



**aitex**<sup>®</sup>  
textile research institute

## **FRINTEX**

I+D EN DESARROLLO  
DE ESTRUCTURAS  
TEXTILES  
EMPLEANDO FIBRAS  
TÉCNICAS  
INORGÁNICAS  
RECICLADAS DE ALTO  
VALOR AÑADIDO





## Contenido

1. Ficha técnica del proyecto .....	3
2. Antecedentes y motivaciones .....	4
3. Objetivos del proyecto .....	5
4. Plan de trabajo .....	6
5. Resultados obtenidos .....	11
6. Impacto empresarial .....	16



# 1. Ficha técnica del proyecto

Nº EXPEDIENTE	IMAMCA/2023/6
TÍTULO COMPLETO	I+D en desarrollo de estructuras textiles empleando fibras técnicas inorgánicas recicladas de alto valor añadido
PROGRAMA	Plan de Actividades de Carácter no Económico 2023
ANUALIDAD	2023
PARTICIPANTES	
COORDINADOR	
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL <a href="http://www.ivace.es">www.ivace.es</a>
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870



**GENERALITAT  
VALENCIANA**



Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius i Treball, a través de IVACE (Institut Valencià de Competitivitat Empresarial)



## 2. Antecedentes y motivaciones

El desarrollo del proyecto “FRINTEX - I+D en desarrollo de estructuras textiles empleando fibras técnicas inorgánicas recicladas de alto valor añadido”, se ha centrado en la generación de estructuras compuestas para la fabricación de composites a partir de hilos híbridos mediante diversas tecnologías.



Ilustración 1: Logo del proyecto FRINTEX

Debido a problema de búsqueda y suministro de materias inorgánicas recicladas, se ha desarrollado todo un trabajo de investigación en base a las fibras inorgánicas vírgenes, pero enfocados a la optimización de propiedades de hilos y tejidos empleando la menor cantidad de estas materias para lograrlo. Este estudio ha permitido la obtención de diferentes clases de tejidos base utilizando materias como la fibra de carbono, la fibra de vidrio o la fibra de basalto juntamente con poliamida. De esta forma se ha dotado al producto final de unas características personalizadas y apropiadas al sector de aplicación objetivo.

El plan de trabajo se ha diferenciado según el plan inicial, donde se diferenciaba entre dos tipologías diferentes de tejidos para la obtención de piezas termoconformadas. Las piezas a partir de hilos híbridos obtenidos a partir de procesos habitualmente empleado en procesos de combinación de materias tanto continuas como cortadas y las piezas obtenidas a partir de “braidings” híbridos.

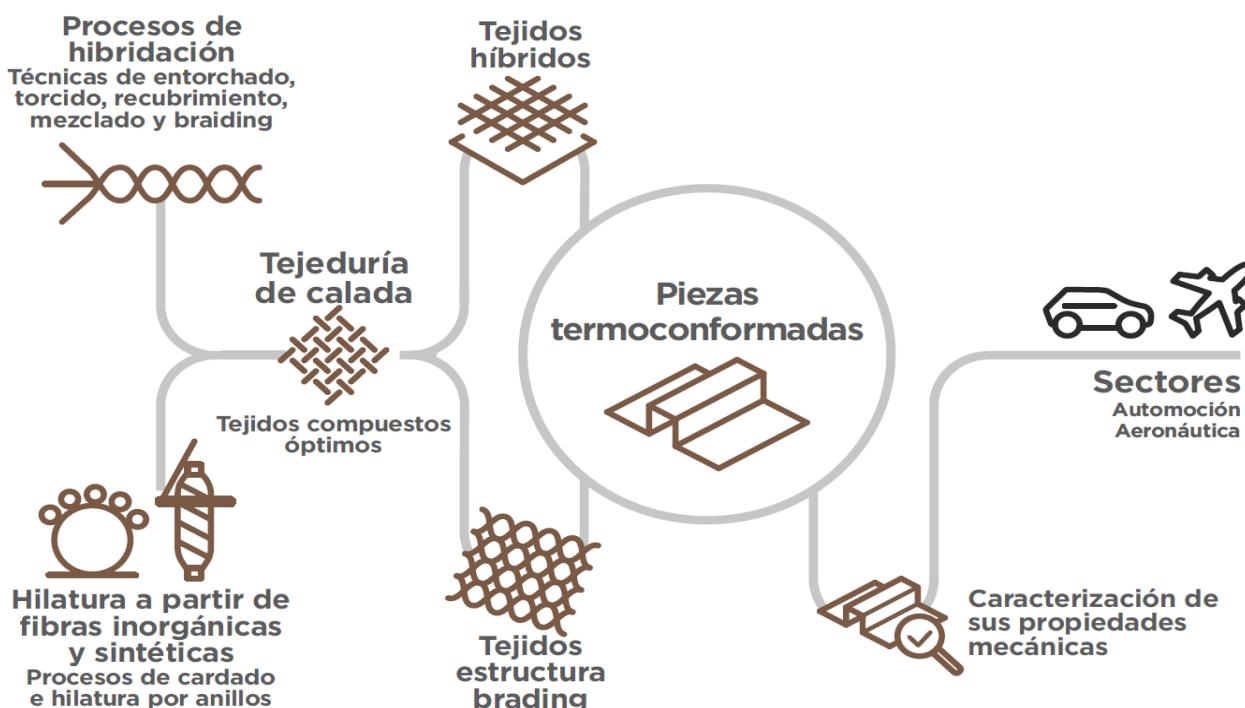


Ilustración 2: Infografía del proyecto FRINTEX





# 3. Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es la obtención de prototipos de piezas complejas mediante procesos de termoconformado y la caracterización de sus propiedades mecánicas. Estas piezas se han obtenido a partir de fibras inorgánicas recicladas y de fibras sintéticas pudiendo comparar las características mecánicas de los productos elaborados con las mismas.

Para ello, en el proyecto FRINTEX se fijaron diferentes objetivos, destacando entre ellos los siguientes:

- Obtención de hilo a partir de fibras cortadas inorgánicas (carbono, vidrio.) provenientes de procesos de reciclado y de fibras sintéticas (Polipropileno, Poliamida y Poliéster). El hilo final se ha obtenido a través del proceso de hilatura por anillos partiendo de los procesos anteriores en las máquinas de carda y manual.
- Realización de procesos de hibridación utilizando las técnicas de: entorchado, torcido, recubrimiento y mezclado para la obtención de hilos híbridos formados por fibras inorgánicas continuas, fibras sintéticas y fibras termoplásticas.
- Realización de trabajos de tejeduría de calada a partir de los hilos y cintas obtenidos para la producción de tejidos compuestos óptimos para ser utilizados en procesos de termoconformado.
- Realización de procesos de termoconformado para la obtención de prototipos de piezas complejas a partir de los tejidos compuestos previamente fabricados.
- Realización de ensayos de caracterización de las piezas obtenidas para analizar las propiedades mecánicas y poder de esta manera realizar una comparación entre las propiedades de los elementos obtenidos mediante los distintos tipos de hilatura, así como los distintos tipos de fibras de refuerzo empleadas en el proyecto.



*Ilustración 3: Tejido híbrido a partir de braiding*



# 4. Plan de trabajo

El proyecto FRINTEX se divide en cinco paquetes de trabajo: PT0. Gestión y Seguimiento; PT1. Planteamiento y Planificación Técnica; PT2. Ejecución técnica; PT3. Mercado y viabilidad industrial y económica, transferencia e impacto (VIETI); PT4. Comunicación y difusión de los resultados. Informe ejecutivo; PT5. Supervisión y seguimiento del proyecto.



A continuación, se expone le cronograma de trabajo representativo del proyecto FRINTEX:

PAQUETES DE TRABAJO DEL PROYECTO	2023											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT 0: GESTIÓN Y SEGUIMIENTO (<10% horas)												
ACTIVIDAD 0.1: GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO												
PT 1: PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN												
ACTIVIDAD 1.1.: PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN												
PT 2: EJECUCIÓN TÉCNICA												
ACTIVIDAD 2.1.: ESTADO DEL ARTE / VIABILIDAD TÉCNICA / IPR									Δ			
ACTIVIDAD 2.2.: EXPERIMENTAL												Δ
TAREA 2.2.1. OBTENCIÓN DE HILOS												
TAREA 2.2.2. TEORÍA DE LIGAMENTOS Y ESTRUCTURAS												
TAREA 2.2.3. TEJEDURÍA												
TAREA 2.2.4. TERMOCONFORMADO												
ACTIVIDAD 2.3.: CARACTERIZACIÓN												Δ
ACTIVIDAD 2.4.: ANÁLISIS Y REINGENIERÍA												
ACTIVIDAD 2.5.: COORDINACIÓN TÉCNICA Y VALIDACIÓN												
PT 3. DIAGNÓSTICO DE MERCADO, TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN												Δ
ACTIVIDAD 3.1.: DIAGNÓSTICO DE MERCADO Y TRANSFERENCIA												
ACTIVIDAD 3.2.: COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS												
ACTIVIDAD 3.3.: PROTOTIPADO												
PT 4: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO												
ACTIVIDAD 4.1.: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO							Δ					Δ



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

## **PT 0: GESTIÓN Y SEGUIMIENTO**

Este paquete de trabajo agrupa todas las tareas en que este implícita la gestión y coordinación del proyecto, permitiendo la correcta ejecución de este en tiempo y recursos.

### **Tarea 0.1. Gestión y seguimiento del proyecto.**

- Gestión en la solicitud del proyecto: Convocatoria, RIS3-CV, empresas beneficiarias o participantes.
- Planificar y definir la estructura y los contenidos del proyecto.
- Planificar y definir las tareas a llevar a cabo por el personal implicado en el proyecto y por los servicios externos participantes.
- Solicitud y revisión de presupuestos de proveedores, tanto de materia prima como de servicios técnicos externos.
- Preparación, revisión y gestión de contratos con colaboradores externos.
- Revisión de las actas internas del personal y actas de reunión con proveedores.
- Posibles subsanaciones que realizar.
- Cartas de solicitud de cambios.
- Revisión de “timesheets”, partes de trabajo y supervisión de firmas.

## **PT 1: PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN TÉCNICA**

Este paquete de trabajo se ha basado en planificar técnicamente el proyecto, detectando los diferentes recursos necesarios, documentación técnica y redacción de la memoria técnica.

- Se ha definido el alcance, objetivos científico-técnicos y la novedad del proyecto, así como el presupuesto de este.
- Se ha definido los diversos puntos clave de organización del proyecto como lo son el alcance, los objetivos científico-técnicos y la novedad objetiva que se aporta. Además, se han realizado documentos como lo son la memoria de solicitud y el presupuesto general del proyecto definiendo los diversos grupos de gastos principales.
- Se ha definido las necesidades de los recursos humanos del proyecto y planificación de estas horas por meses y tareas para poder saber la disponibilidad de los diferentes participantes en el proyecto, servicios externos y materiales necesarios que se previó que se necesitarían para la ejecución del proyecto, establecer las plantas pilotos necesarias para la ejecución del proyecto y planificar el uso de cada una de ellas.
- Se ha definido y planificado los recursos que se emplearon a lo largo del proyecto.
- Se ha definido el nivel del que parte el proyecto, así como del nivel al que se buscaba llegar una vez finalizado este.
- También se planificó las reuniones de seguimiento.



## **PT 2: EJECUCIÓN TÉCNICA**

Este paquete de trabajo contiene todas las tareas de ejecución técnica del proyecto. En este paquete se va a llegar a la realización del prototipo final. Para ello se han previsto las siguientes tareas por planta piloto:

### **Actividad 2.1. Estado del arte/ viabilidad técnica/ IPR**

Esta tarea ha consistido en recopilar toda la información científico-técnica relacionada con la tecnología y materias descritas. Se han realizado distintas búsquedas tanto de artículos como de patentes en diversas webs científicas como la Web of Science (WOS).

La nueva licencia de FECYT para el uso de la WOS permite el acceso a las bases de datos más utilizadas por la comunidad científica e investigadora españolas:

- Web of Science
- Science Citation Index Expanded
- Social Sciences Citation Index
- Arts & Humanities Citation Index
- ISI Proceedings-Science & Technology (ISTP)
- ISI Proceedings-Social Sciences & Humanities Edition (ISSHP)
- Journal Citations Reports (JCR-S y JCR-SS)
- Essential Science Indicator
- MEDLINE
- Scielo Citation Index

### **Actividad 2.2. Experimental**

En esta actividad es en la que se han desarrollado todas las acciones técnicas del proyecto que incluyen los procesos de desarrollo de cada uno de los pasos a realizar para alcanzar los objetivos marcados. Esta tarea se ha dividido en diversas tareas:

- **Tarea 2.2.1. Obtención de hilos:**  
En esta tarea se han desarrollado tanto hilos híbridos (fibra inorgánica/Fibra sintética) como braidings híbridos. Estos trabajos se han desarrollado mediante diferentes procesos como el torcido, el bobinado y el trenzado tanto en formato núcleo/recubrimiento, como homogéneo. También se ha trabajado con fibra cortada mediante trabajos de cardado e hilatura de anillos o por rotor, que finalmente daban como resultado un hilo óptimo para su uso en procesos de tejeduría.
- **Tarea 2.2.2. Estudio de estructuras y ligamentos**  
El objetivo de esta tarea ha sido estudiar en términos teóricos algunas de las variables que influyen en la obtención de estos dispositivos como pueden ser las estructuras del tejido o el ligamento de éstos para poder optimizar este proceso se ha llevado a cabo un estudio de diferentes estructuras y ligamentos combinándose entre sí hasta obtener coeficientes de ligadura y grados de cobertura adecuados como un primer paso para la obtención de dispositivos con propiedades mejoradas, el estudio teórico de ligamentos se ha llevado a cabo en las diferentes técnicas de tejeduría que se han empleado.
- **Tarea 2.2.3. Tejeduría**  
A partir de los hilos y braidings híbridos adquiridos y las estructuras estudiadas, se han desarrollado distintos tejidos de calada. Para tal fin, AITEX dispone de una planta experimental de tejeduría, la cual consta de tres equipos, una encoladora para trabajar hilados de urdimbre con poca cohesión o tenacidad, un urdidor y el propio telar de muestras que cuenta con una alimentación de pinza positiva, disposición de hasta 24 lizos y un software de picado propio con el que poder llevar a cabo los ligamentos requeridos. La peculiaridad de esta planta piloto es su rapidez y versatilidad a la hora de poder obtener prototipos ya que con una única bobina de hilo permite obtener muestras de tejido que posteriormente se va a caracterizar.





- **Tarea 2.2.3. Tejeduría**

A partir de los tejidos obtenidos en la tarea previa, se han desarrollado termoconformados con diferentes porcentajes de materias base, así como de estructuras textiles. Las diferentes configuraciones de hilos, estructuras y porcentajes de materias, ha generado un abanico de muestras que ha permitido realizar una comparativa de los resultados para conocer la influencia de estas variables técnicas.

### **Actividad 2.3. Caracterización**

Se ha realizado una caracterización de los hilos y tejidos híbridos desarrollados a lo largo del proyecto para conocer sus características técnicas y comportamiento. De esta forma se ha podido ir optimizando los diferentes trabajos técnicos para llegar a los prototipos finales y que estos contarán con las propiedades y características deseadas.

### **Actividad 2.4. Análisis y Reingeniería**

Esta tarea de reingeniería ha consistido en establecer secuencias como interacciones nuevas en procesos administrativos y regulatorios. Se ha tratado de realizar un análisis y rediseño del proyecto según se van obteniendo los resultados, con el objetivo de maximizar los resultados y su adecuación a los objetivos previstos. Se ha tratado de un modo planificado de establecer secuencias e interacciones con el objetivo de aumentar la eficiencia, eficacia, productividad y efectividad con la ejecución del proyecto.

- Analizar los resultados obtenidos para poder realizar mejoras en el caso que fuera necesario.
- Realización de informes y entregables de las diversas pruebas realizadas en el proyecto

### **Actividad 2.5. Coordinación Técnica**

- 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 las compras de los fungibles.
- Adecuación y mantenimiento de equipamiento y plantas experimentales.
- Replanificación de plazos, tareas e hitos; en función de resultados.
- Logística y desplazamientos.
- Estudios de viabilidad industrial (escalabilidad).
- Estudio de protección de resultados (patentabilidad).
- Solicitud de protección y definición de los derechos de propiedad intelectual (IPR).
- Validación de soluciones con empresas.
- Valoración y evaluación del proyecto y de los resultados obtenidos.



### **PT 3. DIAGNÓSTICO DE MERCADO, TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN**

El objetivo de este paquete de trabajo junto con el de Difusión es el de establecer un Plan Estratégico de Comunicación interno y externo que, por un lado, canalice las aportaciones de los participantes involucrados y que, por otro lado, permita divulgar con éxito los objetivos y resultados del mismo, implicando a todos los agentes relacionados y colectivos beneficiarios.

#### **Actividad 3.1. Diagnóstico de mercado y transferencia**

Dentro de esta actividad se desarrollan actividades como:

- Análisis de escalabilidad industrial (viabilidad industrial)
- Estudio económico de la solución propuesta; viabilidad de costes (escandallo)
- Identificación de mercado-Valoración y cuantificación de la oportunidad del mercado/necesidad.
- Definición de atributos específicos (aproximación a la propuesta de valor)
- Desarrollo de pruebas experimentales de concepto/producto con empresas (internamente en nuestras plantas experimentales o externamente en P.E. de colaboradores, o en la empresa escala industrial; hay participación de empresas).
- Definición de la propuesta de valor / ventaja competitiva (optimización de esta en niveles más altos)
- Definición de las opciones de transferencia y selección de la opción más adecuada.
- Identificación y medición del impacto en la empresa.
- Registro y seguimiento de indicadores de transferencia.
- Diseño y definición de la explotación de resultados en el mercado/sector.
- Validación de la solución/soluciones propuesta/s.

#### **Actividad 3.2. Comunicación y difusión de los resultados.**

Esta Actividad tiene como fin último dar a conocer la existencia y la ejecución del proyecto. Durante las primeras etapas de su desarrollo se informará de sus objetivos y resultados previstos a través de los diversos canales que AITEX dispone (revista de AITEX, redes sociales, web de AITEX, eventos en los que AITEX participe, etc.), así como canales externos que puedan aportar un mayor alcance a las acciones de difusión.

Durante el desarrollo y, sobre todo, al final de este, se ha procedido a dar a conocer a las empresas los resultados de este a través de estos mismos canales.

Las tareas propias de este paquete han sido:

- Acciones propias de difusión (general y específica).
- Diseño, edición y maquetación de soportes de comunicación.
- Informes ejecutivos y de resultados obtenidos.

#### **Actividad 3.3. Prototipado**

Se ha realizado una planificación de posibles demostradores a partir de los desarrollos obtenidos a lo largo de la ejecución del proyecto.



# 5. Resultados obtenidos

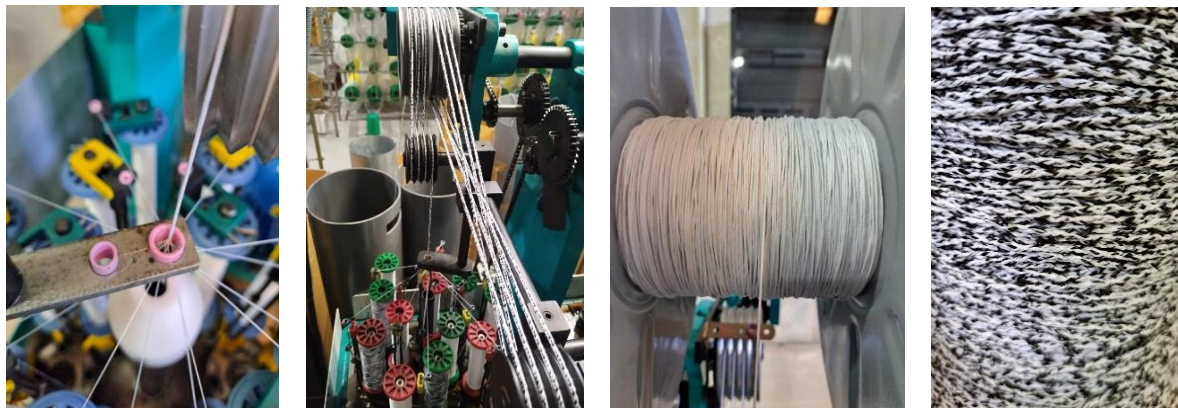
En lo que refiere al proceso de **hibridación de hilos**, se ha diferenciado en dos procesos diferentes tal como se indica en el plan inicial mostrado en la infografía previa:

- Se han realizado **hibridaciones mediante procesos de torsión**: Por un lado, a varios cabos de hilos continuos que han permitido obtener hilos híbridos en diferentes porcentajes de materias inorgánicas con buen comportamiento y aptos para su uso en procesos de tejeduría. Por otro lado, se han obtenido hilos empleando mechas de fibra tanto de forma aislada como juntamente a fibras inorgánicas continuas.



*Ilustración 4: Imágenes del proceso de hibridación por torsión*

- Se han obtenido **hibridaciones mediante el proceso de “braiding”**: Con este proceso se han obtenido cuerdas híbridas con dos clases de estructuras tubulares como son la Core/Recubrimiento y la Homogéneo. El primer tipo cuenta con la fibra inorgánica recubierta y oculta por las fibras sintéticas, mientras que el segundo tipo, las fibras inorgánicas y sintéticas son distribuidas homogéneamente en toda la superficie del “braiding”. Los “braidings” han sido producidos en diferentes porcentajes de materias y grosores para favorecer el posterior estudio de caracterización.



*Ilustración 5: Imágenes del proceso de generación de braidings híbridos*

Adicionalmente, se han realizado pequeñas pruebas de **hilatura de fibra cortada** para la obtención de nuevos hilos útiles y su combinación con las fibras inorgánicas mediante los siguientes procesos:

- **Hilatura por anillos**: A partir de fibra cortada de poliamida, se ha obtenido una cinta cardada y apta para su procesamiento mediante la planta de hilatura por anillos, obteniendo así un hilo adecuado para su empleo en posteriores procesos de hibridación.



*Ilustración 6: Bobinas obtenidas por hilatura de anillos*

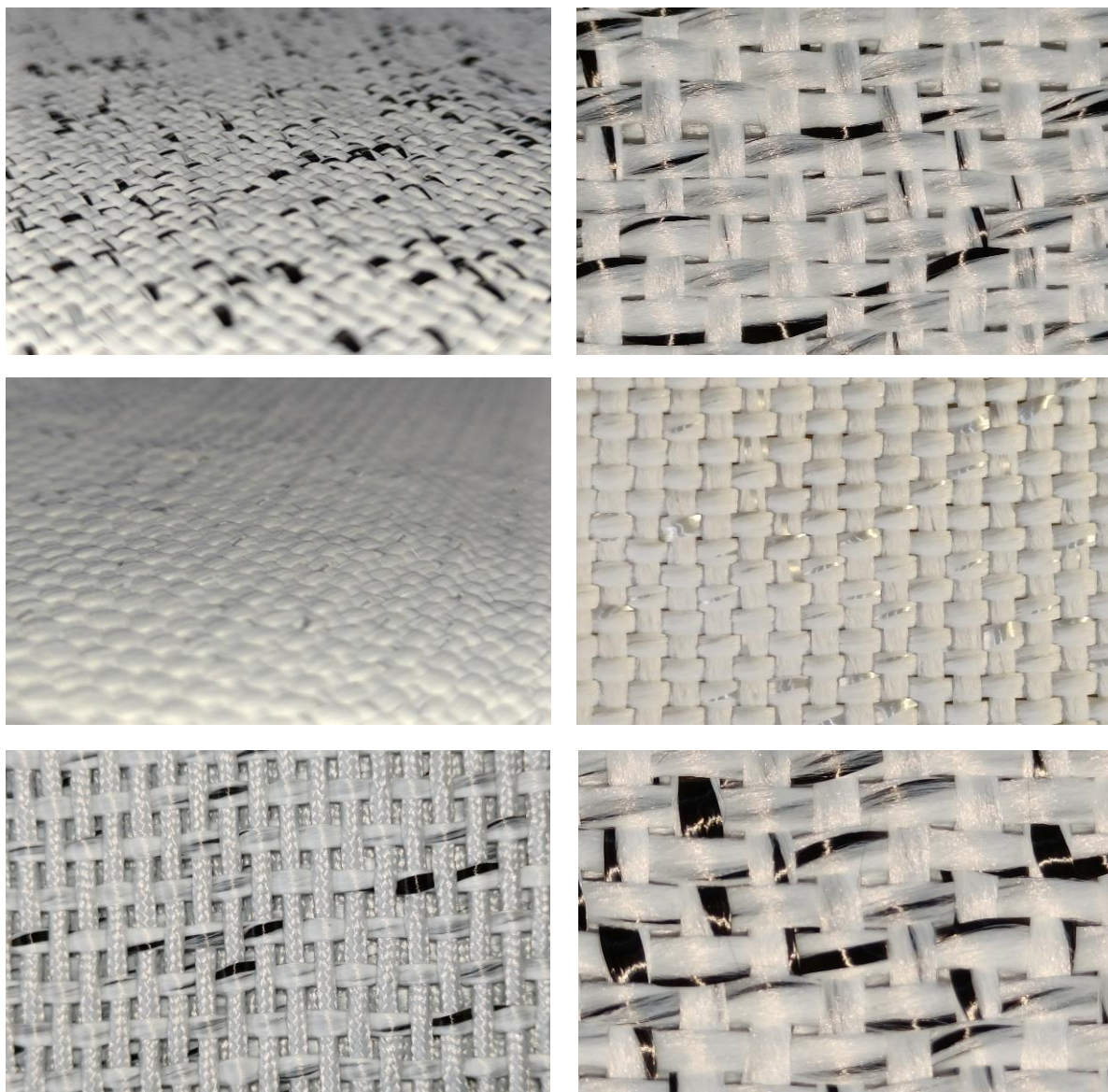
- **Hilatura por rotor Open-End**: Se ha realizado un pequeño número de muestras mediante esta tecnología de hilatura de fibra cortada para la consecución de un hilo adecuado para continuar con el proceso productivo.





A partir de las hibridaciones obtenidas en las tareas experimentales previas, se han realizado **tejedurías de calada** de las dos tipologías diferenciadas en el plan de trabajo:

- **Tejeduría de calada de hilos híbridos torsionados:** Se han obtenido diferentes tipologías de tejidos de calada adecuando la estructura textil y ligamentos empleados a las necesidades y propiedades de los hilos empleados para su producción. Se han empleado hilos híbridos en diferentes porcentajes de sus materias base (FC/PA o FV/PA), así como diferentes estructuras para analizar su comportamiento.



*Ilustración 7: Tejidos obtenidos a partir de hilos híbridos obtenidos mediante proceso de torsión*





- **Tejeduría de calada de “braiding” híbridos:** Se han obtenido diferentes tejidos empleando los “braidings” desarrollados en el proyecto. Se han realizado tejidos empleando las dos tipologías de “braidings” comentadas previamente en el presente informe. La primera clase son los “braiding” del tipo “Core/Recubrimiento”, donde la fibra inorgánica queda escondida en el interior de la estructura tubular. Y la segunda son los “braidings” con distribución homogénea” de las fibras, donde tanto fibras inorgánicas como sintéticas quedan a la vista y mezcladas uniformemente.

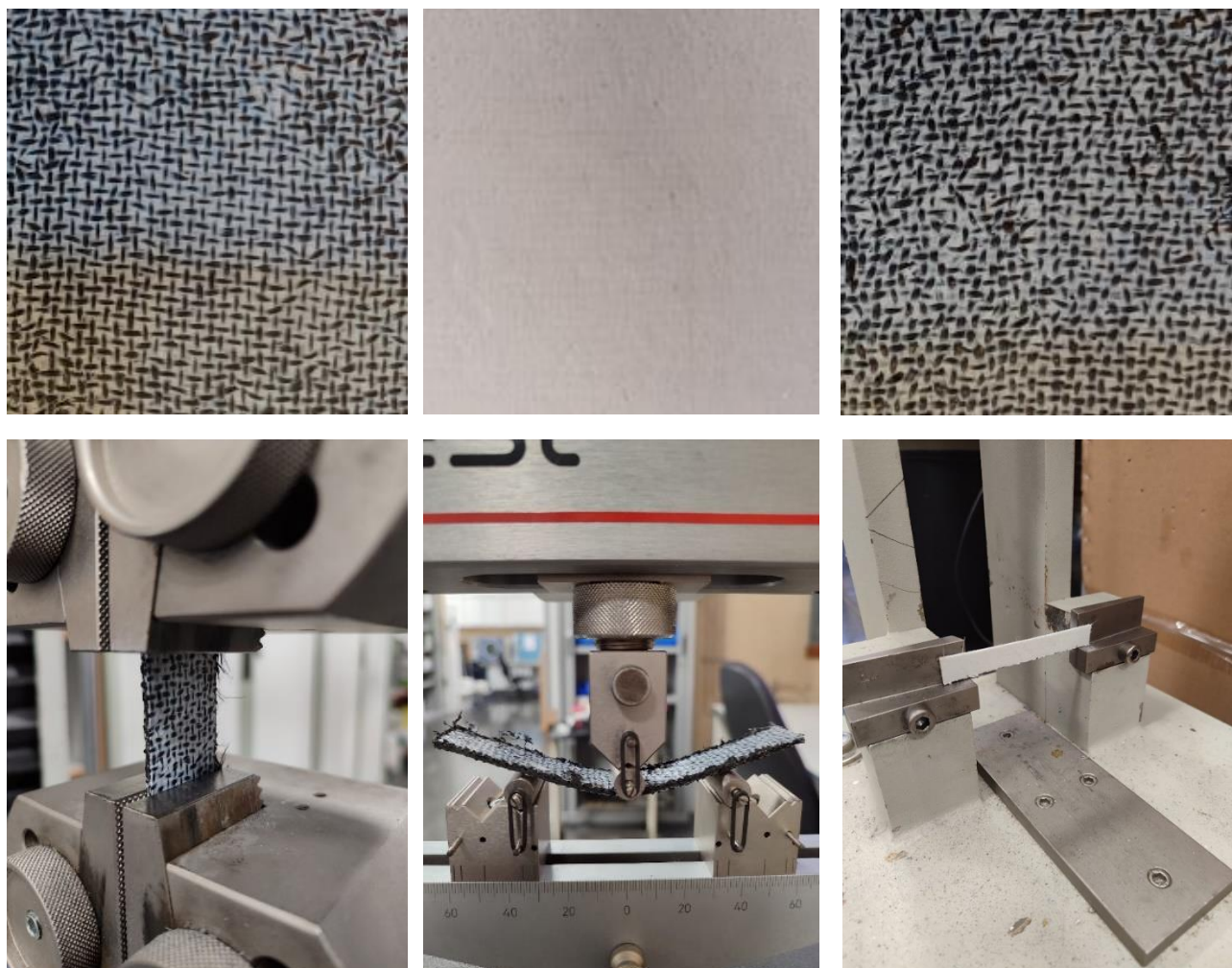


*Ilustración 8: : Tejidos obtenidos a partir de bridings híbridos.*





Mediante los tejidos híbridos fabricados, se han realizado pruebas de **termoconformado** para la obtención de placas que posteriormente han sido empleadas para su caracterización y obtención de las características de las diferentes configuraciones desarrolladas. Estas caracterizaciones permiten dar a conocer la diferencia existente entre los diferentes desarrollos y conocer que aporta cada uno de ellos al producto final fabricado. Los diferentes porcentajes de materia inorgánica y sintética ha permitido vislumbrar la cantidad óptima de material sintético para optimizar el acabado final de la pieza y a su vez dotarle de buenas propiedades mecánicas.



*Ilustración 9: Termoconformados consolidados (arriba) y probetas ensayadas en trabajos de caracterización (abajo)*



## 6. Impacto empresarial

La transferencia de resultados realizada incluye actividades de promoción de conocimientos y resultados generados en el proyecto. Esta transferencia va dirigida al tejido empresarial del sector textil de la Comunidad Valenciana para la contribución al desarrollo tecnológico, el fomento de la innovación y la mejora de su competitividad.

Las acciones de transferencia realizadas a lo largo del proyecto se desarrollan a continuación:

- **Actuaciones previas de preparación:** En las etapas iniciales de la ejecución del proyecto, se procedió a formalizar el establecimiento del modelo de cooperación de las empresas dentro del contexto del proyecto. Esta acción abarcó la elaboración de documentos, la realización de la prospección inicial y el establecimiento de contacto con empresas potencialmente interesadas en colaborar en el proyecto, desde su inicio hasta su conclusión.
- **Convocatoria abierta en medios digitales:** En las etapas iniciales de la ejecución del proyecto, se emitió una comunicación destacada en la portada de [www.aitex.es](http://www.aitex.es), la cual proporcionaba un enlace directo al resumen público del proyecto alojado en el mismo sitio web. Este resumen exponía los objetivos y resultados previstos con el propósito de informar a las empresas acerca de las líneas de trabajo delineadas. Además, se puso a disposición de las empresas un formulario en línea, mediante el cual, al completarlo, podrían expresar su interés en participar en el proyecto comunicándose al centro correspondiente.
- **Reuniones de trabajo con empresas para la transferencia del proyecto:** A lo largo de la ejecución de las distintas tareas técnicas del proyecto, se han llevado a cabo reuniones informativas con aquellas empresas que han manifestado interés y han suscrito un acuerdo de colaboración en el proyecto. Estas reuniones tienen como finalidad informar a las empresas sobre los avances logrados en el proyecto.
- **Boletín informativo de AITEX:** Este canal, de periodicidad mensual, facilita la conexión entre AITEX y los profesionales clave de las empresas asociadas, tales como los departamentos de desarrollo de producto, I+D, producción y, en general, personal con capacidad de toma de decisiones. En este boletín se abordan las novedades e informaciones prioritarias generadas por AITEX en relación con sus proyectos. Los proyectos de investigación y desarrollo (I+D) ocupan un lugar destacado, y en este contexto, se modificará la estructura de comunicación (es decir, el cuerpo de la noticia) de los proyectos para incorporar un enlace al formulario en línea. Esto permitirá a aquellas empresas interesadas en participar acceder fácilmente al formulario.
- **Revista de AITEX:** AITEX publica trimestralmente una revista física en la que las empresas pueden encontrar información sobre los proyectos en desarrollo, así como detalles sobre la posibilidad de colaborar. En dicha revista se informará sobre la existencia del formulario en línea, que sirve como medio de comunicación para formalizar el interés en colaborar en el proyecto.