



ACUERDO DEL CONSEJO DE POLÍTICA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN POR EL QUE SE DETERMINA LA INCORPORACIÓN DE COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN LOS PROGRAMAS DE I+D+I DERIVADOS DEL PRIMER Y SEGUNDO MARCO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES COMPLEMENTARIOS QUE FORMAN PARTE DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA, Y SE MODIFICAN LOS ACUERDOS DE 8 DE NOVIEMBRE DE 2021 Y DE 11 DE MARZO DE 2022.

El **Componente 17** del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), denominado “REFORMA INSTITUCIONAL Y FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN” incluye, como **inversión 1**, Planes Complementarios con las Comunidades Autónomas en acciones de I+D+I, con una dotación total de 299.237.000 €.

El Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, en su reunión celebrada el **8 de noviembre de 2021**, aprobó el Acuerdo por el que se establece el marco para la implementación de dichos Planes Complementarios. En este Acuerdo se determina el procedimiento y las condiciones para el inicio de la implementación de los Planes Complementarios, con cuatro Programas: 1) **Biotecnología aplicada a la Salud**, con la colaboración de las Comunidades Autónomas de País Vasco, Cataluña, Castilla-La Mancha y Extremadura, y un presupuesto con fondos del PRTR de 15.994.500 €; también participa la Comunidad Autónoma de Galicia, como socio estratégico y con fondos de su presupuesto. 2) **Ciencias Marinas**, con la colaboración de las Comunidades Autónomas de Galicia, Andalucía, Cantabria, Región de Murcia y Comunitat Valenciana, y un presupuesto con fondos del PRTR de 30.000.002 €. 3) **Comunicación Cuántica**, con la colaboración de las Comunidades Autónomas de País Vasco, Cataluña, Galicia, Comunidad de Madrid y Castilla y León, así como del CSIC, por parte de la Administración del Estado, y un presupuesto con fondos del PRTR de 53.696.013 €. 4) **Energía e Hidrógeno Renovable**: con la colaboración de las Comunidades Autónomas de País Vasco, Principado de Asturias, Aragón, Castilla-La Mancha, Canarias, Comunidad Foral de Navarra, Extremadura y Comunidad de Madrid, así como el CSIC, y un presupuesto con fondos del PRTR de 69.172.485 €.

El Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, en su reunión de **11 de marzo de 2022**, aprobó el Acuerdo por el que se establece el **segundo marco** para la implementación de los Planes Complementarios que forman parte del Componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. En dicho Acuerdo se establece el procedimiento y las condiciones para continuar con la implementación de los Planes Complementarios, mediante otros cuatro Programas: 1) **Agroalimentación**: con la colaboración de las Comunidades Autónomas de La Rioja, Región de Murcia, Comunitat Valenciana, Aragón y Comunidad Foral de Navarra, y un presupuesto con fondos del PRTR de 29.627.029 €. 2) **Astrofísica y Física de Altas Energías**: con la colaboración de las Comunidades Autónomas de Cataluña, Andalucía, Cantabria,



Comunitat Valenciana, Aragón e Illes Balears, y un presupuesto con fondos del PRTR de 22.173.460 €. 3) **Biodiversidad**: con la colaboración de las Comunidades Autónomas de Galicia, Andalucía, Principado de Asturias, Canarias, Extremadura e Illes Balears, y un presupuesto con fondos del PRTR de 35.000.000 €. 4) **Materiales Avanzados**: con la colaboración de las Comunidades Autónomas de País Vasco, Cataluña, Comunitat Valenciana, Aragón, Comunidad de Madrid y Castilla y León, y un presupuesto con fondos del PRTR de 29.702.761 €.

La aportación de los importes acordados correspondientes al PRTR se instrumentalizó a través de subvenciones directas a las Comunidades Autónomas, mediante el **Real Decreto 991/2021**, de 16 de noviembre, por un importe total de 133.794.987 €; y el **Real Decreto 287/2022**, de 19 de abril, por un importe total de 116.503.250 €, además de una **transferencia al CSIC**, por importe de 35.068.013 €.

En su conjunto, dichos acuerdos han permitido movilizar una inversión total de 444.807.250 €, 285.366.250 € con cargo al PRTR y 159.441.000 € aportados por las CCAA participantes. Teniendo en cuenta que la dotación total para la inversión 1 es de 299.237.000 €, existe un presupuesto de **13.870.750 € del PRTR aún sin comprometer**.

Los acuerdos prevén la posibilidad de incorporar a otras CCAA con objeto de contribuir, con líneas de actuación complementarias, a la consecución de los objetivos y resultados previstos en cada uno de los programas de I+D+I en curso. A efectos de seleccionar propuestas para financiar la incorporación de CCAA en las actuaciones que se están desarrollando, **fue convocada una petición de manifestaciones de interés a las CCAA** mediante **orden de 21 de marzo de 2022**, estableciendo el procedimiento de presentación de propuestas y selección de proyectos. Conforme el procedimiento de selección de propuestas, dispuesto en el apartado cuarto de la orden, la Comisión de Selección elevó una propuesta a la Comisión de Seguimiento de los Planes Complementarios, para su valoración y, en su caso, elevación al CPCTI para su tramitación.

Por otra parte, en el apartado tercero de los acuerdos citados anteriormente se establece que, cada Programa, tendrá una **duración máxima de tres años**, contados a partir de la publicación del Real Decreto (de concesión directa de subvenciones a las CCAA), permitiendo la imputación de gastos relacionados con la ejecución de los Programas a actividades realizadas durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2021 y la finalización el Programa a los tres años desde la citada publicación.

Teniendo en cuenta que las CCAA beneficiarias tienen que poner en marcha, con posterioridad a la publicación de los reales decretos, la tramitación de instrumentos jurídicos adicionales para hacer llegar los fondos a los perceptores finales, en la práctica se está produciendo un retraso en el inicio de los programas. Por ello, con objeto de facilitar la consecución de los objetivos



previstos en los diferentes programas, resulta conveniente aclarar el plazo establecido para la ejecución de las actividades de los programas, teniendo en cuenta en todo caso las limitaciones establecidas por el PRTR. Así, en relación con el Componente 17 del PRTR se indica que la ejecución prevista para la medida I1 es desde el 1/1/2021 hasta el 31/1/2026, con actividades preparatorias desde 1/6/2020. En el Anexo de la Propuesta de Decisión de Ejecución del Consejo relativa a la aprobación de la evaluación del Plan de Recuperación y Resiliencia de España, se indica que los planes tendrán una duración de dos o tres años y la implementación de la inversión estará terminada, a más tardar, el 31 de diciembre de 2025. En consecuencia, considerando que se ha previsto en las órdenes de transferencia ya tramitadas, en el marco de los reales decretos anteriormente citados, un plazo de justificación de tres meses, se propone establecer el 30 de septiembre de 2025 como plazo único para la finalización de todas las actuaciones correspondientes a los ocho Planes Complementarios aprobados.

En virtud de lo anterior, teniendo en cuenta la propuesta de la Comisión de Selección prevista en la orden de 21 de marzo de 2022 y la conformidad de la Comisión de Seguimiento de Planes Complementarios de 8 de junio de 2022, tras la adaptación de los programas presentados a los importes de financiación propuestos,

ACUERDO

Primero. Objeto

El presente acuerdo tiene por objeto establecer las condiciones para la incorporación de Comunidades Autónomas (CCAA) a los programas de I+D+i que se están desarrollando en el marco de los Planes Complementarios del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, así como acordar la modificación del plazo de ejecución previsto en los acuerdos del Consejo de Política Científica, Tecnológicas y de Innovación, de 8 de noviembre de 2021 y 11 de marzo de 2022.

Segundo. Incorporación de CCAA, financiación y condiciones de ejecución.

Las CCAA indicadas a continuación se incorporarán a los correspondientes programas, con los compromisos de financiación que se especifican, en cada caso:



COMUNIDAD AUTÓNOMA	PROGRAMA DE I+D+I	FONDOS DEL PRTR	FONDOS AUTONÓMICOS
País Vasco	Biodiversidad	734.779 €	395.650 €
Galicia	Bioteología aplicada a la Salud	1.950.000 €	1.050.000 €
Andalucía	Bioteología aplicada a la Salud	1.009.125 €	543.375 €
Principado de Asturias	Agroalimentación	593.831 €	319.755 €
Cantabria	Energía e Hidrógeno Renovable	460.804 €	248.125 €
Comunitat Valenciana	Comunicación Cuántica	1.169.671 €	629.823 €
Aragón	Bioteología aplicada a la Salud	430.196 €	232.045 €
Castilla-La Mancha	Materiales Avanzados	936.000 €	504.000 €
Canarias	Ciencias Marinas	1.330.637 €	716.497 €
Extremadura	Agroalimentación	1.750.496 €	942.575 €
Illes Balears	Ciencias Marinas	1.066.267 €	574.144 €
Comunidad de Madrid	Astrofísica y Física de Altas Energías	685.084 €	368.891 €
Castilla y León	Energía e Hidrógeno Verde	1.753.860 €	944.386 €
SUMA:		13.870.750 €	7.469.266 €

1. Las CCAA que se incorporan a los Programas indicados se comprometen a dedicar la financiación asignada a la ejecución de las líneas de actuación que se detallan en el Anexo 1 del presente Acuerdo.
2. La aportación del PRTR se realizará con cargo a la aplicación presupuestaria 28.50.46QA.75903 del presupuesto de gastos del Ministerio de Ciencia e Innovación, y se instrumentará mediante un Real Decreto de concesión directa, conforme lo dispuesto en el artículo 28.2. de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones. La transferencia de los fondos a cada Comunidad Autónoma se llevará a cabo en un único libramiento, previa aprobación de las oportunas resoluciones de concesión. Los citados instrumentos recogerán las obligaciones asumidas en el presente Acuerdo.
3. En la ejecución de esos programas serán de aplicación todas las disposiciones establecidas en los citados acuerdos de 8 de noviembre de 2021 y 11 de marzo de 2022,



así como en sus anexos, sin perjuicio de la modificación del plazo que se establece en el apartado siguiente.

4. Las condiciones de ejecución que comporten obligaciones económicas para las Administraciones firmantes quedarán condicionadas a sus respectivas disponibilidades presupuestarias, y a que se lleve a cabo la preceptiva tramitación para la aprobación del gasto y aprobación de sus correspondientes órganos de gobierno, de conformidad con su normativa de aplicación.

Tercero. Informes de los Programas

Los informes intermedio y final de cada Programa, a los que se hace referencia en el apartado octavo de los acuerdos de 8 de noviembre de 2021 y de 11 de marzo de 2022, tendrán que ser remitidos por los Comités de Coordinación al Ministerio de Ciencia e Innovación, antes del 30 de noviembre de 2023 y de 2025, respectivamente, para su elevación a la Comisión de Seguimiento para aprobación y posterior puesta en conocimiento del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación. Los informes finales aprobados por la Comisión de Seguimiento, antes del 31 de diciembre de 2025, serán los documentos que acrediten que se han conseguido los objetivos previstos con la inversión 1 del PRTR, y que dan por finalizada la ejecución de esta medida. Todo ello, sin perjuicio de la verificación de la cuenta justificativa presentada por las Comunidades Autónomas, que tendrá que ser realizada en el marco de la normativa nacional de subvenciones.

Cuarto. Modificación de los acuerdos del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, de 8 de noviembre de 2021 y 11 de marzo de 2022.

Con objeto de permitir la correcta ejecución de los Planes Complementarios y la correcta ejecución de las actuaciones por parte de los beneficiarios finales de las ayudas, se modifican los acuerdos del CPCTI que establecen los marcos para la implementación de estos Planes, en el sentido indicado a continuación:

1. Modificación del Acuerdo del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, de 8 de noviembre de 2021:

Se modifica el apartado Tercero que queda redactado como sigue:

“Tercero. Plazos de ejecución

Cada Programa tendrá que haber finalizado antes del 30 de septiembre de 2025 “



Se modifica el último párrafo del apartado Séptimo que queda redactado como sigue:

“Los gastos derivados de los fondos aportados por las Comunidades Autónomas deberán ser acreditados, mediante declaración responsable del representante que designe la Comunidad Autónoma ante el MCIN, junto con la justificación de la subvención procedente del PRTR. En todos los casos, los documentos acreditativos del gasto y del pago podrán ser solicitados a la Comunidad Autónoma y el MCIN podrá efectuar las verificaciones técnicas y económicas oportunas sobre las justificaciones presentadas y quedarán sometidos a las actividades de control que corresponden a la Intervención General del Estado y al Tribunal de Cuentas.”

2. Modificación del Acuerdo del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, de 11 de marzo de 2022:

Se modifica el apartado Tercero, que queda redactado como sigue:

“Tercero. Plazos de ejecución.

Cada Programa tendrá que haber finalizado antes del 30 de septiembre de 2025.”

Se modifica el último párrafo del apartado Séptimo que queda redactado como sigue:

“Los gastos derivados de los fondos aportados por las Comunidades Autónomas deberán ser acreditados, mediante declaración responsable del representante que designe la Comunidad Autónoma ante el MCIN, junto con la justificación de la subvención procedente del PRTR. En todos los casos, los documentos acreditativos del gasto y del pago podrán ser solicitados a la Comunidad Autónoma y el MCIN podrá efectuar las verificaciones técnicas y económicas oportunas sobre las justificaciones presentadas y quedarán sometidos a las actividades de control que corresponden a la Intervención General del Estado y al Tribunal de Cuentas.”

Quinto.- Consolidación de las modificaciones acordadas

El MCIN promoverá las modificaciones que resulten pertinentes en los instrumentos jurídicos vigentes que son de aplicación en la ejecución de los Planes Complementarios con el fin de *adaptar el plazo de ejecución en los términos previstos en el apartado anterior*. La consolidación de estos cambios estará condicionada, en todo caso, a



la evacuación de los informes hayan de producirse a lo largo de la tramitación administrativa de tales instrumentos jurídicos, que incluirán la oportuna modificación de los Reales Decretos 991/2021, de 16 de noviembre, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a las Comunidades Autónomas para financiar la realización de cuatro programas para la implementación de los Planes Complementarios de I+D+I con las comunidades autónomas, que forman parte del componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, y 287/2022, de 19 de abril, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a las comunidades autónomas para financiar la realización de cuatro programas del segundo marco para la implementación de los Planes Complementarios de I+D+I con las comunidades autónomas, que forman parte del componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, denominado "Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.



ANEXO I

PLANES DE TRABAJO DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS QUE SE INCORPORAN EN LOS PROGRAMAS DE I+D+I QUE SE ESTÁN DESARROLLANDO EN EL MARCO DE LOS PLANES COMPLEMENTARIOS CON LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA.

PROGRAMA DE I+D+I	COMUNIDAD AUTÓNOMA
Agroalimentación	Principado de Asturias
	Extremadura
Astrofísica y Física de Altas Energías	Comunidad de Madrid
Biodiversidad	País Vasco
Biotecnología aplicada a la Salud	Andalucía
	Aragón
	Galicia
Ciencias Marinas	Illes Balears
	Canarias
Comunicación Cuántica	Comunitat Valenciana
Energía e Hidrógeno Renovable	Cantabria
	Castilla y León
Materiales Avanzados	Castilla-La Mancha



Programa: **AGROALIMENTACIÓN**

Título del Programa: **PROGRAMA AGROALNEXT: CONTRIBUCIÓN A LA TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO EN UN ESCENARIO MÁS VERDE, SOSTENIBLE, SALUDABLE Y DIGITAL: SUPERANDO LA BRECHA ENTRE LOS DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS, EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA Y SU IMPLEMENTACIÓN**

Comunidad Autónoma: **PRINCIPADO DE ASTURIAS**

PLAN DE TRABAJO

El **análisis sectorial de la economía asturiana** realizado recientemente con el fin de identificar los sectores sobre los que priorizar actuaciones y planes de apoyo coherentes con la estrategia regional de especialización inteligente, muestra la existencia de ciertos **sectores con buena posición en términos de productividad y competitividad**. Dicho estudio destaca el gran potencial del **SECTOR AGROALIMENTARIO**, que se ve reforzado por la percepción de que Asturias produce alimentos tradicionales, naturales, de calidad y asociados a una dieta saludable. La **industria láctea tiene mención especial**, al contar con una productividad superior a la media de las regiones de la UE27, mostrar **destacada ventaja exterior y contar con empresas con gran capacidad de arrastre**.

En la **Cornisa Cantábrica**, la **producción agro-ganadera constituye un importante pilar socio-económico** para las distintas CCAA que la componen y tiene un papel fundamental en el **mantenimiento de los paisajes y de la población rural ligada al territorio**. El sector está pasando momentos difíciles, debiendo afrontar incrementos de costes y adaptación a las nuevas políticas verdes de la Unión Europea. La producción ganadera está siendo denostada por su contribución a la emisión de gases de efecto invernadero y su efecto sobre el calentamiento global, a pesar de su importante contribución a la conservación de cubiertas vegetales y suelos que funcionan como sumideros de carbono. Es preciso **enfocar los esfuerzos en incrementar los conocimientos** para una adecuada gestión y manejo de suelos y cultivos y mejorar la digestibilidad de los alimentos del ganado. Todo ello **precisa ser estudiado en un contexto de investigación aplicada, que garantice la obtención de soluciones innovadoras y competitivas y su correcta transferencia e implantación en el sector**.

Con tal fin surgió el **Consortio público-privado “Agroalimentación 0 emisiones”**, financiado por el programa “Misiones Científicas” del Gobierno de Asturias, liderado por el SERIDA y formado



por los principales agentes del sector en la región (centros de investigación y tecnológicos, asociaciones, cooperativas y empresas agroalimentarias). A partir de ese germen de actividad innovadora, se propone ahora la **creación de un Hub Agroalimentario “Asturias Agro-Hub” para fomentar y potenciar actividades de investigación, innovación y transferencia a lo largo de la cadena de valor agroalimentaria en las condiciones productivas de la Cornisa Cantábrica**, cuyas actividades serán **complementarias** con varias de las líneas propuestas en el **Programa AGROALNEXT**. Los principales objetivos de las actuaciones propuestas son:

1. Crear una **red de Granjas Demostrativas o “living labs”** que sean entornos de demostración y permitan aumentar el grado de madurez tecnológica (TRL) de toda estrategia orientadas a optimizar el manejo de los suelos, los cultivos y los rebaños característicos de la España húmeda, para así alcanzar los objetivos del Pacto Verde Europeo.
2. Asegurar la **sostenibilidad de las producciones**: conservación de los recursos genéticos de especies domésticas autóctonas manteniendo su diversidad individual; estrategias de adaptación al cambio climático, fomento del manejo agroecológico, la ganadería sostenible y el bienestar animal, reducción de insumos, uso de biofertilizantes, reducción de emisiones e incremento del secuestro de carbono.
3. Potenciación de **nuevos usos de las zonas de abandono de la minería del carbón**: puesta en marcha de cultivos bajo tierra de forma energéticamente sostenible, aprovechando galerías subterráneas abandonadas.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

LÍNEA 1. PRODUCCIÓN AGRARIA SOSTENIBLE. TRANSICIÓN ECOLÓGICA.

Actuación 1.2. Adaptación al cambio climático. Resiliencia de la producción agrícola frente a los efectos del cambio climático y la escasez hídrica y su papel en mitigar riesgos para la sociedad. Se desarrollarán estrategias para el aumento y mejora en la producción de los cultivos, la resistencia frente a plagas y enfermedades y una mejor adaptación al cambio climático. Se fomentará el cultivo en condiciones ecológicas y el uso de estrategias de rotación de cultivos, incorporando cultivos multi-especie para mejorar la salud del suelo e incrementar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En Asturias se estudiarán en concreto la adaptación al cambio climático de los cultivos característicos de la región (manzano, faba), mediante el desarrollo de nuevas variedades, portainjertos y adecuadas técnicas de cultivo.

Actuación 1.6. Ganadería sostenible y eficiente y Bienestar Animal. Se realizarán ensayos en las Granjas DEMO para mejorar el Bienestar y la Salud Animal, mediante ensayos con distintos aprovechamientos del pasto y dietas y suplementos alimenticios para el ganado lechero, con el



fin de disminuir las emisiones de metano entérico, reducir el estrés por calor y sus efectos sobre el bienestar, la producción y la fertilidad del ganado, y mejorar la calidad funcional de la leche. Se aplicarán estrategias para mejorar la salud del suelo, mediante el aprovechamiento de fertilizantes orgánicos (purines y estiércoles), la rotación de cultivos y la introducción de nuevos cultivos que incrementen la autosuficiencia proteica de la explotación y mejoren la estructura del suelo, la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos, como la presencia de polinizadores.

Resultados esperados: 1) Guía de estrategias para la adaptación de cultivos característicos de la región al cambio climático. 2) Catálogo de materiales vegetales resistentes a enfermedades. 3) Guía de estrategias de cultivo para mejorar la salud del suelo y la biodiversidad en explotaciones ganaderas.

LÍNEA 3. TRANSICIÓN DIGITAL DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Actuación 3.1. Agricultura de precisión. Se pretende incorporar TICs al sector agroalimentario y en la I+D+I nacional. Se abordará el desarrollo de sistemas de sensorización local y remota, integración de datos, Inteligencia Artificial (IA), Internet of Things (IoT), en distintos tipos de cultivos para optimizar el uso de recursos: pastos de montaña (cierres virtuales, collar de seguimiento del movimiento de los animales, imágenes satelitales y drones para el control de disponibilidad y calidad de los pastos), cultivos, invernaderos, cultivos de última generación en galerías subterráneas.

Actuación 3.2. Investigación y desarrollo de aplicaciones digitales para el pequeño y mediano productor. Se desarrollarán herramientas de actuación digital adaptadas al productor/ganadero, que permitan el control y monitorización de las variables claves que comprometen la viabilidad y sostenibilidad de la explotación: situación y movimientos de los animales, modificación de la valla o cierre virtual para optimizar el uso del pasto, valor nutritivo de las materias primas, costes de producción, fertilidad animal, emisión de gases de efecto invernadero, secuestro de carbono.

Actuación 3.5. Nuevos sistemas de monitorización rápida de parámetros de calidad y seguridad alimentaria. Se llevarán a cabo actuaciones dirigidas a la puesta a punto de tecnologías eficientes, rápidas, precisas y no invasivas, como la espectroscopía en el infrarrojo cercano o biosensores, para el control de calidad y la trazabilidad de productos agroalimentarios (carne, leche, miel) con el fin de evitar fraudes y riesgos de presencia de contaminantes y patógenos.

Resultados esperados: 1) Dispositivos digitales inteligentes para la automatización de los procesos en explotaciones ganaderas. 2) Desarrollo de un prototipo para cultivos de última generación en galerías subterráneas. 3) Desarrollo de métodos rápidos y no invasivos para el análisis de la calidad y la trazabilidad de productos agroalimentarios.



LÍNEA 4. ECONOMÍA CIRCULAR

Actuación 4.1. Estrategias para la reducción y mitigación de emisiones y gases de efecto invernadero y conservación de suelos en producción agropecuaria. Se pondrán en marcha ensayos en nuestras Granjas DEMO con el fin de avanzar en la búsqueda de soluciones que permitan reducir las emisiones de GEI, conservar y mejorar la salud del suelo y reducir la huella de carbono del producto lácteo. Este se conseguirá mediante distintas estrategias: generación de suelos con mayor salud y capacidad de captura de carbono y ensayo de biofertilizantes de precisión para cultivo forrajero.

Actuación 4.2. Valorización de residuos y subproductos. Se trabajará en las Granjas DEMO en la búsqueda de soluciones a la necesidad de las empresas agroalimentarias de aumentar la eficiencia de la gestión de subproductos y residuos procedentes de su actividad (purines, leche desnatada, lactosuero y permeados, residuos orgánicos generados post-consumo), ya sea por los problemas ambientales que produce su generación como por los costes económicos que conlleva su eliminación. El objetivo es avanzar hacia la revalorización de subproductos y residuos generados en sus distintas fases. Los subproductos y residuos se valorizarán mediante la transformación en biocompuestos y otros productos de mayor valor añadido, prestando especial atención a la sostenibilidad de las soluciones propuestas.

Resultados esperados: 1) Identificación de estrategias para la generación de suelos con mayor salud y capacidad de captura de carbono. 2) Caracterización y aprovechamiento de residuos agroalimentarios seleccionados.

LÍNEA 5. INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA PARA LA TRANSFORMACIÓN

Actuación 5.1. Creación de un entorno de conexión entre las CCAA para la transferencia de I+D.

Se creará un “Laboratorio de Ideas” conjunto entre las comunidades participantes que permita identificar oportunidades, proponer entornos de demostración y elaborar hojas de ruta para avanzar en el nivel de madurez tecnológica (TRL), en colaboración con los Innovation Hub regionales y otros nodos/oficinas de innovación. En Asturias se colaborará estrechamente con otros **dos Hubs impulsados por el Gobierno regional** como apoyo para conseguir empresas más competitivas, que puedan acceder a nuevos mercados y cadenas de valor globales: el “Asturias Digital Innovation Hub” (AsDIH), elemento de coordinación de los recursos disponibles en la región para acelerar el proceso de digitalización de empresas y el “Asturias Paradise Hub 4 Circularity” (AsPH4C), que afronta la transición ecológica a través de la promoción del uso de subproductos y residuos.



Actuación 5.2. Hub de Innovación y Transformación. Se creará el “Asturias Agro-Hub” para potenciar la colaboración público-privada y la creación de sinergias entre científicos, técnicos, agricultores y ganaderos, con el fin de asegurar la realización de estudios aplicados y una transferencia real de la innovación en las condiciones representativas de la Cornisa Cantábrica y sus producciones características. Los objetivos del Hub serán:

1. El Hub pondrá a disposición de los diferentes agentes de innovación una red de **Granjas DEMO** o “**living labs**” en las que testar alternativas innovadoras. Esta red consta de seis instalaciones experimentales localizadas en ubicaciones con distintas condiciones edafoclimáticas y ecosistémicas, siendo la plataforma ideal para la experimentación en el ámbito de la producción agroalimentaria representativa de la Cornisa Cantábrica. La red de fincas y rebaños se complementa con invernaderos, cámaras de cultivo y laboratorios dotados de equipamientos científico-técnicos avanzados en el ámbito de la reproducción animal, la sanidad animal, fisiología y patología vegetal, la genómica y proteómica animal y vegetal, tecnología de alimentos y calidad de alimentos para nutrición animal y humana.
2. Esta red de **Granjas DEMO** fomentará la realización de actividades de I+D y demostrativas en el ámbito de producciones sostenibles, economía circular, adaptación al cambio climático, reducción de emisiones y mantenimiento de la biodiversidad como valor en sí mismo y como elemento de estudio, promoviendo la integración de la bioeconomía en la cadena de valor agroalimentaria.

Actuación 5.3. Desarrollo de una plataforma holística y transversal para servicios agroalimentarios basados en tecnologías de IA y IoT. Se potenciará el desarrollo de servicios agroalimentarios basados en IA y IoT, con la colaboración de CTIC Rural Tech (<https://www.fundacionctic.org/es/ctic-ruraltech>), centro de innovación tecnológica rural de Asturias, integrado en la red GAIA X, proyecto europeo que aúna a representantes de negocios, política y ciencia de Europa y de todo el mundo para trabajar juntos, mano a mano, en la creación de una infraestructura de datos segura y federada.

Resultados esperados: 1) Creación del “Asturias Agro-Hub” para potenciar la colaboración público-privada y la creación de sinergias entre científicos, técnicos, agricultores y ganaderos, con el fin de asegurar una transferencia real de la innovación. 2) Desarrollo de servicios agroalimentarios basados en la Inteligencia Artificial y el Internet de las Cosas.



LÍNEA 6. REFUERZO DE INFRAESTRUCTURAS Y RECURSOS PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DE LAS ENTIDADES DE I+D+I Y EL IMPULSO DE LA TRANSFERENCIA A MERCADO

Actuación 6.1. Banco de recursos genéticos de especies domésticas autóctonas: vegetales, animales y microbianos. La biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura incluye los recursos genéticos (RG) fitogenéticos, zoogenéticos y microbianos que contribuyen a la producción agrícola y alimentaria, y el Pacto Verde Europeo apuesta por profundizar en su conocimiento y valorización. Se propone trabajar en la mejora e incremento de los contenidos de los bancos de recursos genéticos del SERIDA, en el marco de una estrategia inteligente que asegure la mayor variabilidad y diversidad de las poblaciones, dado su valor como patrimonio genético de toda la sociedad y desde una perspectiva agroalimentaria/paisajística/patrimonio cultural, reflejo de resiliencia y adaptación de las especies al medio ambiente.

Actuación 6.2. Inversiones, puesta en marcha y mejora de infraestructuras y equipamiento de investigación, desarrollo, demostración y transferencia. Asturias prevé abordar la construcción y mejora de equipamientos e infraestructuras en el SERIDA y en su red de Granjas DEMO. Por un lado, infraestructuras necesarias para los programas de conservación de Recursos Genéticos de Asturias (cámara de conservación de semillas para el banco de germoplasma hortícola, edificio para albergar el banco de recursos zoogenéticos de especies domésticas autóctonas en peligro de extinción). Por otro lado, potenciar la transformación digital de la gestión de I+D. También se abordará la creación de un aula didáctica que permita trasladar y educar a la sociedad y al sector la importancia de conservar y valorar los recursos agroalimentarios para las generaciones futuras.

Actuación 6.3. Captación de talento para la transición ecológica y digital. Atracción de talento nacional e internacional que permita el desarrollo del programa con el máximo nivel de excelencia. Asturias acometerá la contratación de un investigador postdoctoral durante 3 años para reforzar las labores relacionadas con los proyectos demostrativos de las líneas 1 y 4.

Resultados esperados: 1) Mejora e incremento de los contenidos de los bancos de recursos genéticos vegetales, animales y microbianos del SERIDA. 2) Mejora de infraestructuras para albergar el banco de recursos genéticos. 3) Potenciación de la transformación digital en la gestión de I+D del SERIDA. 4) Captación de talento científico para labores de demostración.

LÍNEA 7. COORDINACIÓN, DIFUSIÓN Y FORMACIÓN

Es necesaria la coordinación para promover el óptimo aprovechamiento de los recursos de I+D+I existentes y evitar duplicidades, así como para generar oportunidades para la colaboración entre los agentes científico-técnicos de todas las CCAA participantes.



Actuación 7.1. Promoción de la colaboración y coordinación científica entre las CCAA. Se definirá una estructura interna del proyecto que, a través de reuniones periódicas de seguimiento, evaluará los avances de las diferentes líneas e identificará acciones estratégicas comunes.

Actuación 7.2. Organización de jornadas, cursos, talleres y seminarios (presenciales y online).

Se llevarán a cabo actividades de forma conjunta entre las CCAA participantes para difundir los avances de las líneas de actuación sobre aspectos aplicados de transición verde y digital y economía circular.

Actuación 7.3. Desarrollo de un sistema de demostración y acompañamiento a agricultores y ganaderos en la transición ecológica. Se pretende la implantación de “laboratorios vivos” o “living labs”, que permitan realizar procesos demostrativos de las diferentes actuaciones recogidas en la propuesta global, entre ellos las Granjas DEMO del SERIDA: Red de instalaciones localizadas en 4 puntos con distintas condiciones climatológicas y ecosistémicas, dotadas de los equipamientos necesarios para actividades innovadoras y demostrativas, que cuentan con instalaciones laborales y personal cualificado.

Resultados esperados: 1) Mejora de la coordinación entre CCAA para incrementar la realización de actividades conjuntas y maximizar el uso de los recursos. 2) Organización de actividades de difusión y demostrativas en Granjas DEMO.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	140.000 €	219.750 €	156.625 €	77.456 €	593.831 €
FONDOS AUTONÓMICOS	180.000 €	65.000 €	33.048 €	41.707 €	319.755 €
SUMA	320.000 €	284.750 €	189.673 €	119.163 €	913.586 €



Programa: **AGROALIMENTACIÓN**

Título del Programa: **PROGRAMA AGROALNEXT: CONTRIBUCIÓN A LA TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO EN UN ESCENARIO MÁS VERDE, SOSTENIBLE, SALUDABLE Y DIGITAL: SUPERANDO LA BRECHA ENTRE LOS DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS, EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA Y SU IMPLEMENTACIÓN**

Comunidad Autónoma: **EXTREMADURA**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

La Unión Europea se ha propuesto en su estrategia del campo a la mesa la producción de alimentos sanos y seguros mediante una cadena de valor inteligente y sostenible. Para reforzar este propósito se lleva a cabo el Programa **AGROALNEXT** (contribución a la transformación del sector agroalimentario en un escenario más verde, sostenible, saludable y digital: superando la brecha entre los descubrimientos científicos, el desarrollo de tecnología y su implementación) que tiene por objetivo favorecer la doble transformación, digital y sostenible del sector agroalimentario, para así incrementar su competitividad y alcanzar los objetivos climáticos y medioambientales fijados en el Pacto Verde Europeo.

El programa que se presenta desde Extremadura pretende complementar el programa AGROALNEXT en aspectos fundamentales que están relacionados directamente con la RIS3 de Extremadura, concretamente con las siguientes prioridades sectoriales, tecnológicas y científicas: Agroalimentación, TICs, Tecnologías en Agroalimentación y Desarrollo Sostenible y en Producción y Transformación de Productos Agrícolas. Además, contribuye a potenciar el equilibrio territorial desde Extremadura con las regiones que ya están trabajando en este programa: Navarra, Aragón, Murcia, Valencia, Rioja, y Murcia, regiones del Valle del Ebro y de la fachada mediterránea, buscando replicar o potenciar acciones en el Suroeste de la península ibérica, para poder buscar una mejor cohesión territorial.

Esta propuesta tendrá por objetivo general la producción de materias primas, alimentos y materias primas sostenibles, mediante la investigación, conectividad de agentes, aplicación del



talento y la cooperación entre distinguidos agentes, reforzando los objetivos específicos propuestos en el programa AGROALNEXT: 1) *Investigar y generar nuevos conocimientos de alta aplicabilidad y oportunidades de innovación.* 2) *Conectar y formar agentes: demostrar, transferir y difundir conocimiento y soluciones a nivel nacional e internacional.* 3) *Adquirir talento, equipamiento, e instalaciones y fomentar la colaboración entre los organismos de investigación para una I+D+i excelente y eficaz, con llegada al mercado.* 4) *Promover la cooperación y el desarrollo de sinergias claves en innovación, internacional y desarrollo sostenible.*

Esta propuesta se acogerá a los mecanismos de coordinación y gobernanza descritos en el programa AGROALNEXT, multiplicando el objetivo para conseguir aplicar estos conocimientos en una región como Extremadura, donde el sector agroalimentario es de vital importancia (la industria agroalimentaria extremeña supone el 4,88% del total nacional, que representa el 38% de la facturación y el 37% del empleo del sector industrial extremeño), con unas características tan peculiares y diferentes al de las regiones participantes en el programa existente, como los ecosistemas de la dehesa, la agricultura extensiva de regadío o especies ganaderas diferentes.

Otras de las aportaciones al programa es la participación de tres agentes de diferente naturaleza en el programa: CICYTEX, Centro Público de Investigación de la Junta de Extremadura, la Universidad de Extremadura y el Centro Tecnológico Nacional Agroalimentario “Extremadura”, (CTAEX), poniendo a disposición de AGROALNEXT distintos modelos y estructuras de innovación, Centro Público, Universidad y Centro Tecnológico Empresarial, por lo que puede generarse investigación, desarrollo, innovación y transferencia al sector primario y transformador.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Línea de Actuación: LÍNEA-1. PRODUCCIÓN PRIMARIA SOSTENIBLE EN EXTREMADURA. TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Se pretende complementar la propuesta de AGROALNEXT en el desarrollo de sistemas de producción primaria sostenible, basada en la naturaleza y el entorno, adaptados al cambio climático incorporando actuaciones a desarrollar en los sistemas agrarios de Extremadura.

Actuación 1.1. Sistemas integrados de control de enfermedades y malas hierbas en cultivos de interés en Extremadura para reducir la dependencia de pesticidas químicos de síntesis. Proyectos de soluciones basadas en biopesticidas como alternativa a los productos químicos de síntesis: agentes de control biológico, bioproductos alelopáticos y subproductos o residuos agrícolas y de industrias agroalimentarias con potencial biocida. Técnicas específicas de biodesinfección de suelos para el control de malas hierbas y patógenos del suelo.



Actuación 1.2. Adaptación al cambio climático en Extremadura. Resiliencia de la producción agrícola frente a los efectos del cambio climático y la escasez hídrica y su papel en mitigar riesgos para la sociedad. Desarrollo de una guía de actuaciones para mejorar el uso de agua y fertilizantes en situaciones de incertidumbre en los recursos hídrico. Optimización del uso de agua a nivel de explotación. Aumentar la eficiencia y resiliencia de los sistemas productivos de los regadíos de Extremadura frente a la variabilidad de las condiciones meteorológicas.

Actuación 1.3. Olivicultura y viticultura de zonas áridas. Adaptación de diferentes variedades frente a la incertidumbre meteorológica. Se propone analizar la colección nuclear de olivo y de vid con variedades autóctonas para evaluar su potencial para enfrentar situaciones de estrés hídrico, golpes de calor y otro tipo de incidencias meteorológicas. Con esta información reforzará la elección varietal, adaptada al sistema productivo y entorno agroecológico.

Actuación 1.4. Desarrollo de tecnologías de Ganadería de Precisión para la Digitalización de la ganadería extensiva a fin de monitorizar de forma eficiente y sostenible sus explotaciones. Ello incluye la automatización en la toma, almacenamiento y procesamiento de datos, la utilización de TICs para la monitorización de las producciones y del comportamiento animal, así como para optimizar la trazabilidad de la cadena alimentaria, a fin de facilitar la toma de decisiones en la gestión de todos los recursos naturales implicados en los sistemas extensivos para conseguir una mayor resiliencia y sostenibilidad económica y ambiental en explotaciones ganaderas extensivas de porcino ibérico, vacuno retinto, oveja merina y cabra verata.

Actuación 1.5. Nuevas tecnologías para la regeneración acelerada de la dehesa. Se aplicarán tecnologías innovadoras para combatir las amenazas que están deteriorando el ecosistema de la dehesa y comprometiendo la rentabilidad de las ganaderías extensivas, tales como plagas y enfermedades, condiciones meteorológicas extremas, etc. Se abordarán diferentes estrategias para la regeneración de los pastos y sobre todo de los arbolados de las dehesas de Extremadura con sistemas alternativos con material clonado de encinas y alcornoques, productivos y con bellota de calidad, junto con el apoyo del riego en etapas iniciales hasta la entrada en producción.

Actuación 1.6. Producción de conservantes naturales de origen silvestre en régimen de agricultura ecológica. Generación y producción de productos conservantes naturales en régimen de agricultura ecológica procedentes de selecciones silvestres originadas en el sur de la península ibérica de la familia Lamiaceae (tomillos, oréganos, romeros, salvia y lavanda) y cuyo destino será la industria agroalimentaria.

Resultados esperados: 1) Nuevos bioproductos y técnicas de biodesinfección para su incorporación en los sistemas de gestión integrada de enfermedades y malas hierbas. 2) Guía de actuaciones para adaptar el uso del suelo agrícola a diferentes escenarios de disponibilidad de recursos hídricos. Mejora de productividad y resiliencia de cultivos de los regadíos extremeños. 3) Catálogo de diferentes materiales vegetales de olivo y vid para una olivicultura y viticultura



resiliente 4) Dispositivos digitales inteligentes para la automatización de los procesos en las explotaciones ganaderas extensivas 5) Parcela demostrativa para ganadería extensiva. Guía de regeneración de la dehesa. 6) Producción de productos conservantes de origen natural.

Línea de Actuación: LÍNEA 2. GARANTÍA DE SUMINISTRO DE ALIMENTOS SANOS, SEGUROS, SOSTENIBLES Y ACCESIBLES EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA DE EXTREMADURA

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Desarrollo de sistemas de elaboración de alimentos innovadores y sostenibles, para la generación de nuevas oportunidades de negocio para La industria agroalimentaria extremeña. Al igual que en AGROALNEXT, se persigue la transición hacia una mayor presencia de alimentos basados en plantas y mayor diversificación de las fuentes de materias primas.

Actuación 2.1. Alimentación y Salud. Desarrollo de soluciones alternativas a los productos probióticos derivados de la leche, especialmente en el diseño de postres de frutas y/o vegetales como ingrediente principal, para la obtención de productos de base vegetal lactofermentados con propiedades, probióticas, prebióticas y/o postbióticas, como alternativa para los consumidores que presentan intolerancia a productos lácteos, o población diana con requerimientos nutricionales especiales (población geriátrica, infantil, etc.).

Actuación 2.2. Nuevas tecnologías y sistemas de procesado de alimentos. Aplicación de Altas Presiones Hidrostáticas (HHP) y Altas Presiones/Altas temperaturas en la producción de alimentos con mayor calidad microbiológica e inocuidad mediante la eliminación de los microorganismos alterantes o patógenos y prolongar la vida útil de los alimentos al tiempo que se mejora la calidad nutricional y sensorial.

Resultados esperados: 1) Matrices vegetales caracterizadas, con potencial para la aplicación de la fermentación láctica. Subproductos de vegetales con potencial como sustrato de lactofermentación. Productos vegetales lactofermentados caracterizados en función de sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, funcionales y organolépticas. 2) Productos alimentarios con textura modificada con aumento de vida útil validada, sin recurrir a aditivos alimentarios y con un elevado contenido en compuestos funcionales beneficiosos para el consumidor.



Línea de Actuación: LÍNEA 3. TRANSICIÓN DIGITAL DEL SECTOR AGROALIMENTARIO DE EXTREMADURA

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Dotar de inteligencia, eficiencia, y sostenibilidad, al sector agroalimentario en Extremadura, incluyendo las entidades de I+D+i, por medio del uso y desarrollo de tecnologías de vanguardia y en colaboración con las entidades participantes del programa AGROALNEXT.

Actuación 3.1. Desarrollo de un sistema digital de captación de datos de sensores en campo y adaptación a sistemas de toma de decisiones en parcelas. Se desarrollará una red de captación de datos de diferente origen, tanto de sensores de medida continua, como medidas discretas, depurado, procesado y visualización, escalables e integración en modelos escalables de tomas de decisiones agronómicas: programaciones de riego, planes de fertilización, ciclo de vida, etc.

Actuación 3.2. Nuevos sistemas de monitorización rápida de parámetros de calidad y seguridad alimentaria en el entorno del sector agroalimentario extremeño. Mejorar la logística a lo largo de toda la cadena de suministro para garantizar la calidad y seguridad de los alimentos, así como reducir las pérdidas de alimentos, mediante la implementación de envases inteligentes

Actuación 3.3. Ubicación óptima de redes de sensores inalámbricos en territorios de dehesa. Diseño de redes de sensores adecuados para el monitoreo y control continuo de los procesos de producción forestal, agrícola y ganadero en el ámbito de la dehesa tanto para evaluar la densidad de la cobertura vegetal como para cuantificar las pérdidas.

Resultados esperados: 1) Desarrollo de un sistema sencillo de captación de sensores tanto continuos como puntuales obtenidos en parcelas de investigación, gestión automática de esos datos e integración en sistemas de ayuda a la toma de decisiones en los principales cultivos de Extremadura. 2) Desarrollo e implantación de los nuevos sistemas en la cadena comercialización de productos perecederos. Obtención de nuevas etiquetas inteligentes y sistemas de comunicación. Integración de los datos en sistemas de gestión para la mejora de la sostenibilidad y la toma de decisiones. 3) Desarrollo de un modelo de pérdida de señal de radiofrecuencia que permita localizar la ubicación óptima de sensores y gateways en redes de sensores inalámbricos en un entorno de dehesa.

Línea de Actuación: LÍNEA 4. ECONOMÍA CIRCULAR EN EL ÁMBITO DE EXTREMADURA

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los objetivos son reducir pérdidas, emisiones y residuos generados por el sector agroalimentario de manera específica en Extremadura aumentando la circularidad del sector para promover oportunidades de desarrollo de nuevas cadenas de valor. Las actuaciones a desarrollar se coordinarán con las que se llevan a cabo en el programa AGROALNEXT.



Actuación 4.1. Valorización de residuos y subproductos. Desarrollo de biomateriales basado en polímeros biodegradables y compostables, a bajo coste mediante el uso de residuos agroalimentarios de interés en Extremadura (sector del tomate, aceite de oliva y del arroz) y la gestión integral de los mismos. También, se estudiará la extracción mediante técnicas verdes de compuestos de alto valor en el mercado, tanto económico como saludables y ecológico, para su posterior integración en el envasado activo (principios activos) o inteligente (biosensores).

Actuación 4.2. Reutilización del agua. Aprovechamiento agronómico de fuentes alternativas de agua y su repercusión en la seguridad y calidad de los alimentos. La aplicación de tecnologías sostenibles como la luz UV-C o la electroporación, junto con la oxidación avanzada, nos va a permitir reutilizar el agua durante más tiempo, ya que producen la eliminación de microorganismos contaminantes y reducen la materia orgánica presente en el agua, permitiendo de este modo su uso en continuo en los sistemas de recirculación presentes en la industria agroalimentaria.

Resultados esperados: 1) Establecimiento de condiciones óptimas para la producción de biopolímeros y extracción de compuestos de alto valor. Obtención y caracterización de residuos agroalimentarios seleccionados. Determinación de propiedades y procesabilidad de los biopolímeros caracterizados. Desarrollo de envases activos y/o inteligentes a partir de mezclas de biopolímeros, compuestos bioactivos y/o biosensores. 2) Eliminación de cloratos y percloratos en los productos hortofrutícolas. Reutilización del agua de proceso durante más tiempo. Aumento de la seguridad alimentaria mediante la eliminación de microorganismos contaminantes.

Línea de Actuación: LÍNEA 5: INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA PARA LA TRANSFORMACIÓN EN EXTREMADURA

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Se complementarán los objetivos propuestos en AGROALNEXT, transferir conocimiento y soluciones generadas y obtener información del mercado para orientar la investigación, para ello se proponen las siguientes actuaciones:

Actuación 5.1. Creación de un entorno de conexión entre las CCAA para la transferencia de I+D. Potenciando la participación en el “laboratorio de ideas”, aportando ampos de ensayos y plantas piloto para producir y elaborar alimentos de cultivos y especies ganadera ligadas a la dehesa y a los sistemas extensivos, donde se maximice la productividad, bajo cánones de sostenibilidad.

Actuación 5.2. Creación de la plataforma tecnológica de trazabilidad agroalimentaria. Desarrollo de una plataforma a modo de “cuaderno de campo” donde se puedan asignar todos los inputs necesarios para la producción de un alimento, así como todas las fases de su proceso productivo.



Resultados esperados: 1) Hub de transferencia de innovación y transferencia de funcionamiento, 2) Desarrollo tecnológico de una solución tecnológica del campo a la mesa.

Línea de Actuación: LÍNEA 6. REFUERZO DE INFRAESTRUCTURAS Y RECURSOS PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DE LAS ENTIDADES DE I+D+I Y EL IMPULSO DE LA TRANSFERENCIA A MERCADO

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El objetivo principal es mejorar la capacidad científica e innovadora de los equipos de investigación para mantener y reforzar su posición de liderazgo y vanguardia en el contexto nacional e internacional en coordinación con las entidades participantes en el programa AGROALNEXT.

Actuación 6.1. Puesta en marcha y potenciación de bancos de material vegetal y microorganismos. En Extremadura, se mejorarán las condiciones de conservación de la Micoteca del CICYTEX, en la que se conservan aislados de hongos y oomicetos causantes de enfermedades en cultivos del área mediterránea y también potenciales agentes de biocontrol, así como las del Banco de Semillas de Malas Hierbas de CICYTEX, en el que se conservan semillas de malas hierbas problemáticas para los cultivos del área mediterránea. Además, se desarrollarán bases de datos actualizadas asociadas a la Micoteca y al Banco de Semillas.

Actuación 6.2. Inversiones, puesta en marcha y mejora de infraestructuras y equipamiento de investigación, desarrollo, demostración y transferencia. Equipos para los laboratorios de Protección Vegetal de CICYTEX y mejora y adaptación de las cámaras de crecimiento en condiciones controladas, equipamiento de un laboratorio de biología molecular, invernadero climatizado. Adquisición de sensores y equipamiento para la monitorización de las plantas piloto alimentarias y de equipos a nivel de prototipos piloto para la polimerización y evaluación de biomateriales.

Actuación 6.3. Adquisición de sensores y equipamiento para la monitorización de las plantas piloto alimentarias de CICYTEX. Adquisición de equipos para la polimerización y evaluación de biomateriales a nivel de prototipos piloto.

Actuación 6.4. Contratación de servicio externo para el desarrollo de proceso a escala industrial de higienización y reutilización del agua de proceso en la planta piloto alimentaria de CICYTEX.

Resultados esperados: 1) Colección de aislados de hongos y oomicetos y Banco de Semillas de Malas Hierbas actualizados y bien conservados. 2) Mejora de infraestructuras y equipamientos. 3) Incremento de capacidades de I+D+i y competitividad de los equipos investigadores. 4) Mejorar la capacidad digital de las entidades extremeñas participantes para una mejor transferencia al sector agroalimentario. 5) Mejora de los servicios ofrecidos al sector.



Línea de Actuación: LÍNEA 7. COORDINACIÓN, DIFUSIÓN Y FORMACIÓN

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Se pretende complementar a través de esta línea el mecanismo de gobernanza del proyecto con los objetivos de evitar duplicidades y coordinar las acciones de los distintos Centros. Esta propuesta complementa a las actuaciones 7.1. Promoción de la cooperación y a la 7.2. Organización de jornadas y cursos.

Actuación 7.1. Promoción de la cooperación y coordinación científica entre las CCAA. Desde Extremadura se complementará esta actuación participando en las reuniones periódicas y organizando alguna de las reuniones previstas.

Actuación 7.2. Organización de jornadas, cursos, talleres y seminarios (presenciales y online). Se participará en la organización conjunta de estos talleres, organizando dos talleres complementarios de temática de agricultura extensiva e industrialización de productos de la dehesa o sistemas extensivos.

Actuación 7.6. Creación de la oficina de virtual de equipamiento científico. Se realizará un sitio web dinámico con los servicios conjuntos de infraestructura científica de Extremadura, donde podrán acceder a todos los equipamientos para que cualquier grupo de investigación o empresa pueda acceder a ellos.

Resultados esperados: 1) Maximización de la eficiencia de los recursos de CCAA 2) Eventos de difusión 3) Herramienta de gestión de equipamiento científico.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	1.032.000 €	168.300 €	321.870 €	228.326 €	1.750.496 €
FONDOS AUTONÓMICOS	204.000 €	570.630 €	45.000 €	122.945 €	942.575 €
SUMA	1.236.000 €	738.930 €	366.870 €	351.271 €	2.693.071 €



Programa: **ASTROFÍSICA Y FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS**

Título del Programa: **TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA EXPLORACIÓN DEL UNIVERSO Y SUS COMPONENTES**

Comunidad Autónoma: **COMUNIDAD DE MADRID**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El objetivo de esta propuesta es potenciar y fortalecer la iniciativa ya en marcha por parte de las comunidades autónomas de Cataluña (CAT), Andalucía (AN), Cantabria (CAN), Valencia (CV), Aragón (AR) y Baleares (IB), dentro del Plan Complementario del área de Astrofísica y Física de Altas Energías (AyFAE). Los desarrollos de instrumentación de vanguardia que se proponen en las líneas de actuación seleccionadas, LA1, LA2 y LA5, garantizan un progreso sostenido en nuestra adquisición de conocimientos de frontera y pueden tener uso en campos de la ciencia con aplicaciones más inmediatas a retos sociales directos.

Se plantea contribuir al desarrollo de instrumentación avanzada y procesamiento digital de señal (LA1) para una nueva generación de detectores calorimétricos y de medidas de tiempos con muy alta resolución, incluyendo su electrónica asociada. La propuesta se sitúa en la frontera de la tecnología y explota infraestructuras europeas avanzadas en colaboración con las comunidades autónomas de Aragón, Cataluña y Valencia.

Se propone (LA2) fortalecer la contribución de los grupos en iniciativas tales como el nuevo instrumento de espectroscopía bidimensional de gran campo para el Observatorio de Calar Alto (ICTS en AN) o los instrumentos de 2ª generación del Extremely Large Telescope (ELT) (MOSAIC y HIRES, ahora ANDES) y en sensores y control de CTA, iniciativas todas ellas en infraestructuras ESFRI con participación de CAT y AN, así como nuestra contribución a la misión HERD, en colaboración con IFAE y ICCUB (CAT).

Se contribuirá (LA5) a los experimentos de búsqueda directa de materia oscura que se realizan en la ICTS del Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) y en otros experimentos con una importante participación de la CM, fortaleciendo y complementando las propuestas ya



seleccionadas. Se realizarán desarrollos tecnológicos que ampliarán y mejorarán substancialmente la búsqueda de axiones (CADEX-LSC), WIMPs (DarkSide-20k) y se medirá el efecto Migdal con potencial para detectar candidatos ligeros con masas del MeV.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

LA1. Desarrollo de instrumentación de vanguardia para futuros experimentos de Física de Partículas y Nuclear.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

1.1 Nuevos desarrollos para futuros detectores calorimétricos. El grupo CIEMAT-FP tiene como objetivo impulsar el desarrollo de una nueva generación de detectores calorimétricos de muy alta granularidad (siguiendo la hoja de ruta establecida en la Estrategia Europea en Física de Partículas), que además de medir la energía permiten la reconstrucción espacial de trazas, dotándolos también de capacidad para proporcionar medidas temporales del orden de decenas de picosegundos (calorimetría 5D). Gracias a esta nueva instrumentación se podrán afrontar los retos de los nuevos detectores de alta granularidad (HGCal) para el experimento CMS en su fase de HL-LHC, que se construirá en los próximos años, así como los que se están diseñando para experimentos en la próxima factoría de Higgs.

Para explotar las máximas capacidades del detector es particularmente relevante alcanzar un diseño innovador, empleando los últimos desarrollos tecnológicos, tanto en electrónica de altas prestaciones como de elementos mecánicos con una elevada segmentación y tolerancias muy restrictivas que han de operar en condiciones de radiación y bajas temperaturas.

Se propone trabajar en el desarrollo de este tipo de detectores noveles tanto en sus aspectos mecánicos como en el desarrollo de electrónica puntera capaz de proporcionar las precisiones temporales requeridas y electrónica digital de alto ancho de banda, que permita implementar sistemas de adquisición para grandes volúmenes de datos y que faciliten el trasladar a los sistemas de tiempo real la complejidad de los algoritmos de reconstrucción en experimentos de física de partículas.

1.2 Desarrollo de instrumentación nuclear avanzada y procesado digital. “Ultra fast-timing con centelleadores y DAQ completamente digital” en medidas en física nuclear con núcleos exóticos, enfocados a astrofísica, para las infraestructuras europeas de Física Nuclear (FAIR y CERN: ISOLDE & n_TOF). Se plantea el desarrollo de instrumentación de última generación que garantice liderazgo y alta visibilidad internacional en física de partículas y nuclear en laboratorios internacionales como el CERN, con técnicas de fast-timing en las que IPARCOS-UCM es pionero, más recientemente con la introducción de procesado totalmente digital de las señales.



Resultados esperados:

- a) Desarrollo y caracterización de nuevos detectores calorimétricos altamente segmentados; b) Diseño de electrónica de medición de tiempo precisa y sistemas digitales de gran ancho de banda basadas en dispositivos lógicos reconfigurables; c) Desarrollo de instrumentación de “fast-timing” para la participación en experimentos de Física Nuclear enfocada a la astrofísica; d) Aumento de la implicación del tejido industrial español en los estadios más tempranos del diseño de los detectores y aceleradores del futuro.

LA2. Desarrollo de instrumentación astrofísica de vanguardia para ICTS, proyectos ESFRI en astronomía y misiones espaciales.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Las actuaciones incluidas dentro de LA2 se centran en el desarrollo de instrumentación para grandes telescopios, tanto de ICTS nacionales como el Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA) en Calar Alto, como de infraestructuras internacionales de la hoja de ruta ESFRI (ELT y CTA). La participación de la CM incluye el desarrollo de paquetes de trabajo, subsistemas completos, o incluso el (co)liderazgo en colaboración con CAT y AN.

Estas actuaciones, a llevar a cabo en los próximos 3 años, incluyen:

2.1: Nuevos desarrollos para el Observatorio de Calar Alto (CAHA). Fases de diseño de TARSIS, el nuevo instrumento de espectroscopía 2D para CAHA (AN). Como parte de esta actuación se contribuirá al diseño del sistema criogénico de los detectores, el S/W científico (IPARCOS-UCM) y el simulador del instrumento (CAB). Dentro de esta actuación se incluyen desarrollos asociados a la explotación de CARMENES, incluyendo CARMENES+ y otras mejoras instrumentales futuras.

2.2: Fases B y C de los instrumentos de nueva generación del ELT. Contribución a las Fases B (Preliminary) y C (Final Design) de instrumentos de 2ª generación del ELT, MOSAIC y ANDES, ya aprobados por la ESO. En MOSAIC, IPARCOS-UCM es responsable del módulo de calibración. En ANDES, el CAB contribuye al diseño conceptual de subsistemas de la optomecánica del instrumento.

2.3: CTA: Fotesensores, interferometría de intensidad y herramientas de control. El desarrollo en IPARCOS-UCM de la electrónica de disparo para nueva cámara basada en fotesensores de estado sólido para los LSTs, junto con CIEMAT-FP y grupos de CAT y AN. Por su parte, CIEMAT-FP extenderá las observaciones de interferometría de intensidad ya realizadas con MAGIC a la combinación de MAGIC y LST1.

2.4: Misiones espaciales para rayos cósmicos de alta energía. La participación española en el Consorcio de la misión HERD, coordinada por CIEMAT-FP junto con grupos de CAT, sobre la base



de su experiencia previa con AMS/ISS, consistirá en el desarrollo de la electrónica avanzada de lectura y disparo.

Resultados esperados:

a) Contribución al diseño de detalle del instrumento TARSIS (LA2), una Unidad de Campo Integral (IFU) que cubrirá en espectroscopía un campo sin precedentes de 9 arcmin^2 . TARSIS llevará a cabo en el telescopio de 3.5m de Calar Alto (CAHA) la mayor exploración en espectroscopía no-sesgada hasta la fecha de una muestra de cúmulos de galaxias; b) Diseños a nivel de módulo o subsistema para MOSAIC en el ELT. Contribución al diseño conceptual de la optomecánica de ANDES, un espectrógrafo ultra-estable de alta resolución para el telescopio ELT que permitirá caracterizar las atmósferas de exoplanetas tipo tierra o identificar la primera generación de estrellas. c) En CTA se diseñará un módulo mejorado que gestione la lógica de disparo para las nuevas cámaras de los telescopios grandes. Asimismo, se incorporará un nuevo canal para interferometría de intensidad mediante nuevas técnicas de fotodetección de alta velocidad y resolución en detectores de silicio ampliará su aplicabilidad para el estudio de objetos compactos interactuando con campos gravitatorios y magnéticos extremadamente intensos como GRBs o FRBs. d) En HERD se desarrollará la electrónica de lectura y disparo para el experimento, coordinado en España por CIEMAT-FP, permitirá asegurar una contribución clave en el instrumento científico insignia para la Estación Espacial China (CSS). HERD está propuesto para ser instalado en la CSS en 2027 donde operará durante 10 años, extenderá en un orden de magnitud el rango de energía de las medidas directas de rayos cósmicos, permitirá investigar el origen de las anomalías observadas en el espectro de electrones y realizar una monitorización continua del cielo en rayos gamma.

LA5. Desarrollo de tecnologías críticas para búsquedas directas de materia oscura.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

5.1: Desarrollo de detectores superconductores en el estado del arte para la búsqueda del axión, cruciales para el desarrollo del instrumento CADEX-LSC. Encuadrado en el diseño y construcción del experimento CADEX, “Cafranc Axion Detection Experiment”, recientemente aprobado por el Comité Científico del LSC (Eol-31-2021); el CAB (CSIC-INTA) lidera el diseño, nanofabricación y caracterización de los detectores superconductores en estado del arte de tipo Kinetic Inductor Detector (KID) y es el encargado del desarrollo de un prototipo de sistema de lectura y participará en la ingeniería de sistema del instrumento, siendo estas tareas cruciales para alcanzar los objetivos de sensibilidad requeridos en el experimento CADEX y establecer la presencia del axión de QCD y sus implicaciones. Esta actividad se realiza en estrecha colaboración con Cantabria a través del IFCA (sistema criogénico) y de la UB a la que se transferirá el sistema de medidas para su testeo y optimización. En resumen, se desarrollará el



sistema de detección completo, que incluye matrices de detectores tipo KIDs de ultra alta sensibilidad para la banda W (90 GHz) y un sistema de lectura dedicado, optimizado para su uso en el instrumento CADEX.

5.2. Medida de la radio-contaminación y caracterización de la radio-pureza del Argon y de contaminación alpha en la superficie de materiales para búsqueda de WIMPs. En el contexto de búsqueda de WIMPs con masa entre GeV-TeV, el experimento DarkSide-20k, dotado de un detector de argón líquido, se prevé sea el experimento más grande y sensible durante los próximos años. CIEMAT-FP es el líder en el cálculo del fondo del experimento. Se estudiará el fondo producido por la radio-contaminación de los materiales del experimento del tipo DarkSide-20k, midiendo las trazas de contaminación radioactiva en argón con el experimento DArT, desarrollando técnicas innovadoras para medir la contaminación superficial para alcanzar la mayor sensibilidad posible en la búsqueda directa de materia oscura. Se construirá un detector de bajo fondo para medida y caracterización de radio-contaminación y radio-pureza del argón subterráneo en el LSC y se pondrá en marcha un laboratorio para la medida de contaminación alpha en la superficie de materiales para búsqueda de WIMPs.

5.3 Estudio de fotomultiplicadores de silicio (SiPMs) para caracterizar el efecto Migdal. El efecto Migdal (ionización del átomo tras una perturbación del núcleo respectivo) podría ser crucial para la detección directa de materia oscura ligera a la escala del MeV. CIAFF-IFT-UAM estudiará el uso de SiPMs en el contexto del experimento MIGDAL (del que es miembro), cuyo objetivo es confirmar el efecto Migdal en átomos relevantes para la búsqueda de materia oscura. Dada su rapidez y bajo umbral de detección, los SiPMs serían la mejor opción para medir la luz de centelleo primaria en etapas futuras de este experimento. Se construirá un prototipo de detector basado en SiPMs y se estudiará su respuesta en átomos relevantes para la búsqueda de materia oscura (argón, xenón, y posiblemente silano y germano). Esta investigación es necesaria para entender los resultados de experimentos como DAMIC, en el que está involucrada Cantabria a través del IFCA.

Resultados esperados:

a) Desarrollo de detectores superconductores mono-píxel de tipo Kinetic Inductor Detectors (KIDs) para el primer experimento (CADEX) para la búsqueda del axion en banda W (CADEX). Los KIDs mono-píxel serán diseñados, nanofabricados y caracterizados a temperaturas criogénicas maximizando su sensibilidad, pureza en la medida de la polarización y minimización del ruido en la banda W (90 GHz); b) Incorporación de DarkSide para búsquedas con un material (Argon) complementario al resto de detectores; c) Contribución al desarrollo de nuevos sensores que hacen uso del efecto Migdal para ampliar la búsqueda de candidatos con masas del orden del MeV. Construcción y testeo de prototipo de detector basado en SiPMs.



PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	515.000 €	45.350 €	35.375 €	89.359 €	685.084 €
FONDOS AUTONÓMICOS	170.970 €	90.469 €	59.336 €	48.116 €	368.891 €
SUMA	685.970 €	135.819 €	94.711 €	137.475 €	1.053.975 €

Fondos aportados por la Comunidad de Madrid con objeto de complementar la financiación de las líneas de actuación seleccionadas en el marco de los Planes Complementarios del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Estos fondos se ampliarán en 567.525 euros, siendo el presupuesto total de 1.621.500 euros.

La distribución por LIAs de la financiación de la Comunidad de Madrid queda tal y como sigue:

Líneas de actuación	Personal	Equipamiento	Otros gastos	15% Costes indirectos*	SUMA
LIA 1	125.000,00	34.650,00	0,00	23.947,50	183.597,50
LIA 2	309.000,00	20.000,00	45.625,00	56.193,75	430.818,75
LIA 5	0,00	175.000,00	105.000,00	42.000,00	322.000,00
TOTAL	434.000,00	229.650,00	150.625,00	122.141,25	936.416

La información sobre la financiación complementaria de la Comunidad de Madrid se recoge en este documento a título informativo.



Programa: **BIODIVERSIDAD**

Título del Programa: **EXPLORACIÓN, ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DE LA BIODIVERSIDAD: POSIBLES RESPUESTAS A LA ESTRATEGIA 2030 DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN UN ESCENARIO DE CAMBIO GLOBAL**

Comunidad Autónoma: **PAÍS VASCO**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020 que se encuentra en construcción se basa en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y plantea aplicar medidas de amplio alcance tendientes a lograr una transformación en la relación de la sociedad con la diversidad biológica, buscando facilitar la implementación, que se hará principalmente a través de actividades a nivel nacional, con medidas de apoyo a nivel subnacional, regional y mundial. Para ello hacen falta herramientas que permitan la integración y la interoperabilidad. ARIES (*Artificial Intelligence for Environmental and Sustainability*) se concibe como una poderosa tecnología (<http://aries.integratedmodelling.org/>) que tiene el potencial de incorporar a todos los agentes involucrados en la interacción naturaleza-sociedad, conectarlos en una red de flujo y crear para cada agente los mejores modelos integrados posibles para apoyar sus decisiones, con aplicaciones potencialmente innovadoras en el desarrollo de DSSs para la restauración de ecosistemas y biodiversidad. Introduce la semántica y el razonamiento automático, dos campos de IA prometedores que aún permanecen en un perfil más bajo que los conocidos enfoques de aprendizaje automático que implica una comunidad de modeladores creciente y colaborativa, lo que acelera su aplicación y desarrollo, una total interoperabilidad de escalas (local / nacional / global), y un modularidad total.

Como aplicación reciente destacada, ARIES para SEEA-EEA para la generación rápida de cuentas de capital natural para la ONU (<https://seea.un.org/news/aries-seea-rapid-generación-cuentas-de-capital-natural>). El hub central de esta infraestructura digital está alojado en el País Vasco (Basque Center for Climate Change -BC3).



ARIES puede contribuir notablemente en el contexto del Programa de I+D+I del Plan Complementario en el Área de Biodiversidad, **en particular a la línea de Actuación 3 (inventario de servicios ecosistémicos)**, dado que ya dispone de la infraestructura digital para la evaluación de servicios ecosistémicos y de una aplicación para realizar cuentas de capital natural con los estándares de UN SEEA que podrían acelerar la puesta en marcha de las acciones que proponen la CCAA de Asturias y Murcia, promover su transferencia a otros territorios y conectar con las iniciativas globales.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

LA-3: Inventario de los servicios ecosistémicos.

ARIES (<https://aries.integratedmodelling.org/technology/>) es una plataforma originada en 2017, para desarrollar una nueva visión en integración de conocimiento, el lenguaje k.IM (lenguaje semántico propio) y el software k.LAB (motor de IA que incorpora “machine reasoning”). Se ha desarrollado un primer prototipo (k.LAB) para modelizadores, y un prototipo para usuarios finales (k.EXPLORER) **contribuyendo así a la transición digital**. Ambos, disponibles para usuarios registrados. ARIES se concibe como una tecnología de software en red que redefine la evaluación de la sostenibilidad y la valoración de los servicios ecosistémicos, incluida la biodiversidad. El sistema vincula las ciencias naturales (p. e. Modelos basados en procesos) y el comportamiento humano (p. e. Modelos basados en agentes) sin esfuerzo y unifica concepto y resuelve diferencias en unidades o escalas automáticamente, lo que permite que los resultados respalden decisiones complejas e interdisciplinarias. El software K.Lab ensambla el mejor flujo de trabajo posible para resolver el concepto de interés para el modelizador o el tomador de decisiones. El software da acceso a una red integrada de modelos accesibles en la web, catalogados y relacionados en todas las disciplinas científicas a través de la semántica (en el lenguaje K.IM). El enfoque de ARIES para mapear el capital natural, los procesos naturales, los beneficiarios humanos y los flujos de servicios de la naturaleza a la sociedad, como la biodiversidad, y constituye una nueva y poderosa forma de visualizar, valorar y gestionar los ecosistemas de los que dependen la economía y el bienestar humanos, **contribuyendo así la transición verde**.

La infraestructura digital, como filosofía de modelado, es completamente modular y escalable. Es una **ciberinfraestructura científica distribuida e innovadora basada en la semántica y la AI**, cuyo núcleo está constituido actualmente por una pequeña granja de servidores en BC3, y en gran medida en servidores virtualizados. Este paradigma es escalable y se puede descentralizar fácilmente. Tecnología en red que incluye: el motor (servidor conectado a la red ARIES que implementa la API de modelización que consulta la red semántica del conocimiento); El Nodo (servidor que se encarga de la distribución del conocimiento a los motores proporcionando



datos y modelos computados de URNs, componentes de software y proyectos semánticos); El Hub (servidor que coordina los nodos, autentifica a los usuarios y los motores, y conecta los motores a la red). El Hub actual está alcanzando el umbral de capacidad de carga y las necesidades ampliarse para responder a la demanda global. La provisión de datos y modelos integradores tiene aplicabilidad a numerosos campos, los diversos usos de k.LAB no se han explorado completamente.

Objetivos para en los próximos años. Aumentar su capacidad, ampliar la red, aumentar sus aplicaciones en el área de contabilidad del capital natural, procesos naturales, beneficiarios humanos y flujos de servicios a la sociedad y desarrollo de DSSs, con especial énfasis en los servicios de biodiversidad y la agrobiodiversidad, y hacer que el software sea 'fácil de usar' como lanzamiento junto con el prototipo K.LAB dentro de 2022 a 2023. Esta interfaz implementará el flujo de trabajo de dos pasos utilizando una interfaz de búsqueda web, que solo requiere una acción de arrastrar y soltar de un concepto seleccionado para generar automáticamente resultados del modelo. Los prototipos se presentan en la *International Spring University on Ecosystem Service Modeling*, un evento de formación avanzada para expertos nacionales e internacionales que BC3 organiza cada año y que con este proyecto se podrá reforzar y ampliar con cursos ad hoc sobre su uso para evaluación de servicios ecosistémicos y cuentas de capital natural para los grupos interesados del Programa de I+D+I en el Marco Del Plan Complementario en el Área de Biodiversidad. Se utilizarán como demostradores a escala local el prototipo como el de la Reserva de Urdaibai (Reserva de la Biosfera la CA del País Vasco), caso que va acompañado de procesos participativos que permitan determinar los servicios ecosistémicos prioritarios además de la biodiversidad, incluyendo agentes públicos y privados activos en el territorio que puedan utilizar los interfaces y las APPs desarrolladas además de potencialmente formar parte de la comunidad de usuarios que puedan transferir ARIES a otros casos o áreas de actuación (entre ellos contamos con organizaciones sin ánimo de lucro, sector privado, administraciones locales y regionales). En el caso de tener interés, se podría apoyar que alguno de los grupos o instituciones involucradas de las CCAA de Asturias y Extremadura puedan albergar un nodo de ARIES.

Principales entregables para los próximos 3 años. El objetivo que el software sea lo más "fácil de usar" posible a través de interfaces GUI intuitivas y basadas en la web, evolucionando el prototipo de ARIES actual, que proporcione una tecnología de código abierto basada en la web accesible a usuarios en todo el mundo. Los principales entregables incluirán:

- Prototipo K.LAB avanzado, a lanzar públicamente en abril de 2023, y funcionamiento operativo del Hub central con capacidad para brindar soporte a usuarios en todo el mundo hasta 2.000 usuarios para 2023 y hasta 5.000 usuarios para 2024. Incluyendo, cursos de formación para principiantes y modalizadores en 2023, 2024



- Presentación del Prototipo en un taller dentro de la ***International Spring University on Ecosystem Services Modeling*** abierto a los grupos de investigación de las CCAAs del Programa de I+D+I del Plan Complementario en el Área de Biodiversidad y generación de hoja de ruta para la colaboración.
- Operacionalización de modelización integrada de servicios de ecosistemas (biodiversidad, recursos hídricos, producción primaria, polinización, carbono, valores estéticos y recreativos) abierta a la inclusión de nuevos servicios que podrían ser complementados o sugeridos por los grupos de las CCAA de Asturias y Extremadura según avancen sus trabajos (diciembre de 2023, para aplicabilidad regional / subregional).
- Todos los contenidos relevantes de las bases de datos en las áreas de estudio demostrativos anotados semánticamente y conectados a ARIES (a 2024).
- Materiales para la formación, uso y aplicación de ARIES en evaluación de servicios ecosistémicos y cuentas de capital natural de los grupos interesados, y varios cursos de formación según las necesidades de los grupos de las las CCAA de Asturias y Extremadura que serán abiertos a otros participantes interesados dentro de una programación ampliada de la ***International Spring University on Ecosystem Services Modeling***.

Relevancia de ARIES y sus aplicaciones. Para ser relevante para la toma de decisiones, ARIES tiene la capacidad de integrar datos y modelos científicos que simulan e integran sistemas ambientales y socioeconómicos, profundizando nuestra comprensión de cómo las decisiones que toma la sociedad pueden afectar la prosperidad económica futura y la sostenibilidad ambiental, y en particular a la biodiversidad. Para los modelizadores, proporcionando acceso automatizado a una biblioteca cada vez mayor de datos y modelos interoperables compartidos por otros. Para las instituciones, ofrece maximizar la inversión en datos reutilizables y componentes del modelo mediante la instalación de un nodo de red k.LAB, con control de acceso total. Para los investigadores, ofrece la posibilidad de desarrollar modelos y anotar sus datos semánticamente en k.IM, y k.LAB permite nuevos niveles de modularidad e interoperabilidad entre modelos y datos desarrollados de forma independiente, lo que ha sido un santo grial de la comunidad científica en el desarrollo de modelos durante décadas. Para los tomadores de decisiones, ofrece la capacidad de conectarse a motores de modelado a través de k.EXPLORER, una interfaz espacialmente explícito que permite un flujo de trabajo de dos pasos (establecer un contexto y observar un concepto). Y con una formación mínima, ejecutar muchos modelos, puede adaptarse a una variedad de usuarios y necesidades de los usuarios, incluidos el abordaje de cuestiones como: ¿Dónde y cómo es más efectivo invertir en conservación para la provisión combinada de biodiversidad e importantes servicios de los ecosistemas?



ARIES ofrece seis ventajas críticas para la ciencia interdisciplinaria del siglo XXI: capacidad para combinar productos y flujos de trabajo que serían difíciles para los seres humanos debido a su complejidad mediante AI; Integración de diferentes paradigmas de modelado, desde simples (por ejemplo, modelos deterministas y probabilísticos) hasta enfoques complejos (por ejemplo, basados en agentes y redes) en contexto y escala; Capacidad para cambiar la escala de forma inteligente a través de escalas, de local a global; Incorporación flexible del mejor conocimiento e información disponible, desde conjuntos de datos públicos globales seleccionados hasta "macrodatos" y datos proporcionados por el usuario, incluyendo "Big Data"; Adopción de lenguajes científicos comunes no ambiguos tanto en la implementación como en la entrega de productos; Seguimiento de la calidad y la incertidumbre a lo largo de los flujos de trabajo de modelado.

Breve descripción de la historia, el equipo y las entidades. BC3: Ferdinando Villa, profesor Ikerbasque en BC3, lidera la investigación sobre la interfaz multidisciplinaria de lingüística, informática, ciencias sociales, ecología y economía, concentrándose en enfoques de inteligencia artificial (IA) para la toma de decisiones ambientales. Esta investigación comenzó con una subvención de \$ 1 millón de la National Science Foundation de EE. UU., y constituye una de las principales líneas de investigación del BC3, un *Basque Excellence Research Center* (red BERC), que desde 2018 Unidad María de Maeztu liderado por María José Sanz (Profesor Ikerbasque). La misión de BC3 es fomentar estratégicamente la coproducción de conocimiento relevante para la toma de decisiones mediante la integración de las dimensiones ambiental, socioeconómica y ética del cambio climático. BC3 contribuyó a: PNIEC2030, Estrategia a Largo Plazo 2050, y PNACC para el MITERD; y la estrategia KLIMA2050. Hasta siete investigadores de BC3 son autores de informes del IPCC y el IPBES. BC3 es miembro de Think Sustainable Europe, una red de think-thanks (<https://think2030.eu/think-sustainable-europe/>) cuyo objetivo es proporcionar a la UE un alto nivel de recomendaciones y análisis de las instituciones para el Pacto Verde de la UE y la Estrategia de Biodiversidad de la UE. El hub central de ARIES operará desde el Supercomputador ATLAS de la CAPV donde BC3 colabora con el DIPC.

Colaboraciones existentes con socios internacionales. Los socios formales de ARIES (IMP Partnership) incluyen: El Servicio Geológico de EE. UU. (EE. UU.), utiliza ARIES en la toma de decisiones de las agencias del gobierno federal de EE. UU.; La Universidad Ca' Foscari de Venecia (IT) socio de ARIES; La Fundación del Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria" desarrollando metodologías y herramientas para la gestión integrada de ecosistemas acuáticos en ARIES; CzechGlobe de la Academia Checa de Ciencias (GCRI) que se centra en modelizaciones de las compensaciones de los servicios de los ecosistemas con ARIES para las Reservas de Biosfera de la UNESCO; El Instituto de Materiales y Sistemas para la Sostenibilidad (IMaSS, Universidad de Nagoya) que se enfoca en el Mapeo y Evaluación de Servicios de Ecosistemas usando ARIES; La Universidad de Udine, socio de ARIES. Otras colaboraciones importantes que comenzaron recientemente son: la contribución de la ONU con sus servicios web a través de la



Plataforma Global de la ONU (ARIES for SEEA, <https://seea.un.org/content/aries-for-seea>), recientemente se firmó un acuerdo (MoU) con UN-DESA (Department of Economic and Social Affairs) para seguir con la colaboración y mayor desarrollo de ARIES for SEEA, además de ahondar en la interoperabilidad de las bases de datos de la ONU en el ámbito ambiental y los acuerdos multilaterales relacionados; El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y su Laboratorio de Innovación instalarán un nodo ARIES durante 2021 para apoyar la innovación tecnológica impulsada por el Pacto Leticia para proteger el Bioma Amazónico; La NASA que está conectando sus datos meteorológicos a ARIES. También existen conversaciones con la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), la ESA (conexión con los servicios de COPERNICUS) y el JRC-Ispira.

Planes estratégicos a medio plazo. En la estrategia BC3 2022-25, ARIES es el núcleo de uno de los 5 objetivos estratégicos (SO5, IM) y uno de los principales instrumentos / vehículos previstos para participar colectivamente en nuestro 6º SO (Integración del conocimiento). Para el 2022, constituye un buque insignia del centro y uno de sus logros singulares que generó un creciente interés a nivel internacional, lo que implica la cofinanciación continua del BC3 y la colaboración con las instituciones responsables de la formulación de políticas públicas. La consolidación del IM Partnership en BC3, para permitir el acceso colaborativo, abierto y el compromiso flexible de instituciones y modelizadores en todo el mundo para promover su escalabilidad. Aunque se prevé el acceso libre y abierto para uso sin fines de lucro, se están desarrollando acuerdos para el uso con fines de lucro. Desde 2017, las solicitudes de ARIES se encuentran en diferentes etapas de desarrollo a través de MSC Grants (2), proyectos EU H2020, Proyectos Interreg, Proyectos MICIN I+D+i, ONU, BID, NASA, Fundación Biodiversidad, Future Earth. Se continuará accediendo a programas de financiación de apoyo a la investigación competitivos y no competitivos (incluyendo ERC, programa HORIZON y otros programas de financiación de la UE y fuera de la UE) por parte de las dos instituciones, incluyendo de forma conjunta. Se está la colaboración con UN-DESA con el objetivo a medio plazo de explorar la posibilidad de establecer una unidad de interoperabilidad a nivel global auspiciada por la ONU.

Colaboración otras autonomías. A nivel autonómico se están desarrollando aplicaciones ARIES (incluyendo ser sede de nodos ARIES) para su aplicabilidad en el País Vasco (en colaboración con IHOBE), Comunidad Autónoma de Cantabria (en colaboración con el ICH Cantabria en el seno de un proyecto INTERREG) y Comunidad Valenciana (en colaboración con la “Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica”) sobre los esfuerzos de conservación y restauración de sistemas socioecológicos críticos a nivel de bioma, regional y subregional. Son muchas las instituciones de interés que contribuirían a fortalecer el piloto de Urdaibai. Desde este proyecto se espera ampliar la colaboración a las CCAA de Asturias y Murcia que participa en el Programa de I+D+I del Plan Complementario en el Área de Biodiversidad con actuaciones previstas en la línea de Actuación 3, así como promover su transferencia a otros territorios y conectar estas con las iniciativas globales como ARIES for SEEA.



Contribuciones a diferentes planes y estrategias. PCTI2030 de Euskadi y actual RIS3 Euskadi: La aplicación para el Gobierno Vasco puede dar soporte al área especializada de Ecosistemas, territorio de oportunidad "Monitorización del riesgo ecológico". EECTI 20221-2027 y Estrategia española de IA: infraestructura registrada en el "Mapa de Capacidades Tecnológicas de IA" como BC3 (ARIES) puede desempeñar un papel en la Prioridad 2: apoyar la toma de decisiones para combatir el cambio climático, proteger la biodiversidad y el bienestar humano, apoyando la gestión inteligente y la restauración de sistemas socioecológicos, y se alinea con apoyo a los ODS. Cambio Climático MITERD: puede apoyar medidas contempladas en las Estrategias españolas LTS205 y Transición Justa y Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en las medidas para los sectores primario y medioambiente. Estrategia de Biodiversidad de la UE (CE, 2020a) proporciona formas innovadoras dentro y fuera de la UE que acelerará el logro de los objetivos de la UE "para garantizar que la biodiversidad de Europa estará en el camino de la recuperación para 2030", y la "ambición principal mundial para garantizar que para 2050 todos los ecosistemas del mundo estén restaurados, sean resilientes y estén adecuadamente protegidos". El Pacto Verde de la UE: apoyando la transformación del sistema socioecológico para abordar el clima, la salud y la sostenibilidad para que sea realmente eficaz con respecto a las funciones del ecosistema, la viabilidad económica y la justicia social. Se vincula a los retos sociales del programa europeo H2020 Retos de la Bioeconomía europea (seguridad alimentaria, agricultura sostenible, investigación marina y marítima y economía de base biológica). Y al nuevo HORIZONTE Europa, la Misión de Adaptación, BioDiversa y la futura Asociación de Biodiversidad de la UE, así como a la recién presentada Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático. El marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020, constituyendo una herramienta para su seguimiento y el desarrollo de las estrategias a escala local, nacional, regional, global.

Análisis de los impactos de los resultados esperados

Impactos/resultados esperados en línea con los entregables incluidos en apartados anteriores.

Oportunidad científico-técnica

Aunque se plantea que la contribución de la propuesta se centrará en la Línea de Actuación 3 (Inventario de los Servicios Ecosistémicos), consideramos que contribuye a los objetivos del programa en el área de biodiversidad de forma más amplia, ya que dado su potencial:

- Puede constituir una herramienta que permita la integración e interoperabilidad (incluyendo con otras tipologías de datos) de la información en un contexto de desarrollo de DSSs que se obtenga con las nuevas tecnologías disruptivas en el ámbito aeroespacial, como plataformas satelitales, pseudo-satelitales (HAPS) y drones aéreos (UAVs) y marinos (USVs-ROB), para la observación de la tierra y la obtención lo que puede permitir usabilidad de esta información a las administraciones públicas y, simultáneamente, de otros servicios prestados por entidades privadas dado su flexibilidad y carácter abierto.



- Dado su carácter geo espacialmente explícito, acceso abierto y capacidad para integrar diferentes tipologías de datos, además de tener ya una aplicación a la evaluación de servicios ecosistémicos, puede contribuir en el diseño e implementación de un potencial red de seguimiento del papel de la biodiversidad, de los servicios ecosistémicos y de la gestión adaptativa de los recursos renovables en un gradiente de ambientes con diferentes grados de antropización, tanto marítimos-terrestres como insulares-continentales. Así como permitir realizar evaluaciones y/o analizar escenarios de acciones en mitigación adaptación en el territorio incluyendo diferentes aspectos (que pueden ampliarse a medida que se avance en los estudios por los diferentes agentes implicados en el programa).

- Contribuir a la e-infraestructura que se genere dentro del programa.

Los avances que representa ARIES y su desarrollo pueden permitir avanzar mucho más y facilitar la interoperabilidad y colaboración de los diferentes grupos en las Comunidades Autónomas, a la par que conectar las con una comunidad internacional en el ámbito de los servicios ecosistémicos (UN for SEEA) que está progresando muy rápidamente (como lo demuestra en interés y desarrollo de temas como los avances en temas relacionados con el Capital Natural, ARIES for SEEA).

Específicamente, en la LA-3, se desarrollará una aplicación en la que se podrá integrar de forma semántica toda información validada científicamente sobre la relación a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (muchas de ellas ya disponibles como suelo, sumideros y reservorios de carbono, recursos pesqueros, polinización, actividades recreativas y turísticas, etc.). Este programa desarrollará aplicaciones innovadoras debido al uso de la semántica y la IA que le dota de gran interoperabilidad para integrar datos y conocimiento (modelos) para mejorar la toma de decisiones (“Decision Support Systems” -DSSs) en el ámbito de los servicios ecosistémicos que permitirá la toma de decisiones relativos a la gestión de los servicios de los ecosistemas, que tengan en cuenta tanto aspectos biofísicos de los ecosistemas como de los sistemas sociales. Todo ello puede facilitar el desarrollo de protocolos de sostenibilidad necesarios para la explotación de los recursos de forma compatible con la conservación del medio y su biodiversidad.



PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	558.938 €	- €	80.000 €	95.841 €	734.779 €
FONDOS AUTONÓMICOS	232.804 €	111.239 €	- €	51.607 €	395.650 €
SUMA	791.742 €	111.239 €	80.000 €	147.448 €	1.130.429 €



Programa: **BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD**

Título del Programa: **DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA DIAGNÓSTICO, PRONÓSTICO Y TERAPIAS AVANZADAS O DIRIGIDAS EN MEDICINA PERSONALIZADA**

Comunidad Autónoma: **ANDALUCÍA**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El proyecto de Biotecnología Aplicada a la Salud (BAS) en el que participan las CCAA de Cataluña (coordinadora), País Vasco, Extremadura, Castilla-La Mancha y Galicia tiene como foco el desarrollo de tecnologías biomédicas y bioinformáticas que contribuyan a la implantación efectiva de la Medicina de Precisión (MP), una nueva medicina centrada en el individuo y que hará que la diagnosis, tratamiento y prognosis de la enfermedad sea más eficiente en los sistemas de salud españoles. Este es un objetivo muy ambicioso que necesita de múltiples capacidades tecnológicas y de análisis, así como de su implantación dentro de los sistemas de salud de las CCAA.

La propuesta **Andalucía-Biotec Salud** pretende complementar este proyecto desarrollando cuatro Líneas de Actuación (LA), tres de ellas tecnológicas y una cuarta organizativa: La **LA1** propone la armonización de bases de datos en Andalucía para hacerla interoperativa con las de diferentes CCAA. El proyecto original generará datos altamente multidimensionales y biológicamente diversos (fluidos, tejidos, modelos...). Esta armonización facilitará la integración de diferentes escalas, así como multiplicará la potencia de análisis utilizando las técnicas de Big Data e inteligencia artificial. El Sistema Sanitario Público de Andalucía (SSPA) pondrá a disposición del proyecto la posibilidad de usar datos armonizados provenientes de su Base Poblacional de Salud (BPS) con datos clínicos de más de 13 millones de pacientes, enriquecida recientemente con datos genómicos, además de aquéllos que se generen en el proyecto. La **LA2** propone contribuir a los objetivos de modelización, a dos niveles: modelización computacional y modelización biológica, generando modelos a la carta (incluyendo avatares) con diferentes niveles de complejidad (molecular, tisular, individuo) dependiendo de los objetivos de los estudios y nivel de rendimiento necesario, así como la validación experimental y traslacional de los modelos para su aplicación e integración en la plataformas de descubrimiento de nuevos



fármacos y terapias experimentales. La **LA3** propone definir el comportamiento de tipos celulares en biomodelos y muestras de tejidos con una resolución de célula única.

De forma general, las LA1-3 contribuirán a la caracterización genotípica/fenotípica de cohortes humanas y de biomodelos mediante la generación de datos altamente multidimensionales, pero en formatos que permitan su integración y análisis a una escala supra-comunidad autónoma. Mediante la producción de biomodelos, facilitará desde el descubrimiento de nuevos fármacos (o reposicionamiento de fármacos activos) al desarrollo de nuevas terapias de forma que cada biomodelo se genere dependiendo del cribado o tipo de análisis que se requiera. Tecnológicamente, la propuesta avanza en la caracterización de los procesos a escala de célula única y en la estandarización tecnológica y bioinformática de estos estudios.

La cuarta LA es de carácter organizativo y es crítica. A través de esta línea se generará una unidad de coordinación que articulará la conexión entre agentes participantes (organizaciones / institutos / grupos) de otras CCAA con las organizaciones / institutos / grupos Andaluces donde se disponga de las competencias necesarias según las demandas del proyecto, asignando de manera dinámica los recursos de acuerdo con esas demandas. Andalucía Biotec Salud pone a disposición del Proyecto matriz los recursos relevantes de todas las universidades públicas andaluzas (ocho con capacidades de I+D+I), centros del CSIC radicados en esta CCAA cuya actividad se relaciona con los objetivos de este proyecto, un centro temático de I+D+i en nuevos fármacos y los institutos de investigación sanitaria del SSPA, éstos a través de la Fundación Progreso y Salud. Esta unidad de coordinación dará cobertura a las tres LA tecnológicas.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

LÍNEA DE ACTUACIÓN 1: Armonización de bases de datos del SSPA para su integración y análisis conjuntos en la iniciativa nacional.

LA1 OBJETIVOS:

La armonización de las bases de biodatos (desde historias médicas, a datos biométricos, datos ómicos, etc.) es esencial para poder utilizar todo el poder del Big Data y de la IA no solo dentro de la CA de Andalucía sino en colaboración con otras CCAA que estén trabajando o vayan a trabajar en el proyecto BAS. Andalucía dispone de una base de datos estructurada con las historias clínicas (BPS) de más de 13 millones de pacientes a la que se está empezando a añadir datos genómicos tanto de pacientes como de patógenos (incluyendo unos 20.000 genomas de SARS-CoV-2 procedentes del circuito de vigilancia epidemiológica). Aunque la BPS usa estándares y ontologías, no está en un formato que haga inmediata su interoperatividad. Para ello se plantea desarrollar una pasarela que permita su armonización, mapeando su contenido



al modelo estándar de datos comunes OMOP. Por otra parte, estos datos no son “descubribles” para validar la posibilidad de su uso en proyectos, por lo que se plantea un sistema de descubrimiento similar a los estándares Beacon (<https://beacon-project.io/>) usados por la Global Alliance for Genomics and Health (GA4GH). Además, se dispone de la plataforma para el análisis seguro de datos protegidos por la RGPD iRWD, inspirada en los Trusted Research Environments del NHS y alineada con la filosofía de análisis federado de datos promovida por los proyectos IMPaCT-data y el Espacio Español de datos de Salud, así como el *European Health Data Space* y el proyecto EHDEN (<https://www.ehden.eu/>).

LA1 ACTUACIONES:

LA1.1. Desarrollo de una pasarela que transforme los datos clínicos (diagnósticos, tratamientos, analíticas, uso del sistema de salud, etc.) en modelo OMOP para su interoperatividad en proyectos federados con otras CCAA.

LA1.2. Desarrollo de un sistema Beacon según estándares GA4GH para el descubrimiento de datos genómicos sin revelar datos individuales que permita evaluar la posibilidad de incluirlos en estudios cooperativos en función de los consentimientos para su uso secundario. Este sistema incluirá funcionalidades específicas para la detección de pacientes potencialmente usables en ensayos clínicos.

LA1.3. Desarrollo de un catálogo (similar al sistema Beacon) siguiendo los estándares de IMPaCT-data para el descubrimiento de datos clínicos sin revelar datos individuales que permita evaluar la posibilidad de incluirlos en estudios cooperativos entre CCAA en función de sus consentimientos para su uso secundario.

LA1.4. Puesta a punto de un sistema computacional en iRWD que permita el análisis de datos clínicos federado, incluyendo técnicas de inteligencia artificial federada. El sistema permitirá descargar datos armonizados de BPS en el entorno seguro de iRWD e instalar e implementar algoritmos que permitan análisis federados.

LA1 RESULTADOS ESPERADOS:

Posibilidad de usar datos clínicos y genómicos armonizados provenientes de la Base Poblacional de Salud andaluza en proyectos cooperativos con otras CCAA. Alineamiento con el Proyecto Espacio de datos del Ministerio de Sanidad, la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial y la Secretaría General de Administración Digital (Data Lake Sanitario con estructura federada). Puesta a punto de un sistema que permita localizar datos clínicos y genómicos de interés en las bases de datos, identificar la posibilidad de uso secundario de estos y cuando sea posible, su descarga en un sistema de análisis seguro que funcione al estilo de los Trusted Research Environments del NSH. Además, se dotará a la base de datos la capacidad de descubrir de forma eficiente la existencia de pacientes con un perfil genómico compatible con



ensayos clínicos. Integración en la base de datos de datos ómicos, incluidos los obtenidos mediante el uso de modelos no humanos.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2: Generación, validación y análisis experimental de biomodelos, modelos computacionales y herramientas terapéuticas.

LA2 OBJETIVOS:

Una de las necesidades tecnológicas para el desarrollo de una MP es la de producir modelos específicos traslacionales, diseñados para cada una de las etapas de la escala de valor de la investigación y desarrollo temprano de nuevas terapias y fármacos: desde la caracterización molecular de las interacciones droga-diana, pasando por los niveles de tejidos y órganos, hasta modelos fisiológicos y modelos computacionales. El programa BAS propone el desarrollo o la implementación de modelos tipo OOC (“organ on a chip”) o de organoides derivados de células humanas. Estos biomodelos ofrecen múltiples ventajas frente a otros modelos, incluyendo la distancia filogenética (son modelos murinos o humanos derivados de individuos específicos) y la posibilidad de llevar a cabo cribados y estudios de rendimiento intermedio. No obstante, para incrementar el rendimiento (por ejemplo, de cribados), reducir costes (especialmente en fases tempranas del desarrollo de medicamentos) o para generar modelos fisiológicos (es decir, de organismo completo) es necesario recurrir a otros modelos, que incluyen desde levaduras, pasando por modelos invertebrados, a modelos vertebrados (pez cebra, ratón) o incluso modelos para desarrollo de técnicas médicas y quirúrgicas (mini-pig). La CA de Andalucía cuenta con institutos donde las tecnologías necesarias para generar y validar experimentalmente la aplicación de todos estos biomodelos diseñados a la carta, incluyendo modelos “avatares” producidos por métodos de edición génica, están muy desarrolladas (ver más abajo). Adicionalmente, una herramienta fundamental en la investigación con biomodelos de gran potencial terapéutico -y paradigma de la medicina de precisión- son los nanosistemas para el transporte de moléculas de interés terapéutico, tanto virales como no virales, los cuales han demostrado ya su potencial en el actual contexto de pandemia, y de los que se espera un desarrollo exponencial en los próximos años. La CA de Andalucía cuenta ya con la capacidad de producción viral y de preparación celular en condiciones GMP (v.g. CAR-T). Igualmente, en nuestra comunidad se han implantado una serie de unidades de bioinformática enfocadas a problemas biomédicos que ha incrementado las capacidades para generar modelos predictivos de enfermedad utilizando datos ómicos.

LA2 ACTUACIONES:

LA2.1: Priorización de los biomodelos, establecida por la unidad de coordinación de acuerdo con las entidades de las CCAA participantes; el tipo o tipos de biomodelos específicos complementarán aquellos que ya están disponibles en el consorcio.



LA2.2: Diseño y desarrollo de los biomodelos. Dependiendo del objetivo, los biomodelos a la carta serán desarrollados en organismos unicelulares (alto rendimiento, especialmente adecuados para estudios de estructura/función/interacción moleculares y aplicación en programas de cribado para nuevos fármacos), avatares invertebrados (*Drosophila*, *C. elegans*; rendimiento medio-alto, modelos fisiológicos de enfermedad, toxicidad, etc.), avatares vertebrados no mamíferos (p.ej., pez cebra, rendimiento medio) y/o avatares vertebrados mamíferos (p.ej., modelos avatares en ratón; modelos en minipigs, especialmente indicados para modelos fisiológicos para desarrollo de tecnologías médicas; xenoinjertos). Igualmente, se podrán generar modelos organoides derivados de ESC murinas o iPSC humanas que complementen los ya existentes o las capacidades de producción de estos modelos por el resto de los agentes de las CCAA participantes. Un aspecto clave del desarrollo de los biomodelos será su validación experimental y traslacional, que posibilitará su rápida implementación en las plataformas de cribado HTS y validación experimental de fármacos y nuevas terapias.

LA2.3: Implementación en forma de plataformas bioinformáticas de modelos computacionales de procesos biológicos relevantes (señalización, metabolismo, comunicación intercelular) para el estudio funcional de sistemas biológicos, evaluación funcional de biomodelos, búsqueda de dianas terapéuticas, precibado virtual de fármacos, validación de modelos computacionales y de biomodelos para estudios específicos.

LA2.4: Establecimiento de protocolos estándar para el mantenimiento y uso de los biomodelos generados, de forma que éstos sean “exportables” entre laboratorios/instituciones rápidamente, y de cribado y de obtención de muestras para análisis ómicos.

LA2.5. Reforzamiento de infraestructuras GMP ya existentes para la producción de sistemas de nanotransporte de moléculas/biomoléculas virales y no virales y preparación celular para uso en terapia génica y celular (v.g. CAR-T), y creación de infraestructura para la producción de vectores virales y no virales de aplicación en modelos animales preclínicos.

LA2 RESULTADOS ESPERADOS:

Esta LA resultará en (1) una estructuración interna de los recursos tecnológicos de producción de biomodelos dentro de la CA de Andalucía, de forma que estos recursos estén no solo identificados, sino coordinados para dar respuesta al diseño de biomodelos de forma rápida, incluyendo una plataforma bioinformática de modelos computacionales; (2) una integración del sistema de generación de biomodelos a nivel supracomunitario; (3) los biomodelos generados serán susceptibles de protección y explotación y favorecerán la creación de empresas de carácter tecnológico derivadas de las estructuras científico/tecnológicas que los generen; (4) la selección de los biomodelos validados permitirá incorporar nuevas herramientas a las plataformas de descubrimiento de fármacos y terapias existentes en Andalucía y resto de CCAA desde etapas muy tempranas de la cadena de valor traslacional, reducirá los costes de los análisis (p.ej., cribado de drogas, puesta a punto de nanomedicinas) y los tiempos de desarrollo,



e incrementarán su tasa de éxito y (5) permitirán reducir el uso de biomodelos animales siguiendo las recomendaciones de la UE. La LA1 deberá de permitir la inclusión de datos derivados de estos biomodelos en las bases de datos que se generarán de forma armonizada, de manera que contribuyan a generar modelos computacionales predictivos de mayor calidad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3: Caracterización ómica de muestras y biomodelos a escala de célula individual.

LA3 OBJETIVOS:

El origen y el desarrollo de la enfermedad suele estar asociado a tipos celulares específicos, con frecuencia poco abundantes, y a respuestas celulares heterogéneas (por ejemplo, a infección por patógenos o a sensibilidad a un fármaco). Es por ello por lo que la MP necesita de una caracterización ómica (genómica, transcriptómica, epigenómica, proteómica, metabolómica) de las muestras biológicas derivadas de pacientes/controles y biomodelos con resolución de célula única (“single cell”, o “sc”). Estas técnicas son capaces de identificar mutaciones somáticas asociadas a enfermedad, tipos celulares críticos para la enfermedad, pero poco abundantes (p.ej., cáncer stem cells, células tumorales circulantes), caracterizar poblaciones con diferente sensibilidad a patógenos, composición de microbiota o drogas, marcadores específicos (de enfermedad, de resistencia, etc.), así como monitorizar la evolución de una patología u optimizar tratamientos. Algunas tecnologías permiten aproximaciones multi-ómicas (es decir, obtener varios tipos de datos ómicos de cada célula), facilitando la integración de los datos y el obtener información de la localización en el tejido de los tipos celulares. La implementación eficaz de estas tecnologías, su aplicación a problemas clínicos, el desarrollo de métodos de análisis bioinformático así como su estandarización y correlación con los modelos descritos en la LA2 son retos que es preciso resolver. El objetivo de esta LA3 es contribuir desde Andalucía al desarrollo de protocolos ómicos “sc”, tanto experimentales como de análisis bioinformáticos, y su aplicación a problemas de salud priorizados por el consorcio BAS.

LA3 ACTUACIONES:

LA3.1 Priorización de proyectos. Igual que con las LAs anteriores, la elección de los proyectos en los que se aplicarán técnicas sc-omics y cuáles específicamente, será establecido por la unidad de coordinación de acuerdo con las entidades de las CCAA participantes. Estos proyectos utilizarán como material de partida células o tejidos humanos y muestras de biomodelos.

LA3.2 Estandarización de protocolos.

LA3.3 Aplicación de tecnologías “SC”. Estas incluyen análisis de genoma: gDNA-seq; transcriptoma: scRNA-seq (10X Chromium; Split-seq); epigenoma: scATAC-seq; metiloma; multiómica (RNA-seq/ATAC-seq); estructura de la cromatina (sc-HiC); transcriptómica espacial;



proteómica (timsTOF SCP); metabolómica (RMN). La selección de las técnicas/protocolos se llevará a cabo dependiendo de la priorización y objetivos llevados a cabo en LA3.1.

LA3.4 Generación de pipelines de análisis bioinformático para análisis de datos sc-ómicos a través de una unidad coordinada. Se generará un consorcio de unidades de bioinformática y computación para desarrollar protocolos armonizados de formato de datos de entrada, pipeline de análisis y formato de datos de salida que puedan ser utilizados a nivel local y cuyos análisis se integren, de forma automática, en las bases de datos.

LA3 RESULTADOS ESPERADOS:

LA3 resultará en el desarrollo de protocolos experimental y bioinformáticos estandarizados, que serán aplicados a problemas identificados de forma coordinada dentro del consorcio BAS en forma de Proyectos Prueba de Concepto específicos que validen las diferentes aproximaciones. Desde un punto de vista organizativo, el desarrollo de estas actividades permitirán la coordinación, dentro de estos proyectos específicos, de las diferentes capacidades tecnológicas que se están implantando a gran velocidad en los centros de investigación de Andalucía. En particular, la generación de una unidad coordinada de análisis de “single cell omics” permitirá el desarrollo dinámico de protocolos de análisis y la extensión de su uso a un número creciente de centros de investigación biomédica/centros hospitalarios que implementen o demanden técnicas ómicas sc. Los dos objetivos últimos son, por un lado, ofrecer una caracterización y análisis rápidos de muestras de pacientes que ayuden en la toma de decisiones clínicas en tiempo real y un procedimiento de iteración clínica/análisis que posibilite monitorizar la respuesta a esas decisiones, y por otro integrar el conocimiento generado para el descubrimiento y desarrollo de nuevas soluciones terapéuticas y mejorar su traslación a la clínica.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4: Unidad de coordinación.

LA4 OBJETIVOS:

La creación de una Unidad de Coordinación.

LA4 ACTUACIONES:

LA4.1: Constitución de la Unidad, que incluirá la contratación de un manager y un coordinador. También coordinará las acciones de protección de propiedad intelectual y conducentes a la explotación de resultados y comunicación/diseminación.

LA4.2: Seguimiento de actividades y articulación de la colaboración intergrupos.



LA4.3 Identificación de posibles resultados/productos/tecnologías patentables y coordinación con las distintas instituciones (y sus OTRIS) para llevar a cabo la protección intelectual de los mismos.

LA4.4 Comunicación y Diseminación en medios y redes sociales de las actividades derivadas del proyecto.

LA4 RESULTADOS ESPERADOS:

La Unidad de Coordinación, compuesta por personal científico y de gestión, actuará como interlocutor entre los agentes de las CCAA participantes en BAS y las instituciones de la CA de Andalucía, y coordinará las acciones de estas instituciones andaluzas para hacer más eficiente el uso de los recursos asignados, dando cobertura a las actividades de las tres LAs, y siguiendo el progreso de las esas actividades. Esta unidad centralizará la coordinación de las acciones de protección intelectual, así como estará encargada de la comunicación con medios y diseminación en redes sociales de las actividades del proyecto.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	422.500 €	193.700 €	261.300 €	131.625 €	1.009.125 €
FONDOS AUTONÓMICOS	227.500 €	104.300 €	140.700 €	70.875 €	543.375 €
SUMA	650.000 €	298.000 €	402.000 €	202.500 €	1.552.500 €



Programa: **BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD**

Título del Programa: **DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA DIAGNÓSTICO, PRONÓSTICO Y TERAPIAS AVANZADAS O DIRIGIDAS EN MEDICINA PERSONALIZADA**

Comunidad Autónoma: **ARAGÓN**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

La **LA-2, Implementación y análisis de bases de datos en Medicina de Precisión**, articula la infraestructura de datos y plataforma de explotación masiva BIGAN con Biobanco del sistema Aragonés de Salud (nodo de la plataforma nacional) ambos gestionados por el IACS. Para la creación del entorno específico MP-BIGAN se parte de la experiencia desarrollada con la cohorte COVID-19 de Aragón integrando datos ómicos de huésped y virus y datos clínicos, socioeconómicos y de exposición de los individuos en una cohorte dato-muestra, así como otras colecciones-cohortes existentes, específicas de enfermedad o no orientadas. El objetivo es consolidar el entorno MP-BIGAN y sus herramientas para la generación de nuevas cohortes datos-muestra alineadas con las enfermedades de interés del plan complementario (cáncer, enfermedades asociadas al envejecimiento, enfermedades minoritarias y enfermedades infecciosas). En particular se crearán las herramientas para integrar nuevas colecciones de datos y otros objetos digitales, tanto de secuenciación y caracterización proteómica y metabolómica de los individuos -a partir de sus muestras en biobanco-, como los movilizados de las LA- 3 y LA-4, de forma que sean interoperables y reutilizables en la construcción de cohortes. Así mismo se desarrollarán e implementarán soluciones analíticas y tecnológicas para mejorar el rendimiento en el acceso, análisis, vinculación y procesamiento de datos de investigación y otros objetos digitales procedentes de las LA- 3 y LA-4 en todas las fases del desarrollo de nuevos fármacos o tecnologías diagnósticas.

Por su parte la **LA-3, Plataforma de cribado de fármacos y análisis interacciones fármaco-dianas**, se centra en el nivel molecular para la búsqueda de nuevas estrategias terapéuticas de medicina personalizada para cáncer, enfermedades infecciosas, enfermedades conformacionales, y enfermedades raras o minoritarias. Partiendo de la caracterización biofísica de la estabilidad e interacciones de proteínas diana de interés biomédico, se emplea la



información generada para diseñar y ejecutar programas de cribado experimental molecular (basado en la actividad específica de la proteína diana o en la estabilización inducida por ligandos) de colecciones de compuestos. Los compuestos de bajo peso molecular seleccionados constituyen el punto de partida para identificar compuestos bioactivos con potencial actividad farmacológica capaces de modular la actividad de la proteína diana actuando como inhibidores o rescatadores de función. Una vez confirmada la interacción con la diana (target engagement y modelado molecular) mediante técnicas biofísicas, con el objetivo de desarrollar derivados optimizados, posteriormente se inicia la fase de estudios preclínicos consistente en evaluar la toxicidad y la eficacia biológica (ej. monoterapia/combinación, MIC, EC50, LD50...) de estos compuestos empleando diversos sistemas modelo: 1) líneas celulares patogénicas y no patogénicas (ej. enfermedades gastrointestinales); 2) modelos animales de infección por virus (SARS, Influenza), bacterias (sepsis) y hongos (Aspergillus, Candida); 3) modelos biomiméticos *in vitro* (organoides y organs-on-chip) replicando las condiciones fisiológicas para predecir de manera fidedigna la respuesta biológica necesaria para medicina personalizada, como paso previo a los modelos *in vivo* con el fin de reducir el número de animales de experimentación.

Precisamente los modelos *in vivo* serían el principal objetivo de **la LA-4, Desarrollo de modelos biológicos para cribado y estudio de la actividad de moléculas terapéuticas**. Se propone una plataforma de modelos animales, pequeños roedores y grandes animales, (TAMP – Therapy Animal Models Platform) que permita investigar distintas terapias como tratamiento de enfermedades de interés para el programa que ya están en fases avanzadas de experimentación, propuestos y testados en modelos *in vitro* (LA-3). Se trata de modelos animales tanto murinos, modificados genéticamente para estudiar patologías concretas, como de grandes animales, aumentando las posibilidades de estudios clínicos en organismos más cercanos a la especie humana. Esta L.A. 4 se apoya, además, en infraestructuras ya existentes como el Hospital Veterinario, el Servicio Científico-Técnico de Cirugía Experimental y unas instalaciones singulares con nivel de bioseguridad BSL3 (CEETE), para trabajar con patógenos hipervirulentos y zoonóticos, tanto para modelos 2D, 3D, modelos murinos y para pequeños y grandes animales, con el fin de desarrollar ensayos clínicos con terapias innovadoras. Se dispone de una ICTS de Microscopías Avanzadas, LMA, para desarrollar estudios ultraestructurales en muestras de estos modelos biológicos.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

LA-2 Implementación y análisis de bases de datos en Medicina de Precisión.

Objetivos específicos

Fortalecimiento de las cohortes-colecciones orientadas de las enfermedades de interés para el programa: recogida de muestras en coordinación con el resto de CCAA participantes y análisis



específicos de interés (proteómicos y metabolómicos, genómicos) alineados con los objetivos del programa

- Incrementar la potencia de las cohortes orientadas y no orientadas de interés para el programa, completando la integración de los sistemas de información del Biobanco con la plataforma BiGAN en el entorno MP-BIGAN, permitiendo la reutilización de muestras de individuos no recogidas ad- hoc para la cohorte de interés.
- Aumentar el número y diversidad de datos en el lago de datos BIGAN mediante la integración, minado y tratamiento de datos de vida real asociados a las muestras y los datos obtenidos de los análisis sobre las muestras de interés en el entorno MP-BiGAN.
- Fortalecer los estudios longitudinales orientados de interés para el programa: realización de estudios longitudinales en enfermedades de interés para el programa (COVID-19, cáncer...) con los datos y muestras existentes en el Biobanco y la plataforma BiGAN
- Desarrollar los protocolos de caracterización de cohortes con dato clínico, secuencia de genoma completo, así como patrón de biomarcadores proteómicos de interés.
- Desarrollar el sistema de integración y herramientas de manejo de dato multiómico en la plataforma BiGAN, así como los datos y objetos digitales de pruebas realizadas con modelos de organoides y biomiméticos generados a partir de muestras de pacientes.
- Crear la Cohorte datos-muestra de Cánceres Hereditarios de Aragón

Actuaciones a realizar e integración y complementariedad dentro del Programa de Biotecnología aplicada a la Salud

- Obtención de muestras para cohortes orientadas a las enfermedades de interés del programa: recogida de muestras a través del Biobanco del Sistema de Salud de Aragón con los estándares de calidad en la obtención, procesado, tratamiento y trazabilidad de la plataforma nacional de biobancos y biomodelos del ISCIII
- Realización de análisis específicos de interés en las muestras: análisis proteómicos y metabolómicos (técnicas MRM, SRM), genómicos (secuenciación de microorganismos-microbioma, paneles específicos, exoma y genoma completo) u otros que se definan.
- Integración de los sistemas de información del Biobanco con la plataforma BIGAN permitiendo la localización de muestras de individuos no recogidas ad-hoc para la generación de cohortes de interés.
- Integración, minado y tratamiento de datos de datos de vida real asociados a las muestras y los datos obtenidos de los análisis sobre las muestras de interés a través de la plataforma BiGAN y desarrollo de algoritmos de computación avanzados e innovadores para el análisis de los datos obtenidos: inteligencia artificial, como el aprendizaje profundo y machine learning, explicable y confiable desde el diseño.



- Desarrollar algoritmos para posibilitar la reutilización para cohortes y estudios ad hoc mediante la identificación de individuos elegibles/de interés entre la población con muestra asociada
- Extraer información de datos y muestras existentes o prospectivos para la realización de estudios longitudinales orientados en enfermedades de interés para el programa (COVID-19, cáncer, metabólicas...) con los datos y muestras existentes en el Biobanco y la plataforma BiGAN
- Secuenciación de Genoma Completo y búsqueda de biomarcadores de interés en muestras de pacientes con cáncer de mama, ovario, colon o próstata

Resultados esperados

- Cohorte de Cánceres Hereditarios de Aragón con muestras de sangre, suero, tejido parafinado y congelado de pacientes con cáncer de mama, ovario, próstata y colon, ligados a sus datos clínicos, secuenciación de genoma completo y patrón proteómico de biomarcadores de interés
- reutilización de cohortes para estudios ad hoc mediante la identificación de individuos de interés entre la población con muestras existentes en el Biobanco
- Desarrollo del entorno MP-BIGAN, basado en código abierto, “safe by design” y conforme a las especificaciones y recomendaciones de estándares del Espacio Europeo de Dato Sanitario (EHDS), el Espacio Nacional de Datos y otras iniciativas clave destinadas al uso secundario de datos como GAIA-X o la Infraestructura de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología del Instituto de Salud Carlos III (IMPACT)
- Algoritmos y herramientas de inteligencia artificial para el minado de datos conforme a las recomendaciones de desarrollo de IA ética, explicable y confiable

Contribución a la línea de actuación establecida en el programa

- Infraestructura BiGAN que integra el lago de datos para uso secundario del sistema aragonés de salud, la infraestructura de computación y el entorno seguro de análisis de datos. Esta infraestructura permite la integración y análisis de datos de vida real ya existentes a nivel individual para toda la población de Aragón, incluyendo datos genómicos, proteómicos/metabólicos y de imagen, como otros que puedan incorporarse en el futuro.
- Capacidad probada de desarrollo de herramientas y algoritmos para en análisis de datos e integración de sistemas y creación y mantenimiento de cohortes.
- Biobanco del Sistema de Salud de Aragón: puesta a disposición de colecciones de interés ya existentes –p.je. la cohorte longitudinal COVID-19 Aragón-, colecciones de cáncer (glioblastoma, digestivos...) enfermedades metabólicas (obesidad, lisosomales) etc.) y



posibilidad de creación de colecciones prospectivas en enfermedades de interés dentro del programa para las que no se disponga de muestras.

- Disponibilidad “in house” de servicios científico técnicos capaces de llevar a cabo los análisis complementarios de muestras (genómico, proteómico y metabolómico) para las cohortes.
- Equipo de trabajo de la institución participante en el desarrollo del espacio europeo de dato sanitario y sus casos de uso (JA TEHDAS, EHDS) y otras iniciativas y proyectos europeos con uso secundario de datos (PHIRI, BY-COVID, HealthyCloud) e Infraestructura de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología del ISCIII (IMPACT) en el programa de datos (IMPACT-Data). Iniciativas público-privadas como Gaia-X y proyecto IA4HA

LA-3 Plataforma de cribado de fármacos y análisis interacciones fármaco-diana.

Objetivos específicos

- Identificación y el desarrollo de fármacos específicos frente a proteínas diana asociadas con cáncer, enfermedades infecciosas, enfermedades conformacionales, y enfermedades raras o minoritarias

Actuaciones a realizar e integración y complementariedad dentro del Programa de Biotecnología aplicada a la Salud

- Selección y evaluación de nuevas dianas terapéuticas esenciales relacionadas con cánceres digestivos (ej. páncreas y colon)
- Identificación y desarrollo de nuevos compuestos bioactivos con modos de acción moleculares de acción alternativos para evadir mecanismos de resistencia y reducir efectos secundarios
- En la medida que lo permita el presupuesto, se avanzará en la ejecución de estudios preclínicos mediante la creación de modelos biomiméticos in vitro replicando las condiciones fisiológicas para predecir de manera fidedigna la respuesta biológica necesaria para medicina personalizada, como paso previo a los modelos in vivo con el fin de reducir el número de animales de experimentación, así como la realización de ensayos preclínicos y de eficacia biológica en modelos relevantes que posibilitan el uso de células procedentes de patógenos o pacientes, dando un nuevo paso hacia la medicina personalizada y de precisión

Resultados esperados

- Integración en la red de colaboración para screening de fármacos que permita dar soporte a las fases tempranas del descubrimiento de nuevas moléculas terapéuticas
- Descubrimiento de fármacos
- Generación de modelos de enfermedad para validación de fármacos
- Desarrollo de nuevas tecnologías multiómicas



Contribución a la línea de actuación establecida en el programa

- Aporte de laboratorios con equipos avanzados en Biofísica Molecular (LACRIMA y CLAUDIA), Microbiología, Biología Celular, Toxicología (UNATI), Inmunología, y la iniciativa Organ-on-Chip Aragón (OoCA) que integra a grupos de varias instituciones públicas (Universidad de Zaragoza, IIS Aragón, CSIC-Aragón y 2 centros tecnológicos) y privadas (la mayor empresa nacional de esta temática), con experiencia destacada en la caracterización biofísica de proteínas de relevancia farmacológica, la identificación de compuestos bioactivos que inhiben o rescatan la función de proteínas diana, y su evaluación biológica en modelos celulares, biomiméticos y animales especialmente diseñados para diversas patologías
- LACRIMA participa en ES-OPENSREEN, el nodo español de la infraestructura de investigación ERIC EU-OPENSREEN que integra las principales plataformas europeas de alta capacidad para el cribado de fármacos. Tiene como objetivo principal posicionar estratégicamente la investigación en biomedicina y química de grupos españoles, conectándolos a ERIC EU-OPENSREEN
- Incremento de la capacidad de abordar de forma completa proyectos de descubrimiento de fármacos para una patología concreta
- Potenciación de la generación de modelos in vitro y de modelos biomiméticos organ-on-chip para el análisis de compuestos bioactivos y sus efectos secundarios
- Los grupos de investigación implicados son pioneros en descubrimiento de fármacos, la evaluación preclínica y biológica de fármacos, y el desarrollo de terapias personalizadas y de precisión

LA-4 Desarrollo de modelos biológicos para cribado y estudio de la actividad de moléculas terapéuticas

Objetivos específicos

- Desarrollo de nuevos modelos animales de distintas patologías

Actuaciones a realizar e integración y complementariedad dentro del Programa de Biotecnología aplicada a la Salud

- Modelos murinos modificados genéticamente para enfermedades neurodegenerativas prion-like (ELA, priónicas para humanos y distintas especies animales (importante por el carácter zoonótico de algunas de estas enfermedades), Alzheimer (distintas proteínas) y otras), que desarrollan la enfermedad de forma inducida y/o espontánea
- Distintos modelos murinos modificados genéticamente para el estudio de la arterioesclerosis
- Modelo experimental de tumores VX2 en conejos (hígado, riñón y músculo)
- Modelos animales de mediano y gran tamaño para artrosis (lesiones quirúrgicas (ovinos) y químicas (équidos) y tendinitis (quirúrgico équidos))



- Modelos que puedan crearse, o adquirirse de forma comercial, relacionados con otras patologías estudiados en las otras líneas de actuación de este plan (LA2 y 3), así como para el resto de las líneas de actuación y objetivos del programa de I+D+I de Biotecnología para la salud (LA 5 y LA6)
La disponibilidad de los modelos estará en función del presupuesto concedido.

Resultados esperados

- Creación de una plataforma de modelos animales de pequeño, mediano y gran tamaño, que permitan avanzar en el estudio de diversas patologías que complementan a las estudiadas en el plan complementario de Biotecnología aplicada a la Salud, tanto generados por el proyecto como disponibles comercialmente, para comprobar in vivo los resultados obtenidos en sistemas celulares 2D o 3D

Contribución a la línea de actuación establecida en el programa

- Aporte de la infraestructura necesaria para el uso de todo tipo de animales (desde roedores hasta grandes mamíferos) que permita la investigación en distintas terapias como tratamiento de cáncer y enfermedades asociadas al envejecimiento de la población (Hospital Veterinario, SCT Cirugía experimental, instalación BSL3 (CEETE) para trabajo con patógenos hiper- virulentos y zoonóticos).
- ICTS de microscopía avanzada LMA para el desarrollo de estudios ultraestructurales en muestras procedentes de modelos animales.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	80.000 €	82.200 €	211.884 €	56.112 €	430.196 €
FONDOS AUTONÓMICOS	74.156 €	28.833 €	98.789 €	30.267 €	232.045 €
SUMA	154.156 €	111.033 €	310.673 €	86.379 €	662.241 €



Programa: **BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD**

Título del Programa: **DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA DIAGNÓSTICO, PRONÓSTICO Y TERAPIAS AVANZADAS O DIRIGIDAS EN MEDICINA PERSONALIZADA**

Comunidad Autónoma: **GALICIA**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

La CCAA de Galicia solicita la incorporación como socio receptor de cofinanciación del Plan Complementario del PRTR de **Biotecnología aplicada a la Salud** (Real Decreto 991/2021 de 16 de noviembre). Dicho Plan se firmó oficialmente en Barcelona el día 17 de febrero de 2022 y se dirige al “Desarrollo de herramientas para diagnóstico, pronóstico y terapias avanzadas o dirigidas en medicina personalizada”; define seis Líneas de Actuación (**LAs**) en cuya ejecución participan cinco Comunidades Autónomas (CCAA): País Vasco, Cataluña (coordinadora), Castilla-La Mancha, Extremadura y Galicia. La Comunidad Autónoma de Galicia participa actualmente como socio estratégico con fondos propios estando representada por la Fundación Kaertor e incluye las tres Universidades y los tres Institutos de Investigación Sanitaria de nuestra Comunidad.

La **Fundación Kærtor** sin ánimo de lucro (www.kaertorfoundation.org/). Su objetivo es promover el descubrimiento eficiente de fármacos. Ha generado una nueva metodología de I+D intensivo que consigue una reducción media de tiempo y costes de más del 70%, respecto al standard del sector, validado en programas con centros de investigación y compañías biotecnológicas y farmacéuticas. La Fundación tiene experiencia en programas que han colocado a España por primera vez en el mapa de innovación abierta de spotlights de la EMEA-spotlights (<https://ininnovation.com/johnson-johnson-innovationspotlight-2021-emea>). Diferentes iniciativas desarrolladas (Innopharma, I2D2, Cancer Innova, partenariado estratégico con Astra-Zeneca, etc.) han permitido el descubrimiento y avance de nuevas terapias en la cadena de valor hacia la clínica. En un nuevo proceso circular de descubrimiento de fármacos, con una estratificación acompañante de los pacientes que permite seleccionar y seguir en cada proyecto las poblaciones para los futuros ensayos clínicos, acortando tiempo y costes al generar



respuestas más robustas tanto clínicas como moleculares, de target engagement, con números menores de pacientes bien seleccionados.

La Fundación Kærtor está conectada con el CIMUS de la USC (www.usc.es/cimus/es) que incluye la Infraestructura singular de referencia **Plataforma farmacogenómica INNOPHARMA**, la única de farmacogenómica de las siete de altas capacidades de cribado del Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación ERIC EU-OPENSREEN (www.eu-openscreen.eu/).

Se estima que la inversión en I+D necesaria para la aprobación de un fármaco innovador puede ascender a 2.000 millones de euros y tardar 10-15 años, y gran parte de este coste se debe a la inversión en proyectos no exitosos. Existe pues una acuciante necesidad de mejorar la tasa de éxito y de reducir costes y tiempo. Esta propuesta tiene como objetivo conectar el conocimiento y la experiencia de Galicia en la ejecución altamente eficiente del proceso de descubrimiento de fármacos para potenciar la alineación y colaboración con las capacidades existentes en las otras CCAA. Esta estrategia, de integración de la biotecnología, en España genera el potencial de conseguir la medicina personalizada objetivo de esta acción estratégica.

Las actuaciones propuestas en Galicia se dirigen a sumar elementos críticos en la potente plataforma de integración biotecnológica en red en España: las infraestructuras avanzadas, las liberarías químicas y las codificadas por ADN, la experiencia en genómica, modelos de enfermedad, screening de fármacos, nanotecnologías y cirugías avanzadas, incluyendo la coordinación en IMPaCT y ES-Openscreen. Aportando la experiencia en cohesionar las áreas reflejadas en las LAs de esta Acción Complementaria que componen la cadena de valor en la aplicación de nuevos desarrollos para los pacientes, particularmente nuevas terapias, en lo que la Fundación Kærtor destaca por el reconocimiento de su especialización. Todo ello dirigido a complementar y ampliar las seis LAs del programa *“Desarrollo de herramientas para diagnóstico, pronóstico y terapias avanzadas o dirigidas en medicina personalizada”* del Plan Complementario de Biotecnología Aplicada a la Salud, incluyendo:

1. Mejorar la validación de las hipótesis provenientes de los datos de la medicina personalizada y la selección de las correspondientes dianas terapéuticas. Galicia lidera el proyecto nacional de IMPaCT-Genómica y en este contexto se podría integrar con la información de las otras CCAA, para establecer asociaciones más certeras entre enfermedad y etiología molecular (**LA1-2**);
2. Constituir una gran plataforma de *screening* en España, *“cutting edge”* tecnológica, incorporando la experiencia y las capacidades en tecnológicas altamente innovadoras en ensayos tanto de HTS, HCS, validándola con propuestas experimentales colaborativas, incluyendo la creación de una gran quimioteca pública que integre coordinadamente las de las distintas CCAA. Lo que permite llevar a cabo experimentos predictivos a gran escala en las dianas terapéuticas traslacionales acelerando las nuevas terapias. (**LA3 y LA4**);



3. Conectar eficientemente la experiencia y conocimiento de Galicia en el desarrollo nanomedicamentos tanto desde la perspectiva de su uso en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y establecer las plataformas de nano-liberación de fármacos en las que Galicia presenta un extraordinario potencial desde el punto de vista traslacional (LA5);
4. Potenciar la especialización y las sinergias en robótica médica mínimamente invasiva que se desarrolla en Galicia, así como la reciente apuesta por el desarrollo de nuevas terapias CAR-T (LA6).

Adicionalmente, Galicia tiene asignada la coordinación de la LA3 de este plan complementario, y aporta la experiencia en la ejecución del proceso de descubrimiento temprano de fármacos más eficientes, por la especialización del equipo del CIMUS y la Fundación Kærtor, acompañando a dieciséis nuevos fármacos hasta ensayos clínicos en colaboraciones público-privadas. Este Plan Complementario supone una oportunidad de cambio de escala en el impacto, al colaborar de forma alineada generando sinergias con las otras CCAA que participan en el mismo.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Línea de Actuación 1: Plataforma BREM de criomicroscopía electrónica aplicada a la medicina personalizada (LA1).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Su objetivo es una plataforma avanzada de criOME para la biología estructural aplicada a la medicina personalizada. Galicia contribuye con la colaboración en su aplicación a pares diana-fármaco procedentes de los programas desarrollados en grupos de investigación de las universidades de Santiago de Compostela (USC) y Vigo (UVIGO), para los que ya existen colaboraciones con la plataforma del Instituto Biofísica de Bilbao, así como proyectos específicos focalizados en estudios ultraestructurales de priones en los que el CIMUS es pionero a nivel internacional.

Resultados esperados: Proyectos que aceleran su avance en Galicia basados en la colaboración con dicha plataforma del País Vasco.

Línea de Actuación 2: Implementación y análisis de bases de datos en medicina de precisión (MP). (LA2).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Su objetivo es contribuir a la compleción de la base de datos general, y la de muestras procedentes de cohortes asociadas a las patologías priorizadas (por ejemplo, COVID-19, cáncer, enfermedades del SNC, metabólicas, cardíacas, reproductivas, etc.). Destacar en enfermedades raras, de la que uno de nuestros



investigadores fue co-fundador de la iniciativa IRDiRC (Reykjavik 2010) (<https://irdirc.org/>). También hemos estado involucrados en la iniciativa española del International Genome Cancer Consortium y el grupo ha contribuido liderando proyectos y paquetes de trabajo en muchos consorcios internacionales y proyectos europeos (PANCANRISK, CHIBCHA, B-CAST, BCAC, HELIX, EUGEI, Autism Sequencing Consorcio, entre otros.) La experiencia y soluciones desarrolladas en ellos permitirán el rápido desarrollo aquí propuesto.

En este contexto, Galicia posee una clara complementariedad con las otras CCAA. Desde Galicia se coordina el programa IMPaCT (la Infraestructura Nacional de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología) íntimamente ligado a la acción europea de “1+Million Genomes” siendo uno de los coordinadores de la contribución española el presidente de la Fundación Kærtor. Existe una colaboración ya establecida en este contexto con Cataluña, pero la Acción complementaria permite incorporar también la información y muestras de las otras CCAA.

También se encuentra en Galicia la Plataforma de Farmacogenómica INNOPHARMA mencionada anteriormente (creada con el apoyo del Ministerio de Ciencia) que conecta tecnologías genómicas en descubrimiento de fármacos tanto en los modelos de enfermedad como en las tecnologías (por ej. *DNA encoded libraries* (DEL) que permiten abordar de forma innovadora y exitosa las dianas consideradas hasta ahora como intratables.

Los grupos de investigación en Inteligencia Artificial y en datos de las tres universidades (con la red de Centros Singulares, CIGUS) los tres institutos de investigaciones sanitarias, del CSIC y el Hub de Innovación Digital DATAlife, aportarán sus metodologías y capacidades integradoras de análisis computacional e inteligencia artificial con la conexión a la Red española de supercomputación ICTS RES a través del CESGA.

Concretamente, con el análisis y minado de datos a través del CESGA, así como con las capacidades de análisis genómico de la Fundación Pública Galega de Medicina Xenómica y las muestras de los Institutos de Investigación (IDIS, INIBIC y IISGS) y la colaboración del Servicio Gallego de Salud (SERGAS), así como en la validación, aprobación regulatoria y traslación clínica de los biomarcadores identificados.

Resultados esperados: plataforma de datos y de muestras para la medicina de precisión que contribuya de forma integrada, en Galicia y con las distintas CCAAs a la consolidación de los desarrollos bioquímico / metabólico / genómicos para la medicina de precisión. Posibilidad de validación de datos en estudios internacionales.



Línea de Actuación 3: Plataforma de cribado de fármacos y análisis interacciones fármaco-diana (LA3).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Galicia coordina esta línea en la Acción Complementaria. Su objetivo es aumentar la eficiencia en la identificación y validación de nuevas dianas terapéuticas y el descubrimiento de *hits* y *leads* para fármacos personalizados.

El cribado farmacológico a gran escala es una de las aproximaciones metodológicas más exitosas y ampliamente utilizadas para acelerar el descubrimiento de fármacos. Permite tanto descubrir y optimizar nuevos compuestos susceptibles de ser utilizados en medicina de precisión, como reposicionar fármacos para otras indicaciones terapéuticas.

Galicia aporta muy altas capacidades y tecnologías en cribado de fármacos, con más de trescientos ensayos automatizados para estudios basados en diana y estudios fenotípicos, adaptados a placas de 96, 384 y/o 1536 pocillos que engloban medidas de absorbancia, fluorescencia, fluorescencia polarizada, FRET, BRET, HTRF, alphascreen, FLIPR, luminiscencia, radiactividad, medidas de desplazamiento de movilidad de sustratos mediante microfluídica, *patch clamp* automatizado, microscopía de fluorescencia semiconfocal automatizada (*High Content Imaging*), CETSA, desplazamiento térmico, redistribución dinámica de masas (*Epic label free*), citometría de flujo, UPLC/MS/MS, nefelometría y ensayos multiplexados para la detección de hasta cincuenta analitos diferentes (Luminex).

Siendo también referentes a escala global en cribado y caracterización molecular de toxinas marinas y productos de esponjas y otros organismos marinos, con colaboraciones en todos los continentes (Facultad de Veterinaria de la USC), así como modelos automatizados de pez cebra. Se aporta también conexión con una librería pública de más de 200.000 compuestos y acceso a la librería de la compañía Astra-Zeneca, de la que la Fundación Kærtor es socio estratégico. Así como otras librerías (con etiquetas de ADN, DEL) para dianas proteína-proteína y en general consideradas no abordables terapéuticamente, junto con los productos de origen natural de la Misión Biológica de Galicia y del Instituto de Investigaciones marinas del CSIC incluyendo modelos con animales acuáticos. Se propone la creación de una quimioteca pública española. Todo ello para ejecutar campañas de cribado en los proyectos seleccionados tanto en Galicia como en colaboración con las otras CCAA.

En el contexto español se coordina la Red ES-OPENSREEN con el Observatorio de Capacidades de descubrimiento de fármacos que conecta a la comunidad de descubrimiento de fármacos REDEFAR y la creación de la quimioteca pública española. Destacar también la reciente coordinación de la iniciativa Cáncer Innova en partenariatio con la AECC, Janssen y Lilly. En el contexto europeo se está en conexión con ERIC EU-OPENSREEN, IMI LEAD FACTORY, ChemBioFrance, BSF del EPF de Lausana, CMM Noruega, etc.

Contribuyendo con nuevas tecnologías traslacionales de cribado de fármacos, así como con la experiencia y las metodologías de la Fundación Kærtor de circularización del proceso de



descubrimiento de fármacos en el marco de la Business Factory Medicines, aportando las capacidades de la plataforma de farmacogenómica Innopharma, de altas capacidades del ERIC EU-OPENSREEN, y las capacidades del Grupo Zendal en el desarrollo de vacunas.

Resultados esperados:

- La creación de una librería/quimioteca española en red.
- La creación y la cohesión territorial de una complementaria y completa plataforma de *screening* conectada con la quimioteca española para el descubrimiento de fármacos en red en España para nuevas terapias, tanto de reposicionamiento como innovadoras y la rápida aplicación de las campañas que se ejecuten en esta LA.

Línea de Actuación 4: Desarrollo de modelos biológicos para cribado y estudio de la actividad de moléculas terapéuticas (LA4).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Su objetivo es generar y validar modelos avanzados (de organoides, animales, tejidos de pacientes, etc.) que permitan la validación de las nuevas moléculas en terapéutica personalizada, así como alimentar la LA3 con modelos automatizables más traslacionales para el cribado de grandes librerías de fármacos. Galicia es muy complementaria, tiene el centro de estudios animales (CEBEGA), el Hospital veterinario Rof Codina (con acceso a animales de cualquier tamaño y transgénicos), y está muy integrada en coordinación o co-coordinación de CIBER y Redes del ISCIII, para el desarrollo de modelos moleculares primarios y traslacionales de enfermedad en patologías complejas y enfermedades raras. Por ejemplo, el centro singular CIMUS está especializado en el estudio de los mecanismos moleculares de la enfermedad. Siendo un Hub de transferencia para la validación de dianas y estudios prueba de concepto.

Contribuyendo con modelos animales de patologías metabólicas, hígado graso, de esteatosis hepática, de patologías cardiovasculares, neurológicas, y de patología tumoral, así como vacunas y, en general, modelos post-COVID. Asimismo, contribuye con modelos de organoides en aproximaciones de organ-in-a-chip y vessel-in-a-chip.

Resultados esperados: Plataforma en red en España de biomodelos humanizados traslacionales y predictivos para el descubrimiento y la validación más eficiente de nuevos fármacos, conectando con los resultados de los descubrimientos de las LA2 y 3.

Línea de Actuación 5: Desarrollo de nanofármacos, biodistribución, toxicidad y acciones terapéuticas en modelos de patología (LA5).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Su objetivo es generar candidatos a nanomedicamentos, incluyendo en dicha denominación nanosistemas de diagnóstico, nanovacunas y nanoterapias avanzadas y personalizadas. Los candidatos más prometedores



serán caracterizados en las LA3 y LA4, y evaluados *in vivo* para definir su perfil de seguridad, biodistribución y sus acciones terapéuticas. En Galicia se integrarán los actuales candidatos destinados a actuar como vacunas, en el tratamiento personalizado del cáncer, y de enfermedades raras, enfermedades del SNC, medicina regenerativa, ocular, así como desarrollos nanoteragnósticos. Estas nuevas terapias incluyen aquéllas basadas en el uso material genético (siRNA, miRNA-DNA) así como otros fármacos biológicos del tipo de naticuerpos monoclonales. En Galicia, contamos además con grandes infraestructuras para la caracterización de los nanomedicamentos, así como una plataforma de imagen preclínica (PET, RMN, IVIS, microSPECT/CT y microPET/MRI etc) y un centro de experimentación animal (CEBEGA).

Además, el desarrollo de nanomedicamentos se ve asistido por la disponibilidad de formas farmacéuticas especializadas basadas en la impresión 3D.

Resultados esperados: selección de plataformas tecnológicas capaces de generar candidatos a nanomedicamentos, teniendo en cuenta su patentabilidad y su posible traslación a la clínica en una conexión complementaria y sinérgica en España.

Línea de Actuación 6: Técnicas y procesos para terapias avanzadas y dirigidas, formación quirúrgica y robótica médica (LA6)

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Su objetivo son los nuevos abordajes terapéuticos biológicos y quirúrgicos en cirugía mínimamente invasiva y en robótica médica. Galicia tiene una gran tradición y conocimiento en cirugía no invasiva en el Hospital Juan Canalejo de Coruña y una larga colaboración con la Fundación Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón de Extremadura, que coordina esta LA6, así como en metodologías de inteligencia artificial en imagen médica, sistemas digitales y computación en el DIH Datalife. Por otra parte, además del conocimiento en terapias celulares desde los tres polos biomédicos, recientemente, la Xunta de Galicia ha apostado por la creación de un centro de investigación y fabricación de medicamentos CAR-T contra el cáncer en la USC, así como la instalación de una plataforma de terapia de protones.

Resultados esperados: Complementación en las técnicas de validación de terapias cardíacas y de células germinales y de implantes. Simulaciones diagnósticas y genómicas mínimamente invasivas y la complementariedad con las otras CCAAs en el desarrollo de sus terapias génicas y celulares.

En el marco de estas seis LAs se ejecutará el plan de trabajo específicamente orientado a los proyectos susceptibles de convertirse en nuevos diagnósticos, marcadores pronósticos y terapéutica avanzada y dirigida en medicina personalizada, mediante las sinergias de la colaboración territorial interna y con las otras CCAA. Sacando partido de la metodología validada de descubrimiento de fármacos en I+D intensivo para orientar y enfocar hacia ensayos clínicos los proyectos que resulten de las LAs anteriores y contribuir a:



1) La creación de una gran plataforma sinérgica de Biotecnología avanzada en Red en España, para la terapéutica personalizada, mediante la ejecución interna y/o conjunta de los proyectos seleccionados, así como servicios a toda la comunidad española.

2) La conexión de los resultados de interés al proceso enfocado a la generación eficiente de terapias para proyectar hacia preclínica regulatoria los proyectos que remiten de las LAs anteriores conectadas con las otras CCAA. Para ello se llevará a cabo un proceso eficiente de identificación, priorización y ejecución de proyectos en las LAs en Galicia y en colaboración con las otras CCAA. Contamos para ello con la metodología mencionada de la Fundación Kærtor que se aplica con éxito en el contexto de proyectos en Galicia, en programas españoles en colaboración con otras CCAA (Cataluña, Madrid, País Vasco). Esta acción complementaria permite la incorporación de nuevos actores y CCAA.

Resultados esperados: Teniendo en cuenta el número de proyectos seleccionados y aplicados en los últimos diez años (dieciocho de los cuales dos han llegado a ensayos clínicos), resulta predecible que las sinergias generadas en esta acción complementaria permitan alcanzar nuevos éxitos. En este contexto la excelencia científica de los miembros del consorcio y las infraestructuras asociadas por ellos aportadas junto con una estrategia interna de Investigación abierta debería ser garantía de concesión de resultados transferibles a la práctica clínica bien de forma directa o a través de la generación de instrumentos de transferencia de propiedad intelectual.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	723.000 €	- €	972.652 €	254.348 €	1.950.000 €
FONDOS AUTONÓMICOS	460.000 €	- €	521.000 €	69.000 €	1.050.000 €
SUMA	1.183.000 €	- €	1.493.652 €	323.348 €	3.000.000 €



Programa: **CIENCIAS MARINAS**

Título del Programa: **ThinkInAzul: ESTRATEGIA CONJUNTA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN CIENCIAS MARINAS PARA ABORDAR DE FORMA SOSTENIBLE LOS NUEVOS DESAFÍOS EN LA MONITORIZACIÓN Y OBSERVACIÓN MARINO-MARÍTIMAS, EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA ACUICULTURA Y OTROS SECTORES DE LA ECONOMÍA AZUL**

Comunidad Autónoma: **ILLES BALEARS**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El objetivo general del programa EBAMAR-PortoC es impulsar, de forma conjunta y coordinada con las actividades realizadas por otras comunidades autónomas, la actual estrategia de investigación y desarrollo tecnológico en ciencias marinas de Baleares de forma que se pueda profundizar en los nuevos desafíos en la observación del océano y, en particular, en los efectos del cambio climático en el Mar Mediterráneo. A través de una comprensión detallada de cómo están variando los procesos de ciclado del carbono en aguas neríticas y oceánicas, y de las vías que vinculan la producción en aguas superficiales con la exportación de la materia orgánica a las zonas profundas del océano, se busca responder a cuestiones científicas sobre el calentamiento del océano, y de forma más específica, cómo responden los ecosistemas marinos del Mediterráneo y los ciclos biogeoquímicos a los cambios ambientales o cómo será la dinámica del ciclo del carbono y de los ecosistemas marinos en el futuro.

EBAMAR-PortoC se sustancia principalmente en la incorporación a la red de estaciones costeras de Baleares de un nodo específico en la estación internacional costera de Portocolom (CSIC-Max Planck) para la observación e investigación en cambio climático, en torno al cual se realizarán las actividades propuestas. Este nodo, en el que además de las instituciones científicas mencionadas participa la D.G. Política Universitaria e Investigación y la Autoridad Portuaria de Baleares, proporcionará a los sistemas de observación ya disponibles en la CAIB nuevas capacidades de observación y tecnologías de nueva generación para el análisis y predicción de la respuesta de los ecosistemas marinos al cambio climático.



EBAMAR-PortoC es un programa esencialmente de I+D que eleva tecnológicamente y amplía el espectro de las actividades ya desarrolladas en esta temática por las instituciones participantes. El consorcio participante está integrado por dos instituciones, CSIC y UIB, que integran a distintos Institutos y departamentos dedicados a las ciencias marinas (Centro Nacional IEO e IMEDEA) y por una ICTS (SOCIB) con una trayectoria de consolidada experiencia en la observación y predicción del océano. El consorcio cuenta con una masa crítica de investigadores y técnicos que garantiza la viabilidad de la propuesta que, además, está en consonancia con el programa de ciencias marinas 2021-2024. Del desarrollo de este nodo se beneficiarán el conjunto de las CCAA participantes en el programa.

Los objetivos específicos de la propuesta EBAMAR-PortoC son:

1. Obtención de información sostenida en el tiempo sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos.
2. Incorporación de nuevas tecnologías de observación y técnicas analíticas para un mejor seguimiento y comprensión de los cambios que ocurren en el medio marino y de las vulnerabilidades de los distintos hábitats.
3. La digitalización de la información y el desarrollo de modelos predictivos que contemplen el uso de nuevas técnicas de análisis y tratamiento de datos.
4. El desarrollo de sistemas de gestión de datos que permitan asegurar a través de portales abiertos el descubrimiento, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización de datos oceanográficos y de la costa, con sistemas automatizados de control de calidad y de validación.
5. La potenciación de una nueva cultura oceánica, que generen concienciación, diálogo y confianza social proporcionando una información útil, independiente y fiable que sienta las bases de un desarrollo sostenible basado en el conocimiento, la digitalización y la economía azul

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Las líneas de actuación previstas en el Plan de Trabajo del primer acuerdo marco PPCC de ciencias marinas son:

- LA-1: Observación y monitorización del medio marino y litoral.
- LA-2: Acuicultura sostenible, inteligente y de precisión.
- LA-3: Economía Azul: Innovación y oportunidades.

La Comunidad Autónoma de las Islas Baleares (CAIB) se suma en una segunda fase a las actuaciones ya en marcha en estas líneas. Las actividades de la CAIB se focalizarán en una línea de actuación, Línea LA-1, y contribuirá en algunas de las actuaciones de la línea LA-3. Además, existe ya una amplia experiencia previa en esta línea por lo que la incorporación de la CAIB al



programa de ‘ciencias marinas’ del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, puede aportar experiencia y reforzar la proyección de las actuaciones previstas por el resto de las CCAA.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 1: OBSERVACIÓN Y MONITORIZACIÓN DEL MEDIO MARINO Y LITORAL.

Esta línea de actuación pretende sentar una base sólida de colaboración entre los distintos centros de investigación de la CAIB y, a su vez, con el resto de las CCAA, con el fin de maximizar las sinergias que favorezcan la observación sostenida e integrada del medio marino.

La CAIB lleva apostando varios años por la observación y monitorización del medio natural a través de la Red de Estaciones de Investigación de las Illes Balears (XEIIB) y de la ICTS SOCIB. Durante el presente año, se incorpora a dicha red la Estación de Porto Colom, una estación costera científicamente gestionada por el CSIC y el Max-Planck Institute (MPI) de Bremen, cuyo foco serán los estudios de clima y biodiversidad. Sin excluir otras actuaciones previstas en el programa, EBAMAR-PortoC se focaliza en dotar de plataformas de observación, infraestructuras, tecnologías y sistemas de gestión de datos que posibiliten la investigación multidisciplinar sobre cómo responden los ecosistemas marinos del Mediterráneo y los ciclos biogeoquímicos a los cambios ambientales producidos por el cambio climático o cómo será la dinámica del ciclo del carbono y de los ecosistemas marinos en el futuro. Este conocimiento científico es clave para preservar la salud del océano y de las zonas costeras, garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales, satisfacer las necesidades de gestores del medio marino para la toma informada de decisiones.

En este contexto se plantean las siguientes actuaciones:

A.1.1 Implementación y potenciación de plataformas de observación.

- *Plataformas instrumentadas, planeadores submarinos y campañas observacionales*

El objetivo de la presente actuación es precisamente desarrollar plataformas de observación específicas, basadas en las existentes y completadas con el uso y desarrollo de otras nuevas, integren diferentes herramientas y tecnologías que permitan el seguimiento y monitorización del ecosistema marino en todas sus dimensiones. EBAMAR-PortoC, gravita en torno a la instalación de una plataforma instrumentada en aguas costeras, a una profundidad ~35 m destinada a proporcionar información sobre los cambios en la biogeoquímica del mar Mediterráneo. Estos sistemas de observación se complementarán con observaciones realizadas mediante plataformas móviles como planeadores submarinos autónomos instrumentados con sensores físicos y biológicos (T, S, O₂, fluorescencia, glider-LISST, etc) en un transecto onshore-offshore y muestreos diseñados para caracterizar distintos aspectos del funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos y de los ecosistemas marinos.



A.1.2 Plan de dotación de infraestructuras

- *Cable submarino para el sistema de observación*

Una segunda actuación es la dotación de infraestructuras esenciales que sirvan de base a las plataformas de observación y centralicen el procesamiento y almacenaje de datos proporcionando información online de parámetros del estado del océano y los ecosistemas marinos y de los efectos del cambio climático en la costa. Estas infraestructuras deben además de impulsar el trabajo científico, inter y transdisciplinario, transescalar y en colaboración entre los miembros de las CCAA participantes. En el caso de Baleares, la infraestructura a instalar consiste en un sistema cableado submarino para la alimentación de sensores y gestión y la transmisión de datos desde la plataforma de observación a un equipo informático situado en tierra.

A.1.3 Desarrollo de nuevas tecnologías de monitorización ambiental.

- *Desarrollo de nodos submarinos de conexión y sistemas de integración de datos*

La contribución de EBAMAR-PortoC a las actuaciones de desarrollo tecnológico en el marco del programa de ciencias marinas se focalizará en el desarrollo de nodos submarinos de conexión y sistemas de integración de datos. Este tipo de nodos consisten en una jaula submarina dotada de un sistema hub de conectores y un sistema de gestión de datos y alimentación. El desarrollo del nodo de conexión se llevará a cabo para dar soporte a la plataforma de observación y se desarrollará con la perspectiva de poder ampliar en el futuro el cableado hacia zonas más profundas. Para desarrollar esta tecnología se cuenta con la experiencia previa del desarrollo de nodos de conexión desarrollados por personal del IMEDEA y el SOCIB, así como de colaboraciones con instituciones de otras CCAA.

A.1.4 Desarrollo de nuevas tecnologías de monitorización de recursos vivos.

- *Desarrollo de técnicas de análisis de imagen para el seguimiento in-situ de poblaciones de peces*

EBAMAR-PortoC desarrollará técnicas de análisis de imagen y acústicas para la monitorización automática no-invasiva y la obtención de mediciones morfométricas de poblaciones de peces. Estas técnicas, basadas en el uso de imágenes submarinas y su tratamiento mediante inteligencia artificial se están desarrollando con éxito en el IMEDEA desde hace algunos años (<https://imedea.uib-csic.es/sites/sub-eye>), en colaboración con el Departamento de matemática e informática de la UIB, como parte de los proyectos REC2 (CTM2011-23835) y PHENOFISH (CTM2015-69126-C2-1-R), así como el proyecto DEEPECOMAR (PRD2018/26). Se trata de una tecnología aún en una fase experimental que EBAMAR-PortoC ayudará a potenciar y extender a sistemas de observación de otras CCAA.



A.1.5 Plataforma Integrada de Datos Marinos.

- *Integración y unificación de información siguiendo la filosofía Smart data models*

La integración de datos marinos aumenta en complejidad a medida que se incorporan nuevas plataformas, fijas y móviles, autónomas, y nuevos sensores y metodologías a los sistemas de observación. De acuerdo con las actuaciones ya previstas en el Plan de ciencias marinas, la CAIB participará junto al resto de CCAA en el desarrollo de estándares de modelos de datos que permitan la unificación de información siguiendo la filosofía Smart data models para aprovechar todo el potencial de la información. La experiencia internacional de la ICTS SOCIB, con reconocimiento del Core Trust Seal para su repositorio digital en el acceso e interoperabilidad de los datos y de los repositorios digitales de datos, será beneficiosa para el conjunto de las CCAA.

A.1.6 Técnicas analíticas avanzadas de datos complejos.

- *Desarrollo de técnicas de análisis de imagen para el seguimiento in-situ de poblaciones de peces*

Tal como se ha descrito en A1.4 EBAMAR-PortoC desarrollo e implementación de sistemas digitales que integren la información adquirida aplicando herramientas de inteligencia artificial, aprendizaje automático, y otras aproximaciones fundamentadas en la ciencia de datos. Además, se cooperará con el resto de CCAA en el desarrollo e implementación de modelos de simulación para probar alternativas robustas frente a la incertidumbre en desarrollos climáticos, oceanográficos y ecosistémicos.

A.1.7 Desarrollo de una Estrategia de Observación Marina. ! Programa de monitorización coordinado con otras CCAA

A partir de los programas de monitorización actuales, las necesidades de observación de las Administraciones Públicas y de los sectores productivos ligados a la economía del mar. **EBAMAR-PortoC** se sumará al programa de monitorización a gran escala a implementar en la Estrategia Marina ya en vigor.

Tabla 1. Participación de las distintas CCAA en las actuaciones previstas en la LA-1.

Comunidad Autónoma	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A1.5	A1.6	A1.7	A1.8	A1.9	A1.10
Andalucía	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cantabria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Comunidad Valenciana					X					
Galicia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Islas Baleares	X	X	X	X	X	X	X			
Región de Murcia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



LÍNEA DE ACTUACIÓN 3: ECONOMÍA AZUL: INNOVACIÓN Y OPORTUNIDADES

La Economía Azul reconoce la importancia de los mares y los océanos como motores de la economía por su gran potencial para la innovación y el crecimiento. En la CAIB, la actividad económica relacionada con el turismo costero, la pesca sostenible y/o la digitalización son vitales para un desarrollo socioeconómico sostenible de las regiones costeras de España participantes en el presente programa. En el conjunto del programa de Ciencias Marinas, la CAIB se coordinará con el resto de las CCAA para participar en las siguientes acciones:

A3.12. Divulgación de conocimiento y educación

- *Programas de divulgación*

EBAMAR-PortoC contribuirá a la divulgación del conocimiento sobre el medio marino hacia la sociedad en general (población infantil, consumidores, profesionales de diferentes ámbitos, etc.) para mejorar de la percepción sobre las actividades de la economía azul (pesca artesanal, acuicultura etc.).

A.3.13. Gemelo Digital del Medio Marino, Marítimo y Costero.

- *Desarrollo de Gemelo Digital del Medio Marino*

Gemelo Digital del Medio Marino, Marítimo y Costero que, partiendo de una abstracción de la realidad, lo traslade a un entorno digital, incorporando fenómenos ambientales, actividades humanas y sus interacciones. Estas herramientas proporcionarán información temporal, previsión estacional y sobre cambio climático, y servicios que ayuden a la toma de decisiones a corto, medio y largo plazo.

Tabla 2. Participación de las distintas CCAA en las actuaciones previstas en la LA-3.

Comunidad Autónoma	A3.1	A3.2	A3.3	A3.4	A3.5	A3.6	A3.7	A3.8	A3.9	A3.10	A3.11	A3.12	A3.13
Andalucía	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X
Cantabria	X	X	X	X		X			X	X		X	X
Comunidad Valenciana								X				X	
Galicia					X	X	X	X	X			X	X
Islas Baleares												X	X
Región de Murcia												X	X



OPORTUNIDAD CIENTÍFICO-TÉCNICA

Las actuaciones propuestas contribuirán a desarrollar un moderno sistema de observación del océano, con capacidades similares a las infraestructuras desarrolladas en otros países y una mejor integración a nivel nacional. Esta plataforma mejorará nuestras capacidades de investigación y respuesta a los retos planteados por el cambio climático. Además, se favorecerá la formación de técnicos especializados en nuevas tecnologías de observación e integración de datos. En línea con la propuesta ya en desarrollo se prevé:

- Mejora de las plataformas de observación existentes mediante inversión en infraestructura e integración con nuevas herramientas.
- Desarrollo de nuevas metodologías de monitorización, incluyendo variables ambientales y recursos vivos que promoverán un mayor conocimiento del medio marino y la sostenibilidad de la explotación de sus recursos.
- Creación de una plataforma de almacenamiento y acceso a datos relacionados con el medio marino: información in situ procedente de las diversas plataformas de observación.
- Generación de nuevas herramientas analíticas complejas aplicadas al uso de datos marinos
- Refuerzo de la colaboración con las CCAA, en temas tanto de sistemas de observación y predicción como en sistemas de gestión de datos.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	318.500 €	400.725 €	207.964 €	139.078 €	1.066.267 €
FONDOS AUTONÓMICOS	171.500 €	215.775 €	111.980 €	74.889 €	574.144 €
SUMA	490.000 €	616.500 €	319.944 €	213.967 €	1.640.411 €



Programa: **CIENCIAS MARINAS**

Título del Programa: **ThinkInAzul: ESTRATEGIA CONJUNTA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN CIENCIAS MARINAS PARA ABORDAR DE FORMA SOSTENIBLE LOS NUEVOS DESAFÍOS EN LA MONITORIZACIÓN Y OBSERVACIÓN MARINO-MARÍTIMAS, EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA ACUICULTURA Y OTROS SECTORES DE LA ECONOMÍA AZUL**

Comunidad Autónoma: **CANARIAS**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

Las Islas Canarias forman un archipiélago de origen volcánico y carácter oceánico sometido a un entorno propio de aguas abiertas, con la biodiversidad más relevante de la Unión Europea (BIOTA), una densidad de población de las más altas de España (INE) y una economía basada esencialmente en la actividad turística (INE). Siendo un destino turístico mundial líder del sector, la pandemia de la COVID-19 y la subsecuente crisis económica han puesto de manifiesto la necesidad de hacer una apuesta decidida por la diversificación hacia una Economía Azul y Circular, como queda establecido en las Estrategias de Economía Circular y Azul del Gobierno de Canarias.

En el marco de la RIS3 de Canarias, el Gobierno de Canarias identificó las *Ciencias Marino-Marítimas* y la *Bioteología asociada a la biodiversidad* como prioridades para su desarrollo económico, basado en la innovación y el conocimiento. Estas capacidades fueron reconocidas por el MECD a través de la concesión del **CEI Canarias: Campus Atlántico Tricontinental** como CEIR, articulado sobre su ecosistema de conocimiento en *Ciencias Marinas y Bioteología* de Canarias (IEO-CSIC, ITC, PLOCAN, ULL, ULPGC), y por la Unión Europea a través de la concesión del único proyecto español de excelencia en acuicultura de ámbito regional, **EcoAqua**. En este contexto, y dentro del marco de las normativas del PEPAE, la PPC y el FEMP, el MITECO ha elaborado las Estrategias Marinas de España (EsMarEs), donde se destaca el papel relevante que juega la *Acuicultura Marina*, que incluye las infraestructuras/instalaciones en tierra y en el mar, como uno de los ejes para articular el nuevo modelo económico de Canarias.



El programa de *Ciencias Marinas de Canarias CrecEnAzul* pretende desarrollar acciones que faciliten la implantación y la expansión de empresas, y la incorporación de procesos y estrategias de desarrollo sostenible de la actividad en el sector a través de: el estudio y la selección de nuevas especies y procesos de producción, la implementación de acciones dirigidas a superar los cuellos de botella administrativos y logísticos, la elaboración de un plan estratégico de desarrollo sostenible del sector, y el desarrollo de acciones transversales de monitorización y seguimiento del impacto de la *Acuicultura Marina* en el medioambiente para minimizar su huella de carbono. Para ello, la propuesta se articula sobre la coordinación, colaboración y transferencia de resultados de investigación y soluciones tecnológicas entre los actores locales del SECTI y el sector privado, en un entorno de optimización de servicios e infraestructuras, que contribuya a la recuperación socioeconómica de Canarias mediante su diversificación inteligente apoyándose en la *Acuicultura Marina* y la *Bioteología Azul* de una manera una sólida y resiliente.

CrecEnAzul converge con la propuesta ThinkInAzul ya aprobada por el MICIN, que reúne a las Comunidades Autónomas de Andalucía, Cantabria, Galicia, Murcia y Valencia, a efectos de anuar esfuerzos con las mismas y aportar las singularidades de Canarias, así como de coordinación a escala nacional en términos de investigación, desarrollo, innovación y transferencia de conocimiento. Para ello, **CrecEnAzul** vertebra el ecosistema del conocimiento de Canarias, a través de la formación del *Nodo Canario de Ciencias Marinas (NOCIMA)*, integrable en Red Nacional de Nuevas Tecnologías de Observación (**RENATO**) y la Red Nacional de Acuicultura (**RNA**). Como líneas de actuación de **NOCIMA** en **CrecEnAzul** se proponen las siguientes:

- (1) **MONITORIZACIÓN Y CONTROL (MONyCON)** estructural, sistémico y ambiental de los ecosistemas de desarrollo bajo economía azul especialmente asociados a la *Acuicultura Marina* y la *Bioteología Azul* marino- terrestre, a efectos de establecer políticas que minimicen su impacto sobre el cambio climático.
- (2) **ACUICULTURA y BIOTECNOLOGÍA AZUL 4.0 (ACUBIO4.0)** basada en la creación, diversificación, modificación y tecnificación inteligente de sistemas de producción/procesado/post-procesado de organismos marinos y sus derivados, que converjan hacia la rentabilidad, la sostenibilidad y la disminución del impacto medioambiental.
- (3) **ECONOMÍA AZUL: INNOVACIÓN Y OPORTUNIDADES (ECOAZUL)** de amplio espectro, que suponga un paraguas para la integración social y laboral, la cooperación público-privada en acciones de investigación, desarrollo e innovación, la transferencia del conocimiento científico y tecnológico, la educación ambiental, el ecoturismo, la creación de redes y clústeres, la inversión privada, la economía circular y el crecimiento sostenible.



LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Línea de Actuación 1 (L1.): MONITORIZACIÓN Y CONTROL (MONyCON) de los ecosistemas de desarrollo bajo economía azul (marino-terrestre).

Canarias, con su programa **CrecEnAzul**, y por las singularidades ecosistémicas que le confiere su ubicación y entorno, pretende enriquecer y complementar los objetivos previamente establecidos en la *Línea de Actuación-1* del programa ThinkInAzul (**Observación y Monitorización del medio marino y litoral**), mediante el desarrollo de Tecnologías Facilitadoras Esenciales (KETs) de amplio espectro alrededor del desarrollo de la *Acuicultura Marina* y la *Bioteología Azul* (manufacturación y materiales avanzados, biotecnología, microelectrónica, nanoelectrónica, fotónica, inteligencia artificial, seguridad y conectividad). Con **MONyCON** se pretende aplicar y adaptar estas herramientas para la monitorización y control de las áreas interesadas por el desarrollo de actividades acuícolas que conllevan una modificación del territorio/ecosistema (por ejemplo, los nuevos polos de acuicultura terrestre en los que converge el desarrollo de infraestructuras y equipamiento específico para la captación y devolución del agua de proceso). Como caso singular de aplicación, la Isla de La Palma dispone de un nuevo espacio terrestre y marino generado por la reciente erupción volcánica (paraje de Cabeza de Vaca, El Paso), que también afectó a áreas interesadas por una importante industria de *Acuicultura Marina* (Tazacorte), y se presenta por lo tanto como un laboratorio natural de testeo para la aplicación de tecnologías y herramientas de control y monitorización a la *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul* en la región, aprovechando el despliegue ya existente en la zona de infraestructuras científicas del ecosistema del conocimiento de Canarias, instrumentalizando así las políticas de resiliencia a los efectos del cambio global, en concordancia con la *Ley de Cambio Climático y Transición Energética* (Artículo 20). **MONyCON** se desarrollará a través de las siguientes *Nuevas Actuaciones Complementarias*, con convergencia a diferentes actuaciones de ThinkInAzul (ver, cuadro de contribución del ecosistema de Canarias):

L1.a. Monitorización mediante plataformas fijas, móviles y sensores en superficie o columna de agua de los entornos marinos costeros en lugares estratégicos para el desarrollo de la *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul* y/o singulares-volcánico como en La Palma (ZEC/LIC), integrable en las Redes Nacionales **RENATO** y **RNA**.

L1.b. Desarrollo, puesta a punto y testeo de sistemas inteligentes de imagen, sonido, señales, micro- electromecánicos, digitales programables y telemáticos para procesado en tiempo real, y de trazabilidad medioambiental a través de la medida de parámetros físicos, químicos y biológicos y propagación de ruidos submarino integrables en **RENATO** para la toma de decisiones en el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas marinos en lugares estratégicos en las islas para el desarrollo de la *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul*.



L1.c. Integración de la información bajo MONyCON en la red de servicios *in-situ* de ThinkInAzul.

Cuadro de contribución en MONyCON y correspondencia con ThinkInAzul:

Comunidad Autónoma de Canarias	PROGRAMA	ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS		
	CrecEnAzul	L1.a	L1.b	L1.c
	ThinkInAzul	A.1.1., A.1.2., A.1.5., A.1.6., A.1.7., A.1.8.	A.1.3., A.1.4., A.1.5., A.1.8., A.1.9.	A.1.10.
IEO-CSIC				x
ITC				x
PLOCAN		x	x	x
ULL				x
ULPGC		x	x	x

Línea de Actuación 2 (L2.): ACUICULTURA y BIOTECNOLOGÍA AZUL 4.0 (ACUBIO4.0) basada en la creación, diversificación, modificación y tecnificación inteligente de sistemas de producción/procesado/post-procesado de organismos marinos y sus derivados.

En los últimos 50 años, la producción mundial de acuicultura ha tenido un crecimiento sostenido superando ya a la pesca, donde la Unión Europea se conforma como el mercado mundial más importante y España lidera su producción y es segunda en valor económico (APROMAR). Canarias dispone de la segunda mayor línea de costa a nivel nacional después de Galicia, y la mayor superficie marina, que junto con el resto de CCAA de ThinkInAzul constituyen el 66% del total y son representantes idóneos del Mar Cantábrico, Mar Mediterráneo y Atlántico Este. Canarias, con sólo el 1,4% de la superficie de España, es proporcionalmente la CCAA que más contribuye con espacios marinos y terrestres a la Red Natura 2000 del MITECO. Dentro del marco de los archipiélagos macaronésicos de la Unión Europea, Canarias, como única RUP de España, lidera las actividades de investigación e innovación debido a sus características biogeográficas y una amplia comunidad científica que incluye unidades científicas internacionales y europeas de excelencia. La *Acuicultura Marina* en Canarias está centrada en dorada y lubina, pero tiene un extraordinario potencial para la diversificación de especies animales y vegetales de gran aceptación por parte del consumidor, habiendo ya nuevas propuestas empresariales para pulpo común, medregal, langostino blanco, microalgas y macroalgas. Con esta capacidad, y su ecosistema de excelencia en Ciencias Marinas, **NOCIMA**, Canarias quiere hacer de la *Acuicultura Marina* y la *Biotecnología Azul* actividades industriales sostenibles (optimizando el uso de los recursos), rentables (aprovechando las condiciones de los mercados) y de bajo impacto medioambiental, contribuyendo a que España lidere no sólo la producción en la UE, sino también su innovación y diversificación. Para ello, se propone desarrollar **ACUBIO4.0**, que converge con la *Línea de Actuación- 2* de la propuesta ThinkInAzul (**Acuicultura sostenible, inteligente y de precisión**), mediante la implementación de las



siguientes *Nuevas Actuaciones Complementarias*, con convergencia a diferentes actuaciones de ThinkInAzul (ver cuadro de contribución del ecosistema de Canarias):

L2.a. Diversificación de especies y sus prototipos de cultivo, a través del estudio de la biología y fisiología de las mismas y el desarrollo de sistemas de producción tecnológicos (sensores, automatización, etc.) e integrables (AMTI, Acuaponía, etc.), respectivamente, con diferentes aplicaciones como pueden ser la biorremediación o el consumo humano. En las especies, considerando su inclusión en el **Plan Regional de Ordenación de la Acuicultura de Canarias (PROAC)**, y en los sistemas de producción, su mayor eficiencia ambiental y productiva.

L2.b. Mejora del aprovechamiento de la biomasa de microalgas y cianobacterias mediante la valorización de todas sus fracciones (alimentación humana y animal, etc.), y minimizando la generación de residuos (biorrefinería), e implementación de nuevas cepas de microalgas de interés en *Acuicultura Marina* por su perfil nutricional y/o biotecnológico.

L2.c. Desarrollo de tecnologías de ingeniería innovadoras, sistemas de cultivo y nuevos procesos sostenibles de producción, procesado y post-procesado de organismos marinos de bajo consumo energético e impacto medioambiental y cambio climático, mediante el aprovechamiento de residuos para el suministro de aguas y nutrientes/pienso, la incorporación de energías renovables o el desarrollo de estrategias de reducción de la huella hídrica.

L2.d. Mejora de la salud de los organismos marinos cultivados a través del estudio de las enfermedades víricas, bacterianas y parasitarias, y la identificación de biomarcadores de estrés y bienestar, que permitan monitorizar e implementar medidas biosanitarias (protocolos de actuación biosanitarios) y estrategias de control y mitigación de factores de riesgo (antibióticos, etc.).

L2.e. Mitigar el cambio climático global mediante la **mejora de caracteres de interés industrial** como el índice de conversión del alimento, ICA, a través de estrategias biológicas (formulación nutricional, etc.) y tecnológicas inteligentes (selección genética, etc.), ya que el alimento representa el mayor coste de producción y tiene la mayor incidencia en la producción de gases efecto invernadero de esta actividad productiva (FAO).

L2.f. Formulación y testeo de dietas experimentales para la determinación de requerimientos nutritivos (proteínas, lípidos, ácidos grasos, carotenoides, minerales) y optimización de diferentes parámetros de cultivo en organismos marinos, a partir de la valorización de subproductos de origen animal y vegetal de ámbito acuícola y terrestre (economía circular) basada en: i) Búsqueda de nuevas materias primas locales para la formulación de dietas más sostenibles y con menor huella de carbono; ii) Mejor conocimiento del desarrollo y la fisiología digestiva de las especies para una adecuada selección de las dietas que satisfagan sus necesidades nutricionales; iii) Relación de la nutrición con la actividad metabólica y su efecto sobre la calidad y aceptación del producto final por parte del consumidor.



L2.g. Desarrollo de estrategias de gestión sostenible de las aguas de insumo y de vertido y de los residuos generados por la actividad acuícola. Estudio y evaluación de las diferentes opciones para captar agua útil para los procesos de producción y procesado (a través de catas marinas, etc.) y su vertido (pozos filtrantes, etc.). Evaluación de diferentes procesos de higienización y descontaminación asociados a la obtención de aguas para los cultivos y para su uso potencial en instalaciones de procesado, así como diferentes tecnologías de tratamiento de vertido. Desarrollo de estrategias de minimización de los residuos en la acuicultura terrestre. Observación, monitorización y evaluación del medio marino y litoral en las posibles zonas de afección de la actividad de *Acuicultura Marina* (dispersión y dilución en emisarios, etc.), incluyendo el desarrollo de indicadores de la calidad del medio.

L2.h. Valoración de los efectos del cambio climático (temperatura y acidificación del medio) sobre el cultivo de especies de interés acuícola ya establecidas y nuevas especies candidatas a ser cultivadas, a través de parámetros fisiológicos y de composición de tejidos y órganos clave de los ejemplares, en las condiciones climáticas actuales y las condiciones previstas para el año 2100 en un escenario RCP 8.5, identificando las variaciones en el perfil de ácidos grasos poliinsaturados omega-3, por su impacto potencial en el consumidor y en los parámetros de desarrollo y reproducción de los organismos de cultivo.

L2.i. Diversificación de los productos de origen marino destinados al mercado mediante la creación de nuevas formulaciones basadas en la integración de diferentes biomásas/compuestos derivados de nuevas especies. Se promoverán los valores de los productos provenientes de la *Acuicultura Marina*, en términos de calidad nutricional y organoléptica, seguridad alimentaria, sostenibilidad y trazabilidad, a través de eventos de diseminación interactivos con el consumidor (Día Mundial de la Acuicultura, Jornadas de puertas abiertas, etc.).

Cuadro de contribución en **ACUBIO4.0** y correspondencia con ThinkInAzul:

Comunidad Autónoma de Canarias	PROGRAMA	ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS								
	CrecEnAzul	L2.a	L2.b	L2.c	L2.d	L2.e	L2.f	L2.g	L2.h	L2.i
	ThinkInAzul	A2.1, A2.3, A.2.5., A2.19., A2.6, A2.9, A2.10, A2.17	A2.5, A2.12, A2.13	A2.6, A2.9, A2.13, A2.18.	A2.11., A2.14., A2.15., A2.16.	A2.14., A2.18.	A2.12., A2.13.	A2.4., A2.13.	A2.17., A2.18.	A2.19., A2.20.
IEO-CSIC		x		x	x	x	x	x	x	x
ITC		x	x	x	x			x	x	
PLOCAN				x	x					
ULL		x	x	x	x	x	x		x	x
ULPGC		x	x	x	x	x	x	x	x	



Línea de Actuación 3 (L3.): ECONOMÍA AZUL: INNOVACIÓN Y OPORTUNIDADES (ECOAZUL)

Canarias constituye un territorio fragmentado y marcado por el océano que la rodea en su vida cotidiana, en sus comunicaciones y en la misma cosmovisión de sus habitantes, que siempre han tenido el mar como referente. Ese mar constituye una barrera al intercambio, pero también configura un conjunto de oportunidades económicas vinculadas a la *Bioeconomía Azul*.

Respecto a su alimentación, Canarias tiene el menor consumo de productos del mar frescos de toda España y solo es capaz de autoabastecerse en un 9% de su consumo. Mientras, se exportan alrededor de quince mil toneladas de pescado todos los años, con una gran proporción de origen acuícola y transporte por vía aérea. Buena parte de esta producción pesquera y acuícola podría quedarse en Canarias, mejorando la huella de carbono de la alimentación en las Islas y de la propia producción acuícola. **ECOAZUL** analizará las oportunidades para mejorar tanto la producción como la consolidación de los productos del mar locales en el mercado canario. Para ello, hay que definir el engarce necesario entre producción, transformación y consumo, atendiendo a unos clientes que han modificado sus demandas de manera sustancial en las últimas décadas, en el seno de unos mercados sujetos a grandes transformaciones en términos globales y locales.

Los objetivos de **ECOAZUL** son: i) Facilitar la implantación y expansión de empresas de acuicultura en Canarias gracias a la identificación de polos terrestres con predisposición para acoger actividades acuícolas de diferente tipo y al desarrollo de nuevas herramientas para mejorar la Ordenación Espacial Marítima; ii) Generar sinergias entre los actores del ecosistema de generación de conocimiento sobre productos del mar, que proporcionen conjuntamente soluciones innovadoras en el ámbito de la economía azul que engarcen investigación, desarrollo, innovación, empresas y mercado en torno a los productos del mar. Ambos objetivos están contemplados en la *Estrategia de Especialización Inteligente de Canarias - RIS3* y la nueva *Estrategia de Especialización Inteligente - S4*, actualmente en desarrollo. En este contexto, **ECOAZUL** converge con los objetivos de la *Línea de Actuación-3 (Economía Azul: Innovación y Oportunidades)* de la propuesta ThinkInAzul, mediante las siguientes *Nuevas Actuaciones Complementarias* (ver cuadro de contribución del ecosistema de Canarias):

L3.a. Creación de un ecosistema de colaboración público-privado para el impulso de productos y servicios orientados al mercado que permita la innovación y la transferencia de resultados de investigación y **tecnología** en el ámbito de la economía azul, y apoyo a la incubación e implantación de nuevas empresas.

L3.b. Análisis del mercado de los productos del mar consumidos en Canarias y del encaje de la producción local en el mismo. Identificación de barreras y oportunidades para el consumo de la producción local en diferentes canales de distribución, así como de las preferencias de los consumidores finales y de otros actores de la cadena de valor (colectividades, etc.).



L3.c. Elaboración de estrategias de mercado en colaboración con las empresas del sector para la transformación/distribución de productos del mar en Canarias, integrando los diversos canales de comercialización, partiendo de la situación actual y las oportunidades ligadas a los diferentes formatos de producto que demanda el mercado, también en términos gastronómicos y nutricionales, con especial énfasis en los productos de acuicultura vinculados al motor de la economía canaria (turismo).

L3.d. Desarrollo de un laboratorio de diseño de productos o modelos de explotación industrial basados en la economía circular de los productos del mar, para valorizar los subproductos del procesado de pescado y generar harinas, aceites, piensos u otros productos bioactivos.

L3.e. Mejorar la Ordenación Espacial Marítima (OEM) de las Islas Canarias a través del desarrollo de nuevas herramientas basadas en el conocimiento científico y tecnológico, desde un enfoque de sostenibilidad y crecimiento azul.

L3.f. Definición de diferentes polos de acuicultura en Canarias, estudiando e identificando las diferentes opciones existentes en las Islas Canarias (especialmente en la isla de La Palma) según su idiosincrasia y bajo diferentes criterios de selección (presencia de depuradoras, desaladoras, centrales térmicas, puertos...), cercanía con terrenos en desuso y/o futuros nuevos parques eólicos marinos (o plataformas de ensayo para probar sistemas de energías renovables vinculables a instalaciones acuícolas (AquaWind y similares)). Inclusión de la compatibilidad acuícola en la planificación territorial insular respectiva de los polos terrestres identificados.

L3.g. Análisis del uso de los recursos vivos del mar en el entorno canario, mediante la evaluación de las diferentes actividades extractivas (acuicultura y pesca) incorporando series de datos temporales y diseñando metodologías para integrar los datos adicionales necesarios, que puedan servir para la vigilancia de los ecosistemas, para la toma de decisiones responsables con el entorno marino y para la educación ambiental de la sociedad.

Cuadro de contribución en **ECOAZUL** y correspondencia con ThinkInAzul:

Comunidad Autónoma de Canarias	PROGRAMA	ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS						
	CrecEnAzul	L3.a	L3.b	L3.c	L3.d	L3.e	L3.f	L3.g
	ThinkInAzul	A3.9., A3.10.	A3.11.	A.3.11.	A.3.8.	A3.5, A3.6., A3.9.	A3.1., A3.3., A3.9., A3.10.	A3.11., A3.12.
IEO-CSIC		x			x			
ITC		x		x	x	x	x	
PLOCAN		x		x	x		x	
ULL		x	x	x	x		x	x
ULPGC		x		x	x	x	x	x



OPORTUNIDAD CIENTÍFICO-TÉCNICA

El programa **CrecEnAzul** representa una oportunidad única para estructurar todo el ecosistema canario de Ciencias Marinas (**NOCIMA**) en un Nodo científico que permita dar respuesta al reto de la recuperación y diversificación de la economía de Canarias desde una perspectiva de valorización del conocimiento de un modo inteligente, dentro del ámbito de la *Acuicultura Marina* y la *Biotecnología Azul*. En este sentido, las actuaciones propuestas en **CrecEnAzul** están en perfecta consonancia con los objetivos de investigación (OE2.2, OE2.3, OE2.5, OE2.6, OE2.7, OE2.13, OE2.16), del medio marino (OE4.1, OE4.3, OE4.4) y competitividad (OE5.4, OE5.5) de la Estrategia Canaria de Economía Azul 2021-2030 (**ECEA**), como un marco instrumental que está en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS**) de Naciones Unidas. Del mismo modo, la propuesta de **CrecEnAzul** articula actuaciones dirigidas a la minimización de residuos a través del uso eficiente de los recursos de un modo inteligente y sostenible, lo que está en concordancia con la Estrategia Canaria de Economía Circular 2021-2030 (**ECEC**), un modelo que conjuga, entre otros objetivos, *la capacidad productiva de Canarias sobre bases sostenibles* (OBJ.4) y *el consumo responsable orientado al cierre de ciclos en la Comunidad Autónoma* (OBJ.8). Para ello, **NOCIMA** se soporta sobre todos los centros de investigación (IEO-CSIC, ITC, PLOCAN) y Universidades públicas de Canarias (ULL, ULPGC) que desarrollan actividad de I+D+I en la *Acuicultura Marina* y la *Biotecnología Azul*. **NOCIMA** parte con experiencia previa ya que algunas de las instituciones ya forman parte de plataformas que promueven el sector de la *Biotecnología Azul* y la *Acuicultura* a nivel insular (**BIOASIS Gran Canaria**), con casos de éxito en la valorización del conocimiento a través de la ejecución de grandes proyectos industriales de *Acuicultura Marina* (**BIOGEMAR**), que son implementables en Canarias. Para asegurar los resultados esperados, **CrecEnAzul** destina **100.000,00 €** del presupuesto de la Línea 3 (otros gastos) para orientar adecuadamente sus actuaciones propuestas, a través de la **interacción con los agentes socioeconómicos de Canarias (empresas y administraciones)**, a la vez que utilizar **NOCIMA** como un punto de partida para captar fondos a escala europea.

La implementación de los Planes Complementarios conforma una herramienta nacional única para la recuperación, transformación y resiliencia a partir de las capacidades de I+D+I, dentro del marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (**PRTR**), donde las comunidades autónomas juegan un papel clave de aplicación y conocimiento del entorno socioeconómico para mejorar la cohesión territorial. En este contexto, en el caso particular de Canarias, se dispone de **Canarias Progreso 2030**, un marco abierto a la colaboración de todo el ecosistema canario de la I+D+i, que se articula, entre otros, en los objetivos de la nueva *Estrategia Canaria de Especialización Inteligente* S4: diversificación productiva basada en el crecimiento azul; generación de un entorno adecuado para atraer inversión; promoción del desarrollo económico sostenible; preservación y aprovechamiento sostenible del medio ambiente; fomento de las actividades de I+D y de los procesos de transferencia de sus resultados



al tejido productivo; promoción de una *Bioeconomía* que permita el desarrollo económico y social preservando el medioambiente.

La propuesta del programa **CrecEnAzul** está en consonancia con todos estos objetivos de **Canarias Progreso 2030**, donde la consecución de sus propósitos debe hacerse desde la integración y alineamiento con las otras CCAA que forman parte del programa ya aprobado de ThinkInAzul, para contribuir a la cohesión territorial, potenciando un desarrollo equilibrado y cooperativo, dentro del marco fijado por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, que representa un modelo de referencia y objetivo de consecución para todo el Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para ello, los resultados esperados a partir de las *Nuevas Acciones Complementarias* del Programa **CrecEnAzul** de la CCAA de Canarias en sus tres Líneas de Actuación **MONyCON**, **ACUBIO4.0** y **ECOAZUL**, convergen en gran medida con los relacionados en el Programa ThinkInAzul, dentro del ámbito y singularidad de Canarias, aunque con una temporización diferente debida al desfase de ejecución de **CrecEnAzul**, además de un enfoque más centralizado en su aplicación específica dentro del ámbito de la *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul*, tal y como se relaciona a continuación:

Línea de Actuación 1 (L1.): MONITORIZACIÓN Y CONTROL (MONyCON)

R1.1. **Mejora de las plataformas de observación** y herramientas analíticas existentes mediante inversión en pequeñas infraestructuras/instalaciones/equipamientos e integración con nuevas herramientas, que contribuyan adecuadamente a las redes **RENATO** y **RNA** en lugares estratégicos de las islas para el desarrollo de la *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul*. **(M18)**.

R1.2. **Creación de una plataforma de almacenamiento y acceso a datos** relacionados con el medio marino en lugares estratégicos de las islas para el desarrollo de la *Acuicultura Marina* y la *Bioteología Azul*: información *in situ* procedente de las diversas plataformas de observación. **(M18)**.

R1.3. **Incorporación de los resultados** obtenidos en una red nacional de monitorización marino-terrestre (**RENATO**), incluyendo la puesta en marcha de redes de vigilancia costera **(M24)**.

Línea de Actuación 2 (L2.): ACUICULTURA y BIOTECNOLOGÍA AZUL 4.0 (ACUBIO4.0)

R2.1. **Mejora de la capacidad** para responder, desde la investigación y el sector productivo, a los retos para la conservación del medio marino y de la producción en un contexto de cambio global, a través de la acción coordinada de un grupo de expertos ampliamente relevante y representativo, como embrión de una Red Nacional de Innovación y Transferencia en *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul*. **(M4)**.



R2.2. Refuerzo del conocimiento científico-técnico en acuicultura mediante la ampliación de la cartera de oferta tecnológica a través del estudio y caracterización de nuevas especies y productos, y el desarrollo y validación de nuevas soluciones tecnológicas para la producción, procesado y post-procesado de organismos marinos. Impulso al sector de la *Acuicultura Marina* y *Bioteología Azul* mediante la resolución de los cuellos de botella (nuevas especies PROAC, autorización extracción y vertido de aguas...) y la transferencia tecnológica al sector privado, que permitan producir cambios que impacten a corto plazo sobre la recuperación económica y social de Canarias, fomentando la atracción de nuevas empresas, la ampliación y mejora productiva de las existentes, y contribuyendo a reducir la vulnerabilidad económica de la región. **(M24)**.

R2.3. Nuevas herramientas e indicadores para la evaluación y mejora de la salud y el bienestar animal, estado nutricional, eficacia productiva en base a criterios de economía circular y eco-intensificación de la producción, calidad y seguridad alimentaria del producto final, y resiliencia a factores de estrés asociados al cambio climático (estrés térmico, disponibilidad de oxígeno, acidificación del medio, patologías recurrentes y emergentes, presencia de contaminantes bióticos y abióticos, etc.). **(M24)**.

R2.4. Validación e implementación de soluciones para mejorar la sostenibilidad de los procesos de producción, procesado y post-procesado de organismos marinos, a través de la gestión sostenible de los recursos biológicos, de las aguas de insumo y vertido, el acople a fuentes renovables, la minimización de la huella hídrica y de carbono, y el aprovechamiento integral de biomásas en un concepto de biorrefinería. **(M24)**.

Línea de Actuación 3 (L3.): ECONOMÍA AZUL: INNOVACIÓN Y OPORTUNIDADES (ECOAZUL)

R3.1. Plan de actuaciones de potenciación de los ecosistemas de innovación marina, plasmado en un incremento de la colaboración público-privada, de los acuerdos de transferencia de conocimiento, del desarrollo de nuevos productos, servicios y empresas de base tecnológica y de la generación de empleo. **(M18)**.

R3.2. Identificación de acciones sostenibles relacionadas con la economía azul enfocadas a mejorar la presencia de los productos del mar de las Islas en los mercados del archipiélago, fomentando con el tejido empresarial y la colaboración de la sociedad civil, un incremento de los productos canarios en consumo local y en la actividad turística, y el uso/valorización de los subproductos (dietas, harinas, compuestos bioactivos, etc.) **(M16)**.

R3.3. Actividades de sensibilización de la sociedad en general y de los actores público-privados sobre los servicios ecosistémicos marinos, el consumo de productos del mar de las Islas y el desarrollo de actividades sostenibles en el medio marino y en los sectores prioritarios de la economía azul. Además, resaltando el papel social y económico de la acuicultura y la actividad



pesquera sostenible, y generando mayor sensibilidad y conocimiento sobre el ecosistema marino y sus repercusiones socioeconómicas. (M22).

R3.4. **Desarrollo de estrategias y herramientas** (incluidos nuevos diseños de gobernanza, herramientas digitales, etc.) para estimular la adopción entre los usuarios/beneficiarios de nuevos conocimientos y tecnologías, con la implicación de toda la sociedad, mediante herramientas de ciencia ciudadana y el establecimiento de comunidades de aprendizaje. (M18).

R3.5. **Identificación de los polos de acuicultura marina en Canarias y de mecanismos para la atracción de creatividad e inversiones** en los mismos para permitir desarrollar, mejorar y consolidar una economía azul climáticamente neutra, sostenible y productiva del sector. (M22).

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	651.133 €	248.605 €	257.338 €	173.561 €	1.330.637 €
FONDOS AUTONÓMICOS	303.000 €	117.100 €	202.941 €	93.456 €	716.497 €
SUMA	954.133 €	365.705 €	460.279 €	267.017 €	2.047.134 €



Programa: **COMUNICACIÓN CUÁNTICA**

Título del Programa: **PROGRAMA COORDINADO DE COMUNICACIONES CUÁNTICAS**

Comunidad Autónoma: **COMUNITAT VALENCIANA**

PLAN DE TRABAJO

La presente solicitud es una versión revisada de la presentada en abril de 2022, ajustada para adaptarse al presupuesto final concedido que, en su totalidad corresponde aproximadamente a un 60 % de lo solicitado. De las 5 líneas propuestas, dos, concretamente la 2 y la 3, se han identificado (tras las oportunas consultas con los responsables científicos del Plan) como las de mayor alineamiento con el plan complementario ya en marcha y, por consiguiente, su base de financiación se ha ajustado al 75 % del presupuesto original. Las otras tres líneas (la 1, 4 y 5), identificadas como menos alineadas por diversos motivos, se han ajustado al 40 % del presupuesto original. En cualquier caso, la cifra global de la propuesta de financiación se ajusta a la cantidad aprobada.

Lógicamente, la reducción en el presupuesto acarrea una intensidad moderadamente reducida en los objetivos de las líneas 2 y 3, que si bien se mantienen se desarrollarán de forma más limitada; reduciendo el número de rondas de fabricación para ajustarse al presupuesto. Por otro lado, en las líneas 1, 4 y 5 se reducirán las actividades de forma más apreciable. En el caso de la línea 1 se reducirá la fabricación de bloques funcionales de diseño a un número compatible con el presupuesto final. Respecto a la línea 4, por su carácter teórico, el presupuesto abarcará los costes de personal dedicados a la actividad de reducción de parámetros. Finalmente, la línea 5 presenta una colaboración muy ambiciosa con muchos socios y áreas externas, por lo que el peso de esta y la posible participación queda diluida; por ello, se estima que con la financiación propuesta debería ser suficiente para poder llevar a cabo las tareas propuestas en un entorno colaborativo tan amplio.

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El objetivo principal de esta solicitud es el desarrollo de actividades investigadoras de primer nivel en el campo emergente de la fotónica integrada para comunicaciones cuánticas, así como proporcionar apoyo a las líneas ya en marcha dentro del Plan Complementario. La solicitud



incluye también actividades de carácter más básico orientadas hacia el desarrollo de modelos de gemelos digitales cuánticos y la comunicación cuántica entre procesadores híbridos que se estima complementan otras ya en marcha dentro del plan.

La **fotónica integrada** se ocupa del diseño, fabricación, encapsulado y caracterización de chips fotónicos en los que la información se transmite y procesa por medio de señales luminosas. Es una tecnología habilitadora de múltiples campos de aplicación, debido a las propiedades que presentan estos chips en términos bajas pérdidas, gran ancho de banda y alta velocidad de proceso, y peso, tamaño y consumo de potencia reducidos. Estas ventajas son de relevancia muy especial en el contexto de los sistemas de procesamiento cuántico de la información mediante técnicas fotónicas. Las actuaciones que se proponen se orientan a aprovechar la capacidad y liderazgo mundial que la Comunitat Valenciana tiene en el campo de la fotónica integrada, tanto desde el punto de vista científico y tecnológico, como de empresas de base tecnológica en su implantación de sistemas de comunicaciones y procesamiento cuántico.

En concreto, una primera parte del programa se enfoca en la investigación y desarrollo de circuitos fotónicos integrados de aplicación específica (ASPIC), que permitan la producción y detección de fotones, así como la implementación de nuevos protocolos de distribución de llave cuántica (*Quantum Key Distribution*, QKD) y el procesamiento de las señales cuánticas para aplicaciones como, por ejemplo, la generación cuántica de números aleatorios (*Quantum Random Number Generation*, QRNG) o la computación cuántica. Los actores principales de la Comunitat Valenciana mantienen colaboraciones con entidades de otras comunidades autónomas que involucran diversas tecnologías (silicio, nitruro de silicio e InP) en colaboración con ICFO, la empresa QuSide, el Instituto de Microelectrónica de Barcelona del Centro Nacional de Microelectrónica del CSIC (CNM) y la Universidad de Vigo.

Una segunda parte del programa se enfoca hacia la investigación, diseño, fabricación y encapsulado de **chips fotónicos programables** (equivalentes a las FPGAs electrónicas) que emulen la acción de operadores matriciales $N \times N$ lineales y reconfigurables. Ello puede realizarse de forma muy versátil a través de mallas 2D de guías de ondas ópticas integradas programables que pueden implementar matrices de campo cuánticas programables (*Quantum Field Programmable Photonic Arrays*, QFPPGA). Este concepto ha sido desarrollado de forma preliminar en la Comunitat Valenciana. En esencia, esta parte consiste en desarrollar e implementar el concepto de QFPPGA mediante la incorporación de fuentes de un solo fotón integradas como elemento adicional y de detectores cuánticos externos, demostrando diferentes funcionalidades de utilidad en procesamiento y comunicación cuántica.

La tercera parte se enfoca al **desarrollo de las plataformas tecnológicas de fabricación de microchips fotónicos**, habilitadoras de las aplicaciones. Existen líneas piloto de fabricación de chips híbridos en semiconductor dentro de la Comunitat Valenciana (basadas en silicio y en semiconductores del grupo III-V). Existe una tecnología de nitruro de silicio establecida en el



IMB-CNM. En la Zona Franca de Vigo se está implantando la fábrica de semiconductores III-V. La UPVfab está desarrollando los flujos de proceso de fotónica integrada híbrida para combinar chips de silicio y de semiconductores III-V.

La parte de carácter más básica del programa propuesto se orienta, por una parte, hacia el diseño de entornos de modelado con gemelos digitales empleando tecnologías cuánticas (cuarta parte) y, por otra (quinta parte) hacia el diseño de qubits magnéticos para el establecimiento de canales de comunicación coherente entre dos procesadores híbridos, formados por espines moleculares acoplados a un resonador, mediante un circuito superconductor.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Línea de Actuación 1: Integración fotónica de sistemas cuánticos (*Photonic integration of quantum systems*).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Los sistemas de óptica cuántica tradicionales adolecen de serios problemas de estabilidad, coste y escalabilidad, al ser en su mayoría ensamblados de componentes discretos, como fuentes de luz, divisores de potencia, combinadores, interferómetros, fotodetectores, etc. Son voluminosos y no son estables a nivel mecánico y térmico, lo cual impide su despliegue en muchos entornos fuera de laboratorio. El coste es elevado ya que implican una gran labor de ensamblado y alineado manual, y un encapsulado hermético para evitar contaminación en el camino de propagación óptico. Y también debido a esto, su escalabilidad a arquitecturas más complejas o volúmenes de producción mayores está muy limitada.

La integración en chip viene a dar solución a todos estos problemas ya que, miniaturizando estos sistemas en un circuito integrado fotónico, se obtienen ganancias en estabilidad al estar todo bajo el mismo sustrato monolítico, y se puede replicar en masa a costes muy bajos mediante fotolitografía, como hace la industria electrónica a día de hoy.

Sin embargo, todavía hay grandes obstáculos para que sistemas ópticos cuánticos (ej. para QKD, QRNG, computación) se puedan integrar industrialmente con el rendimiento y coste adecuado. Se requieren componentes como fuentes de fotones entrelazados, detectores de fotones únicos, o guías onda con unas pérdidas de acoplo y propagación ultra-bajas.

Los objetivos de esta actuación son dos: la investigación en el diseño de diversos componentes, que serían los bloques funcionales de circuitos integrados fotónicos para una aplicación cuántica específica (ASPICs para QKD, QRNG, computación), junto con su implementación en procesos de fabricación de semiconductores maduros y escalables a nivel industrial, y el desarrollo de los métodos y técnicas experimentales para caracterizar dichos diseños, de forma que se puedan retroalimentar los modelos compactos de los diseños con la información de test experimental de los chips.



Resultados esperados:

Las actuaciones concretas que se propone realizar son:

- ✓ Diseño y fabricación de diversos bloques funcionales específicos y circuitos para aplicaciones cuánticas, en plataformas de integración fotónicas de silicio, nitruro de silicio, dióxido de silicio y/o fosforo de indio, incluyendo: acopladores horizontales y verticales a fibra óptica, divisores y combinadores de potencia, resonadores, interferómetros, fuentes, detectores.
- ✓ Caracterización y test de los chips fabricados, ya sea a nivel de chip como a nivel de oblea, mediante técnicas fotónicas clásicas y cuánticas. Desarrollo de portadores para ensamblar los chips fotónicos con sistemas cuánticos para su testeo de forma que se permitan las conexiones eléctricas y ópticas simultáneamente con un control térmico incluido. Estudio de tolerancias de fabricación y optimización de los modelos compactos en base a las medidas experimentales.

El cronograma se muestra a continuación:

Actuación	Año 1				Año 2			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1.1 Diseño y fabricación								
1.2 Caracterización y test								

Línea de Actuación 2: Fotónica Integrada programable para comunicaciones y computación cuántica (*Programmable integrated photonics for quantum communications and computing*).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: La fotónica integrada programable (PMP) busca diseñar configuraciones comunes de hardware óptico integrado que puedan implementar una amplia variedad de funcionalidades mediante una programación adecuada. En particular para el procesamiento cuantico es de interés la posibilidad de realización de transformaciones matriciales lineales reconfigurables y la incorporación de una fuente y detectores cuánticos externos. La mayoría de los circuitos propuestos no proporcionan la flexibilidad necesaria para la interconexión dinámica entre los diferentes subsistemas o bloques de procesamiento necesarios.

El objetivo de esta actuación reside en el desarrollo de un dispositivo novedoso: una Matriz Cuántica de Puertas Fotónicas Reconfigurables o *Quantum Field Programmable Photonics Gate Array* (QFPPGA), que se muestra en la Figura 1 y que es capaz de proporcionar dicha flexibilidad.

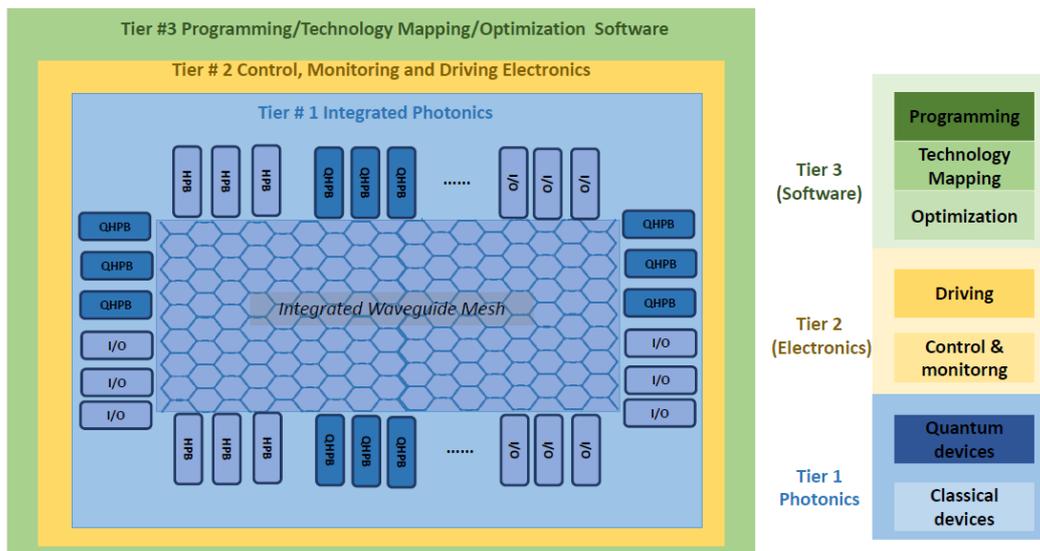


Figura 1: Esquema general de la arquitectura Q-FPPGA con el núcleo Q-FPPGA conectado a puertos ópticos, Bloques clásicos de Alto rendimiento y Bloques cuánticos de Alto rendimiento en donde la ilustración muestra un detalle de los tres niveles que describen la arquitectura física y desde la perspectiva del software.

Resultados esperados: Las actuaciones y resultados concretos son los siguientes:

- ✓ 2.1 Diseño y fabricación y encapsulado de un núcleo fotónico programable en tecnología de silicio o nitruro de silicio (matriz programable con al menos 50 puertos y bloques externos de altas prestaciones junto con una fuente y detectores externos).
- ✓ 2.2 Diseño y fabricación del plano electrónico de microcontrol de la QFPPGA.
- ✓ 2.3 Diseño y elaboración de la capa de software de programación control de la QFPPGA.
- ✓ 2.4 Ensamblaje y demostración del dispositivo en prueba de campo coordinada con otros participantes del plan complementario.

El cronograma de actuaciones se muestra a continuación:

Actuación	Año 1				Año 2			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
2.1								
2.2								
2.3								
2.4								



Línea de Actuación 3: Fotónica integrada híbrida (Hybrid photonic integration).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: Las tecnologías de fotónica integrada desarrolladas y disponibles en el mercado, están basadas en silicio (silicio y nitruro de silicio) por una parte, y en semiconductores de grupo III-V (compuestos de fósforo de indio y arseniuro de galio) por otra.

Por las distintas propiedades físicas de estos materiales (rango de longitudes de onda de transparencia, “bandgap” y su característica -directo o indirecto-, pérdidas de absorción y contraste de índice), ninguna de ellas puede dar solución a todos los sistemas en un microchip fotónico. Mientras que en silicio se obtienen los chips más compactos, y en nitruro de silicio los de más bajas pérdidas, solamente los semiconductores III-V proporcionan generación y amplificación de luz de forma energéticamente eficiente. En cuanto a longitudes de onda de trabajo (que vienen marcadas por la aplicación a perseguir), el nitruro de silicio puede guiar luz desde el visible al infrarrojo medio, mientras que el silicio lo hará para longitudes de onda de infrarrojo cercano o superiores. Estas características físicas fundamentales abocan al desarrollo de plataformas de fabricación híbridas, que permitan combinar chips de silicio y de semiconductores III-V.

El objetivo de esta actuación es la investigación, el desarrollo y el establecimiento de una plataforma de fotónica integrada híbrida, basada en la combinación de silicio y materiales del grupo III-V, que posibilite el desarrollo de aplicaciones cuánticas.

Resultados esperados:

Las actuaciones y resultados esperados en esta línea son:

- ✓ 3.1. Co-diseño de estructuras de capas en tecnologías de silicio, epitaxias de semiconductores III-V, y flujos de proceso asociados para su hibridación.
- ✓ 3.2. Definición de procesos de hibridación basados en técnicas “die-bonding”, “flip-chip” o “micro-transfer printing”.
- ✓ 3.3. Diseño, desarrollo y demostración experimental de los “building blocks” básicos en las tecnologías individuales de silicio y semiconductores III-V, y de aquellos que permiten la interconexión de las mismas para cada proceso de hibridación.
- ✓ 3.4. Fabricación de las tecnologías de silicio, semiconductores III-V, y puesta a punto de la plataforma de fotónica integrada híbrida que combine dichas tecnologías.
- ✓ 3.5: Demostración de circuitos fotónicos integrados para aplicaciones cuánticas, basados en dichas plataformas.



El cronograma de actuaciones se muestra a continuación.

Actuación	Año 1				Año 2			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								

Línea de Actuación 4: Entornos de modelado con gemelos digitales empleando tecnologías cuánticas (*Modeling environments with digital twins using quantum technologies*).

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación: El problema de “la maldición de la dimensionalidad” es el reto más importante para la construcción e implementación de modelos de gemelos digitales tanto para la simulación de procesos industriales como para el desarrollo terapias basadas en la llamada medicina de precisión. Una estrategia para evitar este problema es la extracción de la información mínima que permite replicar con fiabilidad el modelo real. Esta técnica es conocida con el nombre de Reducción de Modelos (*Model Order Reduction MOR*, en inglés). El objetivo de esta línea es el adaptar los desarrollos previamente obtenidos en la Reducción de Modelos para la construcción de entornos de modelado para gemelos digitales basados en tecnología cuántica.

Resultados esperados: La formulación matemática orientada a la modelización y que se ajuste a los requerimientos del entorno cuántico. El diseño de los algoritmos tendrá en cuenta tanto los requerimientos de este entorno como el uso de manera óptima de las capacidades computacionales de este tipo de sistemas.

Línea de Actuación 5: Comunicación cuántica entre procesadores híbridos (*Quantum communication between hybrid processors*).

Breve resumen de los objetivos y resultados esperados de esta línea de actuación: Desarrollar un procesador cuántico híbrido basado en moléculas magnéticas acopladas a resonadores superconductores en colaboración con el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA) y centros europeos de excelencia y gigantes tecnológicos (*Keysight* e *IBM*). Esta acción persigue diseñar las mejores moléculas, tanto desde el punto de vista de la coherencia cuántica como de su estabilidad y acoplamiento con el resonador, para crear una tecnología que permita comunicar diversos procesadores entre sí, lo que supondría alcanzar un nivel de escalado superior, del orden de 100 moléculas en cada resonador, hasta 103 resonadores en cada chip,



manteniendo todavía un nivel de complejidad aceptable (un único chip integrado). Se explorará la posibilidad de diseñar moléculas que permitan generar entrelazamiento entre los qubits de espín y fotones propagantes y actuar como un transductor cuántico entre las microondas y la óptica.

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	402.750 €	338.725 €	275.630 €	152.566 €	1.169.671 €
FONDOS AUTONÓMICOS	216.865 €	182.390 €	148.417 €	82.151 €	629.823 €
SUMA	619.615€	521.115 €	424.047€	234.717 €	1.799.494 €



Programa: **ENERGÍA E HIDRÓGENO RENOVABLE**

Título del Programa: **ACCIONES ESTRATÉGICAS BASADAS EN EL HIDRÓGENO PARA TRANSFORMAR EL PARADIGMA ENERGÉTICO ACTUAL Y MINIMIZAR LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Comunidad Autónoma: **CANTABRIA**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El principal objetivo de la propuesta es complementar y enriquecer las acciones ya previstas en el Programa de I+D+i en el área “Energía e Hidrógeno Renovable”, aprovechando la contrastada experiencia investigadora que las instituciones de I+D de la Comunidad Autónoma de Cantabria, encabezadas por la Universidad de Cantabria, pueden aportar en esta área. Particularmente, las actuaciones que se proponen se han planteado no solo evitando duplicidades y solapamientos con lo ya establecido en el Programa actualmente en marcha, sino de forma que la incorporación de la Comunidad Autónoma de Cantabria supondrá un impulso y mejora de los objetivos de las dos siguientes Líneas de Actuación (LA): “LA 5: Generación de biocombustibles a partir de hidrógeno y CO₂”; y “LA 10: Usos de hidrógeno en el sector industrial para reducción de emisiones de CO₂ y como agente químico.”

Las actuaciones planteadas proponen desarrollar en Cantabria procesos electroquímicos que permitan la conversión de CO₂ en productos con valor añadido y portadores de hidrógeno. Concretamente, se trabajará en el desarrollo de prototipos que, acoplados a instalaciones de producción de energía renovable, permitan utilizar electricidad renovable con el objetivo de transformar el CO₂ y almacenar químicamente esa energía produciendo ácido fórmico. Además de sus múltiples usos industriales, el ácido fórmico está despertando interés como un compuesto prometedor para almacenar hidrógeno en productos líquidos. En el marco del desarrollo del Programa, la conversión de CO₂ por vía electroquímica no aparecía reflejada de forma específica en el actual desarrollo de la LA 5, por lo que la incorporación de Cantabria mejorará la calidad e impacto de los objetivos científico-técnicos, ofreciendo la posibilidad de



incorporar una tecnología para valorizar CO2 en productos de interés y almacenar a la vez químicamente energía renovable.

Asimismo, Cantabria propone complementar los objetivos de la LA 10 colaborando en el uso de hidrógeno renovable como agente químico en la producción de caucho sintético, proceso productivo relevante para el tejido industrial de Cantabria, pero además con una gran aplicabilidad y capacidad de transferencia de *know-how*. Específicamente, se realizará una demostración que integrará un sistema de generación de hidrógeno solar fotovoltaico mediante un electrolizador que producirá el hidrógeno para alimentar al reactor de hidrogenación del caucho. De estas acciones no solo se beneficiará de forma directa industria relevante para Cantabria, intensiva en hidrógeno como reactivo químico, como la industria de fabricación del caucho sintético, sino contribuirá a enriquecer los objetivos de cohesión territorial y a potenciar la sinergia con las CC.AA. ya implicadas en el Programa de I+D+i “Energía e Hidrógeno Renovable”. Además, para la Comunidad Autónoma de Cantabria la participación en el Plan Complementario de Energía e Hidrógeno Renovable tiene como objetivo estratégico el proporcionar un impulso a la serie de iniciativas del Gobierno de Cantabria que se están desarrollando orientadas a la promoción del hidrógeno, incentivando el uso de hidrógeno verde en el tejido industrial de la Comunidad Autónoma de Cantabria para contribuir a su descarbonización.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Línea de Actuación: Impulso complementario a la Línea de Actuación 5: Generación de biocombustibles a partir de hidrógeno y CO2

El Acuerdo del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, por el que se establece el marco para la implementación de los Planes Complementarios que forman parte del componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, denominado “Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación”, en el desarrollo del Programa de I+D+i en el área “Energía e Hidrógeno Renovable”, establece la “Línea de Actuación 5: Generación de biocombustibles a partir de hidrógeno y CO2”. Los objetivos generales a abordar en esta Línea de Actuación (LA) 5 contemplan el desarrollo de procesos biológicos y termocatalíticos para obtener combustibles y precursores químicos de alto valor añadido. Sin embargo, en el desarrollo actual de la LA 5 no parecen considerarse de forma específica el desarrollo de procesos innovadores de conversión electroquímica. Las tecnologías electroquímicas están recibiendo una creciente atención e interés en la investigación en este ámbito, debido a que ofrecen la ventaja de poder operar en condiciones de temperatura y presión ambiente, y, además, pueden acoplarse a fuentes de energía renovable, apareciendo



como una excelente opción futura para almacenar energía procedente de fuentes renovables, como la energía solar o eólica, y apoyar así al balance estacional de reservas energéticas y /o productos de interés. En ese sentido, el desarrollo de procesos para la conversión electroquímica de CO₂ acoplados a fuentes de energía renovables, además de permitir la valorización del CO₂ capturado obteniendo combustibles o productos químicos convencionalmente derivados del petróleo, permitirían a la vez almacenar energía eléctrica en forma química, lo que se ha destacado como un aspecto clave para nivelar las fluctuaciones entre producción y demanda en fuentes de energía renovables intermitentes.

En consecuencia, la Comunidad Autónoma de Cantabria propone complementar los objetivos y resultados previstos actualmente en la LA 5 trabajando en el desarrollo de procesos electroquímicos de conversión del CO₂. En este sentido, las capacidades científico-técnicas de su ecosistema de investigación e innovación, encabezado en este ámbito por la Universidad de Cantabria, garantizan la creación de sinergias con el resto de las actuaciones propuestas en el Plan Complementario, de tal forma que se genera valor añadido por encima de lo puramente incremental. Para ello, Cantabria cuenta con grupos de investigación con experiencia contrastada y de relevancia en este ámbito a nivel internacional desde hace más de una década como garantía total de la citada generación de valor en el marco del Plan Complementario. Las actuaciones que propone Cantabria tendrán como objetivo el desarrollo de procesos que permitan la reducción electroquímica del CO₂ en productos químicos con valor añadido y portadores de hidrógeno. Particularmente, Cantabria plantea impulsar y complementar los objetivos de la LA 5 integrando en ellos el trabajar en el desarrollo de prototipos (TRL >4) que, acopladas a instalaciones generadoras de energía renovable, permitan producir ácido fórmico a partir de CO₂ usando excedentes de energía renovable. La conversión de CO₂ por vía electroquímica es un proceso complejo en cuyo funcionamiento influyen múltiples variables. Además de explorar la utilización de nuevos materiales como catalizadores de la reacción electroquímica de reducción del CO₂, las actividades propuestas pretenden avanzar en el desarrollo de estos procesos actuando sobre la configuración del electrodo y del reactor electroquímico en el que se lleve a cabo el proceso de conversión, que tienen también una gran influencia en su rendimiento.

Las actuaciones propuestas plantean perseguir la obtención de precursores químicos de valor añadido y portadores de hidrógeno a partir de CO₂, como el ácido fórmico, por una nueva vía que amplíe y complemente las ya contempladas en LA 5. Entre los posibles compuestos químicos que pueden obtenerse por conversión del CO₂, el ácido fórmico, o formiato dependiendo del pH, es un producto de gran interés. Aparte de sus usos industriales, se considera actualmente uno de los compuestos más prometedores para almacenar hidrógeno. Además, el ácido fórmico/formiato está atrayendo recientemente mucha atención como un candidato prometedor para ser usado como combustible en fuel-cells directas de ácido fórmico o formiato. Particularmente, dentro de las alternativas para el almacenamiento químico de hidrógeno en



productos líquidos, el ácido fórmico se considera uno de los compuestos más interesantes, con una densidad de almacenamiento de 53 g de hidrógeno por litro. Sin embargo, actualmente el ácido fórmico se produce principalmente mediante procesos termoquímicos basados en la carbonilación de metanol o mediante la oxidación de hidrocarburos, que tienen impactos ambientales negativos y son procesos de producción relativamente costosos que dependen principalmente de materias primas fósiles. Por tanto, la incorporación de Cantabria a esta línea de actuación permitiría complementar sus objetivos aportando su experiencia internacional en el desarrollo de procesos para la conversión de CO₂, por vías adicionales a las ya consideradas, dirigidos hacia la obtención de productos de interés como el ácido fórmico, prometedor portador de hidrógeno, que se obtendría mediante procesos sostenibles que combinan la utilización de CO₂ y el almacenamiento químico de energía renovable, reuniendo todos los elementos deseables para fomentar la economía circular del carbono.

Como resulta evidente, la flexibilidad derivada de poder utilizar corrientes de CO₂ prácticamente de cualquier fuente, facilita sobremedida la selección de posibles usuarios finales en la tecnología de ácido fórmico, por lo que se pueden considerar diferentes alternativas y avanzar en la generación y transferencia de conocimiento de una forma altamente transversal.

Particularmente, las actuaciones que propone la Comunidad Autónoma de Cantabria tienen gran potencial para impulsar y mejorar los objetivos científico-técnicos de dos líneas de actuación en particular: LA 5 y LA 10. Así, el desarrollo de procesos electroquímicos para la conversión de CO₂ en productos químicos con valor añadido y portadores de hidrógeno que se propone supone un complemento excelente para los objetivos ya establecidos en la LA 5. La incorporación de esta vía de conversión electroquímica, que no aparece reflejada de forma específica en el actual desarrollo de la LA 5, mejorará la calidad de los objetivos científico-técnicos, ofreciendo la posibilidad de incorporar una tecnología para valorizar CO₂ en productos de interés y almacenar a la vez químicamente energía renovable. De esta forma, el desarrollo de tecnologías electroquímicas de conversión de CO₂ despierta actualmente un altísimo interés, como demuestra el hecho de que son cada vez mayor foco de atención de investigación de excelencia a nivel europeo y mundial, atrayendo por tanto a diferentes empresas, que ven en la tecnología de electro-reducción una oportunidad de mejorar sus cuentas de resultados disminuyendo el coste de los derechos de CO₂ y valorizando como materia prima el CO₂ no emitido.

En ese sentido, las actuaciones propuestas por la Comunidad Autónoma de Cantabria tendrán un gran impacto científico-técnico a nivel internacional, dado que si bien en los últimos años se han producido notables avances en el estudio de la conversión electroquímica de CO₂ a escala laboratorio (TRL bajos), son escasas aún las demostraciones de prototipos a mayor escala operando en continuo, como la que plantea la Comunidad Autónoma de Cantabria con su incorporación a esta LA. Además, las acciones que propone la Comunidad Autónoma de



Cantabria permitirán la obtención a partir de CO₂ de ácido fórmico, que además de sus evidentes usos directos, es un prometedor portador de hidrógeno. El desarrollo con éxito de la propuesta que Cantabria plantea incorporar ofrecería como resultado la posibilidad de obtener ácido fórmico a partir de la valorización de CO₂ usando energía renovable, que unido a la creciente atención que el ácido fórmico está atrayendo como alternativa para almacenamiento químico de hidrógeno en productos líquidos, contribuiría impulsar la denominada “economía del hidrógeno”.

Las actuaciones propuestas suponen también un excelente complemento a las acciones ya previstas en la LA 10 relativa a los “usos de hidrógeno en el sector industrial para reducción de emisiones de CO₂ y como agente químico”. El desarrollo e implementación de sistemas de generación de hidrógeno renovable, como los que la Comunidad Autónoma de Cantabria proponen evaluar, no solo mejorará el alcance de los objetivos de la LA 10 del programa, sino que cabe esperar que tendrá un importante impacto positivo en el sector industrial del caucho sintético, sector de enorme relevancia tanto a nivel de la Comunidad Autónoma como a nivel estatal.

Línea de Actuación: Impulso complementario a la Línea de Actuación 10: Usos de hidrógeno en el sector industrial para reducción de emisiones de CO₂ y como agente químico.

En una transición energética medioambientalmente sostenible resulta especialmente relevante lograr abatir las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global. En este contexto, el desarrollo e implementación de sistemas de generación de hidrógeno verde a partir de energías renovables que sustituya a los procesos convencionales en base a combustibles fósiles se hace vital para el tejido industrial nacional y regional, en este último caso para la comunidad Autónoma de Cantabria. Esta situación es particularmente relevante en sectores productivos intensivos en hidrógeno como reactivo químico, como es el caso de los sectores industriales del amoníaco, metanol, refino petroquímico y la industria del caucho sintético.

En particular, la fabricación de cauchos hidrogenados (SEBS) representa un porcentaje muy alto de la producción de cauchos sintéticos en la Comunidad Autónoma de Cantabria (aproximadamente 120.000 t/año) lo que requiere de un proceso productivo auxiliar para la producción de hidrógeno mediante reformado de gas natural con vapor con una capacidad de producción de 1.200 Nm³/h de hidrógeno, para lo cual es necesario una potencia de combustión próxima a los 3 MW. El reformado de gas natural para la producción de hidrógeno conlleva cargas ambientales importantes, generando un elevado volumen de emisiones anuales fundamentalmente de CO₂, NO_x y SO_x.



En este contexto, surge la necesidad de emplear hidrogeno renovable en lugar de azul, gris o negro para la producción del caucho sintético, un “commodity” de especial relevancia para la Comunidad Autónoma de Cantabria en particular, y de España en general. De esta forma se plantea como principal objetivo el evaluar el uso de hidrógeno renovable en la fabricación de cauchos sintéticos y su posterior evaluación técnico-económica, de calidad de producto y su reducción de impacto ambiental debido a la eliminación de la generación de CO₂ en el proceso de obtención de hidrógeno (2,16 t CO₂/m³ gas natural). Se realizará una demostración (TRL 5-6) que integrará un sistema de generación de hidrógeno solar fotovoltaico mediante un electrolizador que producirá el hidrógeno para alimentar al reactor de hidrogenación del caucho (SEBS).

Una completa caracterización del producto final (físico- química, mecánica, estructural, etc.) será llevada a cabo para asegurar que cumple con las especificaciones del cliente, determinando la pureza mínima requerida en el proceso electrolítico del hidrógeno para este sistema productivo. Este enfoque demuestra una amplia transversalidad en la propuesta, aplicable a un proceso productivo relevante para el tejido industrial de la Comunidad Autónoma de Cantabria, pero cuya aplicabilidad y capacidad de transferencia de know-how resulta evidente.

Esta actuación encaja perfectamente y complementa la LA-10 por lo que se colaborará con las Comunidades Autónomas de Aragón, Asturias y el CSIC, previamente seleccionadas en este Plan Complementario, en el uso de hidrógeno renovable como agente químico en la fabricación de caucho y en desarrollar una metodología de simulación para la optimización de la configuración de plantas de producción de cauchos renovable en función de las características del campo eólico-fotovoltaico asociado, evaluando diferentes diseños conceptuales y estrategias de operación.

OPORTUNIDAD CIENTÍFICO-TÉCNICA

La propuesta de la Comunidad Autónoma de Cantabria no solo se ha realizado evitando duplicidades y solapamientos en líneas de actuación ya existentes en el Plan Complementario de Energía e Hidrógeno Renovable, sino que se ha planteado seleccionando aquellas actuaciones que ofrecen un mayor potencial para complementar y enriquecer las acciones ya previstas en el Programa de I+D+i en el área “Energía e Hidrógeno Renovable” y en las que las instituciones de I+D de la Comunidad Autónoma pueden aportar su contrastada experiencia investigadora. En este sentido, se ha realizado un importante esfuerzo por detectar aquellas sinergias que permitirán obtener el mayor valor añadido posible, y lograr así la transformación sustancial que busca la financiación europea a través del programa Next Generation.

Particularmente, las actuaciones que propone la Comunidad Autónoma de Cantabria tienen gran potencial para impulsar y mejorar los objetivos científico-técnicos de dos líneas de actuación en particular: LA 5 y LA 10. Así, el desarrollo de procesos electroquímicos para la conversión de CO₂ en productos químicos con valor añadido y portadores de hidrógeno que se



propone supone un complemento excelente para los objetivos ya establecidos en la LA 5. La incorporación de esta vía de conversión electroquímica, que no aparece reflejada de forma específica en el actual desarrollo de la LA 5, mejorará la calidad de los objetivos científico-técnicos, ofreciendo la posibilidad de incorporar una tecnología para valorizar CO₂ en productos de interés y almacenar a la vez químicamente energía renovable. De esta forma, el desarrollo de tecnologías electroquímicas de conversión de CO₂ despierta actualmente un altísimo interés, como demuestra el hecho de que son cada vez mayor foco de atención de investigación de excelencia a nivel europeo y mundial, atrayendo por tanto a diferentes empresas, que ven en la tecnología de electro-reducción una oportunidad de mejorar sus cuentas de resultados disminuyendo el coste de los derechos de CO₂ y valorizando como materia prima el CO₂ no emitido.

En ese sentido, las actuaciones propuestas por la Comunidad Autónoma de Cantabria tendrán un gran impacto científico-técnico a nivel internacional, dado que si bien en los últimos años se han producido notables avances en el estudio de la conversión electroquímica de CO₂ a escala laboratorio (TRL bajos), son escasas aún las demostraciones de prototipos a mayor escala operando en continuo, como la que plantea la Comunidad Autónoma de Cantabria con su incorporación a esta LA. Además, las acciones que propone la Comunidad Autónoma de Cantabria permitirán la obtención a partir de CO₂ de ácido fórmico, que además de sus evidentes usos directos, es un prometedor portador de hidrógeno. El desarrollo con éxito de la propuesta que Cantabria plantea incorporar ofrecería como resultado la posibilidad de obtener ácido fórmico a partir de la valorización de CO₂ usando energía renovable, que unido a la creciente atención que el ácido fórmico está atrayendo como alternativa para almacenamiento químico de hidrógeno en productos líquidos, contribuiría impulsar la denominada “economía del hidrógeno”.

Las actuaciones propuestas suponen también un excelente complemento a las acciones ya previstas en la LA 10 relativa a los “usos de hidrógeno en el sector industrial para reducción de emisiones de CO₂ y como agente químico”. El desarrollo e implementación de sistemas de generación de hidrógeno renovable, como los que la Comunidad Autónoma de Cantabria proponen evaluar, no solo mejorará el alcance de los objetivos de la LA 10 del programa, sino que cabe esperar que tendrá un importante impacto positivo en el sector industrial del caucho sintético, sector de enorme relevancia tanto a nivel de la Comunidad Autónoma como a nivel estatal.



PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	120.876 €	178.750 €	101.073 €	60.105 €	460.804 €
FONDOS AUTONÓMICOS	65.088 €	96.250 €	54.423 €	32.364 €	248.125 €
SUMA	185.964 €	275.000 €	155.496 €	92.469 €	708.929 €



Programa: **ENERGÍA E HIDRÓGENO RENOVABLE**

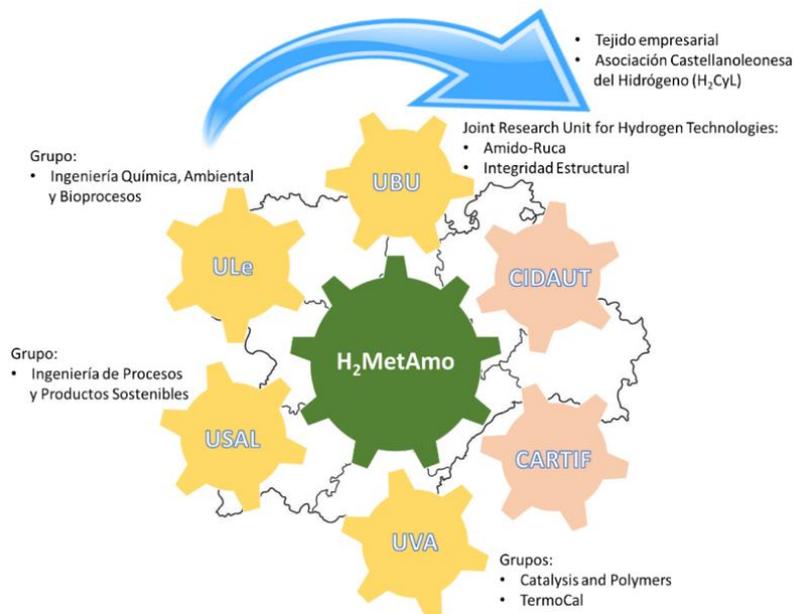
Título del Programa: **ACCIONES ESTRATÉGICAS BASADAS EN EL HIDRÓGENO PARA TRANSFORMAR EL PARADIGMA ENERGÉTICO ACTUAL Y MINIMIZAR LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Comunidad Autónoma: **CASTILLA Y LEÓN**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

La propuesta aúna los esfuerzos del sistema universitario público de Castilla y León (universidades de Burgos -UBU-, León -ULe-, Salamanca -USAL- y Valladolid -UVA-, que aportan su potencial docente e investigador, concretado inicialmente en los grupos que se describen es esta memoria) y centros tecnológicos (Cidaut y Cartif), con el apoyo de numerosas empresas de ámbito regional y nacional y de la Asociación Castellano-leonesa del Hidrógeno (H2CyL) para abordar una economía distribuida en torno a los portadores de hidrógeno de consumo directo.





Se trata, por tanto, de un proyecto de región, de desarrollo de tecnología y, a su vez, de generación de una red o ecosistema cruzado de investigación e innovación dirigido al desarrollo de tecnología con impacto en el sector productivo. A su vez, este ecosistema se complementa con una propuesta formativa en este ámbito, con un máster de 60 ECTS con prácticas en empresas y formación preferentemente dual, al amparo de la KIC EIT InnoEnergy, con la que ya se tiene un convenio marco.

Las actuaciones de este proyecto se integran en el resto de las acciones ya acordadas en el marco de la «energía y el hidrógeno» que abordan otros aspectos de la generación o aprovechamiento del hidrógeno, complementándolos. En la cadena de valor del hidrógeno verde, que incluye la generación, transporte y empleo, y a diferencia del resto de proyectos, **H2MetAmo** incluye su transformación en portadores como el amoníaco o el metano, cuya utilización es inmediata y directa en la industria actual, representando un consumo garantizado en la industria sin adaptación adicional.

Por tanto, la propuesta se basa en el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de hidrógeno verde transformándolo en amoníaco y metano como portadores de uso industrial inmediato. La innovación consiste en el diseño de plantas modulares para una economía distribuida. Estas plantas parten de los procesos Haber-Bosch y Sabatier, de más de 100 años, que aprovechan una economía de escala para conseguir eficiencia energética y económica. Por tanto, **el objetivo consiste en el desescalado a una propuesta modular, que sea viable técnica y energéticamente**. Para ello, se abordarán retos en tres grandes bloques: a) diseño de materiales; b) estudio de catalizadores para eficiencia a pequeña escala; y c) optimización de sistemas de presión y temperatura. Y todo ello con una visión de desarrollo industrial, de diseño de planta en esa menor escala. Sin embargo, dadas las dimensiones del proyecto se propone el diseño, pero no la construcción de las plantas, que deberá contar con las empresas que ya han mostrado interés en el proyecto. Se propone, además de la realización del diseño, la demostración, en prueba concepto, de la viabilidad de las tecnologías desarrolladas.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

El Plan descrito, y las líneas de actuación propias de esta propuesta, es complementario con las líneas ya existentes, establecidas en el Convenio Marco para la realización de un programa de I+D+i en el marco del Plan Complementario en el Área de Energía e Hidrógeno Verde, al aprovechar de manera eficiente el hidrógeno generado, transformándolo y valorizándolo aún más.



Las diferentes líneas de actuación del Convenio Marco se han separado en cuatro grandes bloques:

B1. Generación de H₂ a través de la combinación de las principales tecnologías de producción y fuentes energéticas sostenibles (LIA1. Electrólisis de baja temperatura -PEM, Alcalina y AEM- en combinación con energía renovable; LIA2: A baja temperatura a partir de energía eólica off-shore; LIA3: A alta temperatura a partir de energía renovable y mediante el aprovechamiento de calores residuales; LIA4: Generación de H₂ y biometano a partir de biomasa ; LIA 5: Generación de biocombustibles a partir de H₂ y CO₂).

B2. Almacenamiento y distribución de H₂, (LIA6: Desarrollo de sistemas para el almacenamiento a presión y suministro de hidrógeno verde; tanques para almacenamiento de H₂ comprimido mejorados en seguridad, usabilidad y reciclado. Diseño y construcción de estaciones de repostaje de H₂ para diferentes tipos de vehículos).

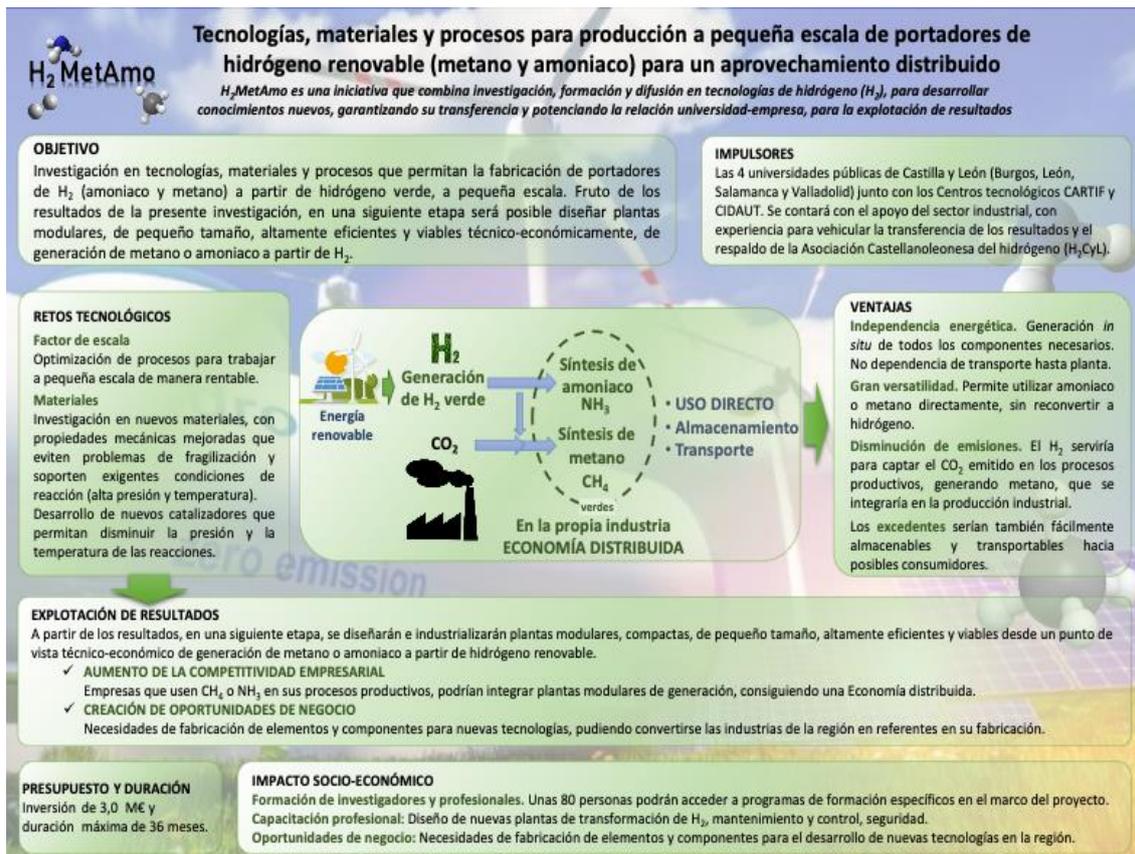
B3. Usos de hidrógeno (LIA7: En transporte pesado, sector aéreo y marítimo; LIA8: En el sector industrial y combustión; LIA9: En el sector industrial y doméstico empleando Pilas de Combustible; LA10: Para reducción de emisiones de CO₂ y como agente químico).

B4. Por último, se llevará a cabo actividades transversales como análisis tecno-económicos, la difusión de los resultados y el lanzamiento de los modelos de utilidad (LIA11: Estudios técnico-económicos y lanzamiento al mercado de modelos de utilidad. Actividades de difusión, formación y capacitación de nuevos investigadores; LIA12: Coordinación general del proyecto; LIA13: Puesta en marcha del Centro Nacional de Investigación de Almacenamiento Energético).

Así, la consecución de hidrógeno de la manera más eficiente se complementa con su transformación en biocombustibles y en portadores de uso directo, o que admiten un transporte más sencillo y menos peligroso, como metano o amoniaco respectivamente, propuesta que se integra y contempla en la Líneas de Actuación 5.

El proyecto se completa abordando las líneas LIA11 y LiA12, al contemplar actividades de difusión, formación y capacitación de nuevos investigadores y trabajadores, así como aspectos de coordinación de los socios del propio proyecto, de los posibles interesados en sus resultados, y de la integración de los grupos de trabajo con aquellos de otras Comunidades que trabajen en ámbitos complementarios.

La infografía siguiente recoge de forma divulgativa los objetivos del proyecto, los impulsores, los retos, las ventajas a conseguir, los resultados previstos e impacto socioeconómico:



Conjugando las líneas de investigación de diferentes grupos de investigación de la región con las oportunidades que ya están abordando empresas del entorno se propone el estudio de las siguientes líneas en el marco de la cadena de valor del hidrógeno.

Las líneas de actuación, de forma resumida, se recogen a continuación vinculadas a los objetivos del proyecto global:

Línea de Actuación 5.A: Desarrollo de plantas compactas y eficientes de metano como portador de hidrógeno.

El hidrógeno generado servirá también como sumidero de monóxido y dióxido de carbono, generando metano, que además puede transportarse fácilmente por los sistemas ya existentes de gas natural para su empleo en otros puntos. La metanación de CO₂ y CO está gobernada por reacciones de equilibrio, que generan metano y agua, y se encuentra favorecida a presiones medias (20-100 bar) y temperaturas «controladas» (para no ralentizar las cinéticas). Son, por



tanto, catalíticas y en los reactores se deben conjugar equilibrios químicos y cinética (por eso temperaturas mayores de 250 °C).

Esta línea se divide en varias subactuaciones:

5.A.1.- Estudios y servicios para abordar la fragilización de los materiales metálicos por causa del hidrógeno, a diferentes presiones y temperaturas, así como el diseño de materiales multicomponente para la construcción de tuberías, cambiadores, reactores y piecería. Se incluye la evaluación de los materiales habituales, así como la propuesta y desarrollo de materiales alternativos, su caracterización, y la evaluación de sus posibilidades de fabricación.

5.A.2.- Catálisis. El desarrollo de catalizadores (antes de Níquel sobre alúmina y en la actualidad basados en Rutenio, Rodio, Platino y Paladio) admiten una evolución importante, con el fin de reducir temperatura y presión con conversiones y rendimientos suficientes, prestando también atención a los soportes empleados y la estructura catalizador/soporte, al desplazarse la reacción hacia la formación del metano cuando se captura el agua generada. Se incluye la evaluación bibliográfica y el estudio de posibilidades de modificación estructural de catalizadores ya existentes, la fabricación de catalizadores y soportes para pruebas experimentales, la determinación de los rendimientos de fabricación y de las cinéticas de reacción con los nuevos catalizadores por efecto de las condiciones de operación, la determinación de los modelos de catálisis y adecuación de parámetros según los resultados experimentales, así como la propuesta de procedimientos de fabricación.

5.A.3.- Diseño, desarrollo y experimentación de los reactores de metanación y evaluación del proceso comercial-real para establecer las características del caso base. El desarrollo de sistemas más eficientes, que permitan la salida del agua, por ejemplo, mediante lechos fluidizados que recogen los catalizadores, separan el agua y se retornan la proceso, es fundamental para conseguir la eficiencia que haga viable la construcción de pequeñas plantas. Del mismo modo la integración de sistemas térmicos para optimizar las condiciones de reacción se convierte también en fundamental. Se incluye el desescalado de los reactores industriales de lecho fijo (mejoras en la regulación térmica por el empleo de reactores «pequeños»), el diseño de reactores catalizados de lecho fijo, para pequeñas producciones, con reevaluación de mejora de control (P y T) para incremento de rendimientos y cinéticas, y la valoración y diseño de reactores de lecho fluidizado y su integración en la planta modular.

5.A.4- Despliegue: dimensionado de una planta para la producción deslocalizada de metano a partir de CO₂ e H₂ renovable. Simulación del proceso completo para determinar las estrategias de operación del proceso desde el punto de vista transitorio (HYSIS y gProms) y optimización (GAMS). Evaluación de la instrumentación base y elementos de seguridad. Establecimiento de los requisitos para el dimensionado de una planta piloto experimental.



Esta línea cumple con el objetivo de la LIA 5. a) “Desarrollo de tecnologías para convertir CO₂ con hidrógeno renovable en biometano por procesos químicos/catalítico, biológicos y termocatalíticos”.

El desarrollo de los diferentes aspectos indicados (materiales y su fragilización, catalizadores, diseños optimizados de reactores y dimensionado y simulación), debe permitir alcanzar el objetivo de diseñar plantas modulares, compactas, de pequeño tamaño, altamente eficientes y viables desde un punto de vista técnico-económico de generación de metano a partir de H₂ renovable.

Línea de Actuación 5.C. Desarrollo de plantas compactas y eficientes de portadores de hidrógeno (amoniaco).

Aborda el almacenamiento de hidrógeno mediante su conversión en amoniaco, portador que puede emplearse directamente –para la obtención de fertilizantes o como reactivo químico–, evitando los transportes a larga distancia del hidrógeno, y también como combustible total o parcialmente deshidrogenado en aplicaciones de transporte o industriales.

Aunque el proceso de síntesis se trata de un proceso convencional, los procesos industriales para producciones reducidas estaban siendo desestimados por economía de escala. Sin embargo, la disponibilidad de hidrógeno verde en plantas industriales (obtenido, por ejemplo, mediante electrolizadores), hace que las grandes compañías vuelvan a abordar el diseño de plantas productoras más pequeñas. La necesidad de elevadas presiones y temperaturas (300 bar y 400-500 °C), con el consiguiente consumo energético, hace que se investigue en su posible reducción por varias vías, que se abordan en las líneas de acción.

Esta línea se divide en varias subactuaciones:

5.C.1.- Común a la subactuación 5.A.1. al emplearse el hidrógeno como materia prima para la producción de amoniaco.

5.C.2- Desarrollo de catalizadores modificados. Se trabajará en la modificación y sustitución tanto de catalizadores como de soportes, con el objetivo de disminuir las presiones y temperaturas necesarias para llegar a rendimientos que sobrepasen el habitual 20% en obtención de amoniaco, con el consiguiente ahorro energético, también por disminución de la recirculación. Se incluye la evaluación bibliográfica y el estudio de posibilidades de modificación estructural de catalizadores ya existentes, la fabricación de catalizadores y soportes para pruebas experimentales, la determinación de los rendimientos de fabricación y de las cinéticas de reacción con los nuevos catalizadores por efecto de las condiciones de operación, la determinación de los modelos de catálisis y adecuación de parámetros según los resultados experimentales, así como la propuesta de procedimientos de fabricación.



5.C.3- Diseño de sistemas de presurización más eficaces. Incluye la evaluación de las propiedades termofísicas de las mezclas de H₂/N₂ orientadas al proceso de compresión para la síntesis de amoníaco y la simulación del comportamiento del proceso de compresión para la determinación de parámetros de diseño y operación de los compresores.

5.C.4- Diseño, desarrollo, experimentación y fabricación de reactores de síntesis de NH₃ a partir de H₂ renovable a escala laboratorio y evaluación del proceso comercial-real para establecer las características del caso base. El diseño integrado de lechos fijos convencionales junto con el sistema de gestión térmica es fundamental para alcanzar la mayor eficacia. También, el diseño de lechos fluidizados que trabajen a presión permitirá sistemas más eficientes, aunando parámetros de equilibrio químico y cinéticos. Se incluye el desescalado de los reactores industriales de lecho fijo definiendo: el diseño de reactores catalizados de lecho fijo modificados para pequeñas producciones -bajo condiciones (P y T) que mejoren los rendimientos y cinéticas, la configuración propuesta para reactores de lecho fluidizado, la evaluación industrial de su uso en fabricación de amoníaco y la valoración económica de las mejoras propuestas y el coste del producto obtenido.

5.C.5- Despliegue: establecer reglas de diseño para el dimensionado de una planta para la producción deslocalizada de amoníaco a partir de N₂ e H₂ renovable. Simulación del proceso completo para determinar las estrategias de operación del proceso desde el punto de vista transitorio (HYSIS, gProms). Evaluación de la instrumentación base y elementos de seguridad. Establecimiento de los requisitos para el dimensionado de una planta piloto experimental.

Esta línea cumple con el objetivo de la LIA 5, c) “Desarrollo de tecnologías biológicas y químicas/catalíticas para obtener precursores químicos de alto valor añadido y portadores de hidrógeno, como amoníaco”.

En concreto, su objetivo es establecer tecnologías que consigan fabricar amoníaco de manera rentable a menor escala, incrementando el rendimiento y/o disminuyendo la energía consumida, abordándose aspectos como la fabricación a medida de los reactores «pequeños» en que llevar a cabo el proceso de Haber Bosch modificado usando N₂ e H₂ renovable, los cuales no se encuentran en el mercado, como se recoge en algunas referencias recientes, así como la operación y control de estas, debido a las fluctuaciones en la producción del hidrógeno a partir de fuentes renovables.

Se abordarán las barreras que permitirán desarrollar sistemas productivos más eficientes, gracias al desarrollo de: i) evaluación de materiales; ii) nuevos catalizadores para la síntesis de NH₃ y CH₄ que permitan una situación de ahorro energético; iii) nuevos diseños de reactores a pequeña escala (desescalado y diseño integral). Se alcanzará el grado de demostración, para avanzar en la escala de TRL de 6 a 8, con el objetivo de aumentar la eficiencia en NH₃ del proceso del 20% actual al 40%.



Como objetivo último del proyecto se pretende el diseño de plantas modulares, compactas, de pequeño tamaño, altamente eficientes y viables desde un punto de vista técnico-económico de generación de amoniaco a partir de H2 renovable. Se pretende que esta tecnología se materialice en un futuro próximo en planta piloto, fuera del alcance del proyecto, con concurso de las muchas empresas interesadas en el proyecto, con el objetivo de crear nuevas oportunidades de negocio y aprovechamiento, tanto en las empresas que construyan las plantas como en los usuarios finales de la tecnología.

Línea de Actuación 11 (LA11): impulso a los recursos humanos especializados y a la I+D+i en tecnologías de hidrógeno

Esta línea se divide en varias subactuaciones:

11.1.- Formación y difusión: a) creación y potenciación de un máster propio en tecnologías de hidrógeno (60 ECTS). Esta formación **se desplegará en el marco del convenio que la UBU tiene con la KIC Innoenergy de la EIT**; b) acciones de difusión y fomento de todos los aspectos sociales, medioambientales y de divulgación científica (reunión de lanzamiento del proyecto con programa público de difusión, acciones en la noche de los investigadores, presentación en los medios locales, etc., utilizando los recursos de las Unidades de Cultura Científica de las Universidades).

11.2.- Atracción de talento: a) contratación de investigadores/as pre- y postdoctorales dirigidos a los grupos y centros de investigación del proyecto, con actividad conjunta; b) programa de intercambio de investigadores/as y tecnólogos/as visitantes de alto nivel.

11.3.- Consolidación, transferencia y sinergias: a) creación e impulso de un «Centro Regional de Excelencia en Tecnologías de Hidrógeno» constituido por los laboratorios, instalaciones y personal de los grupos de los diferentes centros y empresas, que aporta sus instalaciones y servicios. El núcleo del Centro será la «[Joint Research Unit for Hydrogen Technologies](#)» de la UBU; b) fomento de la colaboración entre las OTRIs de las universidades y centros tecnológicos y las empresas para la obtención de cofinanciación; c) impulso de la transferencia de los resultados de las investigaciones desarrolladas en este programa, tanto cruzadamente a los socios de este proyecto como a otras empresas interesadas; y d) diseño e implementación de un programa de promoción de empresas de base tecnológica en tecnología de hidrógeno.

El objetivo de estas actuaciones es formar personal específicamente en las tecnologías desarrolladas de conversión de hidrógeno en metano y amoniaco, pero también en cualquier otro aspecto necesario para el despliegue de las tecnologías del hidrógeno.

También se conseguirá la difusión y divulgación de las tecnologías desarrolladas entre la sociedad y entre el sector industrial. Asimismo, la creación de sinergias entre los grupos de investigación del proyecto y el sector industrial debe permitir la incorporación de la industria a la fabricación de plantas productoras (piloto o semiindustriales) empleando las tecnologías desarrolladas.



Línea de Actuación 12 (LA12): Coordinación del proyecto y generación de un ecosistema innovador en torno al hidrógeno verde.

El proyecto estará coordinado por el Consejo de Dirección (CD) que se apoyará en un Comité Científico-Técnico Asesor (CCTA). Las competencias del Consejo de Dirección son: a) aprobar y verificar la ejecución de las actuaciones conducentes al desarrollo de las líneas de acción. La ejecución se llevará a cabo por indicadores propuestos por el CCTA y aprobados por el Consejo; b) representar al consorcio del proyecto en el marco general del plan complementario nacional en el área de energía e hidrógeno verde; y c) definir las acciones complementarias en relación con lo que se establezca y acuerde en este plan; cualesquiera otras competencias que, dentro del ámbito de actuación del plan nacional y de este proyecto, resulten necesarias o razonables para su buen funcionamiento, así como aquellas otras que puedan serle atribuidas. El CD estará presidido por el Coordinador científico, y constituido por un representante de cada entidad participante en las líneas de acción, así como con un representante del CCTA, que estará constituido por las empresas/entidades que muestren interés en el proyecto. El CD se reunirá bimensualmente y cada seis meses se celebrará una reunión conjunta con el CCTA.

El CD y el CCTA velarán por el cumplimiento de los objetivos del proyecto, fomentando las sinergias entre grupos de investigación para alcanzar masa crítica en áreas claves, así como con el tejido industrial, como base de un ecosistema colaborativo de innovación y transferencia.

El objetivo global a alcanzar es la producción distribuida de metano y amoniaco verde a partir de la transformación de H2 verde, consiguiendo: i) generación de menor dependencia del exterior; ii) ahorro en gastos de transporte y logística, gracias al acoplamiento entre producción y uso y al almacenamiento del hidrógeno en forma de gases estables; iii) creación de una economía local que impulsa el desarrollo económico y social del entorno. Estas ventajas se enfrentan con un reto principal: la eficiencia de las plantas debido a la economía de escala.

La ejecución de las líneas de acción se llevará a cabo por los equipos de trabajo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Grupo/Centro	LIA 5A				LIA 5C					LIA 11	LIA12	
	1	2	3	4	1	2	3	4	5			
Amido-RUCA												
Catalysis and Polymers												
Integridad Estructural												
TermoCal												
Ing. Química, Ambiental y Bioprocesos												
Ing. de Procesos y Productos sostenibles												
CIDAUT												
CARTIF												



PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	1.065.636 €	118.170 €	341.289 €	228.765 €	1.753.860 €
FONDOS AUTONÓMICOS	573.804 €	63.630 €	183.771 €	123.181 €	944.386 €
SUMA	1.639.440 €	181.800 €	525.060 €	351.946 €	2.698.246 €



Programa: **MATERIALES AVANZADOS**

Título del Programa: **MATERIALES CON FUNCIONALIDADES AVANZADAS PARA LA NUEVA TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA**

Comunidad Autónoma: **CASTILLA-LA MANCHA**

PLAN DE TRABAJO

BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El programa de Materiales Avanzados se presenta con dos objetivos fundamentales:

- Fortalecer la actividad de I+D+i de CLM en el área de Materiales Avanzados, fomentando tecnologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente y favoreciendo la atracción de talento.
- Hacer converger dicha actividad con la de otras regiones, creando sinergias que aceleren el desarrollo tecnológico, contribuyendo a generar empleo de calidad y promoviendo la cultura científica.

Se han previsto acciones que confluyen perfectamente con las líneas de actuación recogidas en el programa de Materiales Avanzados presentado por el resto de las Comunidades Autónomas.

Por un lado, se describe una línea de actuación relacionada con la investigación en Grafeno y otros Materiales bidimensionales (2D) y una segunda línea en Materiales Inteligentes. La síntesis y modificación de dichos materiales se realizará siguiendo los principios de la Química Sostenible. Además, este proyecto abre rutas tecnológicas nuevas para preparar materiales inteligentes que emulen los tejidos biológicos. El carácter multidisciplinar del proyecto favorecerá que la tecnología alcanzada pueda ser utilizada en aplicaciones que van desde la ingeniería de tejidos o el diseño de sensores, al desarrollo de robots blandos colaborativos o sistemas biomecánicos. Todo ello con un aproximación fácilmente escalable y adaptada a requerimientos comerciales.

Por otro lado, se propone una línea de actuación encaminada a la colaboración e integración con las acciones llevadas a cabo en el resto de las Comunidades Autónomas, generando planes de postgrado conjuntos, incentivando la movilidad de estudiantes de doctorado e



investigadores jóvenes con grupos de otras comunidades que participan en el Programa, y difundiendo la investigación realizada, no solo a la comunidad científica sino al resto de la sociedad.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Línea de Actuación 1 (LA 1): Grafeno y otros materiales bidimensionales (2D).

Este tema constituye la iniciativa más emblemática lanzada por la UE en el área de los materiales (Graphene Flagship 2013-2023) en la cual participan investigadores de prácticamente todas las comunidades autónomas de nuestro país. En concreto, la Universidad de Castilla-La Mancha, es partner desde el inicio del programa en 2013. El grafeno y sus derivados han demostrado su utilidad en distintos sectores debido a sus únicas propiedades. Sin embargo, aún no existen muchos productos o dispositivos derivados de estos materiales en el mercado y ello es debido, principalmente, a problemas relacionados con su falta de regulación en organismos como ECHA y la necesidad de estudios acerca de su toxicidad, degradabilidad e impacto medioambiental. La línea de actuación que aquí se plantea pretende converger con las que ya se han planteado en otras comunidades autónomas, ofreciendo una investigación sobre de la síntesis de materiales 2D y combinaciones de estos con otros materiales, teniendo en cuenta el punto de vista de la **sostenibilidad**, así como los aspectos relacionados con la **transferencia** de estos materiales al sector industrial. Se estudiará tanto la síntesis y como la funcionalización de los materiales iniciales utilizando protocolos que se enmarquen dentro de la Química Sostenible, fácilmente escalables. Por otro lado, se llevará a cabo el control de sus características físico- químicas para dar lugar a materiales seguros y compatibles con el medio ambiente (safe- by- desing), que puedan pasar todos los controles exigidos para su comercialización en productos o dispositivos finales.

LA1.1. Síntesis y modificación de materiales 2D con métodos sostenibles.

Los principios de la Química Sostenible han comenzado a aplicarse al diseño de nanomateriales, pero dentro de los materiales 2D existe aún la necesidad de desarrollar nuevos protocolos que minimicen la toxicidad, tanto del material como del método de producción, incrementando la funcionalidad de los productos finales. En este sentido, esta línea trabajará en el desarrollo de procesos sostenibles para la síntesis y funcionalización de materiales 2D a gran escala, evitando el uso de disolventes o reactivos tóxicos y minimizando la cantidad de energía necesaria para dichos procesos. También se trabajará en la degradabilidad de los materiales, teniendo en cuenta conceptos como la economía circular.

Por otro lado, se evaluará la toxicidad e impacto medioambiental de los materiales 2D preparados en el Programa haciendo hincapié en el desarrollo de métodos analíticos adecuados para la detección, cuantificación y testado de los mismos en medios biológicos. Además, se



estudiarán las propiedades bactericidas de estos materiales, lo que puede dar lugar a productos útiles en aplicaciones biomédicas.

LA1.2. Materiales híbridos y composites basados en materiales 2D.

Los principios de la Química Sostenible se aplicarán también a la preparación de materiales híbridos basados en materiales 2D, con el fin de aumentar la funcionalidad de los compuestos resultantes, trasladando las excelentes propiedades de los materiales 2D a las estructuras finales. Por otro lado, se trabajará en el desarrollo de nuevas técnicas de procesado y manufactura para el diseño de piezas de geometrías complejas, con diversas aplicaciones como la aeronáutica o la biomedicina. Se pretende así, progresar en el desarrollo de procesos avanzados de fabricación basados en impresión 3D, fácilmente escalables y adaptables a propuestas comerciales de manera económica.

Resultados esperados

- *Desarrollo de nuevos protocolos de síntesis y modificación de nanomateriales 2D siguiendo los principios de sostenibilidad. (R1.1)*
- *Generación de metodologías de detección, cuantificación y testado de materiales 2D en medios biológicos, que permitan su utilización en aplicaciones comercializables. (R1.2)*
- *Mejora en el procesado y fabricación de geometrías complejas basadas en materiales híbridos 2D. (R1.3)*
- *Transferencia de las tecnologías desarrolladas a los distintos grupos que trabajan en el programa, en el resto de las comunidades autónomas, estudiando los problemas de toxicidad e impacto ecológico que puedan derivarse de los distintos procesos. (R1.4)*

Línea de Actuación 2 (LA 2): Materiales inteligentes con funcionalidades avanzadas

Esta línea se enmarca en el diseño de materiales capaces de responder a estímulos externos cambiando alguna de sus propiedades o sufriendo cambios micro o macroscópicos como consecuencia de dichos estímulos. Estos materiales son conocidos, por ello, como materiales inteligentes y pueden tener multitud de aplicaciones. La línea que aquí se presenta, pretende ser complementaria a la ya planteada por otras comunidades autónomas, ya que plantea el desarrollo de **materiales blandos inteligentes** que emulen las propiedades mecánicas de los tejidos vivos, además de su capacidad de autoreparación, y cuya respuesta a estímulos externos pueda aplicarse al desarrollo de dos extensos campos de gran actualidad en estos momentos: la robótica blanda y la ingeniería de tejidos.

LA2.1. Materiales blandos con propiedades estímulo-respuesta para dispositivos robóticos y biomecánicos.

Se plantea la preparación de materiales con respuesta a estímulos eléctricos, mecánicos y magnéticos que permitan construir dispositivos funcionales blandos, que serán aplicados en sistemas de manipulación robótica o prototipos biomecánicos. La robótica blanda está desarrollándose mucho en los últimos años ya que permite la fabricación de sistemas que **interaccionan de manera más segura con los seres humanos y con el medio**, son más baratos



y pueden adquirirse por pequeñas empresas y manejarse fácilmente por cualquier operador. Además, están íntimamente vinculados a la salud, ya que también son útiles en el desarrollo de dispositivos dedicados a la rehabilitación de personas con problemas en el sistema locomotor o a la ayuda de personas mayores.

LA2.2. Materiales biodegradables a partir de materias renovables. Materiales con propiedades de autoreparación.

El diseño de materiales inteligentes se hará teniendo en cuenta los principios de la **economía circular**. En este sentido, se trabajará en el desarrollo de materiales a partir de materias primas renovables, que puedan ser biodegradados o reutilizados. Además, es de especial interés la síntesis de materiales capaces de repararse, de manera intrínseca y autónoma, esto es, sin necesidad de suministrar ninguna energía o ningún reactivo al sistema, lo que aumenta enormemente la vida de los dispositivos finales de los que forman parte. Además, la autoreparación puede dar lugar al desarrollo de sistemas multifuncionales, que pueden ensamblarse y separarse a respuesta de un estímulo. Un ejemplo de aplicación de dichos sistemas es la preparación de robots modulares blandos, capaces de acoplarse de distintas formas dependiendo de las necesidades del proceso a realizar.

LA2.3 Materiales para aplicaciones en biomedicina.

Dentro de esta línea se avanzará en el diseño y síntesis de sistemas que respondan a estímulos exógenos (luz, temperatura, campos magnéticos o eléctricos, etc) o endógenos (pH, o biomoléculas específicas) con distintas aplicaciones. Por un lado, dicha respuesta a estímulos puede servir para la construcción de biosensores. Un caso particular es la detección colorimétrica de biomoléculas: Pequeños cambios estructurales en los materiales dan lugar a diferentes colores, pudiéndose utilizar dichos cambios para la detección *in vitro*, *ex vitro* e *in vivo* de enzimas relacionadas con diversas enfermedades.

En otros casos la respuesta a un estímulo externo permite la liberación controlada de un fármaco o de otro tipo de biomolécula, como es el caso de factores de crecimiento. La generación de materiales que sirven como soporte celular tridimensional y, a la vez, pueden liberar biomoléculas necesarias para el desarrollo de las células es de gran utilidad para producir una diferenciación celular controlada. Un ejemplo particular consiste en emular mediante estos sistemas un tipo determinado de tejido o de órgano. Las tecnologías desarrolladas también podrán ser aplicadas como plataformas para el desarrollo de fármacos en modelos *in vitro* más similares a los sistemas *in vivo*.

Resultados esperados

- *Sistemas biomecánicos basados en materiales inteligentes actuando como pieles artificiales (R2.1)*
- *Prototipos de sistemas robóticos basados en materiales blandos autoreparables. (R2.2)*
- *Desarrollo de prototipos de tejidos artificiales (R2.3)*
- *Sensores basados en materiales moleculares (R2.4)*



Línea de Actuación 3 (LA 3): Acciones de Integración, colaboración y difusión

Estas acciones irán encaminadas a fomentar las colaboraciones entre los distintos grupos que trabajan en Materiales Avanzados tanto dentro de Castilla-La Mancha, como en otras Comunidades Autónomas que participan en el programa. Será importante, también la interacción con empresas interesadas en los desarrollos propuestos en el programa.

LA3.1 Formación y visualización.

Se plantea que la Comunidad de Castilla la Mancha participe en la creación de programas de postgrado conjuntos que impliquen a las diversas universidades de las distintas Comunidades Autónomas participantes, así como de una Escuela Nacional en Materiales Avanzados. Con ello no solo se favorecerá la colaboración entre los distintos grupos que participan en el programa, sino que se alcanzará una masa crítica de nuevos investigadores formados de manera interdisciplinar en un tema amplio y de rápida expansión, lo que permitirá consolidar en nuestro país una comunidad científica en Materiales y reforzar la presencia internacional de España en esta área de interés. Para ello, parte de la financiación de la comunidad irá destinada a la coordinación con las otras comunidades.

LA3.2 Difusión.

La difusión de los resultados del proyecto se realizará en tres niveles:

1. Reuniones con los distintos grupos que trabajan en esta área, mediante la realización de Conferencias o Simposios a nivel nacional, donde se pongan en común los resultados de cada grupo y se fomenten las sinergias entre los mismos. En dichos encuentros se favorecerá la participación de investigadores en formación.
2. Los resultados del proyecto se presentarán a nivel internacional en Congresos especializados en Materiales Avanzados y en revistas especializadas de alto impacto.
3. Acciones de divulgación al público en general, para acercar los resultados de la investigación a la sociedad. Para ello se utilizarán las diferentes redes sociales de los grupos de investigación participantes, así como las páginas web de estos, si bien sería interesante desarrollar una página específica con el trabajo de todos los grupos de las distintas comunidades autónomas. Por otro lado, se participará en eventos como la Semana de la Ciencia, Pint of Science o conferencias relacionadas con la participación de la Mujer y la Niña en la Ciencia.

Resultados esperados

- *Organización de Escuelas Nacionales en Materiales Avanzados. (R3.1)*
- *Participación en la planificación de un Máster interuniversitario en Materiales Avanzados. (R3.2)*
- *Participación en las Conferencias Nacionales en Materiales Avanzados. (R3.3)*



- Organización de Reuniones especializadas para favorecer la sinergia entre los grupos participantes de las diferentes comunidades autónomas. (R3.4)
- Organización de Reuniones semestrales entre los distintos grupos participantes dentro de CLM. (R3.5)
- Organización de conferencias de divulgación para el público en general. (R3.6)

Cronograma

	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Resto proyecto
T1.1		R1.1		R1.2	
T1.2			R1.4	R1.3	
T2.1			R2.1		
T2.2		R2.2			R2.3
T2.3				R2.4	
T3.1	R3.1	R2.3	R3.1		R3.1
T3.2		R3.4 R3.5	R3.3 R3.6	R3.4 R3.5	R3.4 R3.5 R3.6

PRESUPUESTO

	PERSONAL	EQUIPAMIENTO	OTROS GASTOS	COSTES INDIRECTOS	SUMA
FONDOS DEL PRTR	275.000 €	450.000 €	88.914 €	122.086 €	936.000 €
FONDOS AUTONÓMICOS	220.000 €	- €	218.262 €	65.738 €	504.000 €
SUMA	495.000 €	450.000 €	307.176 €	187.824 €	1.440.000 €