el sistema para anticiparse al cambio. El calentamiento de las aguas, la alteración de los patrones de afloramiento, la acidificación del océano, la acumulación de contaminantes y la creciente frecuencia de eventos extremos (como lluvias torrenciales, proliferaciones de algas nocivas, o escorrentías tras incendios) están modificando profundamente la

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

estructura y funcionamiento de las Rías, afectando a los organismos marinos (por ejemplo, y además del mejillón y otros moluscos, a otras especies comerciales como el pulpo o la sardina, a praderas de algas y fanerógamas y sistemas bentónicos) y a los servicios ecosistémicos que las rías proporcionan.

3. Digitalización, gobernanza y sostenibilidad: la resiliencia de los ecosistemas a la presión antropogénica. El futuro de los ecosistemas costeros depende también de su capacidad para adaptarse a los nuevos modelos de gestión, gobernanza participativa y digitalización del medio marino. La pérdida de biodiversidad, la presión sobre los recursos y la necesidad de compatibilizar usos tradicionales y emergentes del mar exigen enfoques multidisciplinares que integren ciencia, sociedad y tecnología. En este contexto, la digitalización emerge como una herramienta clave para mejorar la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad de las actividades humanas en el medio marino, la cual permite: a) Vigilancia ambiental continua para detectar de forma temprana anomalías o riesgos en el ecosistema marino; b) Soporte a la gestión, aportando evidencia científica para decisiones ante el cambio climático; c) Impulso a la participación social, mediante ciencia ciudadana, acceso abierto a datos y colaboración entre actores del mar; d) Diseño de sistemas productivos resilientes, usando modelos predictivos que optimizan la producción ante escenarios variables; e) Uso de técnicas multi-ómicas para analizar la respuesta de los organismos a factores ambientales y de estrés y; f) Fomento de la producción alimentaria sostenible y segura, mediante eficiencia en recursos, economía circular y mejora genética.

El IIM-CSIC es un centro con una destacada trayectoria en investigación marina, desde una visión multidisciplinar que lo convierte en un referente único, al reunir áreas de investigación tan diversas como la oceanografía, la biodiversidad marina, la acuicultura, la socioeconomía y la tecnología de los alimentos. Su misión es generar conocimiento científico y tecnológico que contribuya al uso sostenible de los recursos marinos y costeros, mejorar la seguridad alimentaria y la salud humana, y promover la resiliencia socio-ecológica del entorno marino. Esta convergencia de disciplinas no solo amplía la comprensión integral del medio marino, sino que también permite generar soluciones innovadoras y aplicables a retos y problemas reales a lo largo de toda la cadena de valor del mar. El IIM-CSIC integra 16 grupos de investigación de 4 áreas científicas del CSIC (Tierra y Medio Ambiente, Alimentos, Ciencias Agrarias y Ciencias Sociales), con una organización estructurada en 4 departamentos (Oceanografía, Ecología marina, Biotecnología y acuicultura y Tecnología de alimentos - Figura 1). Está ubicado en Vigo, en una situación privilegiada, integrado en el único sistema de afloramiento en el continente europeo, con fuerte vínculo con el mar, en un entorno socioeconómico clave para Europa: Galicia lidera en volumen, empleo y valor en productos marinos, con un 40% de la producción de mejillón y el 15 % de la producción pesquera de la UE y Vigo como el principal puerto pesquero del mundo en términos de pescado para consumo humano.

El carácter altamente multidisciplinar del IIM-CSIC permite abordar de forma integral los problemas planteados, desde el seguimiento de variables físico-químicas hasta la modelización de diferentes especies de interés. Además, el IIM-CSIC cuenta con herramientas avanzadas de monitorización en tiempo real, sensores oceanográficos, boyas inteligentes y plataformas autónomas que permiten observar y anticipar las dinámicas del ecosistema. La integración de datos históricos, series temporales y modelos predictivos desarrollados por el IIM-CSIC permite abordar estudios sobre cambio global en sistemas costeros. Además, la digitalización, los sensores avanzados, el Big Data, el modelado ecológico y productivo multiescala, las tecnologías genéticas y biotecnológicas, junto con enfoques interdisciplinares, abren una oportunidad única para transformar nuestra relación con los ecosistemas costeros y en particular con las Rías gallegas. Investigar en este entorno no solo es una decisión científica lógica, sino también estratégica que permite generar sinergias entre grupos diversos y desarrollar soluciones sostenibles basadas en el conocimiento ante el cambio global.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

2. DAFO CIENTÍFICO

Debilidades:

- Limitada visibilidad y capacidad de influencia a nivel internacional, a pesar de desarrollar líneas de investigación consolidadas y bien reconocidas.
- Infraestructuras con necesidad urgente de renovación y traslado a nueva sede.
- Déficit de personal técnico y de apoyo especializado y desmotivación ante la falta de incentivos y posibilidades de desarrollar/mejorar su carrera profesional.
- Dificultades en la definición de áreas estratégicas a priorizar.
- Ausencia de un proyecto científico común.
- Líneas de investigación muy heterogéneas que podrían limitar la colaboración interna.
- Incertidumbre sobre el papel estratégico de la IA/ciencia de datos/modelización multiescala en el futuro del IIM.
- Escasa promoción sistemática en universidades, redes sociales y medios para la captación de talento joven.
- Falta de planificación y reflexión estratégica en la captación de talento senior.
- Ausencia de incentivos para asumir liderazgo científico o de coordinación estratégica, que puede derivar en una potencial pérdida de relevancia estratégica por no coordinar proyectos internacionales clave o en temas emergentes.
- Transferencia tecnológica y relación con la industria débiles y no planificadas, con ausencia de personal dedicado a comercialización y transferencia.

Amenazas:

- Aunque se está produciendo una reposición del personal investigador por jubilaciones, el relevo generacional conlleva un periodo de transición en el que los nuevos investigadores aún están consolidando su capacidad de atracción de fondos, formación y producción científica.
- Falta de motivación tanto en el personal investigador joven en formación como en la escala técnica.
- Envejecimiento de infraestructuras y equipamientos singulares.
- Desequilibrio de género en algunos grupos de investigación que puede dificultar tener una variedad de enfoques y visiones para abordar proyectos y acciones científicas.
- Escasa inversión empresarial en I+D marina.
- Competencia de centros con mayor capacidad de gestión (en términos de flexibilidad en la contratación y las retribuciones, especialmente en el extranjero) y visibilidad institucional y que ya priorizan la transferencia de conocimiento y el fomento del emprendimiento en sus agendas.
- Competencia de instituciones próximas en el ámbito de la innovación, la investigación, la transferencia y el liderazgo científico.
- Inestabilidad institucional ante un escenario sin Presupuestos Generales del Estado y fragmentación de políticas regionales.

Fortalezas:

- Capital humano de excelencia con equilibrio entre experiencia y renovación generacional en todos niveles de la carrera investigadora y técnica.
- Grupos de investigación consolidados, con especialización y experiencia científica reconocida internacionalmente, siendo referentes en investigación marina en España y Europa.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

- Amplia multidisciplinariedad con un enfoque *global chain*, que se refleja tanto en las disciplinas de los investigadores (biología, química, física, matemáticas, ingenierías, veterinaria, farmacia, economía y ciencias sociales, etc.) como en las líneas/campos de investigación.
- Experiencia en modelización multiescala y bioinformática, IA, gemelos digitales y otras herramientas de digitalización.
- Modelo ágil y tamaño medio de grupos que garantiza flexibilidad y adaptación a retos científicos.
- Interés de los grupos en colaborar en líneas estratégicas y emergentes en el IIM.
- Participación del personal investigador en docencia, como mecanismo fundamental de captación de talento.
- Instalaciones singulares: planta piloto, acuarios, equipos de última generación, sala blanca.
- Situación geográfica estratégica y especificidad.
- Producción científica de alto impacto y consecución de recursos.
- Conexión directa y continua con sectores productivos clave en Galicia: pesca, acuicultura, transformación alimentaria.

Oportunidades:

- Proximidad geográfica a sistemas costeros modelo (Rías gallegas). Potente ecosistema de investigación e innovación en el entorno.
- Demanda social y política de soluciones sostenibles en alimentación y conservación marina.
- Potencial de liderazgo en acuicultura sostenible, biotecnología, bioeconomía azul, modelización mecanística de biosistemas alimentarios y ciencia de datos marinos.
- Marco estratégico favorable a nivel regional, nacional y europeo para la investigación marina sostenible: Oportunidad de participación activa y financiación a través de: a) el Nuevo Plan Gallego de Fomento a la Innovación 2025-27 de la Xunta de Galicia (basado en el desarrollo de la biotecnología, inteligencia artificial, computación cuántica y tecnologías limpias); b) el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación (PEICTI) 2024-2027, que prioriza la generación de conocimiento (OE3), el fortalecimiento institucional (OE4), la transferencia (OE5) y líneas estratégicas relevantes como 'Agua, mares y océanos' y 'Ciencias marinas' y; c) la Misión de la UE 'Restaurar nuestro Océano y Aguas para 2030' (enfocada en restauración ecosistémica, cero contaminación y economía azul circular).
- Sinergias con iniciativas estratégicas Regionales y Nacionales para la economía azul. Fuerte encaje con la Estratexia de Especialización Intelixente de Galicia (RIS3 Galicia), que impulsa la sostenibilidad de los sectores marino y alimentario, y con los Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTEs), especialmente el PERTE Azul, que priorizan la economía azul y la innovación.
- Avances en IA a aplicar en el sector del mar. Posibilidad de un salto disruptivo en la investigación en el IIM mediante el uso y desarrollo de herramientas de IA y ciencia de datos aplicadas a las ciencias marinas.
- La nueva sede del IIM-CSIC en los terrenos de la ETEA.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

3. POSICIONAMIENTO FRENTE A COMPETIDORES

La combinación de especialización científica reconocida internacionalmente, enfoque sistémico e implicación territorial convierte al IIM-CSIC en un actor esencial para construir un futuro más sostenible, resiliente e innovador de los ecosistemas marinos costeros. Su liderazgo en la investigación marina de estos singulares ecosistemas posiciona a las Rías gallegas como un enclave estratégico para la ciencia marina europea, en una región que alberga una de las mayores densidades de investigadores por kilómetro de costa, con instituciones como el IIM-CSIC, CETMAR, IEO-CSIC, CIMA, INTECMAR y varias universidades. El IIM-CSIC mantiene una red de colaboración externa amplia, diversa y sólida, que incluye acuerdos con las universidades gallegas de Vigo, Santiago y A Coruña, así como múltiples proyectos con múltiples ICUs-CSIC, centros europeos, consorcios internacionales como el European Marine Biological Resource Centre (EMBRC) y programas de investigación como Horizon Europe.

El IIM-CSIC se posiciona como un centro de referencia en el contexto nacional e internacional de la ciencia marina aplicada, ya que combina excelencia científica, orientación territorial hacia las Rías gallegas y fuerte conexión con sectores productivos con una propuesta de valor basada en:

a) **Interdisciplinariedad** que combina ciencias naturales/experimentales, tecnológicas y sociales en torno a retos concretos como la sostenibilidad de la acuicultura, la adaptación al cambio climático o la seguridad alimentaria.

b) Integración vertical **ciencia-producción-consumo**, con una estrategia que conecta la generación de conocimiento básico con su aplicación directa en procesos productivos y toma de decisiones, fomentando la innovación abierta y colaborativa, así como la co-creación y co-desarrollo con empresas, administraciones y comunidades locales.

c) Contextualización territorial en un **sistema costero-productivo de referencia** como las Rías gallegas, que permite al IIM abordar de forma específica problemáticas complejas ligadas a un ecosistema altamente productivo y sensible, y extrapolar soluciones adaptadas a otros entornos similares a nivel internacional.

d) **Liderazgo científico** en áreas clave de la investigación marina integrando tecnología de vanguardia con un enfoque de ciencia transformadora y orientada al impacto.

Esta identidad diferencial se consolida frente a centros homólogos como el Institut de Ciències del Mar CSIC (ICM Barcelona), AZTI (País Vasco), NOFIMA (Noruega), IFREMER (Francia) o el Plymouth Marine Laboratory (Reino Unido), con los que comparte vocación científica, pero se distingue por su enfoque aplicado, su cercanía al tejido productivo, su enfoque al consumidor y usuario-final de productos del mar y su compromiso con la resiliencia territorial.

Frente al *ICM-CSIC*, ambos centros comparten vocación científica de frontera y pertenencia al CSIC, pero presentan diferencias estratégicas complementarias. Mientras que el ICM destaca en oceanografía física, biogeoquímica, ecología microbiana y ecosistemas pelágicos, **el IIM-CSIC lidera en modelado de procesos naturales e industriales, estudio multidisciplinar de especies de interés comercial, marisqueo, innovación en acuicultura costera, alimentación, biotecnología azul y resiliencia de sistemas costeros**. Esta especificidad refuerza su complementariedad dentro del sistema nacional.

Respecto a *AZTI*, que es un centro tecnológico orientado principalmente a la investigación aplicada en los ámbitos marino y alimentario, con una fuerte vinculación al sector productivo, el IIM-CSIC comparte áreas de interés como la pesca sostenible, la acuicultura, las tecnologías marinas y la innovación

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

alimentaria. Sin embargo, **el IIM-CSIC**, a diferencia de la orientación más empresarial de AZTI, **cuenta con una estructura multidisciplinar que integra biología, química, ingeniería y ciencias sociales**, **lo que le permite generar conocimiento de frontera y, a la vez, ofrecer soluciones aplicadas de alto impacto.** Esta amplitud dota al IIM-CSIC de una capacidad más completa para impulsar la innovación, orientar políticas, contribuir a la conservación y favorecer la gestión sostenible de los recursos.

En comparación con *NOFIMA*, el IIM comparte la fortaleza en investigación aplicada a la acuicultura y a la tecnología de los alimentos marinos. Sin embargo, **el enfoque del IIM-CSIC en bivalvos y sistemas multitróficos que garantizan la calidad ecosistémica, definiendo sistemas de producción más sostenibles, lo diferencia frente al énfasis de NOFIMA en salmonicultura intensiva.** El IIM incorpora con fuerza dimensiones de gobernanza costera, resiliencia ambiental y ciencia social aplicada. Además, a nivel del impacto de las investigaciones en el área de alimentos derivados de la pesca y acuicultura, **las publicaciones del IIM tanto en número como en impacto, son significativamente superiores** a las realizadas por los investigadores de NOFIMA.

Respecto a *IFREMER*, el cual cuenta con mayor dimensión estructural y financiación, el **IIM-CSIC muestra fortalezas en integración transdisciplinar, transferencia tecnológica y adaptación a contextos regionales específicos**. La escala y flexibilidad del IIM-CSIC permiten **mayor agilidad en respuesta a necesidades locales y mayor densidad de interacciones ciencia-sector**.

Frente al *Plymouth Marine Laboratory (PML),* el IIM comparte la orientación al estudio del cambio global, pero su diferenciación radica en la **orientación aplicada, los estudios experimentales con organismos de interés comercial, el trabajo en gobernanza costera participativa** y **la conexión con la cadena alimentaria**.

Por todo lo expuesto y, junto con los indicadores presentados en la Tabla 1, podemos concluir, en conjunto, que el IIM-CSIC se posiciona como un nodo singular en la red europea de ciencia marina combinando excelencia investigadora, orientación territorial y esfuerzos para una transferencia efectiva hacia una economía azul sostenible. Su propuesta diferenciada se constata en el elevado número de proyectos europeos en los que participa y en los que refuerza su papel como agente transformador en los retos ambientales, productivos, sociales y económicos de los sistemas costeros.

Tabla 1. Comparación de indicadores del IIM-CSIC con otros centros homólogos

Año de referencia	2024	2023	2024	2023	2023	
	IIM CSIC	**ICM CSIC**	**AZTI**	**IFREMER**	**Nofima**	**PML**
Research groups	16	14				
Research area	3	3		3	4	6
RRHH						
Staff	226	339	280	1572	397	ND
Investigadores	46	83	ND	660	122	ND
Posdoc	22	63	ND	ND	ND	ND
Personal técnico y administrativo	143	132	ND	775	202	ND
Predocs	41	61	ND	137	ND	18
Financiación						
Presupuesto (M€)	6.8	20.1	ND	263.5	ND	ND
Financiación competitiva (M€)	5.9	11.7	ND	ND	ND	ND
Publicaciones (2020-2024, Scopus)	895	1655	648	5932	936	ND
Publicaciones (año de referencia)	160	284	126	ND	ND	127
%Q1	83%	83%	ND	ND	ND	ND
Indicadores						
Publicaciones / Investigadores	3.5	3.4	ND			
Publicaciones / Fondos competitivos	27.1	24.4				
Publicaciones (2020-2024, Scopus) / año	223.8	413.8		1483.0	234.0	
Publicaciones (2020-2024, Scopus) por año / investigad	4.9	5.0		2.2	1.9	
Predocs / Investigador	0.89	0.73				

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

4. PROYECTO CIENTÍFICO A LARGO PLAZO (5–10 AÑOS): "SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA DE ECOSISTEMAS DE AFLORAMIENTO COSTERO - Proyecto RIIMAR"

El Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC) propone un proyecto a 10 años que constituya un esfuerzo colectivo, integrador y orientado a generar conocimiento, soluciones y capacidades tecnológicas para mejorar la sostenibilidad y resiliencia del ecosistema y el sistema productivo de las Rías gallegas como modelo de ecosistema costero con alto impacto antropogénico, puesto que se enfrenta a una serie de retos importantes. Se trata de un proyecto ambicioso pero realista, ya que se apoya en la sólida experiencia multidisciplinar del equipo humano del IIM y en el uso de tecnologías y equipamientos ya disponibles en el instituto, tales como plataformas de observación oceanográfica, laboratorios de genómica y biología molecular, sistemas de modelado numérico, instalaciones de acuicultura y unidades de análisis químico y microbiológico. RIIMAR nace de la unión de tres pilares fundamentales que definen nuestra esencia y nuestra ambición: nuestro entorno local (las Rías), nuestra identidad científica (IIM) y nuestro propósito global (el mar). Es una estrategia que arraiga nuestra excelencia en las Rías para proyectarla a todos los mares del mundo, permitiendo abordar los **desafíos planteados** a continuación:

1. Descenso de la producción de moluscos: síntoma de una resiliencia comprometida. La acuicultura de bivalvos, especialmente el mejillón, es un pilar central de la economía azul gallega. Sin embargo, en la última década se ha observado una inestabilidad de la producción y una mayor variabilidad interanual, lo que refleja un sistema cada vez más frágil frente a perturbaciones. Estos cambios pueden deberse a una combinación de factores:

- Cambios hidrodinámicos que alteran la circulación del agua y afectan el transporte de nutrientes y larvas.
- Menor disponibilidad de fitoplancton por alteraciones en los patrones de afloramiento, crucial para la alimentación de los bivalvos.
- Aumento de eventos extremos (tormentas, olas de calor marinas, proliferaciones de algas nocivas) que generan mortalidades masivas, períodos de baja captación o vedas de la comercialización.
- Expansión de especies invasoras y patógenos emergentes, que alteran la competencia ecológica y generan nuevos riesgos sanitarios.
- Falta de una estrategia empresarial a largo plazo, que afecta negativamente a la producción y disponibilidad de semilla.

Además del mejillón, otras especies de bivalvos cultivadas o extraídas (como la almeja o la ostra) también están mostrando signos de estrés ambiental y productivo, lo que pone en cuestión la sostenibilidad a medio plazo del modelo de marisqueo.

2. Cambios climáticos y ambientales: una alteración sistémica de las Rías. El cambio climático está transformando profundamente las condiciones biofísicas de las Rías gallegas. Entre los fenómenos más relevantes se encuentran:

- El calentamiento progresivo de las aguas, que altera la fisiología de las especies, modifica los ciclos reproductivos y favorece la proliferación de especies exóticas o patógenas.
- La acidificación oceánica, que afecta a la calcificación de los moluscos, debilitando su desarrollo larvario y aumentando su vulnerabilidad.
- Las fluctuaciones de nutrientes impactan negativamente sobre la productividad primaria y, por tanto, sobre toda la cadena trófica.
- Picos de aumento puntual del caudal de agua dulce (precipitaciones torrenciales, desembalses), lo que reduce la salinidad en ciertas zonas y genera estrés fisiológico en especies marinas sensibles.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

- Acumulación de contaminantes industriales, urbanos y agrícolas que afectan la calidad del agua y la inocuidad de los productos del mar.

Estas alteraciones configuran un nuevo escenario ecológico donde las interacciones entre factores físicos, químicos y biológicos son más complejas, y requieren modelos predictivos integradores para anticiparse a los impactos y planificar medidas de adaptación.

3. Gobernanza, digitalización y sostenibilidad: nuevos marcos para un sistema en transición. La presión humana sobre las Rías continúa aumentando, con la coexistencia de múltiples usos del espacio marino (acuicultura, pesca, turismo, transporte marítimo, energía marina, conservación de la naturaleza). Frente a este contexto, se hace imprescindible:

- Reforzar la gobernanza participativa, integrando a cofradías, asociaciones de mariscadoras, empresas, administraciones y centros de investigación en procesos de decisión más inclusivos y basados en evidencia científica.
- Implementar tecnologías digitales para la monitorización en tiempo real del medio marino (sensores, teledetección, inteligencia artificial), lo que permitirá mejorar la toma de decisiones y responder más ágilmente ante eventos extremos o cambios de condiciones.
- Fomentar la sostenibilidad ecológica y social, adoptando principios de economía circular, diversificación productiva (por ejemplo, acuicultura multitrófica) y conservación activa de hábitats clave.

Este programa científico se alinea con los principales marcos estratégicos: el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2024-2027 (PEICTI), contribuyendo a sus Objetivos Específicos de generación de conocimiento (OE3), fortalecimiento institucional (OE4), transferencia y colaboración (OE5, OE6) y ciencia ciudadana (OE7), y se enmarca en sus Líneas Estratégicas sobre 'Agua, mares y océanos' y 'Ciencias marinas'; el Plan Galego de Investigación, Innovación e Crecemento (RIS3 Galicia), impulsando la innovación y sostenibilidad en los sectores marino y alimentario de la región; y la misión europea 'Restaurar nuestro Océano y Aguas para 2030', especialmente en sus metas de protección y restauración de ecosistemas marinos y costeros, la prevención de la contaminación y el fomento de una economía azul sostenible y neutra en carbono, siendo nuestras Rías un **'laboratorio natural'** clave para el 'Faro Atlántico-Ártico' de dicha Misión.

Este proyecto considera a las Rías no solo como un objeto de estudio, sino como un laboratorio natural multidimensional y una prioridad estratégica para Galicia, España y Europa (al encontrarse Galicia inmersa en el único sistema de afloramiento del continente europeo, ser líder, por ejemplo, en producción de mejillón, con gran capacidad productiva de especies de acuicultura como el rodaballo o con una flota pesquera muy importante y de impacto en términos de volúmenes de capturas). El proyecto propone **5 objetivos principales**, articulados mediante la participación de todos los grupos del IIM (Figura 1).

1. **Implementación de un sistema de observación y diagnóstico dinámico en las Rías gallegas (en especial la Ría de Vigo).** Su objetivo será desarrollar y operar plataformas de observación multiescala y continua para caracterizar el estado ecológico y productivo de las Rías, integrando datos físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos. Para ello, la participación de los grupos BIOGEOQUÍMICA, FOTOBIOLOGÍA, LGO y OCEANO será clave para implementar modelado oceanográfico, sensores *in situ*, imágenes satelitales, series temporales y observatorios remotos. Se darán los primeros pasos en el desarrollo de un gemelo digital costero para simular escenarios de cambio ambiental y evaluar respuestas ecosistémicas y se integrarán y coordinarán con plataformas europeas como EOSC y EMODnet para estandarización y acceso abierto a los datos (principios FAIR).

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

2. **Evaluación de los impactos del cambio climático y la presión antropogénica en especies clave.** Se estudiará cómo factores como el cambio climático, la contaminación química y microbiológica, la introducción de especies exóticas o las nuevas actividades humanas afectan a la biodiversidad, salud y servicios ecosistémicos de las Rías. Los grupos INMARE, ECOBIOMAR, INMUNOGEN, ESMABA, PATOBIOMAR, AQUABIOTEC, OCEANO y LGO liderarán estudios sobre efectos ecológicos, inmunológicos, genéticos y epigenéticos en organismos clave como moluscos bivalvos, peces y macroalgas, todo ello dentro de un enfoque *One Health* que vincule salud ambiental, animal y humana, con especial atención a la seguridad alimentaria.

3. **Transición hacia sistemas marinos sostenibles y resilientes de producción.** Se impulsará la transición hacia modelos de acuicultura sostenibles y resilientes mediante el desarrollo de sistemas multitróficos piloto en la Ría de Vigo, permitiendo la diversificación y descabonización de esta actividad. Esta transformación se apoyará en herramientas avanzadas de **modelado matemático multiescala**, que representan desde procesos fisiológicos hasta dinámicas ecosistémicas, incorporando variables ambientales y genómicas, determinadas por nuevas herramientas de última generación. Liderado por el grupo BIO2ENG, y con la participación de otros grupos como QPM, BA, REVAL, INMUNOGEN, ESMABA, PATOBIOMAR, OCEANO y LGO se desarrollarán modelos bioenergéticos y predictivos para optimizar el crecimiento, la resistencia a enfermedades y al estrés ambiental y la eficiencia en el uso de recursos, aplicando además técnicas de **optimización y control de procesos** para una gestión adaptativa y eficiente.

   Paralelamente, se generará conocimiento aplicado a la **producción de nuevos alimentos marinos funcionales y sostenibles,** y se desarrollarán estrategias de **valorización de subproductos** de la pesca y de la industria procesadora de pescado. Este enfoque permitirá diseñar sistemas productivos más circulares, eficientes y alineados con los principios de la economía azul sostenible. Todo ello desarrollado por los grupos QPM y REVAL en colaboración con los grupos AQUABIOTEC, BA e INMUNOGEN.

4. **Innovación en seguridad alimentaria, trazabilidad y salud pública.** A través de la colaboración entre los grupos del área de alimentos (MICROTEC, REVAL, QPM, BA), se desarrollarán estrategias innovadoras para garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad de los productos marinos (con especial atención al entorno de las Rías piloto). Se impulsarán estudios avanzados sobre contaminantes emergentes, como microplásticos y residuos de fármacos, evaluando su presencia en los productos, su bioacumulación y posibles efectos sobre la salud humana (grupos BA, INMUNOGEN, BIO2ENG). En esta misma línea, se impulsará la detección, identificación y caracterización de riesgos microbiológicos emergentes y no emergentes asociados a cambio climático y a nuevas cadenas de valor impulsadas por la transformación de los sistemas alimentarios que pudieran comprometer la salud del consumidor (MICROTEC). Además, se investigarán las interacciones entre alimentos marinos y la salud, con especial atención a compuestos bioactivos, alérgenos y propiedades funcionales, para promover dietas más seguras y saludables (grupos QPM, REVAL, INMUNOGEN, BA).

   En paralelo, se desarrollarán y validarán tecnologías de conservación innovadoras. Se crearán sistemas inteligentes de trazabilidad y alerta temprana, basados en sensores, análisis en tiempo real y tecnologías digitales (blockchain, IA), para mejorar la transparencia a lo largo de toda la cadena de valor (MiCROTEC, BIO2ENG). Finalmente, se integrarán enfoques de análisis de ciclo de vida (ACV) e impacto ambiental para evaluar la sostenibilidad de los productos y procesos, impulsando decisiones informadas desde la producción hasta el consumo. Este objetivo busca

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

reforzar la confianza del consumidor, garantizar la seguridad alimentaria y aportar valor añadido a los productos del mar obtenidos de las Rías gallegas.

5. Desarrollo de un modelo piloto de gobernanza participativa y transferencia de conocimiento en el entorno de la Ría de Vigo. Se pretende promover una gobernanza adaptativa basada en el conocimiento científico y en la participación activa de los actores locales. Se fomentará la ciencia abierta, la comunicación y la transferencia efectiva con pescadores, mariscadores, acuicultores, asociaciones de productores, industria, administraciones y sociedad civil. El grupo MARSOCIAL, a partir de las interacciones con todos los demás grupos del IIM y con el apoyo de la nueva Unidad U3C (UCC+I y Unidad de Comunicación), liderará acciones de ciencia ciudadana, gobernanza adaptativa y análisis socioeconómico. Se desarrollarán metodologías participativas, estudios de percepción, preferencias, comportamiento y recomendaciones de política pública. Todo ello permitirá realizar una primera evaluación del impacto socioeconómico de los cambios ambientales y de las nuevas soluciones desarrolladas.

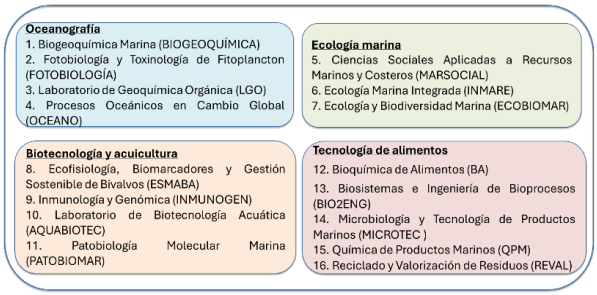

Figura 1. Nombre de los 16 grupos de investigación del IIM encuadrados en los 4 departamentos.

Articulación institucional y sinergias internas: El presente proyecto científico ha sido diseñado para lograr la participación activa de todos los grupos de investigación del IIM-CSIC, lo que garantiza una implicación transversal y el aprovechamiento conjunto de capacidades científicas diversas. Incluso los grupos cuya actividad no ha estado tradicionalmente centrada en las Rías gallegas orientarán parte de sus esfuerzos hacia retos compartidos, alineando sus líneas de trabajo con los objetivos estratégicos del proyecto anteriormente descritos.

El enfoque será necesariamente transdisciplinar y cooperativo, integrando biología, oceanografía, tecnología de alimentos, ingeniería, ciencias sociales y modelado ambiental para abordar la complejidad de los desafíos costeros desde múltiples escalas, permitiendo activar, dinamizar y consolidar sinergias internas en torno a capacidades comunes.

Impacto esperado: La implementación del presente proyecto científico en el marco del programa DEEP-MaX 2024-2 generará una plataforma científica estable y estratégica para afrontar los retos climáticos, socioeconómicos y ecológicos en los ecosistemas marinos costeros, promoviendo una economía azul resiliente, un empleo de calidad (no solo en términos de generación de puestos de trabajo vinculados a la innovación y la investigación, sino también el reconocimiento social y valor cultural de las actividades tradicionales vinculadas al mar, como el marisqueo, la pesca artesanal, la comercialización en plazas de abastos y otros oficios que forman parte del tejido social y económico local), el liderazgo europeo en ciencia marina costera y la sostenibilidad alimentaria.

Este proyecto impulsa un desarrollo equilibrado y resiliente, donde la ciencia y la innovación se alinean con la preservación y valorización de los modos de vida ligados al mar, garantizando así una verdadera sostenibilidad socioeconómica de los ecosistemas marinos costeros.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

5. ÁMBITOS PRIORITARIOS Y OPORTUNIDADES DE REFUERZO/CREACIÓN

El IIM-CSIC plantea un marco estratégico a medio-largo plazo basado en 3 ámbitos de trabajo que se consideran esenciales para conseguir alcanzar los 5 objetivos propuestos en el proyecto RIIMAR, teniendo en cuenta las capacidades actuales de los grupos de investigación, las nuevas tecnologías y los retos emergentes vinculados a los ecosistemas costeros y la transición hacia una economía azul sostenible y resiliente (Figura 2). Son 3 ámbitos conectados e interrelacionados que permiten abordar los retos mencionados en el punto 1 de una forma global y multidisciplinar, incrementando las conexiones entre los distintos grupos.



Figura 2: Ámbitos de trabajo del proyecto RIIMAR que permiten obtener una visión integradora de los ecosistemas costeros, ejemplarizados en el laboratorio natural de las Rías gallegas.

a) **Sistemas oceánicos costeros**, mejorando plataformas de observación y recogida de datos y estudiando los cambios ambientales que provocan un efecto en los organismos marinos en las Rías gallegas. Su estudio permitirá alcanzar los objetivos 1 y 2. Se pretende desarrollar plataformas de observación multiescala y continua para caracterizar el estado ecológico y productivo de las Rías, integrando datos físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos. Para ello es imprescindible combinar nuestras capacidades de observación física, biogeoquímica y ecológica con nuevas plataformas de sensores que mejoren la observación ambiental en tiempo real, incrementando la precisión y alcance de los datos para el modelado y la gestión de los ecosistemas marinos costeros mediante gemelos digitales. Se reforzará el modelado predictivo multiescalar con integración de IA y herramientas de ciencia de datos para escenarios de cambio global y gestión de riesgos.

b) **Biodiversidad, ecosistemas y recursos marinos.** Para evaluar como el cambio climático y la contaminación afectan a la biodiversidad, salud y servicios ecosistémicos de las Rías, se priorizarán estudios sobre biodiversidad funcional y resiliencia ecosistémica (objetivo 3). Se pretenden integrar los estudios desarrollados en el ámbito de la oceanografía con estudios de ecología bentónica y pelágica, impacto sobre la dinámica larvaria, funciones ecosistémicas, restauración basada en la naturaleza y evaluación del estado ecológico. Se impulsarán líneas en ecología evolutiva, genómica, genética de poblaciones y dinámicas de microbiomas en organismos clave en los que ya se está trabajando en el IIM-CSIC (peces, mamíferos marinos, moluscos, macroalgas o esponjas). El trabajo de grupos de investigación que trabajan de forma habitual en pesquerías y ecología se beneficiará de otros enfoques que abordan estudios de

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

genética de poblaciones, biotecnología o comportamiento animal. Se incorporarán aspectos inmunológicos, genéticos y epigenéticos de los organismos que permitan, dentro de un enfoque *One Health,* vincular salud ambiental, animal e incluso humana. Estas sinergias garantizarán una visión amplia y original de los efectos antropogénicos en el ecosistema marino costero.

En el campo de la acuicultura, se trabajará para optimizar el crecimiento, la resistencia a enfermedades y al estrés ambiental y la eficiencia en el uso de recursos. Se consolidarán investigaciones sobre fisiología, desarrollo, **y sanidad y bienestar animal en sistemas marinos de producción** (patógenos emergentes, mecanismos de tolerancia, vacunas, estrategias de estimulación inmunitaria y nuevos modelos experimentales). Se priorizará el enfoque *One Health* y la trazabilidad genética y sanitaria. También se apostará por la acuicultura regenerativa y el marisqueo de bivalvos.

c) **Alimentos del mar y economía circular.** En este ámbito, se trabaja en la transformación sostenible de los alimentos marinos y se reforzará la investigación en valorización de biomasa, bioingredientes marinos, evaluación del impacto nutricional y ambiental, tecnologías de conservación, sistemas de trazabilidad inteligente y seguridad alimentaria. Se abrirán líneas en economía circular y se intentará una mayor implicación del instituto con el sector en la cadena mar-industria-consumo (objetivos 3 y 4).

Áreas emergentes y de refuerzo transversal: Se han identificado 2 áreas emergentes que complementan y refuerzan los 3 ámbitos de trabajo anteriormente descritos, contribuyendo a abordar los retos científicos y sociales planteados en el presente proyecto. Estas líneas de trabajo reforzarán las sinergias entre grupos ya que serán de aplicación a todos los grupos del IIM:

A) *Ciencia de datos, IA aplicada y modelización multiescala:* El desarrollo y aplicación de técnicas avanzadas de análisis de datos y modelización multiescala, potenciadas con inteligencia artificial, fortalecerá el ámbito de observación y modelado, facilitando la integración de grandes volúmenes de datos heterogéneos para anticipar escenarios de cambio global y apoyar la gestión ambiental basada en evidencia. En este apartado incluimos además *la bioinformática y el análisis multiómico* ya que el análisis integrado de datos ómicos y la visualización avanzada facilitan una comprensión más profunda de las dinámicas biológicas y microbiológicas en los ecosistemas marinos.

B) *Gobernanza marina y transformación social:* Se profundizará en estudios de percepción pública, conflictos socioambientales, gobernanza adaptativa, herramientas participativas y evaluación del impacto de políticas. Se potenciará el trabajo interdisciplinar entre los diferentes grupos asegurando principios de ética, equidad, seguridad y sostenibilidad en la investigación marina.

Para **potenciar la transferencia tecnológica** a través del presente proyecto científico, se implementará una estrategia integral que fomente colaboraciones público-privadas alineadas con las prioridades de investigación. Para tal fin, se potenciarán las actividades de transferencia (se creará la figura de Consejo del IIM en el que estarán empresas del sector, se impulsará el desarrollo de proyectos piloto en entornos reales para validar tecnologías, se promoverá la creación de empresas de base tecnológica/spin-offs, se desarrollará una plataforma digital colaborativa que conecte investigadores, empresas y administraciones, facilitando la co-creación de soluciones y la transferencia ágil de conocimiento, así como se llevará a cabo la integración de tecnologías digitales avanzadas para generar soluciones innovadoras. Para garantizar la eficacia de estas acciones, el IIM-CSIC incorporará gestores de transferencia tecnológica, ya sea mediante convocatorias de empleo público o a través de un plan interno específico que fomente y coordine la transferencia de conocimiento, facilitando así la conexión entre la investigación científica y su aplicación en sectores productivos y sociales.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

6. TRANSVERSALIDAD TECNOLÓGICA

El principal objetivo de este proyecto es fomentar el uso de herramientas comunes entre los grupos del IIM que favorezcan las sinergias entre ellos. Se trata, por tanto, de una estrategia transversal de innovación tecnológica que articule las diferentes áreas científicas del instituto a través de plataformas comunes, herramientas compartidas y lenguajes interoperables. Estas tecnologías permitirán una mayor integración de los grupos, acelerar la transferencia de conocimiento y aumentar el impacto de la investigación aplicada en las Rías gallegas y otros sistemas costeros.

Esta estrategia de innovación tecnológica no sólo articula nuestras áreas científicas, sino que también responde a las prioridades del PEICTI 2024-2027 en cuanto a la digitalización y la ciencia abierta (Condición Marco, OE16), y es fundamental para desarrollar capacidades como el 'Digital Ocean and Waters Knowledge system' previsto en la Misión de la UE 'Restaurar nuestro Océano y Aguas'

1. Tecnologías ómicas de nueva generación: Se fomentará el uso transversal de genómica, transcriptómica, epigenómica, metabolómica y metagenómica ambiental en organismos y comunidades marinas, incluyendo el desarrollo de biomarcadores de estrés, trazabilidad genética, y estudios de adaptación y evolución.

2. Sensórica avanzada y digitalización costera: Se potenciará el despliegue de sensores *in situ* y autónomos para parámetros físicos, químicos y biológicos; la robotización de plataformas de muestreo; y la incorporación de tecnologías de imagen multiespectral, acústica y datos remotos. Estos datos alimentarán gemelos digitales y plataformas interoperables.

3. Ciencia de datos y modelización multiescala: El desarrollo de capacidades integradas que incluyan técnicas avanzadas de inteligencia artificial, análisis de redes, minería de datos ecológicos y bioinformáticos, junto con modelización multiescala y predictiva, permitirá construir herramientas robustas para apoyar la toma de decisiones en la gestión marina. Estas herramientas facilitarán la detección temprana de amenazas y la predicción de escenarios futuros de manera precisa y contextualizada.

4. Bioprocesos e ingeniería azul: Se abordarán procesos biotecnológicos relacionados con el aprovechamiento sostenible de recursos marinos, incluyendo el diseño y optimización de biofiltros, sistemas de cultivo y dispositivos marinos. La ingeniería de procesos, el desarrollo de prototipos y la impresión 3D se utilizarán como herramientas experimentales clave, complementadas por enfoques de química verde, biocatálisis y tecnologías limpias.

5. Plataformas abiertas y ciencia reproducible: Todas estas tecnologías se basarán en principios FAIR, protocolos compartidos y repositorios abiertos, garantizando metodologías reproducibles que mejoren la calidad, trazabilidad e impacto de los resultados científicos y su reutilización. Como punto de partida se usarán herramientas existentes, como la *Plataforma Integrada de Datos Mariños*, desarrollada en el Plan Complementario de Ciencias Marinas de Galicia (PRTR – NextGeneration UE) con participación de múltiples grupos del IIM.

El desarrollo de estas capacidades se alinea con el Reto CSIC 1 ('Observación Oceánica Sostenida e Integrada') y el Reto 8 ('Océanos de Big Data e Inteligencia Artificial'), aprovechando la experiencia y las infraestructuras existentes en el CSIC en estas materias, como las mencionadas en su Libro Blanco sobre Desafíos Científicos.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

7. ESTRATEGIAS DE IMPACTO CIENTÍFICO, SOCIAL Y ECONÓMICO

El proyecto científico propuesto por el IIM-CSIC está diseñado para generar impacto en tres planos: *científico, social* y *económico*, de forma simultánea y sinérgica. Este impacto se materializará a través de acciones estructurales, resultados transferibles y dinámicas de gobernanza inclusiva.

Impacto científico: Los mecanismos propuestos para este fin en este proyecto son:

a) Producción de conocimiento de frontera en oceanografía, biotecnología marina, genómica ambiental, ecología costera, biología de sistemas, tecnología de alimentos y economía y sociedad.

b) Publicaciones en revistas de alto impacto (publicaciones científicas reconocidas por su relevancia, visibilidad y elevado índice de citación), liderazgo en proyectos europeos y participación activa en comités y redes internacionales como EMBRC, ICES (International Council for the Exploration of the Sea), EIT FOOD (European Institute of Innovation & Technology for Food) o EURASTiP (European Asian aquaculture Technology and innovation Platform).

c) Captación de personal investigador altamente cualificado mediante programas competitivos como ATRAE, Ramón y Cajal y Marie Skłodowska-Curie, fomentando además la participación en convocatorias de excelencia científica como el Consejo Europeo de Investigación (ERC) y otras iniciativas de alta relevancia a nivel nacional e internacional.

Impacto social esperado: Contribuirá directamente a los objetivos de la Misión Océano de la UE. Las estrategias propuestas de ciencia ciudadana, divulgación y generación colaborativa de conocimiento fortalecen la comunicación y la cultura científica marina y empoderan a los actores locales, alineándose con el propósito de fomentar un compromiso social hacia el océano. Asimismo, estas acciones se integran en el Reto 9 del CSIC ('Hacia una Sociedad Comprometida con el Océano') y en el OE7 del PEICTI 2024-2027, que busca intensificar la comunicación social de la ciencia y la participación ciudadana.

a) Mejora de la resiliencia socioecológica de las comunidades costeras, en particular del marisqueo, pesca artesanal/bajura y la acuicultura de bajo nivel trófico.

b) Ciencia ciudadana, divulgación activa y co-creación de conocimiento con agentes locales.

c) Refuerzo de la comunicación y la cultura científica marina en Galicia y empoderamiento de actores locales a través de procesos participativos y accesibles.

Impacto económico: Las acciones propuestas en el marco de este proyecto científico buscarán desarrollar una economía azul sostenible, circular y neutra en carbono, en línea con las metas de la Misión Océano de la UE.

a) Aceleración de la innovación en productos marinos, procesos sostenibles y soluciones tecnológicas aplicables al sector pesquero, acuícola y alimentario.

b) Valorización de recursos y subproductos del mar a través de la bioeconomía azul.

c) Contribución a la creación de empleo cualificado y al posicionamiento de Galicia como región europea líder en innovación marina sostenible.

Este enfoque impulsará la innovación en el sector privado y la creación de nuevas empresas (alineado con OE8, OE9 y OE11 del PEICTI) y apoyará la transformación económica contemplada en la RIS3 Galicia para el sector marino-alimentario. Todo ello se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente ODS 2, 9, 12, 13 y 14) y con la Agenda Gallega de Impulso a la Economía Azul.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

8. CRONOGRAMA CON HITOS Y ENTREGABLES

El proyecto RIIMAR se estructura en 3 fases interconectadas a lo largo de un horizonte de 10 años, con hitos y entregables estratégicos que aseguran su implementación progresiva, evaluación continua y alineación con los objetivos definidos. A continuación, se describen las fases y sus principales hitos:

Fase 1 (2026–2027, M1-M24): Consolidación y despliegue tecnológico

- **Hito 1.1 (M6):** Constitución de consorcios internos multidisciplinares para abordar los objetivos de RIIMAR en base a un mapeado de sinergias entre grupos.
- **Hito 1.2 (M12):** Implementación y testeo de plataformas tecnológicas compartidas (sensórica, ómicas, IA).
- **Hito 1.3 (M18):** Primer informe de diagnóstico ecológico, productivo y social de las Rías piloto.
- **Hito 1.4 (M24)**: Diseño del plan de participación ciudadana y gestión colaborativa adaptativa.

Entregables: Repositorios de datos iniciales FAIR, protocolos intergrupales, primera ronda de publicaciones y divulgación, informe diagnóstico inicial, plan de gestión participativa y transferencia.

Fase 2 (2027–2031, M12-M72): Desarrollo e integración interdisciplinar

- **Hito 2.1 (M36):** Puesta en marcha del primer sistema de observación multiescala operativo.
- **Hito 2.2 (M42):** Ensayos piloto de acuicultura multitrófica integrada y nuevas soluciones biotecnológicas.
- **Hito 2.3 (M48):** Aplicación de herramientas participativas en gestión costera.
- **Hito 2.4 (M60):** Evaluación intermedia del impacto científico, técnico y social.
- **Hito 2.5 (M72)**: Lanzamiento del primer paquete de soluciones transferibles a administraciones y sector productivo.

Entregables: Herramientas tecnológicas funcionales desarrolladas, informes de resultados piloto en acuicultura y biotecnología, informes de transferencia a administraciones, artículos científicos, *policy briefs* y recomendaciones.

Fase 3 (2026–2035): Transferencia, escalado e impacto territorial

- **Hito 3.1 (M36)**: Evaluación del impacto científico, ambiental y socioeconómico.
- **Hito 3.2 (M84):** Publicación del Manual de Buenas Prácticas en gestión costera resiliente.
- **Hito 3.3 (M96):** Propuesta de marco integrado de gestión adaptativa de las Rías alineado/contribuyendo a políticas públicas regionales, estatales y europeas.
- **Hito 3.4 (M108):** Consolidación de plataformas colaborativas público-privadas y potenciales spin-offs tecnológicas.
- **Hito 3.5 (M120):** Informe final de síntesis, evaluación externa y hoja de ruta post proyecto.

Entregables: Informe final de síntesis manual de buenas prácticas, plataformas tecnológicas listas para transferencia, bases para políticas públicas que incluyan recomendaciones específicas para la implementación y/o ajuste de estrategias en el marco del PEICTI, RIS3 de Galicia y contribuciones a la Misión Océano de la UE, e integración en Misiones UE y PERTEs, jornada de discusión y evaluación de los resultados del plan científico con los agentes implicados, hoja de ruta de sostenibilidad a largo plazo.

Cada hito contará con indicadores cualitativos y cuantitativos que serán definidos en un Plan de Seguimiento Técnico (recogidos en el Plan de Excelencia adjunto al presente Proyecto Científico) y evaluados por el Comité Científico Asesor Externo cada 18 meses garantizando su éxito y viabilidad.

CSV : GEN-3741-fcca-d707-c477-dfc9-4aa9-b193-3ba0
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : BEATRIZ NOVOA GARCIA | FECHA : 29/09/2025 10:10 | Sin acción específica