



**MÁSTER OFICIAL EN ECONOMÍA:
INSTRUMENTOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO**

CURSO ACADÉMICO 2024/2025



**TRABAJO FIN DE MÁSTER
ORIENTADO A PRÁCTICAS**

**PROYECTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: CANTABRIA SMART LITORAL
(CSL)**

MIGUEL ALEXANDER MACEDO ZEGARRA

**Directora Académica: SORAYA HIDALGO GALLEGO
Director Profesional: FRANCISCO ROYANO GUTIÉRREZ**

02/09/2025

DECLARACIÓN RESPONSABLE

El/La autor/a es el único responsable del contenido del Trabajo Fin de Master que se presenta. La Universidad de Cantabria, así como los profesores directores del mismo, no son responsables del contenido último de este Trabajo.

En tal sentido, el/la autor/a se hace responsable:

- 1. De la AUTORÍA Y ORIGINALIDAD del trabajo que se presenta.*
- 2. De que los DATOS y PUBLICACIONES en los que se basa la información contenida en el trabajo, o que han tenido una influencia relevante en el mismo, han sido citados en el texto y en la lista de referencias bibliográficas.*

El/La autor/a declara que el Trabajo Fin de Master tiene una extensión de entre 20.000 y 30.000 palabras, excluidas tablas, gráficos y bibliografía.

Fdo. El/La autor/a

Agradecimientos

Por estar parado en los hombros de todos ustedes y más. A Dios y todos mis ángeles, en especial a ti, Benja. A todos los que hicieron posible el viaje a España. A mi madre Ada, a mi esposa Mónica, a mis hijos Braulio y Naty por su apoyo incondicional y todo el tiempo que no pude estar con ustedes. A “Paco” Royano por la oportunidad y todo lo que aprendo de ti. A la profesora Soraya Hidalgo por todo su aporte. A IHCantabria y a todos mis compañeros de la institución que hacen posible el CSL.

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster presenta y analiza el avance del proyecto Cantabria Smart Litoral (CSL) del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria), una iniciativa pionera en transferencia tecnológica dentro del turismo azul sostenible, desarrollada en el marco del programa *ThinkinAzul*. El CSL es un proyecto piloto en la Bahía de Santander con potencial de replicabilidad. Explora cómo los modelos colaborativos, en particular la innovación abierta y la Cuádruple Hélice, pueden mejorar la eficacia de la transferencia tecnológica en el desarrollo regional. El CSL se estructura en tres niveles de resultados: desarrollo de pruebas de concepto para soluciones tecnológicas disruptivas, vías de comercialización y replicabilidad de modelos colaborativos. El proyecto demuestra el papel estratégico de las colaboraciones público-privadas-académicas para superar barreras estructurales en la innovación y la transferencia tecnológica, aumentar la disponibilidad tecnológica y generar soluciones escalables para la sostenibilidad costera. Los hallazgos contribuyen al discurso sobre la gobernanza de la economía azul y ofrecen perspectivas relevantes para la formulación de políticas en futuros ecosistemas de innovación.

ABSTRACT

This master's thesis presents and analyzes the progress of the Cantabria Smart Litoral (CSL) project of the Institute of Environmental Hydraulics of Cantabria (IHCantabria), a pioneering initiative in technology transfer within sustainable blue tourism, developed within the framework of the *ThinkinAzul* program. The CSL is a pilot project in the Bay of Santander with replicability potential. It explores how collaborative models, particularly open innovation and the Quadruple Helix, can improve the effectiveness of technology transfer in regional development. CSL is structured around three levels of results: development of proofs of concept for disruptive technological solutions, commercialization pathways, and replicability of collaborative models. The project demonstrates the strategic role of public-private-academic collaborations in overcoming structural barriers to innovation and technology transfer, increasing technological availability, and generating scalable solutions for coastal sustainability. The findings contribute to the discourse on blue economy governance and offer relevant insights for policymaking in future innovation ecosystems.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. TRABAJO DE FIN DE MÁSTER ORIENTADO A PRÁCTICAS	8
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD	8
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA	9
3. ANÁLISIS TEÓRICO	10
3.1. TECNOLOGÍA, MADURACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICAS	10
3.2. INNOVACIÓN ABIERTA Y EL MODELO DE LA CUADRUPLE HÉLICE: UN MARCO PARA LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL MARCO DE LA POLÍTICA EUROPEA.	13
3.3. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA. EL MODELO DE EFECTIVIDAD CONTINGENTE (CONTINGENT EFFECTIVENESS MODEL) DE BOZEMAN.	15
4. ECONOMÍA AZUL Y TURISMO AZUL SOSTENIBLE	17
5. CANTABRIA SMART LITORAL (CSL)	18
5.1. OBJETIVOS DEL CSL	19
5.2. RESULTADOS ESPERADOS	20
5.2.1. Primer Nivel de Resultados	20
5.2.2. Segundo Nivel de Resultados	22
5.2.3. Tercer Nivel de Resultados	22
6. DATA.....	24
7. METODOLOGÍA	25
8. AVANCE SOBRE LOS RESULTADOS	28
8.1. PRIMER NIVEL DE RESULTADOS	28
8.1.1. Comunidad de Agentes o Clúster "Smart Turismo Azul Cantabria – STAC"	30
8.1.2. Open Innovation Lab (OIL)	30
8.1.3. Open Data Marketplace (ODM)	36
8.2. SEGUNDO NIVEL DE RESULTADOS	37
8.3. TERCER NIVEL DE RESULTADOS	38
9. ANÁLISIS DEL CSL SEGÚN LOS CRITERIOS DE EFICIENCIA IDENTIFICADOS POR EL MODELO DE BARRY BOZEMAN	39

10. CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS	44
ANEXO 1. RESULTADOS DE MESA TEMÁTICA	47
ANEXO 2. DIAGNÓSTICO PARA EL ODM.....	55
ANEXO 3. LISTA INICIAL DE RETOS	71
ANEXO 4. INFORME DEL TUTOR PROFESIONAL	72
ANEXO 5. AUTOEVALUACIÓN Y APORTACIÓN PERSONAL AL FUNCIONAMIENTO DE LA ENTIDAD.....	74

1. INTRODUCCIÓN

La transferencia tecnológica se viene consolidado como un instrumento estratégico de política económica para dinamizar el desarrollo tecnológico y la innovación sostenibles, a nivel regional y nacional, en sectores emergentes. En el contexto actual, la economía azul y, en particular, el turismo azul sostenible, representan ámbitos prioritarios de actuación para la Unión Europea y España, en los que la generación y aplicación de conocimiento científico son fundamentales para afrontar retos medioambientales, sociales y económicos, a través de la transferencia tecnológica colaborativa.

En este marco se sitúa el proyecto Cantabria Smart Litoral (CSL), desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria) en el marco del Plan Complementario de I+D+i en Ciencias Marinas – ThinkinAzul. El CSL constituye un proyecto piloto de transferencia tecnológica para el turismo azul sostenible de la Bahía de Santander, con el objetivo de generar y transferir soluciones tecnológicas a las demandas de los usuarios del sector, pensando en la bahía como un *living lab* y articulando las sinergias entre la academia, empresas, administraciones públicas y sociedad civil; generando nuevos modelos de negocio colaborativos para IHCantabria.

El presente Trabajo Fin de Máster orientado a prácticas tiene como finalidad analizar el CSL tanto desde una perspectiva teórica como aplicada. El TFM presentado sigue la siguiente estructura. En la sección 2, se ofrece una descripción de la entidad de acogida (IHCantabria) y de las actividades realizadas durante la práctica, lo que permite contextualizar el papel desempeñado en el desarrollo del CSL.

En la sección 3, se revisan los principales conceptos relacionados con la tecnología, la maduración tecnológica y la transferencia tecnológica, así como los marcos de innovación abierta y la Cuádruple Hélice. Además, se incorpora el Modelo de Efectividad Contingente de Barry Bozeman (2000 y 2015), que servirá como referencia para evaluar el grado de efectividad del proceso de transferencia tecnológica en el CSL.

En la sección 4, se presenta el contexto de la economía y el turismo azul sostenible, como base para comprender los objetivos y resultados del proyecto que se definen en la sección 5. Los resultados esperados se estructuran en tres niveles: i) resultados directos, como las pruebas de concepto de soluciones tecnológicas, la comunidad de agentes de turismo azul y la plataforma de datos (Open Data Marketplace); ii) aprendizajes institucionales en materia de transferencia tecnológica y modelos de negocio; y iii) el potencial de replicabilidad del modelo en otras localidades y sectores.

En las secciones 6 y 7, se describen los datos y la metodología utilizada en el desarrollo del CSL. La sección 8 revisa los avances alcanzados hasta la fecha, mientras que en la sección 9 se plantea un análisis crítico del proyecto a la luz del modelo de Bozeman. Finalmente, en la sección 10 se presentan las conclusiones.

2. TRABAJO DE FIN DE MÁSTER ORIENTADO A PRÁCTICAS

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD

El Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria) es un instituto mixto de investigación que surge administrativamente fruto de la colaboración entre dos instituciones: la Universidad de Cantabria y el Gobierno de Cantabria representado a través de la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria. (IHCantabria, 2025)

IHCantabria se encuentra ubicado en C/ Isabel Torres, 15, Santander, en el Parque Científico y Tecnológico de Cantabria (PCTCAN) el cual es conocido por ser un ecosistema con infraestructura de vanguardia que alberga a cerca de 70 empresas y 4500 personas vinculadas a I+D+i.

IHCantabria fue creado el 22 de marzo de 2007 (Día Mundial del Agua) con la unión de dos grupos de investigación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria, que venían realizando una intensa actividad científico-técnica en temas relacionados con la ingeniería de las aguas continentales y costeras, desde hace más de 25 años.

IHCantabria tiene como misión promover la excelencia científica y su transferencia con un enfoque multidisciplinar y colaborativo, para impulsar la innovación que contribuya a acelerar la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el logro de una sociedad justa, inclusiva, responsable y resiliente. En este sentido, IHCantabria realiza tres tipos de actividades:

- **Investigación básica y aplicada:** el objetivo es ampliar las fronteras del estado del conocimiento de las ciencias y tecnologías relacionadas con el ciclo integral del agua y de los ecosistemas asociados.
- **Formación:** el objetivo es capacitar a los investigadores, expertos y gestores para que en el futuro afronten los objetivos de desarrollo sostenible ligados al ciclo integral del agua y los ecosistemas asociados.
- **Transferencia Tecnológica:** el objetivo es trasladar a la sociedad y convertir en beneficios sociales concretos los logros obtenidos a partir de la investigación básica y aplicada. Estableciendo sólidas vías de transferencia de conocimientos, metodologías y herramientas a administraciones públicas y empresas nacionales e internacionales.

Algunas de sus áreas de especialización son:

- Cambio y servicios climáticos.
- Energías marinas e ingeniería offshore.
- Gestión y planificación ambiental.
- Ingeniería y gestión portuaria.
- Recursos hídricos e ingeniería hidráulica.
- Riesgos naturales y antrópicos.

IHCantabria en sus cerca de 20 años de experiencia, ha desarrollado trabajos hidrodinámica, oceanografía, procesos de transporte de sedimentos, ingeniería de puertos, costas y ríos, ciencias ambientales costeras y fluviales, Gestión Integrada de Zonas Costeras y Gestión Integrada de Sistemas Hídricos, la calidad del agua, contaminación en medios acuáticos, contaminación por hidrocarburos en el medio marino, hidrología superficial y subterránea, modelado físico y numérico de procesos relacionados con el agua, diseño de saneamientos litorales, análisis de vulnerabilidad y prevención de desastres relacionados con el agua (tsunamis, inundaciones, etc.), cambio climático, energías renovables asociadas al medio marino, técnicas de medida en el campo, teledetección, etc.

Como institución; el 31% del personal cuenta con doctorado; desde su fundación hasta el año 2024 se han recibido más de €100 millones de financiación, ejecutado más de 1600 proyectos en más de 75 países y publicado cerca de 1000 artículos científicos en revistas de reconocimiento global; además de contar con 11 patentes. Con respecto a la transferencia tecnológica en el 2024, se han ejecutado €4.6 millones, en más de 90 proyectos de este tipo, los cuales han contado con la participación de 31 administraciones estatales y 87 empresas colaboradoras, repartidos entre 11 países de América, 4 de África, 6 de Europa y 2 de Asia.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

En el marco del Convenio de Cooperación Educativa entre la Universidad de Cantabria y la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (FIHAC) (Cantabria, 2024), el contenido del proyecto formativo para la práctica se señaló en los siguientes términos:

- Colaborar con el desarrollo del Proyecto de transferencia tecnológica en turismo azul sostenible: “Cantabria Smart Litoral (CSL)”.
- Armado de Planes de Negocio
- Impulso al desarrollo del Proyecto

Dentro de estos términos se han desarrollado las actividades de:

- Vigilancia Tecnológica en el mercado nacional e internacional de los Retos.
- Apoyo en el desarrollo de los Modelos de Negocio por cada Reto (*Business Model Canvas*).
- Búsqueda y seguimiento de opciones de financiación para el desarrollo de las soluciones tecnológicas. El CSL financia las pruebas de concepto de las soluciones, pero para el desarrollo de estas, se requiere más fondos, o en todo caso para el *upscaling* a niveles de madurez tecnológico superior.
- Asistencia en la gestión del proyecto a nivel intra e interinstitucional. Como, por ejemplo, organización de reuniones de trabajo, seguimiento a las actividades del proyecto. Así como también, planificación y costeo de tareas/etapas de cada Reto Tecnológico y del Proyecto CSL (Ganttts por Reto Tecnológico y del Proyecto).
- Formación práctica y teórica en temas de transferencia tecnológica, modelos de negocio y derechos de propiedad intelectual e industrial.

- Asistencia activa en las actividades de la Línea 3 de Economía Azul de ThinkinAzul, desde la Coordinación de la Comunidad Autónoma de Cantabria que lleva IHCantabria, vinculadas a transferencia y comercialización tecnológica.

La práctica empezó el 06.03.2024 y se extendió hasta el 06.10.2025; y dado que, a la fecha del presente documento, el proyecto CSL aún continúa se me contrató como “técnico en transferencia tecnológica” cargo que actualmente desempeño y que supervisa la Dirección de Transferencia Tecnológica de la institución.

3. ANÁLISIS TEÓRICO

3.1. TECNOLOGÍA, MADURACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICAS

El Manual de Oslo¹ (2018) define la “tecnología” como el “estado del conocimiento sobre cómo hacer las cosas (know-how)”. Salah (1981, 1982) se refiere a la tecnología como una “configuración”, es decir, como una unidad compuesta por el producto físico y el conocimiento intrínseco y necesario para su uso y aplicación. Desde este punto de vista, la tecnología no es solo el artefacto o producto tangible, sino también el conocimiento sobre su uso y aplicación, el cual es inseparable del producto mismo. La idea clave detrás de esta conceptualización es que simplemente centrarse en el producto físico no es suficiente para el estudio de la transferencia y la difusión de tecnología.

En este mismo sentido de indivisibilidad del conocimiento con la entidad física, la Organización de las Naciones Unidas (1992) señala que: “*Tecnología incluye no solo el equipo físico sino también el conocimiento práctico, las habilidades y las capacidades técnicas necesarias para su desarrollo, aplicación y uso.*”

Además, la tecnología puede considerarse como un proceso activo en desarrollo. Para explicar este proceso, existen Niveles de Maduración Tecnológica (*Technology Readiness Level* - TRLs por sus siglas en inglés). La NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) fue la primera en proponer los TRLs en la década de 1990. Posteriormente la Agencia Europea Espacial los adoptó, seguido por el programa de financiación Horizonte Europa 2020 (Héder, 2017). Así, los TRLs son un sistema de medición que se utiliza para evaluar el nivel de madurez de una tecnología específica. Existen nueve niveles de preparación tecnológica, siendo TRL 1 el nivel más bajo y TRL 9, el más alto.

De acuerdo a Horizonte Europa (2020), el alcance de cada nivel de TRL puede describirse como:

- TRL 1: La investigación científica acaba de comenzar y los primeros resultados se utilizan para traducirlos en investigación y desarrollo futuros.

¹ El Manual de Oslo, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la oficina estadística de la Unión Europea - Eurostat (2018), es la principal referencia global para la recopilación y la interpretación de datos sobre innovación. Su importancia radica en varios aspectos clave que lo convierten en una herramienta indispensable para economistas y responsables de políticas públicas en el ámbito de la I+D+i.

- TRL 2: Se han estudiado los principios básicos y se diseñan los primeros experimentos/pruebas con base en los hallazgos iniciales. La tecnología en TRL 2 aún es muy especulativa.
- TRL3: Cuando los resultados de los experimentos/pruebas respaldan la idea inicial, se considera que la tecnología se encuentra en TRL 3. Generalmente, en este nivel se requieren estudios analíticos y de laboratorio para determinar si una tecnología está lista para pasar a las fases de desarrollo. En TRL 3, se construye un modelo de Prueba de Concepto (*Proof of Concept – PoC*). Al llegar a este punto, se puede concluir que la nueva tecnología es viable desde un punto de vista científico.
- TRL4: La validación de la tecnología se ha realizado en laboratorio, probando cada componente, por lo que ya se dispone de un prototipo de laboratorio.
- TRL 5: Es una continuación del TRL 4, pero el entorno de prueba se acerca lo más posible a uno realista, aunque sigue estando en modo de control. En este punto, se puede concluir que la nueva tecnología es viable desde un punto de vista tecnológico.
- TRL 6: El prototipo debe demostrarse en un entorno real para confirmar la viabilidad de la ingeniería.
- TRL 7: la tecnología requiere que el modelo de trabajo o el prototipo desarrollado se demuestre en un entorno operativo, generalmente en condiciones y plazos industriales. En este punto, se puede concluir que la nueva tecnología es fiable desde un punto de vista tecnológico.
- TRL 8: la tecnología está lista para su implementación en una tecnología o sistema tecnológico ya existente.
- TRL9: Una vez que el sistema tecnológico se ha probado durante las operaciones, puede denominarse TRL 9 y considerarse una tecnología comercial.

A modo de resumen y para englobar distintos conceptos que precisen desde distintas perspectivas el alcance de los TRLs se tiene el siguiente cuadro comparativo:

Cuadro N°1. TRLs según entorno, I+D+i y Ciclo de vida de la tecnología

TRL	Entorno	I+D+i	Ciclo de vida la Tecnología
9	Entorno Real	Innovación	Despliegue
8			Producto o Servicio comercializable. Certificaciones pruebas específicas
7			
6	Entorno Simulación	Desarrollo	Prototipo/Demostrador Desarrollo tecnológico
5			
4	Entorno de Laboratorio	Investigación	Prueba de Concepto Investigación industrial
3			
2			
1			

Fuente: [MINTUR](#)

Elaboración: Propia

Del Cuadro N°1 se tiene que los TRLs incrementan su nivel de madurez a medida que el desarrollo tecnológico va quedando listo para poder llevarlo a un entorno real (mercado) para su comercialización, así también, se va ascendiendo de hacer investigación básica, pasando por el desarrollo, a la innovación; y todo ello, marca el ciclo de vida de la tecnología, como hoja de ruta. En este sentido, Hudson y Khazragu (2013), indican que las primeras etapas suponen un mayor riesgo de inversión de recursos, donde no se sabe si lo que se desarrollará tendrá éxito comercial o no, por ello, se debe de tomar en cuenta que esas primeras etapas son las más complicadas de financiar. En este sentido a medida que se superan los primeros niveles de madurez tecnológica, aumenta la probabilidad de que se realice la transferencia tecnológica.

La transferencia tecnológica es un proceso clave en la intersección entre la ciencia, la innovación y el desarrollo económico. La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2025) define la transferencia tecnológica como: *“Un proceso colaborativo que permite que los hallazgos científicos, el conocimiento y la propiedad intelectual fluyan desde los creadores, como universidades e instituciones de investigación, hacia usuarios públicos y privados. Su objetivo es transformar invenciones y resultados científicos en nuevos productos y servicios que beneficien a la sociedad.”* En esta definición se involucra a varios actores; al sector público, al privado y a la academia y tiene como fin último el beneficio social, a través de la dación de bienes y servicios. En cambio, la definición de la Oficina Europea de Patentes (2023) tiene un matiz más colaborativo y comercial: *“El movimiento de tecnología y/o conocimientos desde una persona u organización a otra, con el propósito de convertir desarrollos innovadores en productos comercializables; esto puede realizarse de forma gratuita, mediante licencias, ventas o a través de asociaciones mutuas.”*

En el plano académico, Bozeman (2000) señala que hay un amplio rango de definiciones sobre transferencia tecnológica. Explícitamente indica que existen *“muchos usos”* del término *“transferencia tecnológica”*. Señala que la definición *“difiere sustancialmente de una disciplina a otra”*, mencionando las perspectivas de economistas, sociólogos, antropólogos y académicos de gestión. Pero la resalta como *“el movimiento de know-how, conocimiento técnico o tecnología de un entorno organizacional a otro”*, inmediatamente subraya la *“asombrosamente amplia gama”* de interacciones, organizaciones (empresas privadas, agencias gubernamentales, laboratorios, universidades) y contextos (entre organizaciones o internamente dentro de una misma empresa) a los que se aplica el término.

Otro de los conceptos clave asociados a la transferencia tecnológica es la transferencia de conocimientos. Este concepto se define más ampliamente en el Marco Europeo de ayudas estatales (2014) como todo proceso destinado a adquirir, recabar y compartir conocimientos expresos y tácitos, incluidas técnicas y competencias en actividades económicas y no económicas. Esto abarca desde colaboraciones en investigación y concesión de licencias hasta la creación de empresas derivadas (*spin-offs*), publicaciones y movilidad de personal. Lo que incluye, tanto conocimientos científicos y tecnológicos, además del conocimiento sobre normas, reglamentos y métodos de innovación organizacional.

Aunque parecieran ser términos indistintos, la transferencia tecnológica y la transferencia de conocimiento, no lo son. Así, por ejemplo, Salah (1981) argumenta que *"transferencia de tecnología y transferencia de conocimiento [...] no son separables"*, esta visión sostiene que la tecnología no es meramente el artefacto o producto tangible, sino también el conocimiento sobre su uso y aplicación, el cual es inseparable del producto mismo, lo cual refuerza la idea, antes revisada, de indivisibilidad del conocimiento con la entidad física señalada por la ONU (1992), que incluye no solo el equipo físico, sino también el conocimiento práctico, las habilidades y las capacidades técnicas necesarias para su desarrollo, aplicación y uso.

3.2. INNOVACIÓN ABIERTA Y EL MODELO DE LA CUADRUPLE HÉLICE: UN MARCO PARA LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL MARCO DE LA POLÍTICA EUROPEA.

Los procesos de transferencia tecnológica no suceden en entornos desconectados del mercado, de la política económica, de la sociedad, o únicamente en el ámbito académico, por el contrario, requieren de un ecosistema para su ocurrencia y de un objetivo. Es así que, en el análisis contemporáneo, los enfoques de innovación han evolucionado desde modelos lineales y centrados exclusivamente en la investigación científica, hacia enfoques más sistémicos, interactivos y colaborativos. En este nuevo paradigma, conceptos como la innovación abierta (*open innovation*) y el modelo de las cuatro hélices se han consolidado como marcos fundamentales para comprender y estructurar los procesos actuales de transferencia tecnológica.

El concepto de innovación abierta, introducido por Chesbrough (2003, 2006), parte de la premisa que las organizaciones pueden y deben incorporar activamente conocimiento externo — proveniente de universidades, empresas, administraciones públicas o ciudadanía— en sus procesos de innovación. En palabras del autor, *"las empresas pueden y deben usar ideas externas tanto como internas, y caminos internos y externos hacia el mercado, si quieren avanzar en sus tecnologías"*. Esta lógica rompe con la visión tradicional de innovación cerrada y plantea una apertura de los procesos organizativos hacia redes externas, promoviendo la colaboración, la compartición de riesgos y el licenciamiento de tecnologías (Bogers et al. (2017))

Paralelamente, el modelo de la cuádruple hélice, propuesto por Carayannis y Campbell (2009), como evolución de la triple hélice² de Etzkowitz y Leydesdorff (1995), incorpora a la sociedad civil como cuarto actor fundamental en los procesos de innovación, junto con la universidad, la empresa y el gobierno. Este modelo reconoce que la ciudadanía no es un agente pasivo, sino un co-creador de valor, cuyas necesidades, conocimientos y experiencias resultan clave para garantizar la legitimidad, utilidad e impacto social de la innovación. Yawson (2009); Arnkil et al. (2010).

Arnkil et al. (2010) subrayan que la innovación debe estar centrada en el usuario, y que los sistemas de innovación deben adaptarse a las particularidades locales mediante un enfoque territorializado. De este modo, los sistemas regionales de innovación cobran

² Es un modelo de innovación el cual muestra las interacciones entre el ámbito académico, las empresas y el gobierno

especial relevancia para articular la colaboración entre las cuatro hélices, integrando herramientas como los “*living labs*”³ —entornos de experimentación donde usuarios y desarrolladores co-crean soluciones en contextos reales—. Estas estructuras permiten reducir el riesgo de adopción tecnológica y facilitan la adaptación de las soluciones a contextos concretos.

Desde esta perspectiva sistémica de la innovación, cobra relevancia la intervención del sector público no solo como regulador, sino como actor clave en la articulación y financiación de ecosistemas de innovación abierta. Una justificación clave de esta participación se encuentra en la existencia de fallas de mercado que dificultan el desarrollo y la transferencia de tecnologías en fases tempranas. Según Bozeman (2000), estas fallas incluyen externalidades positivas (como el conocimiento generado por la investigación básica), altos costos de transacción, y asimetrías de información que impiden evaluar correctamente el potencial de tecnologías emergentes.

Estas condiciones se agravan en la fase crítica conocida como el “valle de la muerte”, que representa la brecha entre la invención científica y su comercialización efectiva y que corresponde a los primeros 3 TRLs. Durante esta etapa, las innovaciones enfrentan dificultades para atraer inversión privada debido a la alta incertidumbre, los elevados riesgos tecnológicos y la falta de coordinación entre agentes Auerswald y Branscomb (2003); Hudson y Khazragui (2013). Este fenómeno obstaculiza la materialización del conocimiento en soluciones aplicadas, especialmente en sectores estratégicos donde la colaboración público-privada y la participación ciudadana son esenciales.

Ante este escenario, la creación de marcos de gobernanza y financiación orientados a superar estas barreras estructurales resulta fundamental. Precisamente por ello, los enfoques de innovación abierta y cuádruple hélice se han posicionado como herramientas operativas clave en las políticas europeas de I+D+i, al facilitar la cooperación entre universidad, industria, gobierno y sociedad para reducir riesgos, acelerar la madurez tecnológica y aumentar la legitimidad social de la innovación.

En respuesta a estos desafíos, la Unión Europea ha desarrollado políticas y mecanismos que buscan facilitar la innovación abierta, reducir riesgos tecnológicos y articular ecosistemas colaborativos. Programas como Horizonte Europa, y especialmente el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia —que sustenta económicamente a los Fondos Next Generation EU— promueven inversiones orientadas a la transición verde y digital, la transformación del sistema productivo y la colaboración entre múltiples actores, incluyendo explícitamente a la ciudadanía como agente transformador (European Commission, 2020).

En España, estas políticas se concretan en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, que contempla estrategias como los Planes Complementarios. En particular, el Plan Complementario de Ciencias Marinas impulsa la economía azul sostenible

³ “*Los Living Labs son ecosistemas de innovación abierta en entornos de la vida real basados en un enfoque sistemático de co-creación de usuarios que integra actividades de investigación e innovación en comunidades y/o entornos de múltiples partes interesadas, colocando a los ciudadanos y/o usuarios finales en el centro del proceso de innovación*”. (European Network of Living Labs (ENOLL), 2025)

mediante esquemas de transferencia tecnológica colaborativa en entornos costeros, apostando por principios de ciencia abierta, cooperación interterritorial y participación ciudadana (Gobierno de España, 2022). Estos instrumentos de política permiten superar barreras estructurales, reducir incertidumbres y favorecer el desarrollo de soluciones adaptadas a los desafíos ambientales, económicos y sociales del litoral.

Asimismo, el marco de la Responsible Research and Innovation (RRI) promovido por la Comisión Europea refuerza esta lógica, al exigir que los procesos de investigación e innovación estén alineados con los valores, necesidades y expectativas de la sociedad. La RRI se fundamenta en principios como la participación anticipada, la sostenibilidad, la inclusión ética, la gobernanza transparente y la orientación a retos sociales (Stilgoe et al. (2013); von Schomberg (2013)). Este enfoque transversal encaja plenamente en los esquemas de innovación abierta y cuádruple hélice aplicados a sectores estratégicos como el turismo azul, la gestión costera o las energías marinas, donde la transferencia tecnológica requiere integrar múltiples saberes, intereses y escalas de gobernanza.

En conjunto, el paradigma de la innovación abierta y el modelo de la cuádruple hélice constituyen una arquitectura conceptual clave para entender los nuevos mecanismos de transferencia tecnológica. Esta arquitectura no solo permite abordar la innovación como un proceso no lineal y colaborativo, sino que también responde a imperativos de sostenibilidad, legitimidad democrática y eficacia económica, especialmente en sectores intensivos en conocimiento y estrechamente ligados al territorio, como la economía azul.

3.3.EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA. EL MODELO DE EFECTIVIDAD CONTINGENTE (CONTINGENT EFFECTIVENESS MODEL) DE BOZEMAN.

A fin de disponer de un marco de referencia para analizar la eficiencia del proceso de transferencia tecnológica del proyecto Cantabria Smart Litoral, se procederá a explicar el modelo de evaluación propuesto por Barry Bozeman (2000). Este modelo permite analizar los distintos objetivos y entornos sobre el cual se realiza la transferencia tecnológica. Bozeman (2000, 2015) hace una revisión de la literatura sobre el impacto y la efectividad de la transferencia tecnológica. De las distintas experiencias revisadas, elabora el Modelo de Efectividad Contingente (*Contingent Effectiveness Model*). El autor señala la importancia de identificar los factores o dimensiones que intervienen en el proceso de transferencia. Además, indica que el término “contingente” se refiere a que no existe una única forma de medir el éxito de la transferencia, sino que ésta puede tener múltiples metas y criterios de efectividad a alcanzar y cada una de ellas tiene sus fortalezas y debilidades respectivas:

- *"Out-the-Door"* (Salida): Este criterio mide la efectividad simplemente por el hecho de que la tecnología haya sido oficialmente transferida, sin examinar si tuvo algún impacto. Bozeman señala que este criterio fue muy utilizado entre mediados de los años 80 y principios de los 90, cuando muchas agencias públicas estadounidenses respondieron a mandatos legislativos (como el Stevenson-Wydler Act) que les exigían participar en transferencia tecnológica. A menudo, las respuestas eran superficiales: crear estructuras simbólicas o acumular convenios, sin preocuparse por sus resultados.

- Ventaja: Es fácil de medir y no responsabiliza al agente por factores externos.
 - Desventaja: Fomenta el cumplimiento formalista y la actividad sin impacto real.
-
- Impacto de Mercado (*Market Impact*): Este criterio evalúa si la tecnología transferida tuvo un impacto en las ventas o la rentabilidad de la empresa receptora. Se basa en la microeconomía de la empresa. Este es el criterio más difundido en la práctica y la investigación. Es útil para casos de transferencia desde universidades hacia empresas, donde los resultados pueden medirse en términos de patentes, licencias o *spin-offs*. Sin embargo, el autor advierte que limitarse a este enfoque es problemático, especialmente cuando se trata de instituciones públicas cuya misión no es generar rentabilidad. Estudios más antiguos que emplean este modelo han encontrado evidencia de que las colaboraciones con laboratorios públicos generan un valor económico considerable, pero también muestran que muchos proyectos no tienen "ningún impacto" en el mercado.
 - Ventaja: Se centra en un resultado tangible y relevante para el sector privado.
 - Desventaja: La desventaja es que ignora la transferencia importante al sector público y sin fines de lucro, y no toma en cuenta las cuestiones de fallas de mercado.
-
- Desarrollo Económico: Este criterio trasciende la empresa individual y se enfoca en los efectos agregados de la transferencia en una economía local, regional o nacional. Está en línea con teorías de desarrollo económico territorial y políticas públicas de innovación. Bozeman señala que este enfoque es adecuado para evaluar programas de transferencia impulsados por gobiernos, donde el interés no es solo comercial, sino también estratégico o social, como la revitalización de sectores industriales o la creación de empleo.
 - Ventaja: Aborda el valor público y la política regional.
 - Desventaja: Requiere métodos de evaluación más complejos y de largo plazo.
-
- Costo de Oportunidad: Considera que la transferencia de tecnología es una de las muchas misiones de una agencia u organización, y a menudo no es la más importante. En los laboratorios públicos, por ejemplo, a menudo ocupa un lugar secundario frente a misiones como el avance de la investigación básica, la provisión de infraestructura científica, la formación de científicos e ingenieros, o las misiones de seguridad y defensa del gobierno. Aquí también se analiza si los recursos (humanos, financieros, de tiempo) empleados en la transferencia podrían haberse destinado a otras funciones más eficaces. Este enfoque se relaciona con evaluaciones de eficiencia y análisis costo-beneficio. Bozeman reconoce que, aunque este criterio es relevante para gestores y responsables públicos, pocas investigaciones lo abordan directamente, salvo estudios muy formales de evaluación económica.
 - Ventaja: Introduce una visión racional del uso de recursos.

- Desventaja: Difícil de medir; no siempre se dispone de contrafactuales claros.
- Recompensa Política: Este criterio evalúa si la participación en transferencia tecnológica genera beneficios políticos para el agente transferente, como más visibilidad, legitimidad o financiamiento. Aunque es un criterio común en la práctica (especialmente en agencias gubernamentales que justifican su existencia mostrando actividad tecnológica), Bozeman subraya que rara vez se estudia empíricamente, lo cual representa una laguna importante en la literatura.
 - Ventaja: Refleja un tipo de efectividad realista en entornos públicos.
 - Desventaja: Puede incentivar acciones simbólicas o superficiales sin impacto real.
- Capital Humano Científico y Técnico: Este es uno de los criterios menos utilizados, pero que Bozeman considera crucial. Evalúa si la transferencia de tecnología generó efectos indirectos en el desarrollo de competencias, redes, infraestructura, colaboración o formación de recursos humanos (por ejemplo, a través de estudiantes o investigadores). Es decir, evalúa la efectividad en términos de construcción de capacidades humanas e institucionales a largo plazo. Se pueden usar métricas como el seguimiento de trayectorias profesionales. Los beneficios suelen ser menos visibles, pero más duraderos. Por ejemplo, cuando una universidad colabora con una empresa, puede no haber resultados inmediatos, pero sí aprendizajes mutuos, inserción de estudiantes y redes de conocimiento que fortalecen el sistema de innovación.
 - Ventaja: Captura beneficios profundos y sostenibles.
 - Desventaja: Es difícil de cuantificar y, por ello, suele ser ignorado en evaluaciones tradicionales.

4. ECONOMÍA AZUL Y TURISMO AZUL SOSTENIBLE

Una de las primeras formulaciones modernas sobre Economía Azul proviene de Gunter Pauli (2010), quien la propuso como un modelo económico inspirado en los principios de la naturaleza, que busca generar valor a partir de los recursos locales, sin generar residuos ni depender de combustibles fósiles. Pauli plantea una transformación sistémica que va más allá de la eficiencia ecológica, apostando por la innovación abierta y la biomímesis⁴ como motores del desarrollo sostenible.

Complementariamente, la UNESCO (2020) define la Economía Azul Sostenible como *“una actividad económica que se desarrolla de forma equilibrada en relación a la capacidad a largo término de los ecosistemas para soportarla, sin repercusiones sobre su resiliencia y salud”*, enfatizando la necesidad de integrar la conservación marina en las estrategias de desarrollo económico.

En el caso del Turismo Azul Sostenible, este concepto se enmarca dentro de la anterior definición, tal como lo indica Blue Tourism Initiative (2023): *“El turismo azul sostenible*

⁴ La biomímesis, también llamada biomimética, es un enfoque de innovación que busca soluciones sostenibles a problemas humanos imitando patrones y estrategias de la naturaleza

se basa en una gobernanza participativa, la protección de la biodiversidad marina y la resiliencia de las comunidades costeras frente al cambio climático. Promueve un modelo turístico responsable en entornos marinos y costeros, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible⁵. Este concepto ha sido recogido con especial interés por la Unión Europea, en este sentido, “El turismo azul encuentra su fundamento en la Estrategia de Crecimiento Azul⁵ de la Unión Europea (Blue Growth), que promueve el crecimiento sostenible en los sectores marítimo y marino.” (Universidad de Cádiz, 2025)

Pero no sólo lo recoge como concepto, sino que le pone atención a través de actividades para su monitoreo, tal como lo recoge IHCantabria (2022), *“El Turismo Azul está dentro de la estrategia de la Comisión Europea “Blue Growth”, e incluye diversas actividades que requieren el uso de información y datos que están estrechamente vinculados a factores ambientales, y a otros factores como el nivel del mar, las corrientes, la salinidad, el oleaje o la temperatura. El Turismo Azul está afectado de forma directa por estas condiciones del entorno costero en el que se desarrolla, así como su dinámica y comportamiento en diferentes escenarios futuros.”*

En el ámbito de la Innovación, para el caso español, existen los Planes Complementarios de I+D+I, iniciados en 2021 por el Ministerio de Ciencia e Innovación y Universidades en colaboración con los gobiernos de las Comunidades Autónomas, estos Planes buscan establecer colaboraciones con las Comunidades Autónomas en acciones de I+D+I con objetivos comunes basados en las estrategias de especialización inteligente estatal y autonómicas, promoviendo la programación conjunta y la cofinanciación. (MICIU, 2024) Uno de estos Planes es el Plan Complementario de I+D+i en Ciencias Marinas, conocido como ThinkinAzul, el cual nace con el objetivo de impulsar una red de investigación, innovación y transferencia de conocimiento sobre el medio marino y litoral en España, protegiendo los ecosistemas marinos frente al cambio climático y la contaminación, y abordando los retos del turismo azul sostenible (ThinkinAzul, 2025).

ThinkinAzul está compuesto por tres líneas de actuación: 1) observación y monitorización del medio marino y litoral; 2) acuicultura sostenible, inteligente y de precisión, y 3) economía azul. Su ejecución pretende la promoción de la ciencia como base para la toma de decisiones en el ámbito de las políticas públicas. IHCantabria contribuye en las líneas estratégicas 1 y 3, a través de los 15 proyectos que integran su Programa de Ciencias Marinas (PCM). Uno de estos proyectos que pertenece a la línea 3 de ThinkinAzul es el Cantabria Smart Litoral.

5. CANTABRIA SMART LITORAL (CSL)

⁵ La Estrategia de Crecimiento Azul de la Unión Europea es una iniciativa lanzada en 2012 por la Comisión Europea como parte de su política marítima integrada. Su objetivo principal es aprovechar el potencial económico de los mares y océanos de forma sostenible, contribuyendo así al crecimiento inteligente, sostenible e integrador promovido por la Estrategia Europa 2020

El CSL es un proyecto de transferencia de tecnología que, a través de un Laboratorio de Innovación Abierta (*Open Innovation Lab*) va a testear Pruebas de Concepto (PoC)⁶ de Soluciones Tecnológicas para el Turismo Azul de la Bahía de Santander. También va a poner a disposición una Plataforma Digital para estas y otras soluciones tecnológicas (*Open Data Market Place*) en la que interactuará una comunidad de los distintos agentes vinculados al Turismo Azul de la Bahía (*Smart Turismo Azul Cantabria – STAC*).

La Bahía de Santander, a través del CSL, es puesta en valor como el escenario ideal para el desarrollo de un *living lab* de soluciones tecnológicas disruptivas orientadas al turismo azul sostenible, con el propósito de conseguir la creación de un ecosistema de innovación abierta, donde todos los involucrados (usuarios, empresas, academia, gobierno – modelo de la cuádruple hélice) participen, en un entorno real dinámico y colaborativo, de la co-creación, testeo y desarrollo de tecnología escalable.

Dentro de ThinkinAzul existen varios proyectos susceptibles de transferencia tecnológica, pero CSL es único en atender demandas del Turismo Azul Sostenible. Lo que supone que a nivel de Comunidad Autónoma de Cantabria como a nivel de toda España sirva como proyecto piloto de transferencia tecnológica en este sector. Para IHCantabria el CSL también representa también un laboratorio de transferencia tecnológica, desde el cual se espera poder iniciar distintos modelos de negocio para la comercialización de productos tecnológicos.

El CSL empezó a finales del 2023, junto con otros proyectos del PCM de IHCantabria, y en una estrecha coordinación con otros dos proyectos; Plan Bahía e IHData⁷. El investigador principal del Proyecto es el director de Transferencia Tecnológica de IHCantabria, Francisco Royano Gutierrez⁸, quien es además coordinador de Cantabria para la línea 3 de ThinkinAzul.

El CSL espera terminarse el 31 de diciembre de 2025 y realizar todas las pruebas de concepto para los retos tecnológicos que viene desarrollando, antes del 31 de octubre del 2025. Como se verá a continuación y como lo señala la documentación de IHCantabria (2022) y a partir del trabajo interno del proyecto, el CSL tiene un objetivo general y unos objetivos específicos, a su vez, espera obtener resultados a distinto nivel de actuación, dado su alcance tanto como experiencia para IHCantabria, para ThinkinAzul, como para Cantabria y España en el ámbito del Turismo Azul Sostenible.

5.1. OBJETIVOS DEL CSL

⁶ Prueba de Concepto, (*Proof of Concept – PoC*, por sus siglas en inglés), es una etapa clave para validar la viabilidad técnica de un prototipo de software o de una tecnología en desarrollo.

⁷ Se puede encontrar más información sobre el inicio y la vinculación de estos proyectos en el capítulo de Data del presente TFM.

⁸ El economista Francisco Royano Gutierrez es Master en Dirección General de Empresas por el IESE (Universidad de Navarra). *Visiting Scholar* en la Oficina de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Cornell (USA). Es profesor del Máster de Costas y Puertos de la Universidad de Cantabria y el IHCantabria. Tiene amplia experiencia en dirección y gestión institucional y es un referente nacional en temas de transferencia tecnológica.

Proyecto de Transferencia Tecnológica Cantabria Smart Litoral (CSL)

Objetivo General: desarrollar y transferir soluciones tecnológicas que respondan a los retos a los que se enfrentan los diferentes agentes del sector del turismo azul de Cantabria, específicamente de la Bahía de Santander.

Objetivos Específicos: Partiendo del objetivo general anterior.

- El desarrollo de una plataforma digital para la gestión de información y la comercialización de recursos y productos de turismo azul sostenible. Se integrarán, relacionarán y combinarán datos en abierto para generar más inteligencia competitiva. Proporcionar al ciudadano y al turista una información de mayor calidad que aporte un verdadero valor añadido.
- Creación y transferencia de soluciones tecnológicas que mejoren la experiencia turística y respondan a los retos a los que se enfrentan los diferentes agentes del sector del turismo azul de Cantabria.
- Ofrecer una gestión sostenible del turismo azul, aportando datos medioambientales que permitan transmitir la información de manera visual y atractiva, permitiendo fomentar la imagen de calidad del destino turístico y la concienciación ciudadana.
- Crear una red de agentes en Cantabria, fomentando la participación y la colaboración, creando la comunidad de destinos, empresas y turistas, y sirviendo de foro de debate y entorno de trabajo conjunto, de innovación y transferencia del conocimiento, y de análisis de necesidades y oportunidades de negocio.
- Facilitar la capitalización de los resultados obtenidos en las otras líneas de actividad del programa Ciencias Marinas de Cantabria.

5.2. RESULTADOS ESPERADOS

Se distingue tres niveles de resultados esperados: el primero, vinculado al desarrollo de los productos finales del CSL; el segundo, a la transferencia tecnológica susceptible de comercialización; y tercero, al potencial de replicabilidad de un modelo colaborativo para otras partes de Cantabria, tanto para el sector de Turismo Azul Sostenible como para otros sectores.

5.2.1. Primer Nivel de Resultados

Existen 3 productos finales:

- Un *Open Data Marketplace (ODM)*: Portal base para la apertura y reutilización de datos, especialmente, medioambientales, que permita mejorar tecnológicamente los servicios actuales, y generar nuevos servicios y negocios basados en dichos datos. Aquí aparecerán las soluciones tecnológicas.
- Una plataforma de comunicación (Comunidad o clúster *Smart Turismo Azul Cantabria – STAC*) para que distintos agentes vinculados al Turismo Azul puedan participar y promover sinergias. Estos agentes utilizarán el ODM tanto como consumidores (datos) como proveedores (software y demás soluciones tecnológicas)
- Un *Open Innovation Lab* o Programa de Innovación abierto, desde el cual se desarrollarán las pruebas de concepto (PoC) de las soluciones tecnológicas.

Como parte del Programa de Innovación Abierto y como *core business* del CSL, se tendrá el desarrollo de las PoC. Actualmente son 6 los retos tecnológicos del CSL. Para cada uno se ha planteado una solución tecnológica. Las cuales son:

- App para actividades y carga de Playa. - Esta solución brindará respuesta a las necesidades de información meteoceánica a los usuarios de playa según las actividades que realicen en ella, como también del nivel de ocupación de las playas de Santander. En este reto IHCantabria colabora con LIS Data Solutions
- Sistema - Monitorización y seguimiento alga asiática invasora (*Rugulopteryx okamurae*). - Esta alga considerada “invasora” ha causado serios perjuicios socioeconómicos en las costas del sur de España (pesca y turismo), se espera poder contar con un sistema de detección, monitoreo y seguimiento del alga para poder implementar medidas de contención y erradicación en las costas de Santander. En este reto IHCantabria colabora con Predictia y la Universidad de Cantabria.
- Monitorización de calidad de aguas en zona portuaria. - En este reto se espera contar con un sistema de monitoreo por sensores de la calidad de agua portuaria y complementarlo con un modelo predictivo de evolución de contaminación en las aguas del puerto y la bahía de Santander. En este reto IHCantabria subcontratará con Smartwater Planet.
- Plataforma de alerta y Plan de gestión por eventos climatológicos extremos (galernas, inundaciones por olas)- IHCantabria mediante el uso de modelos predictivos puede prever la evolución de un evento climatológico extremo tanto en la zona de playa como en la bahía de Santander. Adicionalmente, los especialistas de IHCantabria en gestión de emergencias de este tipo, desarrollarán el protocolo de actuación, se tiene presente la propuesta de la empresa Netboss Comunicaciones quien podría llevar a un entorno digital la operación y gestión del simulacro de una emergencia.
- App de inmersiones (arqueología + recreativo) y Digitalización de Patrimonio Cultural Subacuático - PCS. - Se espera poder contar con una herramienta que brinde la previsión para inmersiones subacuáticas, tanto para fines científicos como turísticos. Así también poder contar con un software que permita hacer reproducciones en realidad aumentada del patrimonio cultural sumergido en Cantabria. En este reto IHCantabria colabora con profesionales independientes y con la Universidad de Cantabria.
- Plataforma de Alerta y Plan de emergencias marina (vertidos sustancias tóxicas, etc). - Mediante el uso de modelos predictivos, IHCantabria, se encargará de la estimación de la evolución de cualquier emergencia de contaminación marina, y Netboss Comunicaciones, de la gestión operativa y digital de la emergencia.

En este primer nivel de resultados, se verificará qué soluciones tecnológicas pueden continuarse en su desarrollo hacia un TRL mayor, esto dependerá de:

- Encontrar continuidad para la financiación de su desarrollo a un TRL mayor

- Si la PoC efectivamente ha respondido como posible solución al Reto Tecnológico. Es posible que el desarrollo científico no alcance para resolver el Reto.
- Si se ha encontrado *Early Adopter*/Cliente

Una situación importante, al respecto de las PoC es que si bien, en sentido estricto una PoC pertenece a un TRL3, la tecnología que compone la participación de IHCantabria o de la empresa privada es en varios casos superior a un TRL3.

5.2.2. Segundo Nivel de Resultados

Para IHCantabria, el CSL servirá como experiencia piloto de la fase inicial del desarrollo de productos tecnológicos susceptibles de comercialización. IHCantabria brindará su experiencia científica en el desarrollo de proyectos I+D+i con potencial de transferencia tecnológica y el sector privado (Startups, PYMES tecnológicas), la experiencia en el desarrollo y comercialización de soluciones tecnológicas.

En este trabajo colaborativo, según solución tecnológica se tendrán distintos productos, esto definirá el tener distintas formas de protección de derechos de propiedad intelectual o industrial y de modelos de negocio.

Si bien, el CSL financiará las PoC, brindará un indicador de la eficacia de un trabajo colaborativo entre IHCantabria y el Sector Privado, a su vez, permitirá la continuidad de dicho trabajo, su modificación, su suspensión o su extinción, según el resultado de la PoC y del desarrollo de las condiciones para ir por el desarrollo de TRLs superiores.

5.2.3. Tercer Nivel de Resultados

En este tercer nivel, el CSL servirá como modelo de desarrollo colaborativo de transferencia tecnológico entre Organismos Públicos de Investigación (OPIs) y empresas del sector privado, en el ámbito de la Economía Azul y posiblemente para otros sectores; así también, se busca que sea replicable a otras Comunidades Autónomas.

Cabe resaltar que el CSL, no es proyecto aislado, forma parte de ThinkinAzul y sus resultados y posibilidades de replicabilidad se encuentran dentro y fuera de este ámbito. En este sentido se espera lograr las siguientes colaboraciones:

- Colaboración con SEGITTUR – PID “Plataforma Inteligente de Destinos”: Aprovechando los fondos Next Generation de la UE, SEGITTUR, con un presupuesto de 130 MM€, ha puesto en marcha el Proyecto “Plan de Transformación Digital de Destinos Turísticos”, y formando parte de la actuación “Plataforma Inteligente de Destinos” (PID), ha generado una serie de estudios y trabajos que pretenden dar respuesta a algunos de los principales retos a los que se enfrentan los destinos turísticos, al tiempo que proporcionan información relevante para contribuir a definir y orientar las funcionalidades que la Plataforma

Inteligente de Destino prevista en el Componente 14 mediante la identificación de “casos de uso”.

Cantabria Smart Litoral – CSL se ofrecerá como proyecto piloto o caso de uso de turismo azul, y seguirá el standard establecido por la iniciativa de Destinos Turísticos Inteligentes (DTI)⁹, focalizado en las actividades marinas y costeras del turismo azul, permitirá reforzar valoración de estos municipios como DTI, y facilitará la incorporación de otros municipios costeros de Cantabria interesados en obtener dicho distintivo. Como “caso de uso”, participará con la consultora seleccionada en algunas fases establecidas en el pliego del programa.

Además, y en mayor profundidad, CSL analizará y tendrá en consideración los “Planes de Sostenibilidad Turísticos” de los 5 municipios de Cantabria. Sus objetivos son totalmente complementarios ya que están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

- Por ejemplo, el Plan “Santander, Norte Litoral - Costa Quebrada” pretende mejorar, potenciar, preservar y poner en valor la zona norte litoral y tiene como ejes de actuación; la mejora de la sostenibilidad económica, social y medioambiental de los modelos de gestión turística local; el incremento de la calidad de los servicios; la promoción de la excelencia y la adaptación de la oferta a los nuevos requerimientos de la demanda. Todos ellos en sintonía con los objetivos de Cantabria Smart Litoral.
- También en colaboración con SEGITTUR, se estudiarán mejores prácticas de turismo azul en otros municipios o DTIs que pudieran ser de aplicación en Cantabria.
- Programa Copernicus – Aplicop Turismo Azul: ApliCop es un proyecto recién finalizado y financiado por la Comisión Europea a través del “*Framework Partnership Agreement on Copernicus User Uptake – FPCUP*”. para facilitar el “*user uptake*” del Programa Copernicus.

El objetivo principal de la iniciativa ApliCop es servir como instrumento de difusión del programa Copernicus, facilitar la utilización de los productos del programa en España para cobertura de necesidades de usuario final en políticas sectoriales y retos sociales y económicos, y conectar a los usuarios y a los proveedores del ecosistema Copernicus en España: empresas, administraciones, centros de investigación, etc. Esta herramienta está alineada con el objetivo de alcanzar una economía climáticamente neutra basada en la innovación y el conocimiento.

A través de diferentes estrategias de comunicación y *networking* (presenciales y online), ApliCop focaliza sus esfuerzos en identificar necesidades, promover la

⁹ El programa Destino Turístico inteligente es un proyecto promovido por la Secretaría de Estado de Turismo (SETUR) y gestionado por la Sociedad Mercantil Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas (SEGITTUR),

investigación y la transferencia de conocimientos, y fomentar la participación del sector de las Tecnologías de la Información, PYMEs y *startups*.

En este contexto de turismo azul sostenible se enmarca la continuidad del proyecto ApliCop va a tener su continuidad como proyecto, y una de las líneas de desarrollo y especialización dentro de Cantabria Smart Litoral, va a ser el turismo azul sostenible. Copernicus es un instrumento fundamental para la el desarrollo y la comunicación de información científica y técnica que permite disponer de datos e imágenes comprensibles para los especialistas, así como para una sociedad mejor informada.

- CSL – Tipología de datos y factores: CSL utilizará de la información generada in situ por el propio Plan de Ciencias Marinas de Cantabria y se complementará por los datos obtenidos del programa Copernicus y otras fuentes de información remota. El éxito de las actividades económicas vinculadas al Turismo Azul está influenciado por diversos factores y variables.

6. DATA

Como se ha mencionado, el CSL tiene tres resultados esperados:

- a. Comunidad de agentes o clúster "*Smart Turismo Azul Cantabria – STAC*"
- b. *Open Innovation Lab* (OIL)
- c. *Open Data Marketplace* (ODM)

Para dar inicio al desarrollo de los resultados a) y b); se contó con la data obtenida a través de un proceso participativo de consulta a usuarios de la Bahía de Santander que se fue consolidando a través de tres hitos importantes (IHCantabria, 2025) (IHCantabria; Universidad de Cantabria, 2024):

- El Protocolo General de Actuación entre las Administraciones Competentes en la Gestión de la Bahía de Santander, firmado en 2019 que fija el marco de colaboración para desarrollar el Plan Integral de Gestión de la Bahía de Santander. Un plan que, como se recoge en el Protocolo, “establecerá e implementará, en la medida de lo posible, las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de los objetivos económicos, medioambientales, sociales, culturales y recreativos de la Bahía de Santander, tomando en consideración las dinámicas naturales actuales y el contexto de cambio climático”. Este Protocolo fue firmado por los miembros de la “Mesa de la Bahía”¹⁰. Este Protocolo marcó la hoja de ruta de lo que se necesitaba implementar en la Bahía.

¹⁰ Los miembros de la Mesa de la Bahía son: Delegación del Gobierno de España en Cantabria; Dirección General (DG) de la Costa y el Mar; Autoridad Portuaria de Santander; Gobierno de Cantabria (a través de: Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente; Consejería de Desarrollo Rural, ganadería, Pesca y Alimentación; Consejería de Industria, Empleo, Innovación y Comercio; Consejería de Cultura, Turismo y Deporte); Ayuntamiento de Santander; Ayuntamiento de Camargo; Ayuntamiento de

- Posteriormente, en el año 2022 aparece el Plan Complementario de Ciencias Marinas (ThinkinAzul), el cual supuso una oportunidad para el desarrollo del plan de gestión integrada de la Bahía. Es así que nace el Plan Bahía¹¹, como proyecto financiado por ThinkinAzul. Mediante el Plan Bahía, los compromisos adquiridos en el marco del Protocolo General de Actuación sirvieron de base para la elaboración de diferentes talleres de participación con usuarios de la Bahía.
- Finalmente, los talleres de participación mencionados, desarrollados en el marco del Plan Bahía, se realizaron en octubre de 2023 mediante mesas temáticas. Estos talleres sirvieron a tres proyectos de ThinkinAzul que gestionaba IHCantabria: Plan Bahía, Bahía Lab y CSL.

La mesa de trabajo sobre turismo azul en la bahía de Santander se celebró en dos sesiones complementarias los días 24 y 26 de octubre de 2023, en las instalaciones del Centro Internacional Santander Emprendimiento (CISE). A la mesa acudieron 23 profesionales de diferentes instituciones, empresas, federaciones, centros científico-tecnológicos y académicos relacionados con el turismo azul y sostenible en la bahía, además de 10 expertos de IHCantabria y el grupo GeoOcean de la Universidad de Cantabria¹². Con anterioridad a la mesa de trabajo se realizó una encuesta online con el fin de obtener una visión general de las principales problemáticas y necesidades de datos, en la que se obtuvieron 27 respuestas.

Los resultados obtenidos, tanto en la encuesta online como en las dos sesiones de trabajo se estructuraron en torno a:

- Problemáticas y necesidades del turismo azul y sostenible.
- Uso de datos físico ambientales en la bahía de Santander.
- Conflictos de uso identificados.

El detalle de estos resultados se puede encontrar en el Anexo 1. "Resultados de Mesa Temática", estos dieron origen tanto a la identificación y construcción de más de una veintena de Retos Tecnológicos para el OIL, que posteriormente, acabarían siendo sólo seis; y a la construcción de los agentes que formarían la "Smart Turismo Azul Cantabria – STAC".

Con respecto al resultado c), se realizó un diagnóstico interno en IHCantabria para la identificación de capacidades internas en la institución que darían origen al ODM, el proceso de puesta en valor e identificación de dichas capacidades aparece en el Anexo 2. "Diagnóstico para el ODM".

7. METODOLOGÍA

El Astillero; Ayuntamiento de Marina de Cudeyo; Ayuntamiento de Ribamontán al Mar; Universidad de Cantabria (UC).

¹¹ El Plan Bahía es uno de los proyectos que ha desarrollado IHCantabria en el marco de ThinkinAzul, en coordinación con la Universidad de Cantabria

¹² El Grupo de Geomática e Ingeniería Oceánica (GeoOcean) del Departamento de Ciencias y Tecnologías del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria es un grupo científico joven, con más de 15 años de experiencia en investigación e ingeniería por parte de sus miembros más experimentados. El investigador principal es Fernando J. Méndez, Catedrático de Ingeniería de Costas.

El CSL se estructuró en tareas y subtareas, cuya metodología de desarrollo ha buscado facilitar de modo simultáneo, todo el proceso de recopilación y difusión de la información técnica relacionada con el sector turismo que estará disponible en el OMD, la identificación y la colaboración entre los agentes para la STAC, y la comercialización de recursos y productos de turismo azul sostenibles en destinos de litoral a partir del desarrollo futuro de las soluciones tecnológicas. Esta metodología ha venido ajustándose a medida que se avanzó en el desarrollo del CSL. De esta manera, se han venido ajustando y desarrollando las siguientes tareas y subtareas:

Tarea 1: Realización de un análisis del estado del arte en el ámbito de los modelos de medición de impactos económicos del Turismo Azul (en colaboración con SEGITTUR y la consultora para el caso de uso de turismo azul). Con especial atención a las actividades seleccionadas (deporte acuático, turismo de playa, sostenibilidad):

- Subtarea 1.1: Análisis de las experiencias y buenas prácticas nacionales e internacionales más relevantes y la literatura científica sobre el tema.
- Subtarea 1.2: Realizar un análisis del estado del arte en el ámbito de los modelos de medición de impactos económicos, gestión pública o privada, promoción e imagen del destino, digitalización y nuevas tecnologías, etc., en función de las buenas prácticas de Turismo Azul detectadas en el país.
- Subtarea 1.3: Revisión de las buenas prácticas en materia de diseño y gestión de Turismo Azul entre los miembros de la Red de Destinos Turísticos Inteligentes.
- Subtarea 1.4: Revisión de los informes DTI, y los planes de sostenibilidad turística de los municipios de Cantabria con certificación DTI.

Tarea 2: Selección y puesta en marcha de las Plataformas de Comunicación y de las Comunidades de usuarios participantes

Identificación del portal o plataforma de comunicación e identificación de los agentes sectoriales de ambas comunidades de usuarios o participantes.

- Comunidad STAC (Smart Turismo Azul de Cantabria); escala regional, agrupará los agentes de Cantabria que participen en el CSL.
- Comunidad Copernicus ATAS (Aplicop Turismo Azul Sostenible): escala regional y nacional, agrupará a los usuarios y creadores de productos y servicios de turismo azul basados en datos del programa Copernicus.

Respecto a las subtareas:

- Subtarea 2.1: Plataforma STAC. Incluye actividades como la selección del proveedor, contrato de licencia, la adaptación – preparación, la formación de usuarios y gestores y, por último, la dinamización de la plataforma.
- Subtarea 2.2: Plataforma Copernicus ATAS. Supondrá también la selección del proveedor, contrato de licencia, la adaptación – preparación, la formación de usuarios y gestores y, por último, la dinamización de la comunidad y plataforma.

- Subtarea 2.3: Identificar y categorizar a todos los agentes de ambas comunidades.

Tarea 3: Identificar los principales retos, necesidades, problemáticas y/o oportunidades de mejora del Turismo Azul en Cantabria, en el ámbito público y privado.

- Subtarea 3.1: Entrevistas y encuestas a gestores públicos y privados para determinar los retos y oportunidades de mejora que, desde el punto de vista de la gestión, plantea el Turismo Azul.
- Subtarea 3.2: Organización de un encuentro y dinámicas de grupo con los miembros de la Red de Destinos Turísticos Inteligentes relevantes en dicho ámbito para validar y contrastar las necesidades, problemáticas y/o oportunidades detectadas en el ámbito del Turismo Azul.
- Subtarea 3.3: En base a los informes y encuestas, un análisis DAFO que sirva de diagnóstico de la situación inicial. Selección y priorización de los problemas y necesidades del sector a abordar.

Tarea 4: Portal de datos – *Open Data Market Place (ODM)* Traducción de las necesidades de los usuarios en requisitos técnicos de los servicios (análisis de capacidades y carencias). Para facilitar la coordinación con el programa PID de SEGITTUR, se seguirán las fases establecidas en su modelo.

- Subtarea 4.1: Selección y determinación de los datos de utilidad asociados para la identificación y gestión de los retos, necesidades, problemáticas y/o oportunidades de mejora identificados en la fase anterior.
- Subtarea 4.2: Diagnóstico de datos disponibles e identificación de fuentes de información existentes, incluyendo las actuales de fuentes públicas, las proporcionadas por el programa Copernicus y las generadas desde otros proyectos del PCM de Cantabria. Evaluación de su calidad, nivel de disponibilidad, estabilidad, granularidad, histórico de datos disponibles, costes de extracción, carga y explotación, grado de normalización y actualización, etc.
- Subtarea 4.3: Identificación del conjunto o conjuntos de datos requeridos no disponibles o de insuficiente calidad que sería procedente generar.
- Subtarea 4.4: Creación del portal OMD para facilitar la gestión integrada y la difusión de todos los datos e informes técnicos recopilados y generados en el proyecto. El portal será la base para la apertura y reutilización de datos, que permitan mejorar tecnológicamente los servicios actuales, y generar nuevos servicios y negocios basados en dichos datos.

Tarea 5: Puesta en marcha del Programa Open Innovation Lab – OIL. Dinamización de la industria, nuevas soluciones tecnológicas para mejorar y ampliar la oferta de productos y servicios mediante el desarrollo de prototipos y pruebas de concepto (POC) (satisfacer las necesidades y aprovechar las oportunidades).

- Subtarea 5.1: Convocatoria de software digital o apps para el turismo azul.

- Subtarea 5.2: Convocatoria de generación de nuevas ideas y oportunidades innovadoras de negocio.

Tarea 6: Gobernanza y gestión de los datos. Las especificaciones técnicas se transmitirán a la industria para que adapte los productos y algoritmos a fin de responder eficazmente a las necesidades de la demanda. Debe llevarse a cabo el análisis de la brecha por actividades o sectores entre la oferta de productos y servicios (tanto los existentes como los nuevos potenciales) y la demanda.

- Subtarea 6.1: Generar un modelo de datos que permitan definir y actuar sobre el problema a fin de integrarlo en la futura Plataforma de Destino.
- Subtarea 6.2: Desarrollar un modelo de indicadores que permitan la monitorización, el seguimiento y la toma de decisiones.
- Subtarea 6.3: Crear un repositorio de ontologías¹³ necesarios para favorecer un marco favorable a la interoperabilidad¹⁴, mediante el desarrollo de modelos semánticos¹⁵ diseñados al efecto.
- Subtarea 6.4: Determinación de requisitos de interoperabilidad del modelo de datos desarrollado.

8. AVANCE SOBRE LOS RESULTADOS

Como se ha explicado, el CSL tiene tres niveles de resultado, a la fecha de preparación del presente documento, los avances y cambios del proyecto inicial han sido diversos, a continuación, se procederá a explicar el desarrollo y avance según el nivel del Resultado.

8.1. PRIMER NIVEL DE RESULTADOS

Este primer nivel de resultados, fue uno de los más intensos y demandantes, en términos de uso de recursos, que tomó poco más de un año de la duración del proyecto. Para llegar al desarrollo de los tres productos de este primer resultado, se tuvo que pasar por varios procesos.

Partiendo de la información que se había recibido desde los usuarios del turismo de la bahía de Santander (proceso narrado en el capítulo de Data), se continuó con:

- Organizar la información recibida y organizarla en Fichas (se tomó de referencia las de postulación al programa Xtela)¹⁶ que explicaran; el objetivo del reto; la

¹³ Un repositorio es un lugar donde se almacenan y organizan recursos. En este caso, se trata de ontologías, que son estructuras formales que definen conceptos y relaciones dentro de un dominio específico. Sirven para que diferentes sistemas compartan un entendimiento común.

¹⁴ Es la capacidad de distintos sistemas o entidades para trabajar juntos, intercambiar información y utilizarla de forma efectiva. Aquí se busca que los sistemas puedan “entenderse” entre sí gracias a las ontologías.

¹⁵ Son representaciones que capturan el significado de los datos. Se diseñan para que los sistemas no solo compartan datos, sino que también comprendan su contexto y propósito.

¹⁶ Inicialmente, el formato de las Fichas fue el del Programa Xtela (<https://xtela.net/>). Programa de aceleración empresarial e innovación abierta de carácter internacional dirigido a startups innovadoras de cualquier parte del mundo que planteen soluciones innovadoras en los ámbitos prioritarios definidos en

información o data que demandaba; el tipo de solución a desarrollar; los equipos de investigación de IHCantabria que se necesitaría involucrar y los softwares desarrollados por la institución que podrían usarse en el reto; las posibles empresas que podrían participar en colaboración; así como la relación de usuarios interesados; posibles *early adopters*; y un resumen de la vigilancia tecnológica¹⁷. La fecha del documento (Ficha) y quiénes participaban en su edición.

- El contenido de las Fichas pasó por varias revisiones, dentro del equipo inicial del CSL, de tal forma que se pudiera tener una comprensión de las necesidades y de cómo éstas podrían encajar con las capacidades internas y con los posibles agentes involucrados. Se elaboraron 19 Fichas, una por reto. La lista de estos retos aparece en el Anexo 3. “Lista Inicial de Retos”.
- Contar con la información en este formato de Fichas permitía organizar la información con la expectativa de que la participación de las empresas en los retos, se lograra a través del programa Xtela, en este caso específicamente orientado a empresas cántabras. Sin embargo, no se logró establecer un acuerdo y la convocatoria no pudo salir a través de Xtela.
- Posteriormente, se buscó otras opciones a Xtela, de tal forma que la elección de la empresa fuese a través de otros concursos, pero al no poderse por razones administrativas, se decidió por hacer una búsqueda directamente entre empresas tecnológicas cántabras.
- Simultáneamente, para cada reto, se fue teniendo reuniones explicativas de los mismos, con los equipos de investigación de IHCantabria. De ellos se recibió el *feedback* y se hizo ajuste a las Fichas.
- Las Fichas tuvieron más cambios, cuando se tuvo reunión con los posibles *early adopters* y con las posibles empresas.
- Luego de un proceso de reuniones individuales, que duró hasta aproximadamente junio de 2024, con posibles empresas y *early adopters*; en julio de ese año, se tuvo una reunión general entre las posibles empresas y los equipos de investigación, en la que se les explicó cómo estaba quedando el diseño de los retos y qué expectativa se tenía para su desarrollo.
- En setiembre se procedió a iniciar reuniones por retos entre empresas, equipos de investigación de IHCantabria y el equipo de CSL, en adelante y hasta finales de año, se terminaron por concretar o descartar los retos que finalmente se procederían a desarrollar. De ello, quedaron los seis retos que conforman el OIL.
- Con esos 6 retos se estableció la hoja de ruta a trabajar.

Esta secuencia de hechos, fueron los antecedentes que dieron inicio o complementaron la evolución y el estado actual de los tres productos del Primer Nivel de Resultados que a continuación aparece:

la Estrategia de Especialización Inteligente de Cantabria RIS3 2021-2027: Industria 4.0, Blue Economy e Industria offshore, Salud y bienestar, Industria cultural y turismo sostenible, y Bioeconomía y agroalimentación.

¹⁷ Durante la primera quincena de mi práctica, estuve específicamente abocado a la vigilancia tecnológica. Esto fue buscar en internet, si había empresas brindando la tecnología que se buscaba para el reto, o identificar en documentos de investigación si dicha tecnología se encontraba en desarrollo por algún centro de investigación. Inicialmente, se buscó en Cantabria, luego en toda España, posteriormente en Europa y finalmente, una búsqueda global. Toda esta información se sistematizó en formato Excel.

8.1.1. Comunidad de Agentes o Clúster "Smart Turismo Azul Cantabria – STAC"

Como se ha explicado en la sección de Data; a partir de la experiencia de la Mesa de la Bahía, el trabajo realizado por el Plan Bahía, más la confluencia de las actuaciones con IHData y el CSL, la comunidad de agentes empezó a construirse y gracias a la continuidad de las coordinaciones de los agentes, a través de todas estas instancias, es una comunidad activa y en contacto.

Formalmente, la STAC no tiene un espacio digital de interacción; sin embargo, a través del CSL, el reto del Sistema - Monitorización y seguimiento alga asiática invasora (*Rugulopteryx okamurae*) y la sinergia con el proyecto piloto de desarrollo de retos sobre esta alga, iniciado desde ThinkinAzul y su línea 3 (más adelante, al hablar del reto, se explicará esta sinergia) se ha podido impulsar el uso de la Plataforma de la Red Española de Espacios de Conocimiento para la Economía Azul (REECEA)¹⁸ entre más de 60 investigadores del alga a nivel nacional. Este espacio es digital, de intercambio y por sus características, la plataforma permite el desarrollo de proyectos colaborativos, como funcionaría una comunidad digital.

Esta interacción en REECEA representa una experiencia piloto de lo que sería un espacio digital de interacción para el STAC.

8.1.2. Open Innovation Lab (OIL)

Como se ha mencionado, el OIL desarrollará seis (6) PoC, una por cada reto tecnológico. A la fecha de presentación del presente documento, no se han culminado todas ellas; sin embargo, todas estarán completas al 31 de octubre del presente año. Más allá de ello, el desarrollo y alcance de cada uno de los retos fue teniendo algunos ajustes durante el desarrollo del CSL. Esto se debe a que cada reto tuvo una idea inicial a partir de las demandas de los usuarios de la bahía de Santander; sin embargo, los alcances estuvieron sujetos a lograr las coincidencias con el o los intereses que pudieran tener los *early adopters*, las opciones futuras de financiación, los acuerdos a alcanzar con otros colaboradores en cada reto, sean privados o públicos y la definición del alcance técnico, es decir hasta dónde se podía llegar con la prueba de concepto, en los límites de tiempo que tiene el CSL como proyecto financiado con ayudas públicas.

Otro de los factores clave era el trabajo coordinado y disponible de los distintos grupos de investigación de IHCantabria, los softwares desarrollados que podían participar del CSL e ir dentro de soluciones tecnológicas comercializables. En este sentido el capital humano y sus capacidades científico-técnico han jugado y juegan un rol muy importante en el CSL.

El CSL también tiene como propósito poder contar con empresas cántabras especializadas en el uso de tecnologías disruptivas e interesadas en el desarrollo de

¹⁸ REECEA es un espacio virtual de interacción, colaboración, información, capacitación, difusión y transferencia de conocimiento para el desarrollo de la economía azul. (<https://smartplaticas.theglocal.network/>)

proyectos colaborativos I+D+i. Esto en sí mismo representó un desafío importante porque en Cantabria la oferta de empresas con este perfil y orientadas a la economía azul no es que esté muy desarrollada. Sin embargo, al final de un largo proceso se ha podido contar con la participación de cuatro empresas cántabras: Netboss Communication, LIS Data Solution, Predictia Intelligent Data Solutions S.L y SmartWater Planet.

De toda esta combinación de factores y otros no menos importantes, se ha llegado al siguiente estado por reto:

App de Actividades y Carga de Playa

El alcance técnico de la Prueba de Concepto se definió en el desarrollo del prototipo de una aplicación que cuente con dos tipos de funcionalidades: informativa y colaborativa; la primera mostrará información meteoceánica provista desde datos públicos o generados por IHCantabria por modelado o por procesamiento de imágenes de cámaras, satélites, etc.; la segunda, será el resultado del procesamiento de preferencias de usuarios mediante técnicas de *machine learning*, elaborado por la empresa colaboradora LIS Data Solutions.

El prototipo desarrollado en el software FIGMA se ha culminado y ha sido validado mediante entrevistas a usuarios de diversas actividades: fútbol playa, salvamento y socorrismo, nado y surf.

En este reto se tiene firmado un *Non-Disclosure Agreement (NDA)* con la empresa colaborada y se encuentra en curso, la firma de un Acuerdo Comercial de colaboración conjunta.

La realización del prototipo ha contado con la participación de varios equipos de investigación de IHCantabria: Teledetección, Costas, Océanos, IT; quienes además han establecido el alcance técnico de la solución tecnológica definitiva. Es así que, Teledetección estaría aportando los resultados de una metodología especial para reproducción visual de batimetrías; el equipo de Costas y su software *Shoreline Evolution Tools* (IH-SET) integraría su conocimiento en determinación de línea de costas; el equipo de Océanos, proveería la data meteoceánica mediante el modelado de las provisiones; el equipo IT se encargará del desarrollo del software en su función informativa e integrarlo al desarrollo que haga LIS Data.

Finalmente, se ha establecido la hoja de ruta para dar continuidad al desarrollo de la solución tecnológica más allá de la PoC, el modelo de negocio y una posible fuente de financiamiento para dar continuidad, en colaboración con el Ayuntamiento de Santander quien ha mostrado su interés en el desarrollo de la solución final, en el marco de la convocatoria de SEGITTUR.

App de inmersiones y Software de Digitalización de Patrimonio Cultural Subacuático (PCS).

El alcance técnico de la PoC tendrá varias actuaciones que se harán dentro del calendario de 5 inmersiones previstas en torno a la Isla de Mouro - Cantabria, con el fin de inspeccionar un ancla hundida:

- Se especificarán las coordenadas y los metros de profundidad de su ubicación. Así como, el estado de conservación del ancla.
- Se validarán las previsiones de corrientes, temperatura y turbidez que brindará IHCantabria.
- Se validará la experiencia del trabajo colaborativo institucional con el centro de buceo MouroSub y con el grupo de investigación de Ingeniería Fotónica de la Universidad de Cantabria que colaborará realizando la fotogrametría del ancla y un *making off* del proceso. Se espera también poder tomar imágenes del fondo marino para su digitalización. Todo ello para desarrollar un demo de la digitalización del PCS.
- En la experiencia con el centro de Buceo, se validará también las funcionalidades previstas para la solución tecnológica (funciones informativa y colaborativa)
- Se validará, mediante el uso de sensórica, la métrica de validación de variables de temperatura y turbidez, con otro punto cercano (el equipo Medusa – ver reto de calidad de agua – instalado en la boya 4 de la Bahía) que tiene reporte de las mismas variables.
- Se validará la metodología de trabajo de inspección científico-arqueológica, el cual será transmitido a la Dirección General de Cultura del Gobierno de Cantabria y a la dirección del Museo Oceanográfico del Cantábrico, así también se validará la ubicación georreferenciada del ancla y el estado de conservación de la misma.

Además de lo anterior, se ha desarrollado un prototipo de lo que será la aplicación de inmersiones. A la fecha de la redacción de este informe aún no se tiene una versión demostrativa de lo que será la digitalización del PCS. Sin embargo, ya se tiene en curso la firma de acuerdos de colaboración con las instituciones participantes.

En este reto participan tres equipos de IHCantabria; Patrimonio, que lidera las inmersiones gracias a su conocimiento en inspección arqueológica subacuática; Océanos, que es capaz de modelar previsiones meteoceánicas, e IT en el desarrollo de softwares. Con ellos, se ha elaborado el diseño del prototipo de la aplicación en FIGMA, y es con ellos, con quienes se ha previsto cómo sería la solución tecnológica definitiva.

Por otro lado, se ha establecido la hoja de ruta para dar continuidad al desarrollo de la solución tecnológica más allá de la PoC; se tiene un modelo de negocio preliminar y una posible fuente de financiamiento para dar continuidad, en colaboración con el Ayuntamiento de Santander que ha mostrado su interés en el desarrollo de la solución en el marco de SEGITTUR, tomando especial interés en la reproducción digital del fondo marino de las costas de Santander.

Sistema - Monitorización y seguimiento alga asiática invasora (*Rugulopteryx okamurae*)

El alcance técnico de este reto para su PoC, con la participación del equipo de IHCantabria de Teledetección, se ha establecido en 3 etapas: 1) Recolección de datos con espectrorradiómetro¹⁹ y toma de datos de satélites, con ello se tendrán imágenes hiperespectrales²⁰ y multiespectrales²¹, respectivamente, se espera encontrar diferencias no visibles entre algas, en el área infrarroja. Además, se hará una sistematización de imágenes (biblioteca) con series temporales de imágenes captadas por los satélites Sentinel y Landsat²²; 2) Se hará el análisis físico químico de las zonas potenciales con imágenes de satélite y se determinarán índices de expansión del alga; 3) aplicación de algoritmos y verificación en campo de sus proyecciones. Esta PoC se hará en colaboración con la empresa Predictia.

De lo anterior, se tiene avanzada la etapa 1 de la PoC. Se ha realizado un análisis de firmas espectrales de varias especies y se encontró una diferencia significativa entre *Rugulopteryx* y otras algas, específicamente en el infrarrojo. Aunque las diferencias espectrales son claras en el laboratorio, la detección mediante satélite es complicada debido a la absorción del infrarrojo por el agua, lo que atenúa significativamente la señal. Se tienen procesados datos de series temporales satelitales desde 1985 a la fecha.

La relevancia de este reto, reside en el impacto medioambiental y socioeconómico de la *Rugulopteryx*, que desde su aparición ha causado estragos en pesca, acuicultura y al turismo en casi toda la costa española. El interés en la problemática causada por esta alga motivo que desde ThinkinAzul se desarrolle un proyecto piloto sobre el alga con el objetivo de motivar el desarrollo de uno o varios Proyectos de I+D+i que provengan de la sinergia de investigadores u organizaciones con interés en la temática a tratar, utilizando para ello, la Red Española de Espacios de Conocimiento para la Economía Azul (REECEA) que administra la Secretaría General de Pesca. Este proyecto piloto lo viene organizando IHCantabria desde la dirección de transferencia tecnológica y con la experiencia que se tiene sobre el reto del alga en el CSL.

Este proyecto de ThinkinAzul, brinda la posibilidad de continuidad del reto más allá del PoC, pero además de ello otras instituciones públicas como la autoridad portuaria de

¹⁹ Instrumento óptico que mide la distribución espectral de la radiación electromagnética reflejada o emitida por un objeto. Se utiliza para obtener firmas espectrales precisas, fundamentales en estudios de teledetección, agricultura de precisión y monitoreo ambiental. Una firma espectral es el patrón característico de cómo un objeto refleja, absorbe y transmite la radiación electromagnética en distintas longitudes de onda.

²⁰ Capturan información en cientos de bandas espectrales estrechas, lo que permite distinguir materiales con gran precisión. Son útiles para identificar diferencias sutiles entre especies de algas, incluso en el rango infrarrojo

²¹ Capturan datos en un número limitado de bandas más amplias (como RGB e infrarrojo cercano), lo que permite un análisis más rápido y rentable, aunque con menor resolución espectral que las hiperespectrales.

²² Sentinel (de la ESA) y Landsat (de NASA/USGS) son satélites de observación terrestre que proporcionan imágenes multiespectrales. Sentinel-2 ofrece alta resolución espacial de hasta 10 por píxel metros y mientras que Landsat 9 su resolución es de 30 metros por píxel.

Santander, y la Dirección General de Pesca del Gobierno de Cantabria han mostrado su interés en el desarrollo del reto.

Plataforma de alerta y plan de gestión por eventos climatológicos extremos (galernas, inundaciones por olas).

El alcance técnico de este reto es poder brindar al Ayuntamiento de Santander (*early adopter*), una herramienta demostrativa de gestión ante una emergencia, como una inundación, para ello se necesita no sólo señalar quién debe hacer qué durante la emergencia, sino también determinar los posibles umbrales de afectación que puede sufrir Santander ante un evento climatológico extremo. La PoC tendría dos actuaciones: 1) Simular un evento, por ejemplo, la inundación del año 2014 en la segunda playa del Sardinero; 2) Disponer de un protocolo de actuación que brinde a las autoridades la secuencia de acciones que deberían sucederse para atender eficientemente la emergencia.

En el caso de la PoC, las dimensiones de la afectación están acotadas a lo sucedido en 2014; sin embargo, IHCantabria tiene la capacidad de predecir los umbrales máximos de afectación para emergencias más complejas y con ello disponer del protocolo de actuación completo. En este sentido, este reto viene desarrollándose con la participación de varios equipos de investigación de IHCantabria; Océanos y Puertos con sus capacidades de previsión meteoceánica para el modelado de inundaciones; complementariamente el equipo de Litorales, utiliza esos resultados para diseñar y dimensionar los protocolos de gestión de emergencia; y el grupo de IT que compatibiliza el alcance técnico de la solución con las capacidades digitales y técnicas de IHCantabria.

Mejor aún, el protocolo de gestión puede digitalizarse y con ello mejorar la eficiencia en la gestión. En algún momento se tuvo el interés de la empresa Netboss de hacerse de ese desarrollo, no se descarta que se pueda retomar el contacto y se incluya su participación en la PoC.

Dadas las capacidades señaladas, actualmente se encuentra en desarrollo la PoC, con la finalidad de poder brindar un ejemplo demostrativo de lo que sería una solución más compleja ante eventos climatológicos extremos como son las galernas y las inundaciones, en sus distintas modalidades, sea por aumento de marea astronómica (por proximidad de la luna) o de marea meteorológica (por incremento de olas, tormentas, etc) o por una combinación de ambas. Lograr este mayor alcance nace también del interés del Ayuntamiento de Santander en el marco de la convocatoria de SEGITTUR, por contar una herramienta de gestión más completa a la que actualmente dispone. Este interés podría abrir el camino para el desarrollo de la solución tecnológica completa.

Por otro lado, se han elaborado los modelos de negocio para este reto y se espera poder lograr una colaboración más estrecha con el Ayuntamiento de Santander que asegure la continuidad del desarrollo de una solución tecnológica.

Plataforma de Alerta y Plan de emergencia por contaminación marina (sustancias tóxicas, etc).

En este caso la PoC fue un simulacro realizado en modo *Tablex*²³ el jueves 6 de marzo de 2025, en las instalaciones de la Autoridad Portuaria de Santander. El alcance de ello fue validar:

- El uso de la Plataforma KAIROS365 SCH, de la empresa Netboss como herramienta de gestión digital de una emergencia por parte de un organismo competente (Autoridad portuaria de Santander).
- El modelado, por parte de IHCantabria, de un escenario hipotético de vertido de una sustancia contaminantes en las aguas del ámbito portuario, en el que se visualizaba cómo se expandía la sustancia en la superficie marina. Esto se hace con el software IH-TESEO creado por el equipo de investigación de Océanos de IHCantabria.
- De la combinación del uso del modelado y de la Plataforma KAIROS365 SCH se obtuvo un entorno de ensayo en el que se le presentó a la Autoridad Portuaria, lo que sería la gestión digital de la emergencia, el despliegue virtual de los recursos (personal, equipos) y el protocolo de actuación.

Se espera que 9 octubre de 2025 se realice un simulacro, pero en entorno real con la participación de más agentes, e inclusive integrándose con otro software que es específico para la gestión portuaria, llamado SAMOA. En simultáneo, se viene negociando un Acuerdo Marco Comercial entre IHCantabria, OneDona Global y Netboss, con distintas modelos de negocio entre las tres organizaciones. Se tiene también un acuerdo de confidencialidad firmado entre Netboss e IHCantabria.

Finalmente, el propósito del Acuerdo Marco Comercial que está por firmarse antes de octubre del 2025 es establecer una colaboración para llevar la integración de IH-TESEO y KAIROS356 SCH al ámbito comercial frente a puertos u otras entidades encargadas de gestión de personal y recursos en el ámbito portuario (empresas, capitanía, entre otros).

Sistema de Monitoreo de Calidad de Agua

Inicialmente el alcance del reto fue realizar una PoC sobre un sistema de monitoreo de calidad de agua, únicamente en el ámbito portuario de la bahía de Santander con la subcontratación de la empresa SmartWater Planet (SWP); sin embargo, luego que el Ayuntamiento de Santander conociera del reto y su alcance, se interesó en participar en el marco de la convocatoria de SEGITTUR, y propuso que el monitoreo de la calidad de agua llegase a las zonas de baño de las playas de Santander.

En el desarrollo de este reto se ha contado con la participación de los equipos; del Laboratorio de IHCantabria, y de investigación de Ecosistemas Litorales, quienes tienen

²³ El modo Tablex supone realizar las actividades de modo simulado en gabinete. En un espacio controlado, se explican los pasos y las actuaciones respectivas, sin movilización de recursos reales, pero sí digitales, de tal modo que se pueda ver el desarrollo del simulacro.

la experiencia en el monitoreo de calidad de agua. Con ellos se fue definiendo tanto el alcance de este reto como del desarrollo de la solución tecnológica final.

A la fecha de la redacción de este documento, la PoC se inició bajo las siguientes características:

- Instalación de 3 equipos Medusa dispuestos cada uno en una boya de la bahía de Santander. Se están usando las boyas 4, 14 y 23. Los equipos medusa son equipos que monitorean, mediante sensores sumergidos en agua, la calidad de agua y retransmiten la data recolectada cada hora, a través de distintos protocolos de transmisión remota.
- Los equipos medusa miden 6 variables: pH; Temperatura (Temp); Oxígeno disuelto (DO); Potencial de reducción-oxidación (ORP); Conductividad eléctrica (EC); Turbidez.
- Los equipos estarán instalados desde junio a octubre de 2025.
- IHCantabria está desarrollando la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API por sus siglas en inglés) para la transmisión automática de la data de los equipos medusa a los servidores de IHCantabria.

Una vez sistematizada esta información, a través del Portal del Puerto de Santander, se espera ponerla a disposición para que los distintos usuarios puedan tener acceso a ella, se está pensando en el mismo Puerto, en mariscadores, pescadores, investigadores, entre otros.

En simultáneo y pensando en el desarrollo de una solución tecnológica final, que atienda el interés del Ayuntamiento, se está evaluando cómo incorporar la medición de E.Coli y Enterococos en las Playas de Santander. Sobre esto último, con el grupo de investigación de ingeniería fotónica de la Universidad de Cantabria quienes, con el uso de espectrometría Raman y de técnicas de *machine learning*, determinan a nivel molecular y en tiempo real con uso de láser y reflectancia de la luz, qué composición tiene el agua; se está evaluando su participación en el desarrollo de la solución tecnológica final que atienda el interés del Ayuntamiento de Santander. Así también, los resultados de otro software de IHCantabria, llamado Cíclope, que mediante inteligencia artificial, modela la presencia de E.Coli y de enterococos en la bahía de Santander, están siendo evaluados para ser integrados en la solución tecnológica final.

Finalmente, se encuentra en proceso, la firma de un acuerdo de colaboración con el Puerto de Santander, Ayuntamiento y con SmartWater Planet, para la continuidad de los desarrollos.

8.1.3. Open Data Marketplace (ODM)

El ODM aún no está desarrollado como tal; sin embargo, las condiciones para ello están dispuestas. El paso previo es contar con las PoC del OIL y el repositorio de la data vinculada a economía y turismo azul que IHCantabria es capaz de proveer o brindar mediante modelado por su conocimiento experto y capital humano científico. De todos modos, se espera que el ODM sea desarrollado en el corto plazo.

8.2. SEGUNDO NIVEL DE RESULTADOS

Éste es un nivel en el que se ha avanzado superando las expectativas iniciales. Esto porque el CSL ha logrado establecer, con la experiencia en curso, la hoja de ruta del proceso de transferencia tecnológica institucional, un proceso que se viene documentando pero que, desde ya, está sirviendo como referencia no sólo interna, sino también para aquellos proyectos de las distintas líneas de ThinkinAzul susceptibles de transferencia tecnológica.

La experiencia de CSL ha visualizado que no sólo se debe buscar el incremento de los TRL per se, sino que este proceso de madurez debe ir acompañado de un proceso de maduración tanto de los Niveles de Maduración Comercial²⁴ (*Commercial Readiness Levels – CRL*), como también de los Niveles de Maduración del Negocio²⁵ (*Business Readiness Levels – BRL*).

La experiencia del CSL va a generar reuniones de formación con los equipos de investigación de IHCantabria sobre transferencia tecnológica, explicando el acompañamiento entre los TRLs con los CRLs y los BRLs. Se espera proponer lo mismo para los demás proyectos de ThinkinAzul que sean susceptibles de transferencia, en la línea de poder alcanzar la continuidad de su desarrollo con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Al incluir a empresas dentro del desarrollo de los retos, como lo son Predictia, LIS Data Solutions y Netboss, aparecieron distintos modelos de negocio colaborativos, dada las distintas formas en que se puede participar de convocatorias o de oportunidades de negocio. Así se tiene:

- IHCantabria y Empresa, ambas como consorcio y presentando una solución integrada.
- IHCantabria subcontrata a empresa. La primera integra la solución de la segunda.
- Empresa subcontrata a IHCantabria. La primera integra la solución de la segunda.

En el caso de SmartWater Planet, IHCantabria la ha subcontratado para participar en el CSL, pero no se descartan otras modalidades de colaboración conjunta. En los acuerdos de colaboración que se están por firmar con las empresas se está incluyendo los distintos modelos de negocio colaborativos.

Es importante mencionar que para que estos modelos funcionen, un insumo importante es que los distintos softwares (Cíclope, IH-TESEO, IH-SET) que IHCantabria involucra en CSL tienen un nivel de TRL 6 o superior y serán registrados ante notario, lo que hace

²⁴ Los CRL son una escala que mide el grado de preparación comercial de una tecnología o solución. Evalúan aspectos como la validación del mercado, la estrategia de comercialización, la capacidad de producción y la viabilidad financiera. Van desde niveles bajos (idea o prototipo sin validación) hasta niveles altos (producto comercialmente viable y escalable).

²⁵ Los BRL indican el nivel de madurez del modelo de negocio asociado a una tecnología o solución. Consideran factores como la estructura organizativa, el equipo gestor, la estrategia de ingresos, la sostenibilidad económica y la preparación para atraer inversión o escalar. Complementan los CRL al enfocarse en la viabilidad empresarial más allá del producto.

que algunos modelos de negocio estén más próximos de lograr la transferencia tecnológica en el corto plazo, como es el caso de IH-TESEO con Netboss, en el que se espera llevar estos modelos de negocio al mundo comercial en lo inmediato.

Establecer modelos de negocio acorde con el desarrollo de las PoCs, en estos entornos colaborativos ha sido un proceso de aprendizaje y evolución constante. La asesoría y aporte constante de la Unidad de Gestión de la Investigación y Transferencia Tecnológica, en la Gerencia de IHCantabria, con la experiencia de la Dirección de Transferencia de la institución, sirvió para el desarrollo de los modelos de negocio, dentro de los alcances normativos a los que se encuentra sujeto IHCantabria, todo esto de la mano de la asesoría especializada de PONS IP en temas de protección de derechos de propiedad intelectual.

8.3. TERCER NIVEL DE RESULTADOS

Para poder lograr la replicabilidad del CSL faltará terminar con las PoC y continuar con el desarrollo de los acuerdos de colaboración que se están negociando, firmando y aplicando con empresas e instituciones del sector público, pero desde ya es una experiencia piloto que brindará lecciones para el desarrollo de soluciones tecnológicas en el sector del turismo azul.

Otro alcance importante del CSL es que, desde su origen, el proyecto buscó orientar las capacidades institucionales de IHCantabria, a las necesidades del turismo azul sostenible que se recogió del trabajo con los usuarios. Al lograr la financiación de la ThinkinAzul, logró el involucramiento del gobierno, lo continuó, al capturar el interés del Gobierno de Cantabria (a través de sus direcciones generales), el Ayuntamiento de Santander y de la Autoridad Portuaria de Santander; y, finalmente, con la participación del sector privado (Netboss Communications, Predictia, LIS Data Solutions y SmartWater Planet), sin contar otros actores que se vienen sumando, como el Museo Oceanográfico del Cantábrico y el equipo de investigación de ingeniería fotónica de la Universidad de Cantabria; hacen de este conjunto de sinergias, un ejemplo de interacción acorde con el modelo de las cuatro hélices, y que su replicabilidad requeriría de igual manera, un punto de interacción semejante, pero sobre todo con intereses comunes. El CSL es un proyecto vivo de desarrollo de intereses comunes.

Por otro lado, y sobre la colaboración conjunta con otros programas como SEGITTUR y Copérnicus, con el primero es con quien más se ha avanzado, pero no directamente sino a través del Ayuntamiento de Santander, que ha mostrado su interés en que en el marco de la convocatoria de SEGITTUR, se firmen contratos de investigación que permitan el trabajo colaborativo de IHCantabria con el CSL y el Ayuntamiento de Santander, para continuar el desarrollo de al menos cuatro de las seis soluciones tecnológicas cumpliendo objetivos simultáneos de SEGITTUR, CLS y del Ayuntamiento. Estas cuatro soluciones se refieren a los retos de inundaciones, actividades de playa, inmersiones y digitalización de PCS, y calidad de agua.

9. ANÁLISIS DEL CSL SEGÚN LOS CRITERIOS DE EFICIENCIA IDENTIFICADOS POR EL MODELO DE BARRY BOZEMAN

El CSL es un proyecto de transferencia tecnológica, cuyo alcance es lograr seis PoC, es decir cubrir una primera etapa del desarrollo de las soluciones tecnológicas propuestas en sus retos. Esto supone llegar como mínimo a un TRL 3 de las soluciones con las actuaciones del proyecto.

El modelo de eficiencia contingente de Bozeman, indica que por lo general hay seis criterios de eficiencia. Como se verá a continuación, en mayor o menor medida el CSL aborda varios de ellos, algunos con mayor énfasis e interés.

"Out-the-Door" (Salida):

IHCantabria tiene 11 patentes registradas actualmente, con las PoC del CSL no se tendrán soluciones tecnológicas completas o el desarrollo de una tecnología susceptible de patente, con lo que el número de patentes no aumentará. Sin embargo, parte de las tecnologías de IHCantabria que colaboran en algunos retos, serán registradas ante notario para que puedan participar de los modelos de negocio en colaboración que están surgiendo en las PoC. Este es el caso de IH-TESEO que es un software que pronostica la evolución de contaminantes en la superficie marina; de CÍCLOPE que modela la aparición y evolución de E.Coli y enterococos en aguas de la Bahía de Santander; o de IH-SET que permite hacer una proyección de la línea de costa de una playa. En este sentido, y aunque los softwares no son resultado de CSL, al menos el registro de estos tres softwares servirá para contar con nuevos modelos de negocio que aparecieron dentro del CSL.

Impacto de Mercado (Market Impact):

Unido a lo anterior, los distintos modelos de negocio que se van a desarrollar con las empresas participantes en el CSL son en sí mismo un resultado positivo, considerando que el CSL llega a nivel de PoC. El caso de Netboss es el primer acuerdo de colaboración comercial que se está cerrando y en él se encuentran los distintos modelos de negocio colaborativo. Con LIS Data Solutions y Predictia serán los siguientes acuerdos por cerrarse. El objetivo es que la transferencia de tecnología tenga un destino comercial, es decir que la tecnología que se ha desarrollado en IHCantabria llegue al mercado de la mano de la empresa privada especializada en la promoción, distribución y venta de soluciones tecnológicas disruptivas, como lo vienen haciendo estas empresas, las que a la vez contarán con el soporte tecnológico de IHCantabria y viceversa.

En este sentido para las distintas soluciones, según las temáticas los futuros clientes, pueden ser otros Ayuntamientos, Gobiernos autónomos, Puertos o empresas interesados en implementar soluciones tecnológicas vinculadas a la Economía y Turismo Azul Sostenibles.

Desarrollo Económico:

Los retos del CSL nacen de las demandas de usuarios del turismo azul sostenible. En este sentido, la Bahía y las playas de Santander son el escenario piloto de las actuaciones del CSL, para disponer de soluciones para este ámbito y colaborar con el desarrollo azul sostenible de esta localidad. Por ello, tanto el Ayuntamiento de Santander, la Autoridad Portuaria, como el Gobierno de Cantabria (a través de las Direcciones Generales de Cultura, de Pesca y la de Turismo) están al corriente del desarrollo del CSL, a través de la comunicación con sus técnicos y los de IHCantabria.

La coincidencia de los intereses en el desarrollo del turismo azul, permite la sinergia con las autoridades locales, y se potencia con su interés de continuar el desarrollo de las soluciones (como es el caso del Ayuntamiento con la convocatoria SEGITTUR). Esta sinergia permitirá, una vez concluidas las PoC y con el consecuente desarrollo de las soluciones tecnológicas, permitir extrapolar la experiencia a otras localidades que pudieran estar interesadas en que se apliquen las soluciones en sus jurisdicciones.

Acorde con lo anterior, el CSL es un ejemplo de cómo el modelo de las cuatro hélices se aplica para la transferencia tecnológica en el turismo azul sostenible. Para lograr el impacto económico en el sector, al menos para este tipo de necesidades, se requiere de la participación de la academia, el gobierno, el sector privado y los usuarios, todos interactuando a través de una iniciativa enfocada en intereses comunes. El CSL no deja de ser es una iniciativa de alcance local con potencial de impacto regional, de allí su importancia demostrativa desde la experiencia en Santander.

Además de ello, y a nivel nacional, el reto del sistema de monitoreo y seguimiento del alga asiática invasora (*Rugulopteryx okamurae*) ha permitido utilizar como referente el tema para iniciar el Proyecto Piloto de esta alga, en el marco de ThinkinAzul, a fin de generar sinergias entre investigadores, autoridades, empresas y colectivos, a fin de atender una problemática que aqueja a todo el litoral español. Encontrar soluciones tecnológicas disruptivas, a través de proyectos I+D+i susceptibles de transferencia es la prioridad del Proyecto Piloto, dada la afectación negativa del alga en pesca, acuicultura y turismo. La Secretaría General de Pesca, del Gobierno Nacional está al tanto de la iniciativa y ha puesto a disposición la plataforma REECA para el desarrollo de estos proyectos. IHCantabria a partir de la experiencia del CSL, viene llevando adelante las coordinaciones del proyecto piloto.

Costo de Oportunidad:

El presupuesto del CSL se encuentra en torno a los ciento cincuenta mil euros, pero su impacto es significativamente interesante. En términos comparativos, otros proyectos de investigación pueden conseguir un mayor presupuesto; sin embargo, para ensayar el proceso de transferencia tecnológica, se espera que la capitalización de esos fondos, no sólo para la institución, sino para ThinkinAzul, el turismo azul sostenible y el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas disruptivas, supere con creces el presupuesto del CSL.

Recompensa Política:

Éste no es un objetivo del CSL, por el contrario, el origen de los fondos del CSL es el Plan Complementario de Ciencias Marinas, que como se ha mencionado es el ThinkinAzul, que fueron además ganados por concurso por IHCantabria, sobre la base de los antecedentes de logros en investigación que ha logrado el instituto a lo largo de toda su trayectoria, especialmente en el desarrollo de tecnología vinculada a mares, océanos, trabajo con puertos, entre otros.

Capital Humano Científico y Técnico:

EL CSL continúa con el desarrollo del capital humano a nivel científico y técnico de los equipos de investigación de IHCantabria que participan del proyecto. Por un lado, está la puesta en valor de los softwares que participarán en los retos, por otro, está la escalabilidad de los mismos hacia TRLs mayores, tal es el caso de los grupos de investigación, como océanos, costas, puertos e IT.

Complementariamente, está la generación de nuevos usos o nuevas orientaciones de las capacidades de la tecnología y de los conocimientos desarrollados en el instituto. Tal es el caso, del equipo investigador de teledetección que hará despliegue de la tecnología, para el monitoreo y seguimiento de la evolución del alga asiática; o el caso del equipo de Patrimonio, que hará inmersiones para validar una metodología de exploración arqueológica y participará de la PoC para la digitalización de PCS.

Para el caso de la Dirección de Transferencia Tecnológica, esta es una excelente oportunidad de promover nuevos modelos de transferencia tecnológica. Es común que instituciones como el IHCantabria tenga un modelo de transferencia de *Software as a Services (SaaS)* o conocimiento experto; pero con el CSL se explorarán otras formas de generación de productos comercializables, que permitan promover que los investigadores participen de los derechos de explotación comercial de las invenciones en las que colaboren, motivando con ello, la participación activa de los investigadores en la transferencia comercial de la tecnología, para beneficio de ellos y de la institución.

10. CONCLUSIONES

El proyecto Cantabria Smart Litoral (CSL) constituye una experiencia piloto en el desarrollo de modelos de transferencia tecnológica comercial en el ámbito del turismo azul sostenible. Así también, validará, un conjunto acciones para generar soluciones tecnológicas orientadas a retos concretos del territorio, articulando actores públicos, privados, académicos y sociales bajo el paradigma de la innovación abierta, la cuádruple hélice y la sostenibilidad.

Desde una perspectiva institucional, el CSL evidencia que la transferencia tecnológica no puede abordarse únicamente desde la lógica de madurez científica (TRL), sino que requiere una integración estratégica con los niveles de preparación comercial (CRL) y de negocio (BRL). Esta visión holística permite no solo evaluar la viabilidad técnica de las soluciones, sino también su potencial de escalabilidad, sostenibilidad económica y apropiación por parte del mercado. En este sentido, el proyecto ha contribuido a consolidar un marco de referencia institucional para la transferencia tecnológica en IHCantabria, con opción de replicabilidad por parte otros proyectos del programa ThinkinAzul.

A nivel operativo, el CSL ha logrado avances significativos en sus tres niveles de resultados. En el primero, se vienen desarrollado pruebas de concepto (PoC) para seis retos tecnológicos, vinculados a la gestión ambiental, la digitalización del patrimonio subacuático, la calidad de aguas, la predicción de eventos extremos y la mejora de la experiencia turística. Estas PoC han sido diseñadas, desde los equipos de investigación de IHCantabria, en colaboración con empresas tecnológicas, usuarios y administraciones públicas, lo que ha permitido el desarrollo de distintos modelos de negocio colaborativos y explorar nuevas formas de protección intelectual que harán posible la comercialización de la tecnología desarrollada por IHCantabria o en colaboración.

En el segundo nivel, el CSL ha generado aprendizajes institucionales sobre cómo estructurar procesos de transferencia tecnológica desde la investigación aplicada hacia el mercado. La participación activa de empresas como Netboss, Predictia, LIS Data Solutions y SmartWater Planet en el CSL, ha permitido ensayar distintas modalidades de colaboración, desde consorcios integrados hasta subcontrataciones cruzadas, abriendo nuevas posibilidades para la explotación comercial de los desarrollos científicos. La asesoría y aporte constante de la Unidad de Gestión de la Investigación y Transferencia Tecnológica, en la Gerencia de IHCantabria, nos sirvió para el desarrollo de los modelos de negocio, dentro de los alcances normativos a los que puede llegar una organización de derecho privado de naturaleza fundacional en procesos colaborativos y, además, sujetos a la adecuada protección de los derechos de propiedad intelectual, dentro de esos modelos de negocio, en este sentido, la asesoría de la empresa especializada PONS IP tuvo un rol muy importante. Todo esto en un marco de interacción colaborativa

En el tercer nivel, el proyecto ha evidenciado su potencial de replicabilidad en otros contextos regionales y nacionales. El interés mostrado por el Ayuntamiento de Santander, de participar en conjunto en la convocatoria SEGITTUR y de otras entidades

públicas, refuerzan la capacidad del CSL para convertirse en un modelo demostrativo de transferencia tecnológica territorializada. Además, el enfoque participativo del proyecto, basado en la identificación de necesidades reales de los usuarios del litoral, funciona como catalizador de futuras innovaciones en la Bahía de Santander, como en otros entornos semejantes. Poniendo en valor a la Bahía como posible *living lab*.

Desde el punto de vista teórico, el análisis del CSL a través del Modelo de Efectividad Contingente de Bozeman ha permitido identificar múltiples dimensiones de eficiencia en la transferencia tecnológica, más allá del desarrollo del OIL, la STAC y el ODM. Asimismo, ha contribuido a superar barreras estructurales como el “valle de la muerte” de la innovación, mediante la realización de las PoC en entornos colaborativos y con la movilización de recursos públicos y privados, hacia el desarrollo de soluciones tecnológicas.

En suma, el CSL representa una contribución significativa al campo de la economía azul y a las políticas de innovación regional. Su enfoque integrador, su capacidad de adaptación a las demandas del territorio y su vocación de escalabilidad lo sitúan como una experiencia piloto en la construcción de ecosistemas de transferencia tecnológica. Los aprendizajes obtenidos ofrecen insumos valiosos para el diseño de futuras estrategias de I+D+i orientadas al desarrollo sostenible, y refuerzan el papel de las instituciones científicas como agentes activos en la transformación económica y social de los territorios costeros.

Uno de los principales retos del CSL, ha sido poder lograr las coincidencias, entre los intereses de los usuarios, las empresas, los organismos gubernamentales e IHCantabria, todo ello en un entorno de innovación para la transferencia tecnológica. Otro reto, será la adopción de la estrategia funcional de transferencia y comercialización tecnológica por parte de IHCantabria a partir de las lecciones aprendidas desde el CSL, pues esto significará un trabajo coordinado y asistido al interior, al menos en el corto y mediano plazo, para acompañar adecuadamente el proceso de maduración tecnológica, con el comercial y el de negocio.

Finalmente, a la fecha del presente documento, el CSL aún no ha logrado culminar todos sus resultados esperados. Como se ha comentado, aún hay actividades en curso y el cierre del CSL se ha previsto para finales de este año 2025; los últimos dos meses de julio y agosto suelen ser periodo de vacaciones, con lo que algunas actividades se han retrasado o postergado hasta inicios de setiembre. El tiempo restante para el logro de los objetivos se ha acortado, lo que representa un riesgo que se espera enfrentar.

REFERENCIAS

- Arnkil, R., Järvensiyu, A., Koski, P., & Piirainen, T. (2010). *Exploring the Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models*. Tampere: Final report on Quadruple Helix Research for the CLIQ project. Work Research Centre, University of Tampere.
- Auerswald, P., & Branscom, L. (2003). Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention to Innovation Transition in the United States. *Journal of Technology Transfer*, 227-239.
- Balestracci, G., & Sciacca, A. F. (2023). *Hacia un turismo azul sostenible: situación actual y vías de actuación. Blue Tourism Initiative*. Blue Tourism Initiative. Obtenido de <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/Rapport/202306-blue%20tourism-exec%20sumES.pdf>
- Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2017). Open Innovation: Research, Practices and Policies. *California Management Review*, 5-16.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 627-655.
- Cantabria, U. d. (2024). Anexo al Convenio de Cooperación Educativa entre la Universidad de Cantabria y Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria. En UNICAN.
- Carayannis, E., & Campbell, D. (2009). *Mode 3 and Quadruple Helix: Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem*. International Journal of Technology Management.
- Chesbrough, H. (2003). Open Innovation: The new Imperative for creating and profiting from technology. *Harvard Business School Press*.
- Chesbrough, H. (2006). Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape. *Harvard Business School Press*.
- Comisión Europea. (2014). *Marco sobre ayudas estatales en investigación, desarrollo e innovación*. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea.
- EPO. (2023). *Patent knowledge and technology transfer*. Obtenido de <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/helpful-resources/patent-knowledge-news/patent-knowledge-and-technology?>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). *The triple Helix - university - Industry - Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development*. EASST Review.

Miguel Alexander Macedo Zegarra

European Commission. (2020). *Horizon Europe - The next research and innovation framework programme*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

European Network of Living Labs (ENOLL). (2025). *Living Labs*. Obtenido de <https://enoll.org/living-labs/#living-labs>

Gobierno de España. (2022). *Plan Complementario de Ciencias Marinas*. Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid.

Héder, M. (2017). From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 23.

Horizon Europe. (2020). Guiding notes to use the TRL self assessment tool. *Horizon Europe*.

Hudson, J., & Khazragu, H. (2013). Into the valley of death: research to innovation. *Drug Discovery Today*, 610-613.

Hudson, J., & Khazragui, H. (2013). Into the valley of death: research to innovation. *Drug Discovery Today*, 610-613.

IHCantabria. (2022). *Propuesta de Proyecto: Cantabria Smart Litoral*. Santander: IHCantabria.

IHCantabria. (2023). *Diagnóstico para el ODM – Preamálisis e identificación Datos PCM*. Santander: IHCantabria.

IHCantabria. (27 de Julio de 2025). *Plan Bahía*. Obtenido de Plan Bahía: <https://planbahia.ihcantabria.com/>

IHCantabria. (2025). *Sobre Nosotros*. Obtenido de <https://ihcantabria.com/ihcantabria/sobre-nosotros/>

IHCantabria; Universidad de Cantabria. (2024). *Entregable 2: Diagnóstico Integrado de la Bahía de Santander*. Santander: IHCantabria.

Mesa de la Bahía de Santander. (2023). *Resultados de la Mesa de Turismo*. Santander: IHCantabria y Universidad de Cantabria.

MICIU. (2024). *Nuevos Enfoques Políticos para Promover los Ecosistemas Regionales de Innovación: El caso de España en el Contexto de la UE*. Madrid: Secretaria General Técnica. Centro de Publicaciones Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

OCDE. (2018). *Oslo Manual 2018*. Oslo: OCDE.

ONU. (1992). *Convenio sobre diversidad biológica*. ONU. Obtenido de <https://www.cbd.int/convention/>

- Pauli, G. (2010). *The Blue Economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs* .
- Salah, D. (1981). *Alternative conceptions of technology*. . Research Policy.
- Salah, D. (1982). *The form of technology*. Lexington Publishing.
- Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568-1580.
- ThinkinAzul. (2025). *Home*. Obtenido de <https://thinkinazul.es/>
- UNESCO. (2020). *La economía azul sostenible*. . Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO.
- Universidad de Cádiz. (2025). *Turismo Azul y Seguro*. Obtenido de <https://turismoazul-seguro.uca.es/que-entendemos-por-turismo-azul/>
- von Schomberg, R. (2013). A vision of responsible research and innovation. (M. H. R. Owen, & J. Bessant, Edits.) *Responsible Innovation*, 51-74.
- WIPO. (2025). *Knowledge and Technology Transfer*. Obtenido de <https://www.wipo.int/web/technology-transfer?>
- Yawson, R. (2009). The Ecological System of Innovation: A new architectural framework for a Functional Evidence- Based Platform for Science and Innovation Policy. *The Future of Innovation Proceedings of the XX ISPIM Conference*.

ANEXO 1. RESULTADOS DE MESA TEMÁTICA

RESUMEN DE LA MESA DE TRABAJO²⁶

La mesa de trabajo sobre turismo azul en la bahía de Santander se celebró en dos sesiones complementarias los días 24 y 26 de octubre de 2023, en las instalaciones del CISE. A la mesa acudieron 23 profesionales de diferentes instituciones, empresas, federaciones, centros científico-tecnológicos y académicos relacionados con el turismo azul y sostenible en la bahía, además de 10 expertos de IHCantabria y el grupo GeoOcean de la Universidad de Cantabria. Con anterioridad a la mesa de trabajo se realizó una encuesta online con el fin de obtener una visión general de las principales problemáticas y necesidades de datos, en la que se obtuvieron 27 respuestas.

Estas actividades se organizaron en el marco de colaboración de tres proyectos financiados por el Programa de Ciencias Marinas (1) Plan Bahía, 2) Cantabria Smart Litoral, 3) BahíaLab), con el objetivo de obtener información para definir los productos de cada proyecto de acuerdo a las necesidades de los usuarios finales. La figura 1 presenta el objetivo específico de cada proyecto en la mesa de turismo azul.

Figura 1. Proyecto, temática y Objetivo

Proyecto	Temática/alcance	Objetivo en la mesa
	 Propuesta de medidas de gestión para la sostenibilidad de usos y actividades de la bahía - plan de acción	• Identificar problemáticas y necesidades del sector para plantear soluciones dentro del Plan Bahía buscando las sinergias con otros sectores
	 Desarrollo de una plataforma online con información y datos para el turismo azul en Cantabria / Market place	• Establecer una comunidad de turismo azul • Identificar retos del sector
	 Generación de datos meteo-oceánicos de alta resolución en la bahía e indicadores para mejorar las actividades de turismo azul	• Identificar las necesidades de información físico-ambiental - datos e indicadores específicos- para los actores del turismo azul y generar datos enfocados a estas necesidades

Los resultados obtenidos, tanto en la encuesta online como en las dos sesiones de trabajo se presentan a continuación, estructurados en los siguientes apartados:

- Problemáticas y necesidades del turismo azul y sostenible.

²⁶ El presente Anexo es un documento de la Mesa de la Bahía de Santander (2023), sobre las sesiones organizadas por IHCantabria y la Universidad de Cantabria.

- Uso de datos físico ambientales en la bahía de Santander.
- Conflictos de uso identificados.

PROBLEMÁTICAS Y NECESIDADES DEL TURISMO AZUL Y SOSTENIBLE

A partir de los ejercicios desarrollados en grupos de trabajo se identificaron un conjunto de necesidades y problemáticas relacionadas con el turismo azul en el entorno de la bahía de Santander, que se resumen a continuación:

1. Falta de *datos meteorológicos y oceanográficos a tiempo real y predicciones* a medio y largo plazo (una semana, meses, un año) en el *interior y exterior de la bahía*. Se destacó la necesidad de modelos de *muy alta resolución* espacial de oleaje, mar de fondo y mar de viento, corrientes, salinidad y temperatura, y viento, así como información *horaria* de nivel, nutrientes, velocidad de corriente en localizaciones específicas como el muelle de Pedreña, Somo, Boo de Piélagos y Puerto Chico. Además, se mencionó la necesidad de conocer el nivel real de marea en el interior de la bahía (considerando el retraso de la onda al entrar en el estuario).

A este respecto se propuso:

- a. Instalación/uso de boyas en: (i) Virgen del Mar y Ribamontán al Mar para medir oleaje; (ii) en el interior de la bahía, a la entrada del puerto, para medir viento y características físico-químicas.
 - b. Volcado de todos los datos en una única plataforma para ser consultados por distintos tipos de usuarios (a definir, p.ej.: turistas, empresas y gestores) de forma sencilla.
 - c. Aplicación GIS compatible con los GPS de los barcos de recreo que permita identificar las áreas protegidas y otra información.
2. Falta de información en *tiempo real* de la *calidad del agua e incidencias* en la bahía, como la presencia de objetos flotantes. Esta información puede ser de interés para posibles futuras tomas de agua por parte del sector industrial y naval y para la gestión del uso de las playas y el baño.

Se propuso:

- a. El diseño e implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real multi-paramétrico de la calidad del agua, que permita caracterizar vertidos.
- b. Desarrollar una App para el aviso de incidencias.
- c. Plan de limpieza de basura flotante.

3. Necesidad de *monitorear* los movimientos de arena y los *aportes fluviales* de sedimento, especialmente del Miera.
Para abordar las necesidades de monitoreo se propone la elaboración de un sistema de monitoreo con indicadores del medio y del uso humano del medio.
4. Carencia de *plataforma digital única de fácil uso* para diferentes tipos de usuarios, que permita:
 - a. Conocer las condiciones a tiempo real y predicciones de usos óptimos de playas y otros espacios litorales de recreo. Ej.:
 - i. Corrientes de retorno: bañistas y socorristas.
 - ii. Mareas: bañistas, paseantes y socorristas.
 - iii. Altura de ola: surfistas.
 - iv. Viento (fuerza y dirección): bañistas, kite-surf, vela, navegación comercial y recreo.
 - v. Pendiente de playa: paseantes, bañistas.
 - vi. Acceso de perros (además se propone ampliar zonas para perros) para evitar multas.
 - b. Identificar y señalizar las áreas sensibles de la bahía (espacios y especies protegidos)".
5. Falta *información no digital* para los turistas y usuarios de las playas (calidad de agua, tablas de mareas, etc.) tanto en playas como en puntos de información turística y zonas de recepción como aparcamientos.
6. *Falta de infraestructuras comunitarias* (1) *en la bahía*: pantalanés de servicio, en particular puntos de recarga para barcos eléctricos, puntos de embarque públicos; y para los empresarios, pantalanés flotantes para la recogida de viajeros y aseos. (2) a lo largo del *frente marítimo* para paseantes (actividad muy popular en Santander) y usuarios de playa, como aseos y papeleras.
7. *Excesiva reglamentación* que impide el uso de la bahía.
8. *Carencia de monitoreo de actividades* que requieren regulación y causan impactos ambientales y sociales como los fondeos en la Barquería e isla de Mouro, o la pesca y marisqueo (legal e ilegal).
9. Necesidad de mejorar la *gestión de los aparcamientos* como punto de recepción e información a turistas y para el control de afluencia a playas.

10. Falta de *oferta de servicios clave y unificados* para dar valor al turismo azul a nivel autonómico / Falta de una *visión global* de marca azul de la bahía.
11. *Complejidad* y excesiva burocracia para la *tramitación de permisos* a diferentes instituciones competentes. Se propone una ventanilla única y la elaboración de un mapeo de actores y competencias para facilitar estos procedimientos.
12. Necesidad de analizar *los impactos del cambio climático* (negativos y positivos) sobre el uso turístico y recreativo de la bahía (es necesario definir la "ecuación de confort" de cada uso) y sobre las condiciones ambientales y el fondo. P.ej.: puede ser necesario ampliar de la temporada de baño y planificar los servicios necesarios en playas.
13. *Falta concienciación* sobre el entorno, la importancia de conservar las barreras naturales ante el cambio climático, sus efectos y las oportunidades de financiación.
14. Es necesario poner en *valor los recursos navales, históricos, culturales y patrimoniales de la bahía* como recurso turístico, para lo cual es necesario disponer de un inventario de estos.
15. Falta de *regulación, planificación* e inversión, entre otros, por el corto periodo de las licencias de actividad (1-2 años)
16. Existe un problema de *estacionalización* del turismo, que puede abordarse desde múltiples perspectivas como la oferta de productos relacionados con el surf, la pesca y el marisqueo, deportes, sendas, gastronomía, entre otros; una mayor planificación y regulación de las actividades fuera de su temporada, etc.
17. Es necesario conocer estimar la *capacidad de carga de las playas* para gestionar los usos y la afluencia de visitantes en tiempo real y realizar predicciones,
18. *Colmatación de canales de navegación* en el interior de la bahía (Somo, Pedreña) con la consiguiente peligrosidad para la navegación. Dificultad para el dragado por ser un LIC.
19. *Sedimentación y formación de playas en el interior de la bahía* que no son catalogadas como zonas de baño y pueden ser peligrosas para los bañistas, además de los problemas para las embarcaciones. P.ej.: Los Playotes.

20. *Degradación ambiental del interior de la bahía* que podría ser utilizada por vecinos y como recurso turístico, y falta de calado (p. ej.: Ría de Solía, Ría del Carmen, La Tijera).
21. *Aumento y saturación de embarcaciones de recreo*, que no disponen de sistema de seguimiento, y se produce conflicto con la navegación comercial.
22. Necesidad de reforzar la *gobernanza* para el mantenimiento de las infraestructuras costeras, la estabilización de playas - no sólo en época estival-, y para la generación y gestión de datos.
23. Escasa *accesibilidad* universal a playas.
24. Falta conocimiento y monitorización de los *impactos del turismo azul sobre población local y el medio* (como consecuencia, p.ej.: de mayores vertidos o residuos) para evitar problemas de turismo-fobia o derivados de las viviendas vacacionales; y sobre la *economía global* de la bahía.
25. *Baja capacitación del sector*.

USO DE DATOS FÍSICO AMBIENTALES EN LA BAHÍA DE SANTANDER

Los participantes de la mesa de turismo azul han identificado y localizado a través de la encuesta online y de un ejercicio en grupos de trabajo, durante dos jornadas, las variables físico-ambientales relevantes para el desarrollo de actividades relacionadas con el turismo azul. La mayoría de los encuestados han señalado que los datos meteoceánicos más consultados para actividades como surf, buceo, vela, remo y otras similares son los relacionados con el viento, oleaje y corrientes.

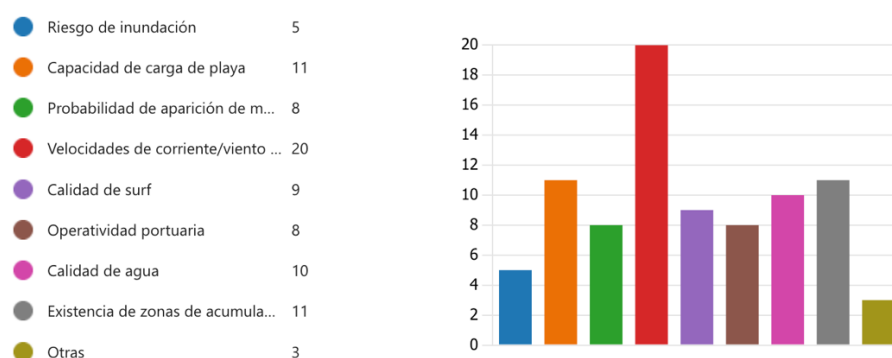
Durante las diferentes preguntas planteadas, se ha puesto un énfasis especial en la colaboración entre usuarios y diversas instituciones con el objetivo de proponer mejoras en la disponibilidad de datos en la bahía de Santander. La mayoría de los usuarios ha expresado un fuerte interés en:

- Obtener información de alta resolución espacial (escala de metros), particularmente en las áreas donde se concentran las actividades principales.
- La necesidad de predicciones con una mayor escala temporal, incluyendo predicciones semanales, quincenales e incluso estacionales.

La obtención de este tipo de información permitiría una planificación anticipada y contribuiría a un uso más sostenible de la bahía de Santander.

Adicionalmente, los usuarios han manifestado la utilidad de agregar información meteoceánica y la creación de indicadores específicos para apoyar la toma de decisiones en el desarrollo de actividades o para mejorar el conocimiento del entorno. En el Gráfico 1 que se muestra a continuación, se evidencia que la mayoría de los usuarios consideran esencial conocer las condiciones de viento y corrientes en sus áreas de interés. También han señalado un alto interés en la identificación de zonas propensas a la acumulación de basura y en la capacidad de carga de las playas en el entorno de la Bahía de Santander.

Gráfico 1. Temáticas o grupos de interés dentro de los usuarios

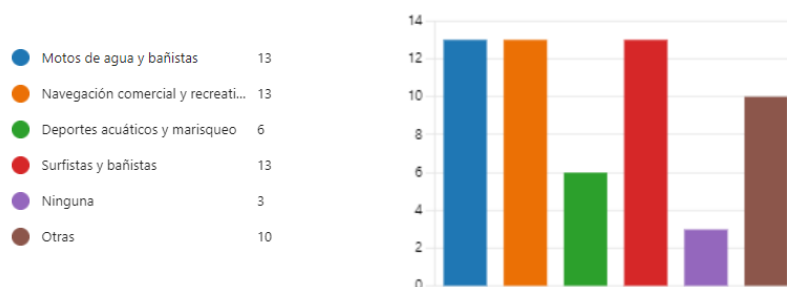


El ejercicio de identificación y solicitud de mejoras en la disponibilidad de datos meteoceánicos demuestra la importancia de contar con información precisa y adecuada para el desarrollo de las actividades. La colaboración entre usuarios e instituciones es esencial para lograr una mayor satisfacción de las necesidades de información de la comunidad de turismo azul.

CONFLICTOS DE USO IDENTIFICADOS

Los conflictos entre los diferentes usos y actividades se han identificado y localizado a través de la encuesta online y de un ejercicio de mapeo en grupos de trabajo durante las dos sesiones de la mesa de turismo azul. El Gráfico 2 muestra que la mayoría de los encuestados identifica conflictos entre las motos de agua y los bañistas, la navegación comercial y recreativa y entre los surfistas y bañistas. En menor medida se identifica el conflicto entre los deportes acuáticos y el marisqueo y únicamente 3 encuestados no identifican ninguno de los anteriores conflictos en la bahía de Santander.

Gráfico 2. Conflictos revelados con otros usuarios de la Bahía



Durante los ejercicios de mapeo de conflictos, se identificaron y localizaron los siguientes conflictos entre usos o actividades:

- Turismo, especialmente asociado a la llegada de cruceros, y la población de Santander. Se mencionaron problemas como la vivienda vacacional.
- Buceo y navegación - conservación en la isla de Mouro.
- Navegación - zona protegida en la salida del Miera.
- Usos portuarios - pesca/marisqueo en los bajos de Pedreña,
- Surf - baño en Somo, Loredó y en Santander en la Primera y Segunda playas.
- Navegación -motos de agua - bañista - chiringuito/fiestas en el interior del Puntal.
- Motos de agua y transporte regular de pasajeros en el interior del Puntal.
- Deportes acuáticos (vela y paddle surf) - navegación comercial - navegación recreativa en la canal.
- Ampliación del puerto en Raos - pesca. Además, posible conflicto futuro por el puente móvil en Raos.
- Bañistas - embarcaciones en las nuevas playas del interior de la bahía.
- Fondeos - pesca en el frente entre Peligros y La Magdalena.
- Motos de agua y bañistas frente entre Peligros y La Magdalena.
- Fondeos en Mataleñas.
- Amarres privados en Somo.
- Furtivismo en Pedreña y en las rías.
- Contaminación del agua en la ría de Boo.

AGRADECIMIENTOS Y CONTACTO

La participación de todos los actores (administraciones, empresas, asociaciones, federaciones, academia, centros de investigación, etc.) es fundamental para que los productos desarrollados sean realmente de utilidad para los usuarios. Cualquier comentario o cuestión adicional se puede realizar a través de los siguientes correos electrónicos:

Proyecto de Transferencia Tecnológica Cantabria Smart Litoral (CSL)

Plan Bahía:

- María Recio maría.recio@unican.es
- María Merino maría.merino@unican.es

CSL

- Francisco Royano francisco.royano@unican.es

Bahía Lab

- Sonia Castanedo sonia.castanedo@unican.es
- Mirian Jiménez mirian.jimenez@unican.es
- Beatriz Pérez Beatriz.perez@unican.es

Este estudio forma parte del programa ThinkInAzul, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Comunidad Autónoma de Cantabria.

ANEXO 2. DIAGNÓSTICO PARA EL ODM

Marco de Referencia²⁷

Dentro de los objetivos del proyecto Cantabria Smart Litoral en el marco del Programa de Ciencias Marinas se encuentra el desarrollo de una plataforma digital de gestión de información y la comercialización de recursos y productos de turismo azul sostenible. El propósito de esta plataforma es facilitar la transferencia de soluciones tecnológicas a los diversos actores del sector del turismo azul en Cantabria y actuar como motor impulsor. Para ello se llevará a cabo la creación del portal *Open Data MarketPlace*.

Este portal servirá como plataforma para recopilar datos e información generados por los proyectos desarrollados en el Instituto de Hidráulica Ambiental (IHCantabria) dentro del marco del Programa de Ciencias Marinas (PCM), con un enfoque particular en los aspectos medioambientales. Su objetivo principal será mejorar tecnológicamente los servicios existentes y fomentar la generación de nuevos servicios y oportunidades de negocio basados en estos datos.

Objetivo

Cantabria Smart Litoral comprende seis tareas:

Tarea 1: Selección del portal e identificación de los expertos sectoriales.

Tarea 2: Recopilación de los datos e información recogidos en el proyecto PCM Cantabria.

Tarea 3: Análisis de los retos, problemas y necesidades para identificar requisitos técnicos de la información.

Tarea 4: Desarrollo e implementación del Portal Open Data MarketPlace.

Tarea 5: Soluciones Tecnológicas: encuentros entre usuarios - expertos tecnológicos digitales (Portal datos).

Tarea 6: Encuentros con participantes de los programas de innovación abierta: apps, y retos.

Este documento se desarrolla dando respuesta a la Tarea 2, siendo el resultado de una fase inicial de análisis e identificación de los objetivos esperados de los proyectos que se llevarán a cabo en el Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria), en el marco del Programa de Ciencias Marinas (PCM).

El documento realiza un recorrido estructurado por cada Proyecto de Ciencias Marinas (PCM), siguiendo una estructura descriptiva bajo un enfoque técnico y exclusivo de los datos esperados. Su objetivo principal es identificar los datos y su naturaleza, así como determinar cuáles de ellos pueden formar parte del portal Open Data MarketPlace.

²⁷ Este Anexo es una edición del documento Diagnóstico para el ODM – Preanálisis e identificación Datos PCM (IHCantabria, 2023)

Dado el estado actual en la que se encuentra cada proyecto, es importante tener en cuenta que los resultados pueden experimentar modificaciones con respecto a las expectativas iniciales. Esto se debe a que cada proyecto forma parte de un proceso de investigación que implica diversas dependencias y variables.

Análisis e identificación resultados datos PCM

GOS GLOBAL

- Grupos de investigación: Océanos – Clima - IT
- Desarrollo de una base de datos de nivel del mar, marea meteorológica, de cobertura global a alta resolución a lo largo de la costa.
- Análisis de 30 años de datos históricos.
- Objetivo principal:
 - Producto principal: GOS GLOBAL (hindcast).
 - Productos derivados: GOS CICLONES, GOS COSTERA, GOS EUROPA.
- Tipo de dato:
Hindcast, con actualizaciones anuales ligadas al PCM IHDATA UPDATE.
- Formato:
Netcdf: estructura de los datos acorde a la arquitectura de IHDATA.
- Extensión espacial:
Cobertura Global costera.
- Resolución:
Cantabria costera 5 - 10km
- Volumen:
Sin determinar.
- Dependencias/Interrelaciones:
IHDATA UPDATE
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
IHDATA
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Petición de datos a demanda como se ha hecho hasta ahora en IHDATA.
Sin servicio interoperable.
- Cuando estarán disponibles:
GOS GLOBALES: Año y medio
- COSTERO: a continuación
- Componente de turismo azul: Productos derivados de GOS GLOBAL: posible consulta de momentos pasados, climatologías y análisis.
- Participación de IT: No

IHDATA-UPDATE

Grupos de investigación: Clima – IT

Investigación y desarrollo técnico-tecnológica que mejore la infraestructura, eficiencia, gestión, disposición, herramientas y servicios de los productos alojados en IHDATA.

Alojar procesos y datos en una misma infraestructura que evite trabajar a través de la red que dilate los tiempos de ejecución.

- Objetivo principal:
 - Mejora de infraestructura IHDATA (donde se alojan datos de hindcast, reanalysis y cambio climático).
- Tipo de dato:
No procede
- Formato:
No procede
- Extensión espacial:
No procede
- Resolución:
No procede
- Volumen:
No procede
- Dependencias/Interrelaciones:
Ninguna
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
Nueva infraestructura (servidores locales...etc.)
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Petición de datos a demanda como se ha hecho hasta ahora en IHDATA. No hay acceso interoperable.
- Nuevas herramientas de acceso (web interna IH)
Posibles APIs
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul:
- Bajo un programa de doctorado se estima generar productos derivados como climatologías pasadas y análisis, es decir, se podrían generar consultas de momentos pasados (al igual que PCM GOS GLOBAL). Estos productos derivados podrían servirse de forma interoperable a través de APIS al/en Portal ODM.
- En general más que variables es el impacto que pueda generar en el turismo, de forma positiva o negativa:
- Incremento de la temperatura del mar, que podría afectar por un lado a la mejor o peor adecuación de las aguas para el baño. Incremento de la temperatura del aire y de las olas de calor.
- Oleaje: la variación de los valores medios y extremos de la altura de ola significativa y del periodo asociado podrían incrementar la erosión en playa o cambiar las condiciones para la práctica de deporte acuáticos. En este último podría también afectar el viento.
- Participación de IT: No

DIES

Grupos de investigación: ECOLIT – HIDROLAB - IT

Avanzar en la comprensión de la respuesta de la vegetación del estuario y su biodiversidad a las condiciones ambientales a diferentes escalas.

- Objetivo principal:
 - Ciencia básica, dar respuesta a varias hipótesis.
- Tarea 1: generar firmas espectrales. Nueva biolibrería donde se almacenan datos, a partir de datos de campo entre otros, que están recogidos con espectraloradiómetro.
- Tarea 2: actualizar la cartografía de vegetación de estuario a partir de las nuevas imágenes Sentinel. Esta cartografía de marisma se va a desarrollar en tres estuarios de Cantabria.
- Tipo de dato:
Estático
- Formato:
Shapefile
- Ficheros de texto plano
- Base de Datos Relacional (BD Relacional)
- Extensión espacial:
Biolibrería: 3 estuarios de Cantabria
- Cartografía de marisma: 3 estuarios de Cantabria
- Resolución: Sin determinar
- Volumen: Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones: Ninguna
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
- Biolibrería: plataforma en abierto.
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Biolibrería: plataforma en abierto
- Cartografía IHCantabria
- Cuando estarán disponibles: Biolibrería: finales de 2023
- Componente de turismo azul: Cartografía de hábitats de interés a proteger en la bahía de Santander (servicio ecosistémico).
- Participación de IT: Sí

AUTOCOS

Grupos de investigación: Costas - IT

Mejorar el conocimiento de la costa empleando técnicas de aprendizaje automático.

- Objetivo principal:
- Análisis de datos de entrada: recopilación de datos satélites, imágenes oblicuas (cámaras en playa) y trabajo de campo. Con estos datos se van a aplicar técnicas de aprendizaje automático para mejorar el conocimiento de la obtención de la línea de costa.
- Análisis de CoastSAT: análisis de la validez de las líneas de costa resultantes. Avanzar en el estudio de algoritmos propios.
- Datos de salida: líneas de costa ligadas a una incertidumbre de marea u otra fuente de incertidumbre.
- Tipo de dato:
- Estático: a partir de las imágenes históricas satelitales se va a reconstruir líneas de costa a escala local.
- Dinámicas: desarrollo de un modelo que genere líneas de costa futuras a partir de condiciones (IHSET).
- Formato:
- Shapefile
- Extensión espacial:
- Escala local sin definir.
- Resolución:
- Sin determinar
- Volumen: Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones: IHSET
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
- Plataforma Discovery Map (IHCANTABRIA).
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Uso Interno investigadores
- Cuando estarán disponibles: Finales 2024
- Componente de turismo azul: Líneas de costa base y rango intermareal (posibilidad de cálculo de playa seca y/o disponible para actividades y usos lúdicos).
- Participación de IT: Sí

- **MARION**

Grupos de investigación: Océanos - IT

Sistema operacional para la predicción de variables oceanográficas y la prevención y gestión de la contaminación marina en entornos costeros. Esa contaminación marina puede proceder de tres fuentes:

Derrames de hidrocarburos accidentales

Vertidos industriales

Plásticos

- Objetivo principal:
- Sistema de oceanografía operacional (forecast hidrodinámica alta resolución).
- Sistema de modelado de transporte y dispersión de sustancias (IH-TESEO) en el que tendrá en cuenta varios tipos de sustancias contaminantes: hidrocarburos, sustancias químicas, plásticos y basuras marinas.
- Sistema de alerta para la predicción de los efectos de los vertidos de un saneamiento en zonas de interés (zonas de baño, marisqueo, acuicultura) donde se obtienen caudales de vertido de saneamiento y la concentración del indicador de contaminación (fecal).
- DSS Contaminación marina para la Bahía Santander:
Operacional- predicción de variables marinas
- Alerta de calidad de aguas de baño
- Predicción de derrames accidentales
- Predicción de contaminación por plásticos y basuras
- Tipo de dato:
 - Forecast operacional de las siguientes variables: niveles, temperatura, corrientes y salinidad (Cantabria y Bahía de Santander).
 - Forecast para la predicción (alerta 3 días) de contaminación en aguas de baño (Bahía de Santander).
 - Estático: mapa de acumulación de contaminación por plásticos (Bahía de Santander).
- Formato:
- netcdf
- Extensión espacial:
 - Cantabria
 - Bahía de Santander
- Resolución:
- Forecast Hidrodinámica:
 - Cantabria: 300/500 metros. Cada hora
 - Bahía de Santander: 50 metros. Cada 30 min/hora
- Alerta Calidad de Aguas de Baño (Ciclope)
- Bahía de Santander: previsión a 3 días
- Volumen:
- Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones:
- Ninguna
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?

- IH Thredds
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Sin determinar
- Cuando estarán disponibles:
- Final de proyecto
- Componente de turismo azul:
- Datos integrados en DSS Bahía de Santander:
- Operacional- predicción de variables marinas: niveles, temperatura, corrientes y salinidad (Cantabria y Bahía de Santander).
- Alerta de calidad de aguas de baño: previsión a 3 días (datos muy sensibles, acceso cerrado solo a gestores del medio).
- Predicción de derrames accidentales.
- Predicción de contaminación por plásticos y basuras: mapa estático, modelo ejecutado a demanda (ejecutar al final de verano).
- Participación de IT: Sí

ADAPTA CITY

Grupos de investigación: Adapta – LandLAB

Adaptación flexible de medios urbanos a los efectos del cambio climático.

- Objetivo principal:
 - Metodología para la identificación de riesgo y creación de medidas en medios urbanos.
 - Análisis desde el punto de vista de la ciudad (infraestructuras y otros impactos como temperatura, viento, precipitación...).
 - Implicaciones del riesgo sobre la sociedad.
- Tipo de dato:
Estático
- Formato:
Shapefile
Raster
- Extensión espacial:
Multiescala: Atlántica europea, España atlántica, Santoña y Santander.
- Resolución:
Sin determinar
- Volumen:
Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones:
Ninguna
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
No procede
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
No procede
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: No

IHSET

Grupos de investigación: Costas – IT

Desarrollar una herramienta modular que permita estudios morfodinámicos a diferentes escalas espaciales y temporales.

- Objetivo principal:
Producto: IH-SET: herramienta que integra los modelos de los últimos 15 años para la predicción de líneas de costa multiescalar (costa, playa perfil) bajo varios eventos: desde tormentas hasta periodos a largo plazo como cambio climático. Basado en modelos de predicción, datos de calibración históricos (AUTOCOS) y otras fuentes.
- Tipo de dato:
Estático
- Formato:
Shapefile
- Extensión espacial:
Local-Urbano: varios módulos de aplicación (perfil, playa y costa).
Playa del Puntal.
- Resolución:
Sin determinar
- Volumen:
Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones:
AutoCOS (para calibración de modelos, no exclusivo)
GOSGlobal (hindcast)
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
Sin determinar
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Herramienta OpenSource para QGIS y/o app hibrida.
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul: Evolución de la línea de costa en playas urbanas bajo eventos.
- Participación de IT: Sí

SIMULIT

Grupos de investigación: ECOLIT - Clima – HidroLab

Desarrollo de modelado ecológico que integren variables biológicas y ambientales.

- Objetivo principal:
Obtener la probabilidad de ocurrencia de las especies y los cambios en la probabilidad de ocurrencia de estas en función del cambio climático.
- Tipo de dato:
Estático
- Formato:
Raster (GeoTiff)
- Extensión espacial:
Estuarios de Cantabria
Costa cantábrica, de Galicia a País Vasco (intermareal rocoso).
- Resolución:
Sin determinar
- Volumen:
Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones:
- IHData Update
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
- Incluir datos de costa en plataforma OCLE - Open access database on CLimate change effects on littoral and oceanic Ecosystems (OCLE)
<https://ocle.ihcantabria.com/>.
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
Sin determinar
- Cuando estarán disponibles: marzo 2024 datos intermedios; diciembre de 2024 resultados finales
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: Sí

- **PLAN BAHIA**

Grupos de investigación: Océanos – ECOLIT

Desarrollo de un Plan de Gestión Integrada de la Bahía de Santander para la construcción de acciones futuras basadas en la sostenibilidad y enfocadas a reducir conflictos de uso.

- Objetivo principal:
Plan de Gestión Integrada de la Bahía de Santander.
- Tipo de dato:
No procede
- Formato:
No procede
- Extensión espacial:
Bahía de Santander
- Resolución:
No procede
- Volumen:
No procede
- Dependencias/Interrelaciones:
No
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
No procede
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
No procede
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: No

GDCOAST

Grupos de investigación: Adapta – Clima – IT

Sentar las bases científico técnicas para la construcción de un gemelo digital.

- Objetivo principal:
GDCOAST: Sentar bases científicas para la generación de futuras piezas que formen parte para CoasDTwin. Se crearán datos de entrenamiento para incorporar al prototipo de un gemelo digital.
- CoastDTwin: proyecto posterior para generación de un prototipo de gemelo digital a desarrollar en dos zonas (aplicado a nivel local).
- Tipo de dato:
No procede
- Formato:
No procede
- Extensión espacial:
Multiescalar, global
- Resolución:
No procede
- Volumen:
No procede
- Dependencias/Interrelaciones:
No
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
No procede
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
No procede
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: No

INTELIGENTE

Sinopsis Townhall:

Grupos de investigación: Energía

Desarrollo de una metodología novedosa para la estimación del remanente de vida útil en plataformas flotantes, así como el análisis de la historia de cargas para la determinación del riesgo de rotura.

- Objetivo principal:
Generar una gran base de datos de simulaciones en el clúster para el cálculo de futuros escenarios donde se aplique inteligencia artificial para predecir y simular comportamientos. La inteligencia artificial es una réplica del modelo numérico (regresión y detección) por lo que se podría hablar de embrión de gemelo digital.
- Habrá mil simulaciones, pero solo se extraerá información de unos parámetros elegidos y con esos parámetros se entrenará la red con inteligencia. Finalmente se selecciona la base de datos de entrenamiento.
- Tipo de dato:
No procede
- Formato:
No procede
- Extensión espacial:
No procede
- Resolución:
No procede
- Volumen:
No procede
- Dependencias/Interrelaciones:
No
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
No procede
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
No procede
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: No

- **SOCAVA**

Grupos de investigación: Energía – HidroLab

Avanzar en el conocimiento del fenómeno de la socavación.

- Objetivo principal:
Profundizar en el estudio del fenómeno de la socavación debido a la colocación de una estructura en el fondo marino que permita definir cuándo es necesaria la protección de cualquier tipo de estructura y la extensión mínima de esta.
- Tipo de dato:
No procede
- Formato:
No procede
- Extensión espacial:
Proyecto experimental con transferencia a socios con posible aplicación en 7 plataformas offshore (Dragados).
- Resolución:
No procede
- Volumen:
No procede
- Dependencias/Interrelaciones:
No
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
No procede
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
No procede
- Cuando estarán disponibles: Sin determinar
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: IT-Sistemas

IMECO

Grupo Adapta - ECOLIT

Avanzar en el estado del conocimiento para la implementación de soluciones basadas en ecosistemas costeros para la protección de la costa.

Avanzar en la metodología, modelo numérico y experimentación.

- Objetivo principal:
Creación de herramientas predictivas que caractericen la interacción del flujo con ecosistemas costeros.
- Creación de un marco de planificación y diseño que permita la implementación de este tipo de SBN (Soluciones Basadas en la Naturaleza).
- Tipo de dato:
Estático (resultados de simulación de escenarios)
- Formato:
Raster
- Extensión espacial:
Bahía de Santander
- Resolución:
Sin determinar
- Volumen:
Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones:
Proyecto DIES
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar?
Sin determinar
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Desarrollo una aplicación que permita la visualización del servicio de protección costera proporcionado por ecosistemas costeros bajo determinados escenarios y eventos.
- Cuando estarán disponibles: junio 2024
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: Sí

ARES

Sinopsis Townhall:

Grupo Océanos - HIDROLAB

- Objetivo principal:
Análisis del proceso de atrapamiento, dispersión y/o exportación, de plásticos por vegetación estuarina.
- Escenarios con diferenciación de plásticos y tres tipologías de vegetación.
- Fortalecer el modelo de TESEO con este nuevo análisis.
- Tipo de dato:
Estático: simulación de escenarios a demanda y/o con casos ya pre-ejecutados.
- Formato:
Estático: mapa de acumulación de contaminación por plásticos.
- Extensión espacial:
- Estuarios de Cantabria:
 - Bahía de Santander (caso piloto)
 - Ría Cubas (entorno de validación)
 - Ría Pas
 - Marismas de Santoña
 - Suances
- Resolución: 5 metros Suances; 30-40 metros resto de estuarios
- Volumen: Sin determinar
- Dependencias/Interrelaciones: Proyecto DIES: actualización de la cartografía vegetal estuarina.
- Servicios: ¿en qué plataforma/infraestructura se van a alojar? Sin determinar
- ¿Cuál es previsión de uso de estos datos?: desarrollo de aplicaciones o uso personal de investigadores? servicios interoperables?
- Modelo TESEO y en consecuencia PCM Marion (DSS Bahía de Santander)
- Mapas de acumulación de plásticos bajo determinados escenarios (no se considerarán escenarios de Cambio Climático)
- Cuando estarán disponibles: Finales de 2024
- Componente de turismo azul: No
- Participación de IT: IT-Sistemas

ANEXO 3. LISTA INICIAL DE RETOS

GRUPO DE MEDIOAMBIENTE

- Plataforma: Alerta y plan de emergencia por contaminación marina. (Vertidos, basura, etc.).
- App: Alertas para calidad de aguas en zona portuaria
- Sistema: Monitorización y seguimiento alga asiática
- Software: Selección de zonas óptimas para arrecifes y viveros artificiales
- Software: Alerta y plan de gestión por eventos climatológicos extremos (galernas, inundaciones).
- Sistema: Seguimiento batimetrías y transporte de sedimentos para el surf y barcos de recreo y de paseos turísticos.
- Software: Gestión de dragados y movimientos de arena y sedimentos
- Software: Monitorización y análisis de captura de carbono en marismas o estuarios
- Software: Evaluación de estudios de impacto medioambiental para permisos de actividades o eventos.
- Sistema: Participación ciudadana mediante adquisición de datos: relojes, sensórica en barcos o tablas de surf.

GRUPO DE TURISMO PLAYA

- App: Seguimiento y alertas de la calidad de las aguas y la presencia de algas y medusas.
- App: Datos en tiempo real y previsiones de condiciones meteoceánicas para actividades y deporte en las playas.
- App: Datos en tiempo real y previsiones para responsables de salvamento y socorrismo.
- Software: Captura e interpretación de imágenes para análisis de carga en playas.

GRUPO DE OTRAS ACTIVIDADES TURÍSTICAS

- App: Datos en tiempo real y previsiones de condiciones meteoceánicas para actividades (paseos turísticos) deportes acuáticos (vela, buceo, traineras).
- App: Comunicación de Cartas Náuticas con zonas de interés turístico y zonas protegidas para barcos de recreo.
- Software: Captura e interpretación de imágenes para análisis de carga en zonas de atraques.
- Software: Captura e interpretación de imágenes para análisis de carga en las zonas de conflicto de usos en la lámina de agua.
- App: para selección y visualización de zonas de buceo (3D)

ANEXO 4. INFORME DEL TUTOR PROFESIONAL

Francisco Royano Gutiérrez - director de Transferencia Tecnológica de IHCantabria

Como investigador principal del Proyecto de Transferencia Tecnológica Cantabria Smart Litoral (CSL) y director profesional de Miguel Macedo Zegarra, estoy satisfecho con su participación profesional en el proyecto. Miguel inició sus labores en IHCantabria por un convenio de 6 meses, se le exigió como a cualquier otro profesional, y para su permanencia se le evaluó no sólo en sus competencias académicas, sino también en su actitud y compromiso y, especialmente en su capacidad de integrarse al trabajo en un equipo multidisciplinar; satisfechos nosotros (IHCantabria) y satisfecho él, actualmente Miguel se encuentra en el equipo como técnico en transferencia tecnológica.

El proyecto CSL se enmarca en el Plan Complementario de Ciencias Marinas – ThinkinAzul y tiene por objetivo la transferencia y comercialización de 6 soluciones tecnológicas en el sector del turismo azul sostenible. CSL es un proyecto ambicioso que, además de este importante reto de generar 6 productos comercializables, moviliza a 26 investigadores de IHCantabria, 8 empresas (entre colaboradoras y de soporte) y a diversas organizaciones gubernamentales del ámbito local, regional y nacional.

En CSL, Miguel participa de las reuniones de gestión y coordinación del Proyecto. Adicionalmente, atiende labores de investigación (vigilancia tecnológica), se encarga de la gestión administrativa y presupuestaria del proyecto. Dado que CSL es un proyecto de transferencia tecnológica, se le ha involucrado en la coordinación de actividades vinculadas a la línea 3 del Plan Complementario de Ciencias Marinas – ThinkinAzul, como, por ejemplo, en el Proyecto Piloto para la elaboración de proyectos de transferencia tecnológica, vinculados a las temáticas del alga asiática invasora *Rugulopteryx okamurae*.

CSL aún se encuentra en ejecución, es un proyecto vivo y en evolución, acabará su fase de Pruebas de Concepto (PoC, por sus siglas en inglés) a finales de octubre y cerrará administrativamente a finales de este año 2025. La fase más compleja, la realización de las PoCs es la que actualmente se encuentra en ejecución; y es en la que Miguel ha participado de manera muy activa, colaborando en su gestión y coordinación.

Las PoCs son, en conjunto, uno de los principales instrumentos de evaluación tecnológica del CSL. Estas servirán como experiencia piloto para IHCantabria, en la mejora de la estrategia de transferencia y comercialización de tecnología en la institución. Es más, actualmente, y a partir de CSL, venimos desarrollando cómo será nuestro proceso orientativo interno a nivel de equipos de

investigación, y cómo, a solicitud de la coordinación nacional de ThinkinAzul, lo llevaremos a los proyectos de sus líneas de investigación con potencial de transferencia tecnológica.

ANEXO 5. AUTOEVALUACIÓN Y APORTACIÓN PERSONAL AL FUNCIONAMIENTO DE LA ENTIDAD

El director de transferencia tecnológica de IHCantabria e Investigador Principal de CSL, Francisco Royano, al entrar al equipo de CSL me dijo que, por ser practicante, no haría una disminución en el ritmo o en la exigencia de mis responsabilidades, frente al resto de miembros del equipo, y se lo agradezco. Esa exigencia, supuso un mayor nivel de responsabilidad en los encargos y en los resultados esperados al interno y externo del equipo.

La práctica y posterior contratación como técnico en transferencia tecnológica, me permitió continuar en el desarrollo del CSL y de otras actividades encargadas por la dirección de transferencia tecnológica, esta interacción me ha permitido:

- Participar de la gestión del proyecto²⁸. Al ser 6 retos tecnológicos, cada uno es un proyecto en sí mismo. El nivel de gestión es complejo, a nivel administrativo, presupuestal y organizativo.
- Especializarme en el conocimiento de modelos de negocio basados en soluciones tecnológicas disruptivas. Esto entrelaza conocimientos de derechos de propiedad intelectual, comercial y de negocio. En este sentido, la interacción permanente entre Carlos Gutiérrez, gerente de IHCantabria, Francisco Royano y nuestro equipo de abogados asesor, PONS IP, ha sido muy importante para mi aprendizaje.
- Conocer y profundizar en el conocimiento de la Economía y Turismo Azul. Así como en las estrategias locales, nacionales y a nivel europeo al respecto. Suelo hacer vigilancia sobre posibles fuentes de financiación. Participo de cerca en las actividades de la línea 3 de ThinkinAzul.
- En IHCantabria se hace investigación, desarrollo e innovación, lo que me requiere de la comprensión de modelos matemáticos meteoceánicos. Sobre ello, mi formación como economista me permite no sentirme ajeno al modelado y comprender sus objetivos y metodologías.

Si bien el máster de Economía no tiene una asignatura específica sobre transferencia tecnológica, las asignaturas que he cursado sobre políticas públicas y modelado numérico me han servido de soporte a lo largo de esta práctica.

²⁸ El equipo es liderado por Francisco Royano, como se ha mencionado, pero al inicio, el equipo núcleo lo componían, además de Francisco; Ana Silió, Sheila Abad; David Galán y mi persona. A todos ellos, muchas gracias por todo lo que aprendí de ustedes.