



FUNSO

Investigación y
desarrollo de
funcionalización
sostenible de
biopolímeros para
aplicaciones técnicas



Contenido

1. Ficha técnica del proyecto	2
2. Antecedentes y motivaciones	3
3. Objetivos del proyecto	4
4. Plan de trabajo	4
5. Resultados obtenidos	13
6. Colaboradores externos e impacto empresarial	16



1. Ficha técnica del proyecto

N.º EXPEDIENTE	IMDEEA/2025/31
TÍTULO COMPLETO	Investigación y desarrollo de funcionalización sostenible de biopolímeros para aplicaciones técnicas
PROGRAMA	Ayudas dirigidas a centros tecnológicos CV para proyectos de I+D en cooperación con empresas
ANUALIDAD	2025 – 2026
PARTICIPANTES	Alejandro Ripoll, Gabriel Cope, José Javier Pascual, Miguel Muñoz, Paulino Morant, Rafael Escorcía, Anna Buis, Javier García, Vicente Cambra
COORDINADOR	Paulino Morant Gisbert
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870



2. Antecedentes y motivaciones

La sostenibilidad ha ido ganando importancia entre las preocupaciones de la sociedad durante los últimos años, llegando a convertirse en un pilar clave dentro del desarrollo industrial a nivel global que ha sido impulsado por la creciente concienciación ambiental y las diferentes regulaciones a nivel internacional. El sector de los polímeros, así como el de los aditivos poliméricos se encuentra con el reto de reducir su impacto ambiental, pero a su vez buscando no comprometer las propiedades y rendimiento de los productos desarrollados.

Entre los principales objetivos sostenibles marcados por el sector industrial de los polímeros destaca la obtención de nuevos aditivos que sustituyan sus formulaciones tradicionales por otras que eliminen o sustituyan aquellos compuestos tóxicos o que puedan repercutir en riesgo para la salud de los usuarios o para el medioambiente. En consonancia con este objetivo, en los últimos años se han aprobado diferentes pactos y normativas como el “Pacto verde europeo” o la “Estrategia de la economía circular” que fomentan el desarrollo de productos empleando materias de origen renovables, biodegradables y que cuenten con una menor huella de carbono. En base a este contexto, la necesidad de aditivos más sostenibles no solo responde a una necesidad medioambiental y de salud de los usuarios, sino también a un marco legislativo que va aumentando continuamente sus exigencias.

Con el objetivo identificado y definido, el proyecto FUNSO se centra en la investigación y en el desarrollo de estrategias para la funcionalización sostenible de biopolímeros termoplásticos (PHA, PLA, PBT, PBAT o PBS entre otros) y posterior adecuación de estos para alcanzar mercados técnicos como la automoción, los elementos de señalización, los tejidos de exterior o redes, con el fin de obtener productos avanzados que cumplan paralelamente con los requisitos técnicos solicitados por los usuarios y con las exigencias y legislaciones medioambientales establecidas. Para lograr tal fin, se identificarán e investigarán alternativas sostenibles y con un menor impacto ambiental como aditivos provenientes de recursos naturales, que serán incorporados a la matriz biopolimérica base. Este enfoque permitirá la obtención de nuevas materias con propiedades mejoradas garantizando a su vez la estructura “verde” sin componentes perjudiciales para la salud o el medioambiente. Adicionalmente, se evaluará el efecto de las formulaciones obtenidas en aspectos clave como la procesabilidad, estabilidad del proceso y resistencia mecánica, asegurando así su adecuación para aplicaciones industriales.

Posteriormente, se realizarán tareas de optimización del producto funcionalizado obtenido para su posterior adecuación a diferentes mercados productivos como son el de hilatura por fusión, el de obtención de láminas o el de la inyección para la generación de productos sostenibles que permitan fabricar nuevos prototipos que sirvan para validar técnicamente los desarrollos obtenidos a lo largo de la ejecución del proyecto. Estos procesos productivos son vitales tanto para definir la tipología de procesado que mejor se adecúa a cada materia, como para definir las características finales óptimas de los prototipos a fabricar.

A lo largo de la ejecución del proyecto FUNSO, se busca innovar tanto en la formulación de nuevos materiales funcionalizados de forma sostenible, como en la optimización técnica que los productos finales dispongan.

Pretendiendo dotar de una alta competitividad al sector productivo de la Comunitat Valenciana, desde AITEX se fomenta la generación de proyectos de investigación y desarrollo que permitan

dotar de nuevos avances técnicos que generen impacto positivo dentro del mercado y del cual las empresas se puedan beneficiar. La transferencia de estos conocimientos adquiridos es fundamental ya no solo para amplificar la mejora técnica de las empresas, sino también para permitir que los usuarios cuenten con productos cada vez de mayor calidad y alineados con los requerimientos sostenibles de hoy en día.

3. Objetivos del proyecto

El objetivo central del proyecto FUNSO ha consistido en el desarrollo de formulaciones termoplásticas (biopolímero/aditivo sostenible) que permitan la obtención de nuevos productos alineados con la calidad técnica requerida por los diferentes mercados objetivo (automoción, los elementos de señalización, los tejidos de exterior o redes) y con la sostenibilidad vigente en las nuevas regulaciones ambientales y de salud al usuario.

La necesidad de permitir que el mercado global pueda disponer de materias y productos cada vez más alineados con la calidad técnica y la sostenibilidad hace que se requiera de una investigación constante que permita al mercado seguir el ritmo de los avances que en los últimos años se están llevando a cabo. Muchos de los productos y aditivos existentes hoy en día se están identificando como nocivos, ya que no se alinean con las nuevas legislaciones ambientales.

Por este motivo, el proyecto FUNSO ha incidido en una problemática actualmente existe y que limita al mercado cada vez más, ofreciendo nuevas alternativas que permitan sustituir estos productos catalogados como nocivos. Posteriormente, se han empleado las formulaciones poliméricas desarrolladas para realizar un proceso de adaptación a la fabricación de diferentes tipologías de productos enfocados a varios mercados objetivo.



Ilustración 1. Ejemplos de materiales plásticos a los que va destinada la investigación y desarrollo de estrategias para la funcionalización sostenible de mezclas termoplásticas del proyecto FUNSO.



El cumplimiento del objetivo principal del proyecto va ligado a diversos procesos que deben desarrollarse en consonancia para llegar al fin técnico objetivo. Estos desarrollos individuales cuentan con los siguientes objetivos específicos que han marcado el camino a seguir para alcanzar el éxito global en el presente proyecto de I+D:

- **Identificación de alternativas sostenibles para emplearse como aditivo en formulaciones biopoliméricas:** Se han seleccionado aditivos de origen bio-basado, reciclado o mineral (lignina, CNF, quitosano, arcillas, etc.) como sustitutos de los convencionales. Se evalúa su compatibilidad con matrices como PBAT, PHA o PBS (polaridad, estabilidad térmica, dispersión) y se optimiza su incorporación mediante compounding o masterbatch, incluyendo modificaciones superficiales si es necesario.
- **Obtención de formulaciones biopoliméricas funcionalizadas sostenibles:** Se han desarrollado formulaciones con aditivos sostenibles para aportar propiedades específicas (antibacterianas, UV, ignífugas, antioxidantes). Se ha ajustado el % de aditivación, la dispersión y la compatibilización, asegurando un equilibrio entre funcionalidad, propiedades mecánicas y estabilidad.
- **Caracterización reológica:** Se ha analizado el comportamiento de las mezclas desarrolladas, mediante cálculo de MFR y reología, para validar que se adecúan a los posteriores procesos de extrusión por fundido como la hilatura, la generación de láminas o inyectado.
- **Desarrollo de procesado experimental:** Se han optimizado los parámetros de extrusión, hilatura e inyección (temperatura, cizalla, velocidad, estirado) para adaptar las nuevas formulaciones biopoliméricas. El objetivo ha sido garantizar estabilidad del fundido, la orientación molecular adecuada y la reproducibilidad del proceso.
- **Generación de demostradores:** Se han generado tejidos, productos textiles y piezas empleando los desarrollos que se han ido optimizando a lo largo del proyecto con el fin de verificar la viabilidad técnica a nivel industrial.
- **Cumplimiento normativo y sostenibilidad:** Asegurar la alineación de toda la investigación del proyecto en el cumplimiento de las diferentes normativas respecto a los aditivos de funcionalización y sostenibilidad.



4. Plan de trabajo

El proyecto FUNSO se ha dividido en cuatro paquetes de trabajo: PT1. Gestión y Seguimiento; PT2. Ejecución técnica; PT3. Comunicación, difusión y transferencia de resultados; PT4. Supervisión y seguimiento del proyecto.

A continuación, se expone el cronograma de trabajo representativo del proyecto FUNSO que ha abarcado las anualidades de 2025 y 2026:

PAQUETES DEL TRABAJO DEL PROYECTO	2025										2026					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
PT 1. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO (<10%)																
ACTIVIDAD 1.1: GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																
PT2: EJECUCIÓN TÉCNICA																
ACTIVIDAD 2.1 ESTADO DEL ARTE / VIABILIDAD TÉCNICA / DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES																◊
ACTIVIDAD 2.2 EXPERIMENTAL																◊
TAREA 2.2.1 DESARROLLO DE FORMULACIONES																
TAREA 2.2.2 PROCESADO DE MATERIAS FUNCIONALIZADAS																
TAREA 2.2.3 ADECUACIÓN DE ELEMENTOS TÉCNICOS																
TAREA 2.2.4 GENERACIÓN DE DEMOSTRADORES																
TAREA 2.2.5 ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE DATOS Y RESULTADOS																
ACTIVIDAD 2.3 CARACTERIZACIÓN																Δ
ACTIVIDAD 2.4: COORDINACIÓN TÉCNICA Y VALIDACIÓN	⚙				⚙					⚙						⚙
ACTIVIDAD 2.5 VALIDACIÓN INDUSTRIAL DE RESULTADOS																
PT3: COMUNICACIÓN, DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS (<10%)																◊
ACTIVIDAD 3.1 COMUNICACIÓN, DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS																
PT4: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																
ACTIVIDAD 4.1 SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																

Seguidamente, se describen las diferentes tareas y actividades desarrolladas en el proyecto FUNSO:

PT1. Gestión y seguimiento del proyecto

El proyecto FUNSO se ha desarrollado bajo una estructura de gestión continua destinada a garantizar el cumplimiento de los objetivos técnicos, los plazos establecidos y la correcta ejecución de las actividades previstas. Durante toda la duración del proyecto se llevaron a cabo tareas de planificación, coordinación técnica, seguimiento económico y control de los hitos definidos.

Asimismo, se realizó una supervisión periódica de los avances obtenidos, permitiendo adaptar las actividades experimentales a los resultados alcanzados en cada fase y optimizar la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto.

PT2. Ejecución técnica

La ejecución técnica ha constituido el núcleo principal del proyecto y se centró en el desarrollo de materiales biodegradables funcionalizados con capacidad para ser transformados mediante tecnologías textiles convencionales.

Actividad 2.1. Estado del arte, viabilidad técnica y diagnóstico de necesidades

Como punto de partida se realizó un análisis del estado de la tecnología asociada a materiales biodegradables susceptibles de ser utilizados en aplicaciones textiles.

Durante esta fase se analizaron las limitaciones actuales existentes en materiales como PHA, PBS, PBAT y PBSA, especialmente en aspectos relacionados con:



- Procesabilidad.
- Propiedades mecánicas.
- Comportamiento térmico.
- Compatibilidad con tecnologías textiles.
- Capacidad de funcionalización.

Este análisis permitió definir las líneas de trabajo más prometedoras y establecer los objetivos técnicos que posteriormente se abordarían durante la fase experimental.

Actividad 2.2. Experimental

Tarea 2.2.1. Desarrollo de formulaciones

Durante esta tarea, se ha llevado a cabo un extenso trabajo de diseño, desarrollo y optimización de formulaciones poliméricas mediante técnicas de compounding, lo que ha permitido generar un amplio abanico de materiales funcionalizados. En concreto, se han obtenido múltiples formulaciones basadas en cuatro biopolímeros principales (PHA, PBAT, PBS y PBSA), combinados con distintos aditivos sostenibles tales como las nanoarcillas, grafeno, AirCarbon y tocoferol. Se adjunta el listado de principales formulaciones desarrolladas.

Uno de los resultados más relevantes, de este paquete de trabajo ha sido la definición de ventanas de procesamiento estables y reproducibles para cada combinación material-aditivos, buscando una mejora en la cantidad de cada materia y en su correcta dispersión, lo que garantiza la escalabilidad de los desarrollos. En base a los resultados obtenidos, se ha identificado el PBAT y el PBS como matrices con mejor potencial de escalabilidad dentro de toda la matriz de pruebas. A su vez los aditivos, grafeno, tocoferol o AirCarbon han sido los mejor valorados dentro de este estudio, para mejorar posteriores procesos. Esta batería de formulaciones ha estado orientada a la mejora funcional de propiedades tales como la estabilidad térmica, resistencia UV, comportamiento mecánico o resistencia a las llamas.

El apartado correspondiente a la presente tarea que va ligado a la actividad “Caracterización”, corresponde a todo un estudio de comportamiento reológico y viscoso de cada una de las materias y de las formulaciones asociadas al experimental.

De forma paralela a los desarrollos comentados, se ha llevado a cabo un estudio de identificación de aditivos sostenibles que pueden ser combinados con el polímero PBAT (identificado como base polimérica más interesante) en los procesos de extrusión y que cuenten con funcionalizaciones en el campo de la resistencia UV, capacidad antioxidante, mejora mecánica y resistencia a la llama.

En primera instancia se ha llevado a cabo una búsqueda de opciones donde se han identificado varias alternativas (TiO₂, lignina, fibras, tocoferol y grafeno) que, en contra de lo que se pensaba en un inicio, no requieren un proceso previo de encapsulado, ya que pueden ser empleadas directamente en la extrusión sin sufrir un deterioro reseñable. Cabe destacar el desarrollo de masterbatch mediante el uso de biopolímeros (PHA y PBAT) y grafeno, para obtener así un producto sin elementos volátiles de tamaño nanopartícula que pueda ser combinado directamente con las bases poliméricas necesarias.

Como segundo paso se ha desarrollado un estudio completo de formulaciones y análisis de sus propiedades para poder identificar las opciones más prometedoras con las que continuar el desarrollo. Este estudio ha comprendido el desarrollo de formulaciones (descritas en tabla adjunta a continuación) y posteriores ensayos DSC, DPPH, envejecimiento acelerado y colorimetría.



Tarea 2.2.2. Procesado de materias funcionalizadas y Tarea 2.2.3. Adecuación de elementos técnicos

A partir de las diferentes formulaciones realizadas en la subactividad previa, se ha trabajado para el desarrollo de productos mediante las diferentes tecnologías objetivo (hilatura monofilamento, hilatura multifilamento, texturizado ATY y DTY, inyectados y cast film).

De manera más exhaustiva y ligado al estudio avanzado realizado, se ha buscado que las formulaciones seleccionadas como más relevantes en el estudio realizado anteriormente (PBAT+Tocoferol, PBAT+Grafeno y PBS + 3% AirCarbon), fueran empleadas en la mayor cantidad de procesos técnicos para así validar sus características con el mayor espectro de resultados posible.

Hilatura multifilamento y Texturizados ATY y DTY

La primera fase consistió en la obtención de hilos multifilamento parcialmente orientados (POY) a partir de las diferentes formulaciones procesadas en la planta de compounding con comportamientos reológicos adecuados. Los resultados permitieron identificar comportamientos diferenciados en función de la matriz utilizada.

El PBSA siendo un polímero similar al PBS, se ha decidido descartar de esta línea de producto, ya que, debido a los resultados obtenidos en las caracterizaciones reológicas de sus formulaciones, no se ha destacado como un candidato adecuado para continuar con los desarrollos más exigentes. Por su parte, se ha preferido centrar la atención en el PBS, materia con más opción de escalado a nivel comercial y con interés de desarrollo

Por un lado, se ha identificado el PHA y sus diversas formulaciones como no adecuadas para la obtención de hilos multifilamento y por consiguiente no aptos para derivar en procesos de texturizado de forma optimizada. Esto se debe por un lado a la inexistente capacidad de estabilizar el proceso de hilatura con estas materias y por otro, a la baja capacidad mecánica de los metros de hilo que han podido ser ensayados mediante tracciones

En lo referente al PBAT, se ha conseguido obtener un procesado estable y obtener hilos multifilamento de calidad. Se caracteriza por ser un hilo con alta elasticidad, lo que ha hecho necesario ajustar las velocidades y ratios de estiraje para poder trabajarlo de forma adecuada.

Los hilos desarrollados mediante las formulaciones en PBS se observa que confieren una estructura compacta y de buena calidad, principalmente en aquellas combinadas con AirCarbon con el que se obtiene una estabilización de proceso y un hilo con buen comportamiento mecánico. Por contraposición, encontramos las referencias de PBS+Tocoferon y PBS+Grafeno, donde el proceso de hilatura no se puede llegar a estabilizar de forma adecuada.

Ligado a los trabajos de hilatura multifilamento, se encuentran los procesos de texturizado ATY y DTY, donde se busca dotar a los hilos obtenidos de un mayor volumen, un aspecto más natural (menos plástico) y un tacto más suave. En este sentido, se ha trabajado con aquellos hilos que han podido ser hilados de forma satisfactoria buscando tanto una mejora de aspecto, como una mejora en las propiedades mecánicas. Para ello, partiendo de hilos POY, se ha buscado aplicar unos parámetros de procesado, en los que se reduce el alargamiento intrínseco de los hilos multifilamento mediante un estiraje controlado que permita alinear de forma efectiva las cadenas poliméricas buscando una mejora mecánica del hilo final. Se adjunta un listado de las principales referencias trabajadas mediante estas tecnologías.

- El proceso de texturizado DTY únicamente ha podido trabajar a partir de hilos multifilamento de PBS y PBAT, ya que el resto de los materiales evaluados no han permitido la obtención de estructuras multifilamento con calidad suficiente para su posterior transformación.

El PBAT pudo ser procesado mediante DTY, sin embargo, la elevada elasticidad y el tacto gomoso del material generó problemas de fricción y adherencia durante el paso por los diferentes rodamientos y discos del proceso de texturizado. Aunque se obtuvieron fondos de bobina con propiedades aceptables, no fue posible alcanzar una producción estable y reproducible.

Las pruebas realizadas sobre los hilos de PBS han mostrado un comportamiento significativamente más favorable que el observado en el PBAT, permitiendo desarrollar el proceso de forma estable y reproducible en todas las formulaciones evaluadas. No se observaron problemas relevantes de adhesión, fricción o inestabilidad durante el paso del hilo por los discos de texturizado, lo que permitió mantener condiciones de operación constantes a lo largo de los ensayos.

- Los ensayos con texturizado ATY permitieron valorar una alternativa de texturizado basada en aire a presión, el cual abre, mezcla y enreda los filamentos, generando una estructura más voluminosa sin necesidad de calentar ni deformar térmicamente el material.

En este caso, las formulaciones de PBAT virgen y PBAT con tocoferol mostraron una respuesta mucho más favorable que en DTY, puesto que esta tecnología minimiza los problemas de fricción asociados a la naturaleza gomosa del material. Se obtuvieron hilos volumizados con mejoras significativas en tenacidad y reducción del alargamiento. También se realizaron pruebas utilizando una configuración de 6 cabos simultáneos, obteniéndose estructuras multifilamento texturizadas con títulos mucho mayores. En estas configuraciones se demostró la viabilidad del escalado hacia estructuras de mayor título destinadas a aplicaciones textiles técnicas.

La estabilidad observada durante el proceso y la buena reproducibilidad de los resultados indican que este material es especialmente adecuado para su procesamiento mediante tecnología ATY pese a que las velocidades de producción no alcanzan a las de la DTY con las formulaciones de PBS.

El PBS y el PBS con el aditivo descabonizante también pudieron texturizarse mediante ATY, obteniéndose resultados satisfactorios. No obstante, la comparación con los resultados obtenidos mediante DTY indica que esta tecnología resulta más eficiente para las formulaciones con PBS. Por tanto, aunque el ATY es una alternativa viable cuando se busca volumen y efecto textil, el DTY se presenta como la tecnología más adecuada para el PBS.

Hilatura monofilamento

Posteriormente se ha evaluado el comportamiento de los materiales en procesos de hilatura monofilamento.

Las formulaciones basadas en PHA han mostrado un buen comportamiento y permitieron obtener monofilamentos continuos en diferentes condiciones de operación. A pesar de ser procesables, los monofilamentos obtenidos con PHA no tienen las propiedades necesarias para ser considerados válidos industrialmente actualmente por lo que se requiere un estudio más exhaustivo de este material.



Por el contrario, el PBS y PBAT presentaron mayores dificultades derivadas de su elevada viscosidad y comportamiento gomoso durante el estiraje. Estas características limitaron la orientación molecular alcanzable y redujeron la reproducibilidad de las pruebas.

En el caso del PBSA los ensayos reológicos hacen considerar que el material no es apto para la hilatura en las condiciones evaluadas.

Cast Film

Otro de los procesos técnicos llevados a cabo durante la ejecución del proyecto es el desarrollo de láminas mediante Cast film para la obtención de láminas biodegradables. Esta línea se ha trabajado mediante dos horizontes de utilidad, los trabajos a escala piloto de films ligeros de bajo espesor y la validación de films enfocados a la realización de termoconformados.

Los ensayos de Cast Film realizados con las diferentes matrices biodegradables han permitido obtener láminas continuas en todos los materiales estudiados, aunque con diferencias importantes en capacidad de orientación, estabilidad de proceso y control del espesor.

El PBAT fue la matriz que mostró la mejor combinación entre estabilidad y capacidad de orientación. Se obtuvieron espesores homogéneos en los extremos y en la zona central de los films, evidenciando una elevada capacidad de deformación sin aparición de inestabilidades significativas. Por ello este material se le realizó un estudio más exhaustivo sobre su procesabilidad con diferentes aditivos.

Las formulaciones con PBS tuvieron un comportamiento muy favorable durante el procesado, permitiendo alcanzar elevados niveles de estiraje y una reducción significativa del espesor respecto al material inicial, obteniéndose láminas finales con espesores notablemente inferiores y una distribución homogénea a lo largo de la muestra.

Las propiedades y estabilidad del PBSA son inferiores a las del PBAT, a pesar de ello su comportamiento permite considerarlo como una alternativa viable para determinadas aplicaciones, especialmente si se optimizan formulaciones o condiciones de proceso.

El PHA presentó una procesabilidad adecuada, aunque con espesores más elevados a las matrices de PBS y PBAT ya que no permitía aplicarle los estirajes que se le aplicaba a las demás matrices biopoliméricas.

Tarea 2.2.4. Análisis y tratamiento de datos y resultados

Esta tarea ha consistido en el análisis y tratamiento de los resultados obtenidos durante las diferentes fases experimentales con el objetivo de evaluar el comportamiento de las formulaciones desarrolladas y verificar su adecuación a los requisitos del proyecto.

Los resultados obtenidos permitieron identificar las formulaciones con mayor interés para aplicaciones posteriores y, en aquellos casos en los que no se alcanzaron las prestaciones esperadas, definir planes de acción específicos orientados a corregir desviaciones y optimizar el desarrollo.

Se llevaron a cabo las tareas de análisis de datos, elaboración de informes técnicos y preparación de los entregables asociados al proyecto.



Actividad 2.3. Caracterización

En esta tarea se ha trabajado en la realización de ensayos de caracterización a los hilos y films producidos durante el experimental, así como a los tejidos obtenidos en el proyecto. Esta actividad ha permitido conocer la calidad de los procesos y productos trabajados en cada momento.

Para ello, los materiales fueron caracterizados y comparados desde el punto de vista mecánico, reológico, morfológico y de procesabilidad, evaluando además su estabilidad durante la transformación y su potencial de escalado industrial.

Actividad 2.4. Coordinación técnica y validación

En esta actividad se engloban todas aquellas tareas técnicas ajenas a las labores experimentales del proyecto. Todas estas actividades se citan en el siguiente listado:

- Selección y seguimiento de colaboraciones.
- Control y seguimiento de los RRHH (reasignación, partes de horas...).
- Preparación parte técnica de ofertas y contratos.
- Control y seguimiento de los ingresos/gastos mensuales (grado de avance)
- Replanificación de plazos, tareas e hitos en función de resultados.
- Valoración y evaluación del proyecto y de los resultados obtenidos.
- Otras tareas necesarias para el proyecto.

Actividad 2.5. Validación industrial de resultados

Durante esta fase se trabajó con las diferentes empresas colaboradoras en el proyecto para validar los materiales desarrollados en condiciones reales de producción. Para ello, las formulaciones seleccionadas fueron procesadas utilizando los equipos y procedimientos habituales de cada empresa con el fin de evaluar su aptitud para la transformación industrial.

Esta validación permitió verificar la compatibilidad de los materiales con los procesos productivos existentes, así como identificar posibles aspectos de mejora. Los resultados obtenidos y el feedback aportado por las empresas colaboradoras fueron fundamentales para confirmar el potencial de aplicación industrial de los desarrollos realizados.

PT3. Comunicación, difusión y transferencia de resultados

De forma paralela al desarrollo técnico se realizaron actividades de difusión y transferencia tecnológica orientadas a dar visibilidad a los resultados obtenidos.

El presente paquete de trabajo ha buscado dinamizar las actividades de transferencia del conocimiento generado en el proyecto, llevando a cabo diversas acciones para facilitar la comunicación y transferencia de dicho conocimiento a las empresas de la Comunidad Valenciana, aportar valor, mejorar su ventaja competitiva y liderar el mercado.

Para lograr el objetivo de impulsar la difusión y transferencia de los objetivos, el paquete de trabajo se divide en tres ejes fundamentales: las acciones de transferencia, la difusión y el prototipado.

Dentro de esta actividad se desarrollan actividades como:

- Análisis de escalabilidad industrial
- Estudio económico de la solución propuesta



- Identificación de Mercado-Valoración y cuantificación de la oportunidad del mercado/necesidad.
- Definición de la propuesta de valor / ventaja competitiva
- Definición de las opciones de transferencia y selección de la opción más adecuada.
- Identificación y medición del impacto en la empresa.
- Diseño y definición de la explotación de resultados en el mercado/sector.
- Validación de la solución/soluciones propuestas/s.

PT4. Supervisión y seguimiento del proyecto

Durante todo el proyecto se llevaron a cabo actividades de supervisión técnica y administrativa para garantizar el correcto desarrollo de los trabajos y el cumplimiento de los objetivos previstos.

Estas actividades incluyeron el seguimiento periódico de las tareas ejecutadas, la revisión de los resultados obtenidos, la coordinación entre los diferentes participantes y el control de la documentación generada. Además se verificó el cumplimiento de la planificación establecida, identificando posibles desviaciones y definiendo las acciones necesarias para asegurar la correcta evolución del proyecto.

La supervisión continua ha permitido mantener un adecuado control del progreso técnico y administrativo, facilitando la consecución de los hitos y resultados esperados.

5. Resultados obtenidos

Durante el desarrollo del proyecto FUNSO AITEX ha trabajado en el diseño, formulación, transformación y validación de diferentes materiales biobasados y biodegradables con potencial para alcanzar mercados técnicos como la automoción, los elementos de señalización, los tejidos de exterior o la fabricación de redes. Las actividades realizadas han permitido generar conocimiento técnico sobre el comportamiento de estos materiales durante las distintas etapas de transformación, así como identificar aquellas formulaciones con mejores prestaciones para su posterior escalado y validación industrial.

El estudio ha comenzado con el análisis y selección de materiales técnicos que mejor se ajustan a los objetivos del proyecto, priorizando aquellos capaces de conferir al producto final propiedades técnicas relevantes. Para promover la sostenibilidad, se han seleccionado materiales con una base biopolimérica a la vez que aditivos capaces de aportar propiedades mejoradas sin comprometer su biodegradabilidad ni sostenibilidad.

Partiendo de estas materias técnicas identificadas, se ha trabajado mediante un conjunto de tareas que han logrado obtener el conocimiento técnico que ha permitido llegar hasta los resultados finales alcanzados en el proyecto FUNSO.

Desarrollo y optimización de formulaciones

El trabajo se inició con la selección de las diferentes matrices biopoliméricas de interés para aplicaciones textiles, evaluando su comportamiento tanto de forma individual como mediante el desarrollo de formulaciones aditivadas.

Entre los materiales estudiados destacan el PBS y el PBAT con el empleo de aditivos y estrategias de compatibilización destinadas a mejorar sus propiedades de procesado y sus prestaciones finales.

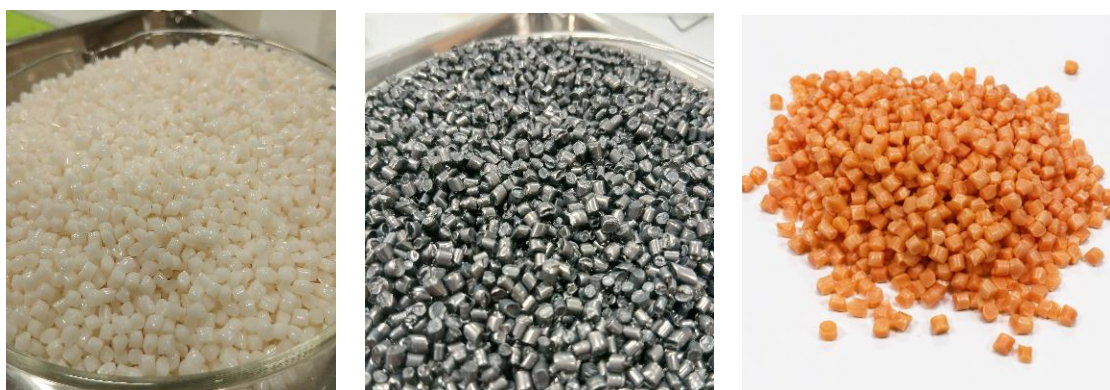


Ilustración 2: Muestras de diferentes formulaciones de PBS y PBAT aditivadas

Transformación y procesabilidad

Una vez obtenidas las diferentes formulaciones, se llevaron a cabo múltiples pruebas de transformación para evaluar su comportamiento en las plantas piloto de hilaturas y castfilm de AITEX.

Los ensayos realizados permitieron identificar diferencias significativas entre materiales en términos de estabilidad de proceso, y comportamiento durante las diferentes etapas.



Ilustración 3: Muestras de hilaturas monofilamento, multifilamento y castfilm producidas en AITEX a partir de las formulaciones seleccionadas

Entre los materiales evaluados, el PHA destacó por presentar uno de los comportamientos más favorables durante el procesado en la planta monofilamento.

Por su parte, las formulaciones basadas en PBAT y PBS mostraron un comportamiento especialmente interesante para procesos de hilatura multifilamento y producción de films

Adecuación de elementos técnicos

Las muestras que mostraron aptitud para la hilatura multifilamento fueron posteriormente sometidas a procesos de texturización.

Los multifilamentos de PBAT se texturizaron mediante tecnología ATY mientras que los multifilamentos de PBS se procesaron mediante DTY, obteniéndose hilos texturizados con propiedades adecuadas para su evaluación y validación tanto a nivel interno como en entornos industriales, demostrando su potencial para aplicaciones textiles avanzadas.

Todos los desarrollos obtenidos fueron sometidos a un proceso de caracterización técnica con el fin de determinar su adecuación a los requisitos planteados en el proyecto. Los resultados obtenidos permitieron comparar objetivamente las diferentes formulaciones desarrolladas e identificar aquellas con mejores prestaciones globales para aplicaciones textiles.



Ilustración 4: Muestras de hilos texturizados por DTY y ATY

Resultados finales

Como resultado del proyecto, se ha conseguido desarrollar y validar diferentes formulaciones basadas en biopolímeros con capacidad para ser transformadas mediante diferentes tecnologías.

Una vez seleccionados los desarrollos más prometedores, se llevó a cabo una fase de validación junto con las diferentes empresas colaboradoras del proyecto.

Las formulaciones fueron evaluadas empleando los equipos y procedimientos habituales de las empresas, permitiendo verificar su comportamiento en condiciones reales de fabricación. Esta etapa permitió confirmar la procesabilidad de los materiales, su estabilidad durante la transformación y su compatibilidad con los procesos productivos existentes.



Ilustración 5: Demostradores textiles y de termoconformado de PBAT y PBS



Ilustración 6: Piezas de inyección ,cuerdas y tejidos de trama y calada de PBAT y PBS

Los tejidos basados en PBS desarrollados en el proyecto FUNSO presentan una combinación equilibrada de procesabilidad, estabilidad y versatilidad estructural, lo que los posiciona como una alternativa técnicamente viable para el desarrollo de nuevos tejidos sostenibles.

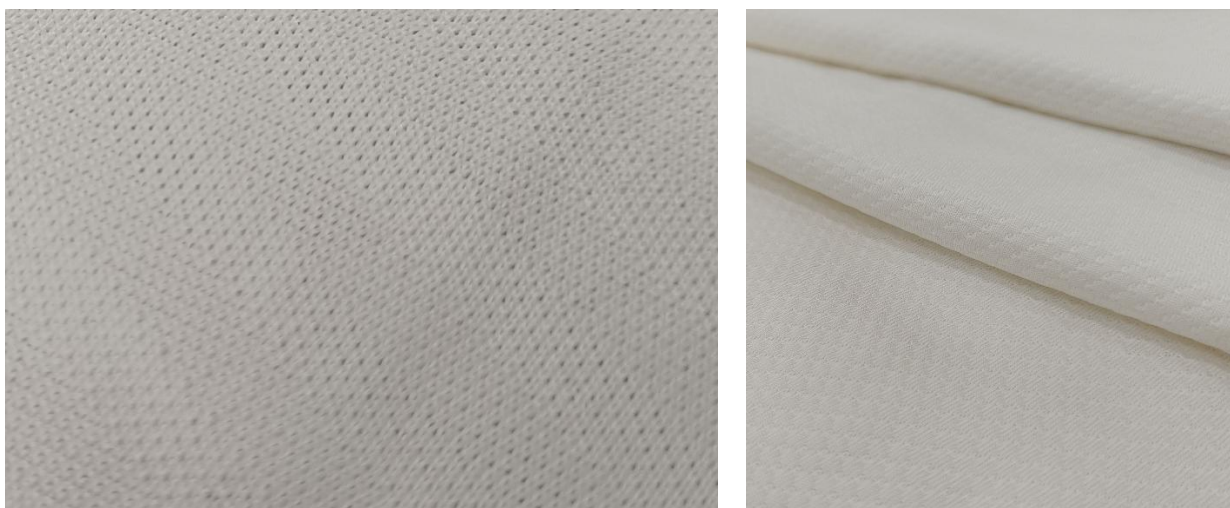


Ilustración 7: Tejidos de punto circular de PBS

Asimismo, se ha generado conocimiento técnico relevante sobre la relación entre formulación, estructura y comportamiento durante el procesado de todas las tecnologías, proporcionando una base sólida para futuros desarrollos.

El feedback obtenido durante estas pruebas resultó de gran utilidad para validar los desarrollos realizados e identificar posibles ajustes necesarios para facilitar su futura implantación industrial.



6. Colaboradores externos e impacto empresarial

La transferencia de los resultados abarca todas las actividades de generación de conocimiento y los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto. Esta transferencia se centra en las empresas con sede en la Comunidad Valenciana y que pertenecen a los sectores potenciales de interesarse por los trabajos realizados. De esta forma se contribuye a un desarrollo tecnológico de las empresas, se favorece la innovación y mejora la competitividad de estas.

A continuación, se plasman las diversas tareas de transferencia de conocimientos que se han llevado a cabo:

- **Acciones previas:** A lo largo de las fases más primarias del proyecto, se cerró una colaboración con las empresas interesadas en el marco del proyecto.
- **Convocatoria en medios digitales:** En el inicio del proyecto, se publicó dentro de la web de AITEX una noticia donde se daba acceso al abstract inicial del proyecto para dar a conocer a las empresas las ideas que se iban a trabajar a lo largo de la anualidad.
- **Reuniones de trabajo con empresas para transferir el proyecto:** A lo largo del desarrollo de las diversas tareas técnicas del proyecto, se ha ido realizando reuniones informativas con aquellas empresas interesadas y que han firmado un acuerdo de colaboración en el proyecto, para que de esta manera tengan conocimiento de los avances conseguidos.
- **Newsletter de AITEX:** Se trata de un canal de carácter mensual que se encarga de poner en contacto a AITEX con las personas clave de las empresas asociadas (departamentos de desarrollo de producto, de I+D, producción, y en general personal con capacidad de decisión). En ella se tratan las diversas novedades e informaciones prioritarias que genera AITEX en relación con sus trabajos.
- **Revista de AITEX:** Cada cuatrimestre AITEX publica una revista propia en formato físico donde las empresas pueden encontrar contenido acerca de los proyectos que se están desarrollando, así como información acerca de la posibilidad de colaborar y se informará de la existencia del formulario on-line, que actúa como canal de comunicación a través del que formalizar tal interés por colaborar en el proyecto.

De las empresas interesadas en el proyecto, finalmente se llegó a un acuerdo de cooperación con las siguientes:



JIDOTEX S.L: La empresa Jidotex SL con sede en Carrer Filà navarros, 28, Alcoi, Alicante pertenece también al sector textil Valenciano, dedicando el grueso de su actividad habitual concretamente a las labores de tejeduría de tejidos textiles mediante telares Jacquard.



TEXTIGEN S.L: La empresa TEXTIGEN S.L. es una fábrica especializada en proveer cintas elásticas y hombreras de espuma para distintos sectores que cuenta con una amplia experiencia laboral. Hoy en día, han seguido diversificado su catálogo de productos abasteciendo al sector de la confección interior con cintas, puntillas, cordones y hombreras, como también cintas específicas de los

sectores del textil hogar y automóvil, además de ajustarse a los estándares de las cintas de cierre “burlete” para el sector del colchón. Por otro lado, siguen también promoviendo trencillas, cintas, cordón vivo y hombreras con las especificaciones del sector del almacén de la mercería.



METÁLICAS JULIO GARCÍA S.L: La empresa METALICAS JULIO GARCÍA S. L cuenta con sede en Pol.Ind. Suh nº2 - C/ De La Senia nº2 46669 Senyera (Valencia). En sus inicios, su actividad se basaba en trabajos relacionados con la fabricación de calderería, estructuras metálicas, inoxidable, etc. Tras una trayectoria de más de 20 años dentro del sector del metal, se decide crear una nueva línea de productos: Señalización Vial, Cartelería de PVC,

Placas de Vado, Hitos, Topes de Parking, Bases para Vallas de Obra, Conos de Señalización, Utillaje de Construcción. Momento en el que se realiza el cambio de nombre de la compañía, se crea la marca JG SEÑALIZACIÓN.



TECNOLOGÍA DEPORTIVA S.A. (LEÓN DE ORO): Tecnología Deportiva S.A constituida en Callosa de Segura (Alicante, España). En sus inicios, la actividad de la empresa se centró en la confección de redes a medida con soluciones e ideas para su diseño y utilización el ámbito local y, con el tiempo, en el internacional, ofreciendo al mercado productos novedosos y de gran calidad, comercializados bajo la marca LEÓN DE ORO. Sus productos se clasifican en diferentes tipologías como las redes de seguridad, deportivas o industriales, así como la cordelería. Hoy en día, como miembro activo del Comité Europeo de Normalización, su objetivo es satisfacer las necesidades

específicas de los mercados deportivos y de la construcción, ofreciendo productos sostenibles y de alta calidad a un precio muy competitivo.

Las empresas han sido seleccionadas para su participación en el proyecto por su interés y proactividad en el área de I+D además de aportar diferentes puntos de vista en distintas áreas, proporcionando una visión más amplia de las necesidades y de los intereses del sector al tener diferente tipología de clientes.

Su participación durante esta anualidad se encuentra afianzada por sus conocimientos en proyectos y actividades de I+D propios y como colaboradores.