



FUN2GARMENT

**I+D DE NUEVOS ACABADOS FUNCIONALES
SOBRE TEJIDOS TÉCNICOS Y PRENDAS, DE
ALTO COMPONENTE SOSTENIBLE**

(2017)



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu

IVACE
INSTITUT VALENCIÀ DE
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

*Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER,
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020*

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO.....	4
2.	ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES	6
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	9
4.	PLAN DE TRABAJO	11
5.	RESULTADOS OBTENIDOS	14
6.	TRANSFERENCIA A EMPRESAS.....	61

1.FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO



Nº EXPEDIENTE	IMDEEA/2017/34
TÍTULO COMPLETO	I+D de nuevos acabados funcionales sobre tejidos técnicos y prendas, de alto componente sostenible
PROGRAMA	PROGRAMA DE AYUDAS DIRIGIDAS A CENTROS TECNOLÓGICOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE I+D DE CARÁCTER NO ECONÓMICO REALIZADOS EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS
ANUALIDAD	2017
PARTICIPANTES	-
COORDINADOR	-
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es FONDOS FEDER – PROGRAMA OPERATIVO FEDER DE LA COMUNITAT VALENCIANA 2014-2020
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870

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) y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

"Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020"

2. ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES



La industria textil se caracteriza por tener procesos productivos que, en general, son altamente intensivos en el consumo de recursos tales como el agua -solo la agricultura la supera-, la energía o las fibras naturales. Dichas actividades, junto con el consumo de productos químicos mayoritariamente sintéticos que se produce principalmente en las etapas de tintura, estampación y acabado hacen de esta industria una de las que más carga contaminante provoca en sus emisiones al agua y atmósfera.

El subsector de los acabados textiles (independientemente del artículo textil a producir) es de los más problemáticos en este sentido, pues las tecnologías y procesos tradicionales de acabado son en vía húmeda, empleando grandes cantidades de agua y productos químicos, de energía para secar y polimerizar los químicos aplicados, lo cual genera también elevados niveles de emisión de aguas residuales con una notable carga contaminante. En países avanzados de la EU-27, aun teniendo una legislación severa en el control de emisiones y, a pesar de que la conciencia medioambiental de productores y consumidores es cada vez más creciente, la industria textil todavía genera problemas en este sentido y presenta puntos críticos, especialmente en zonas con escasez de agua como el sur de Europa, que en España se focalizan sobre todo en el Sur/Este, donde se incluye la Comunitat Valenciana.

Hay que tener en cuenta que entre el 17-20% de la contaminación de aguas residuales proviene de procesos de tintura y acabado textil (WHO, 2010). Además, teniendo en cuenta que se producen en Europa alrededor de 1.000 millones de kg de textiles (2012) y que, por ejemplo, para fabricar unos jeans son necesarios 7.000 l de agua y 2.700 l para una camisa/camiseta, la necesidad de innovación en nuevos procesos y tecnologías sostenibles de acabado textil es más que necesaria. Incluso los procesos de lavado de prenda confeccionada son intensivos en consumo de agua, ya que por cada kg de tejido se consumen hasta 10 l.

En lo que respecta a procesos de tintura, estampación y acabado, el sector textil se encuentra inmerso actualmente en un proceso de reconversión y reindustrialización que aporte valor añadido, desde el punto de vista técnico y también medioambiental, frente a producción textil de países con economías emergentes y menor respeto por el medioambiente. Aun así, en la mayoría de las empresas textiles con procesos de acabado pueden encontrarse tecnologías convencionales como la impregnación directa (fulardado), la estampación con mallas y rotativa o el dip-coating (impregnación de prendas), que consumen grandes cantidades de agua y productos químicos y en las cuales la carga contaminante de los vertidos que producen es elevada.

Por todo ello, se planteaba claramente la necesidad de investigar en nuevas tecnologías de acabado más respetuosas a nivel medioambiental, pero que a la vez puedan aportar ventajas competitivas y de diferenciación para empresas de la Comunitat Valenciana.

Nivel tecnológico

El nivel tecnológico de FUN2GARMENT se estableció desde dos vertientes: la primera de ellas relacionada directamente con el nivel de madurez de las tecnologías a investigar y



los procesos a desarrollar. Así, desde su planteamiento inicial se consideró que era posible posicionar el proyecto FUN2GARMENT al respecto del nivel de madurez de la tecnología (TRL).

Teniendo en cuenta que las tres tecnologías consideradas (láser, ozono y nanoburbujas/micronización) ya encuentran aplicación industrial en el sector denim, pero todavía no han sido demostradas en las aplicaciones y usos finales considerados en FUN2GARMENT (textil-hogar y ocio/deporte), se estableció un TRL de partida de 6 (modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante); con ello, FUN2GARMENT permitiría de manera general el avance hasta TRL 8 (sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones) ya que el conocimiento que se esperaba generar y la estructura de proyecto planteado (con cooperación con empresas y pruebas/demostraciones de las tecnologías con sus tejidos y prendas en dichas acciones de cooperación), lo hacía posible. Tras la ejecución de trabajos en 2017 y sus resultados obtenidos puede afirmarse que así ha sido. Se ha incrementado el nivel de madurez de conocimiento/aplicación de las 3 tecnologías permitiendo incluso dentro de 2017 a empresas valencianas lanzar proyectos de I+D propia y movilizar recursos técnicos y económicos para ello.

La segunda vertiente para valorar el nivel tecnológico de FUN2GARMENT hace referencia a las propias tecnologías en sí que se han investigado dentro del proyecto. FUN2GARMENT se centra en las tecnologías de láser, ozono y micronizado aplicadas a tejidos de hogar o tejidos y prendas del sector ocio/deporte aprovechando el amplio background que AITEX tiene en procesos y técnicas de acabado textil; además, debido también al triple componente estético (diseño/moda), funcional y sostenible (bajo impacto ambiental y ecoeficiencia) que presentan y aportan estas tecnologías, el Grupo de Investigación especializado en Acabados Técnicos de AITEX ha podido maximizar la información relevante para empresas del sector respecto del uso e implementación de nuevos productos de acabado combinados con estas tecnologías. Hay que tener en cuenta que las fórmulas que se conocen para fulardado o dip-coating no sirven para el sistema de nanoburbujas/micronización, habiéndose desarrollado a propósito dentro de FUN2GARMENT, o que no es nada común el marcado láser sobre poliéster, tejidos de tapicería, de mantelería, fibras tales como viscosa, sobre resinados, etc.

Todo ello ha sido considerado también por el equipo de investigación de FUN2GARMENT como relevante respecto del nivel tecnológico que presentaba el proyecto a su inicio y el que ha mostrado al final de ejecución en 2017 (estando prevista la continuación del mismo en 2018, con una segunda anualidad).

3.OBJETIVOS DEL PROYECTO



El proyecto FUN2GARMENT ha tenido como objetivo principal **desarrollar y validar nuevos procesos de acabado textil basados en láser, ozono y micronización, adaptados a tejidos de textil-hogar y prendas de uso deportivo (de origen natural o sintético) buscando tanto la funcionalización y la tecnificación del textil resultante, como el ahorro de agua, productos químicos y energía en comparación con técnicas y procesos tradicionales de acabado** como la impregnación directa, el esprayado o el dip coating. En sectores como el denim dichas tecnologías presentan muy buenos resultados en términos de sostenibilidad de procesos y personalización de producto, pero no se tienen referencias validadas de desarrollo y aplicación de las mismas sobre los tejidos y usos finales que contempla FUN2GARMENT.

Se ha buscado, por tanto, cubrir y validar tanto efectos estéticos (de moda y diseño) como obtener diversas funcionalidades sobre los materiales textiles a tratar, de manera que puedan obtenerse tejidos de uso final destinados a diferentes sectores y ámbitos de aplicación.

- Los efectos estéticos y de moda se han desarrollado mediante las tres tecnologías contempladas en el proyecto, obteniendo **nuevas texturas, diseños y tonos de color personalizados mediante el marcado con láser, degradación controlada del color mediante el tratamiento con ozono, y nuevas tinturas por micronización.**
- Las **funcionalidades desarrolladas -mediante la tecnología de micronizado- han sido: repelencia al agua y aceite, repelencia al agua (con productos libres de flúor), actividad antimicrobiana (antibacteriana y antifúngica), cierto efecto antimosquitos (todavía por optimizar), antiolor (con compuestos libres de plata) y retardancia de llama (con productos libres de halógenos).** Esta nueva tecnología favorece la reducción en el consumo de agua (más del 80%) y en productos químicos (hasta el 50%), así como en la generación de aguas residuales (más del 90%) en comparación con procesos tradicionales. De hecho, en el acabado de prendas de 170 – 200 g, cada una de ellas ha podido acabarse y funcionalizarse con menos de 1 vaso (entre 150 y 200 ml) de formulación de acabado textil.

Teniendo en cuenta que los materiales textiles de trabajo han sido principalmente tejidos de hogar y de uso deportivo, **además AITEX planteó y desarrolló el estudio de impacto y de transferencia de resultados del proyecto en dos sectores donde la industria textil valenciana tiene una gran capacidad productiva, alto potencial de innovación y una notable cuota de mercado,** tanto nacional como internacional.

Todas las actividades realizadas han tenido carácter no económico, siendo dichas actividades acciones de I+D incluidas las acciones de transferencia a empresas, puesto que todas ellas han facilitado la identificación de necesidades en materia de I+D en diferentes sectores productivos de la Comunitat Valenciana (principalmente, el textil) y han permitido generar conocimiento y tecnología, tanto para AITEX como para las empresas cooperantes en acciones de transferencia y, mediante la Difusión general de resultados, al conjunto de empresas del sector y público en general.

4. PLAN DE TRABAJO



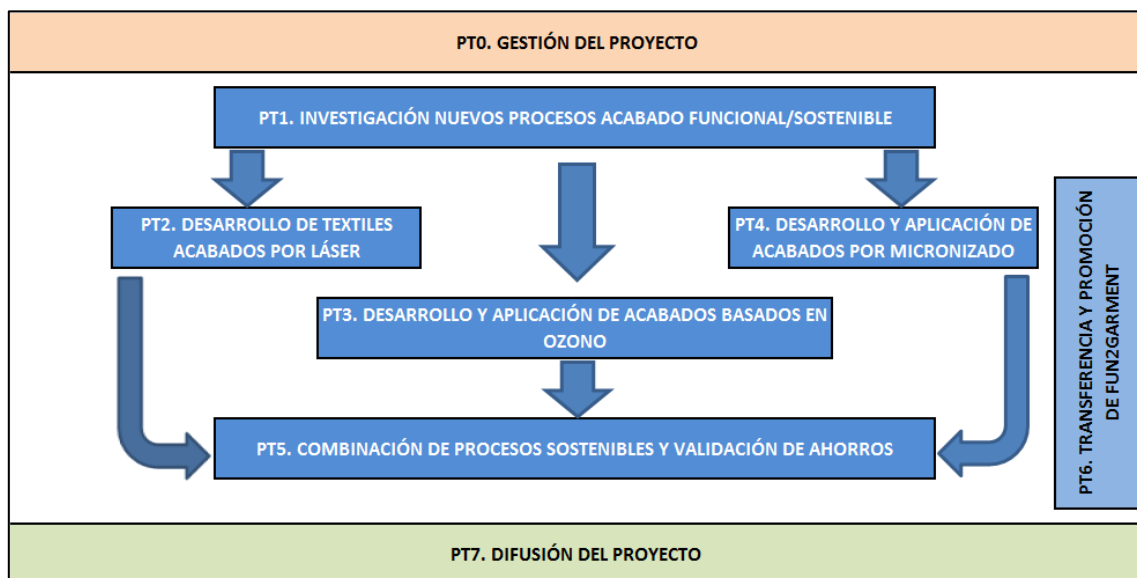
El Plan de Trabajo **se estructura de una manera lo más sencilla posible, incluyendo las correspondientes actividades de gestión, técnicas, de transferencia/promoción de resultados y de difusión en Paquetes de Trabajo (PTs) independientes**, de manera que sea fácilmente distinguible el trabajo en cada uno de ellos, tanto a nivel de ejecución técnica y dedicación horaria, como a nivel de ejecución de gastos relacionados con cada actividad.

Además, **los Paquetes de Trabajo de carácter más técnico** (PT1 a PT5, sin considerar el PT6 de transferencia de resultados), **se han estructurado para que transcurran a la vez varias líneas de investigación, de manera que se pueda trabajar sin generar cuellos de botella** y permitir su ejecución sin que se interrumpan tareas.

La ejecución de tareas de cada uno de los 8 Paquetes de Trabajo de FUN2GARMENT la desarrollará el personal de AITEX cuya actividad diaria en el Instituto es precisamente de la que trata cada PT. **Se ha seleccionado un equipo multidisciplinar, con participación de Doctoras/es y con tareas que permiten la interacción entre los diferentes grupos de trabajos establecidos** (personal de I+D, de Laboratorios y de Gestión/Comunicación).

Habiendo planteado un proyecto integral a 2 años (anualidades 2017 - 2018), se muestra a continuación el cronograma establecido a inicio de proyecto para el desarrollo de FUN2GARMENT, así como el flujograma de Paquetes de Trabajo.

ACTIVIDADES / MESES	2017												2018											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PT0. GESTIÓN DEL PROYECTO																								
T0.1. Gestión del proyecto	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
PT1. INVESTIGACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE ACABADO FUNCIONAL Y SOSTENIBLE													▲											
T1.1. Nuevas tecnologías de acabado													◊											
T1.2. Productos químicos y materias primas que favorecen la sostenibilidad																								
T1.3. Producto textil final																				◊				
T1.4. Reuniones y preparación de documentación técnica asociadas a PT1	☉				☉				☉			☉			☉									
PT2. DESARROLLO DE TEXTILES ACABADOS POR LÁSER													▲											▲
T2.1. Estudio de materiales textiles y colorantes																								
T2.2. Ajuste de parámetros de marcado y pruebas previas																								
T2.3. Desarrollo de pruebas de marcado láser																								
T2.4. Caracterización de muestras marcadas. Validación													◊											◊
T2.5. Reuniones y preparación de documentación técnica asociadas a PT2	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
PT3. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACABADOS BASADOS EN OZONO													▲											▲
T3.1. Estudio de materiales textiles, sus colorantes y su preparación																								
T3.2. Ajuste de parámetros de tratamiento y pruebas previas																								
T3.3. Desarrollo de pruebas de tratamiento con ozono																								
T3.4. Caracterización de muestras tratadas con ozono. Validación													◊											◊
T3.5. Reuniones y preparación de documentación técnica asociadas a PT3	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
PT4. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACABADOS POR MICRONIZADO													▲											▲
T4.1. Estudio de materiales textiles y prendas																								
T4.2. Ajuste de recetas de acabado. Desarrollo de pruebas previas y de referencia																								
T4.3. Desarrollo de acabados y tinturas por micronizado																								
T4.4. Caracterización de muestras micronizadas y referencia. Validación													◊											◊
T4.5. Reuniones y preparación de documentación técnica asociadas a PT4	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
PT5. COMBINACIÓN DE PROCESOS SOSTENIBLES Y VALIDACIÓN DE AHORROS																								▲
T5.1. Desarrollo de procesos combinando láser + ozono																								
T5.2. Desarrollo de procesos combinando micronizado + láser																								
T5.3. Desarrollo de procesos combinando láser + ozono + micronizado																								◊
T5.4. Caracterización de muestras textiles y validación de ahorros y procesos																								◊
T5.5. Reuniones y preparación de documentación técnica asociadas a PT5									☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	
PT6. TRANSFERENCIA Y PROMOCIÓN DE FUN2GARMENT													▲											▲
T6.1. Captación de empresas interesadas					◊								☉				◊							☉
T6.2. Análisis de necesidades					☉								◊					☉						◊
T6.3. Definición del proyecto																								◊
T6.4. Generación de conocimiento y/o tecnología																								
T6.5. Transferencia y promoción de los resultados obtenidos											◊	☉	☉										◊	☉
T6.6. Preparación de documentación técnica asociada al PT6					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
PT7. DIFUSIÓN DEL PROYECTO													▲											▲
T7.1. Acciones y soportes de difusión													◊											◊
T7.2. Reuniones y preparación de documentación técnica asociadas a PT7					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉





GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu

IVACE
INSTITUT VALENCIÀ DE
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

*Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER,
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunidad Valenciana 2014 - 2020*

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

5. RESULTADOS OBTENIDOS



Se detallan las actividades y trabajos realizados, así como los resultados obtenidos siguiendo la estructura del Plan de Trabajo, el cual se estructuró en 8 Paquetes de Trabajo:

PT0. GESTIÓN DEL PROYECTO

PT1. INVESTIGACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE ACABADO FUNCIONAL Y SOSTENIBLE

PT2. DESARROLLO DE TEXTILES ACABADOS POR LÁSER

PT3. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACABADOS BASADOS EN OZONO

PT4. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACABADOS POR MICRONIZADO

PT5. COMBINACIÓN DE PROCESOS SOSTENIBLES Y VALIDACIÓN DE AHORROS

PT6. TRANSFERENCIA Y PROMOCIÓN DE FUN2GARMENT

PT7. DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Así, en **PT0. GESTIÓN DEL PROYECTO** se han desarrollado los trabajos correspondientes asociados a la preparación de documentación técnico-económica para presentación del proyecto a IVACE en el programa correspondiente, la ejecución de trabajos relacionados con revisión de documentación diversa (contratos, ofertas, comunicaciones de IVACE, etc.) y los propios también relacionados con la preparación de documentación para la justificación del proyecto en 2017.

En **PT1. INVESTIGACIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE ACABADO FUNCIONAL Y SOSTENIBLE**, se investigaron diversas tecnologías, equipamiento y ejemplos de maquinaria identificada para la aplicación de acabados por vía húmeda o seca, y cuya consideración principal es que promueven la sostenibilidad del propio proceso de acabado. Ello es así porque dichas tecnologías y procesos favorecen:

- El ahorro de agua.
- Un menor consumo de productos químicos.
- Menos consumo de energía.
- La generación de menos efluentes, menos residuos o menos emisiones a la atmósfera.
- El desarrollo del proceso de acabado en un tiempo menor al habitual.

Indicar primeramente que, de todas las tecnologías aquí contempladas, AITEX dispone de varias de ellas a nivel de plantas piloto, tales como la laminación hotmelt, el envejecimiento con ozono, el marcado por láser, la funcionalización por micronizado/nanoburbujas, además de know-how en muchas otras de las investigadas. Ello ha permitido acelerar trabajos de I+D en los paquetes de trabajo técnicos PT2-PT5. Además de las 3 tecnologías implicadas en FUN2GARMENT (láser, ozono y micronizado) se ha profundizado también en otras tales como equipos de tintura, sistema de curado por UV incluyendo aquellos integrados en maquinaria de estampación digital, sistemas de laminación con tecnologías hotmelt, etc. También se investigaron productos químicos aplicables a la industria textil que favorecen la sostenibilidad así como productos textiles finales susceptibles de haber sido desarrollado con procesos sostenibles, para identificar tendencias, líneas de productos, colecciones, etc.



T1.1. Nuevas tecnologías de acabado

Láser: El marcado con láser sobre tejidos y prendas de fibras naturales se basa en la capacidad de sublimación de los colorantes con que se tiñen estos tejidos, por aplicación de una fuente de calor de alta intensidad. El láser tiene la capacidad de incidir a nivel nanométrico sobre las primeras capas de un material, modificando su superficie (ablación) y cuando encuentra moléculas de color estas subliman, pasando de estado sólido a gas de manera inmediata. De esta manera es capaz de 'quitar' color -incluso material- en zonas controladas, ya que los equipos de láser se manejan con un software adecuado que permite cargar diseños a la carta.

Esta potente herramienta de personalización en la industria textil viene empleándose desde hace una década sobre todo en prendas denim (jeans, principalmente), si bien es potencialmente aplicable a otros tipos de tejido (como los considerados en FUN2GARMENT) y otros bienes tales como calzado o incluso marroquinería y piel (natural o sintética). Cualquier superficie en 2D o incluso en 3D es susceptible de ser marcada con láser si el equipo está robotizado y permite diferentes movimientos.

En su uso habitual dentro de la industria del denim ha permitido la sustitución de prácticas problemáticas no solo para el medioambiente, sino también para la salud humana (ej. sandblasting o abrasión con arena que provoca problemas respiratorios en los operarios, el uso de spray de PP/permanganato potásico altamente irritante y tóxico, o el lijado manual para envejecer el denim). Además, es un proceso que permite dotar de prestaciones estéticas elevadas a los tejidos sin emplear la vía húmeda ni productos químicos para ello, con lo que no se tienen tampoco emisiones de aguas residuales generadas en el propio proceso de marcado. Ejemplos de proveedores de esta tecnología, tanto para aplicaciones textiles como para el marcado de otros materiales son:

- JEANOLOGIA.
- TROTEC.
- TONELLO.
- EUROLASER.
- MECCO.
- LASIT.
- ON-LASER.
- SISMA LASER.
- ALTERIA LASER.
- TRUMPF.
- LASER MARK SL.

A lo largo del trabajo de investigación de documentación técnica se han identificado y analizado diferentes documentos relacionados con las posibilidades que ofrece esta tecnología para el marcado y personalización de diferentes materiales y bienes de consumo masivo. Se completó este estudio con una revisión de información técnica y aplicaciones de la tecnología de marcado láser sobre materiales plásticos y otros como madera/metal/vidrio... Ello ha servido para plantear en FUN2GARMENT II (2018) la investigación de aplicabilidad de tecnología láser a otros materiales diferentes a los puramente textiles como pieles, poliuretanos, maderas, cauchos, etc.



GENERALITAT VALENCIANA

TOTS A UNA *veu*



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunidad Valenciana 2014 - 2020"

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

CO₂ Laser Marking

CO₂ are gas lasers which are stimulated electrically. They operate at the 10,600 nm wavelength, and are mostly used for marking applications on non-metallic materials and most plastics.

The CO₂ lasers are largely used in food, drug, or alcohol packaging, integrated circuits, electrical appliances, mobile communications, and electronic components.

BENEFITS

- o Ideal for marking paper, cardboard, wood, leather, glass, ceramics and plastics.
- o High efficiency and good beam quality
- o Very concentrated beam spot size
- o Fast engraving speeds, low power requirements



Ejemplo de aplicación del láser en otros materiales no puramente textiles (cuero).



THE BEST SOLUTION FOR LASER MARKING ON WOODS

Here in LASIT we offer a full range of engraving, cutting and **laser marking on woods**.

Furthermore, with the TTL and Reflex vision systems, completely developed by LASIT, one can easily identify the parts and carry out laser cutting and engraving with extreme accuracy and precision.



Posibilidades de marcado láser de materiales tales como madera (se considerará en FUN2GARMENT II, 2018).



Ejemplo de marcado láser en otros bienes de consumo (alimentos).

Ozono: En la industria textil, el ozono se utiliza tanto para tratar y procesar tejidos como en el tratamiento de aguas residuales (en este caso para desinfección/deodorización, principalmente). Puesto que el O₃ es un gas altamente oxidante, tiene capacidad de limpiar, desinfectar e incluso aportar efectos de bleaching (blanqueo) sobre los textiles, principalmente fibras naturales.

En su uso habitual y masivo como tecnología de acabado para denim, el ozono se aplica sobre las prendas denim algo húmedas -ya que la humedad promueve la transferencia del O₃ al interior de la fibra-, de manera que los radicales O· del ozono atacan sobre todo las moléculas de colorante con que está tintada la fibra; también atacan, aunque en menor medida, otros químicos presentes como aceites de ensimaje y diversas manchas principalmente de origen orgánico. Con ello, pueden obtenerse tanto efectos de limpieza y de bleaching similar al que aportaría el proceso tradicional con peróxido de hidrógeno, así como decoloración controlada de las prendas denim buscando efectos de moda/diseño. También elimina en gran parte el backstaining (sobretintura, redeposición de índigo) del reverso de los bolsillos de los jeans. Es una tecnología ya madura de tratamiento de textiles, especialmente en denim, y algunos ejemplos de proveedores de estos equipos y de fabricantes de instalaciones y generadores de ozono para uso en textil y afines son:

- JEANOLOGIA.
- TONELLO.
- ROKA TEXTILE.
- TUPESA.
- AIRCARE TECHNOLOGY LTD.
- HITECH ENGINEERED SOLUTIONS.
- VAV TECHNOLOGY.
- ACG PULSE.

A lo largo del trabajo de investigación en PT1 se identificaron y analizaron diferentes documentos relacionados con la aplicabilidad que puede tener el tratamiento con ozono de materiales textiles y poliméricos, no solo para obtener efectos de blanqueo y decoloración, sino también con fines higienizantes, de limpieza de textiles, etc.



Micronización/nanoburbujas: La tecnología de micronización de fluidos -o de generación de nanoburbujas- es relativamente reciente, encontrando aplicaciones hasta ahora en el tratamiento de aguas, la industria alimentaria o la medicina. Teniendo en cuenta que los procesos de acabado y tintura en textiles implican el uso intensivo de agua y productos químicos diversos, el potencial de esta tecnología para la aplicación de acabados y tinturas con menos consumo de agua y químicos es enorme, teniendo en cuenta además que se generará mucha menos agua residual en el proceso de acabado. Ejemplos de fabricantes y proveedores de este tipo de tecnología para uso en textil y afines pueden ser (incluyendo fabricantes solamente del reactor/generador de nanoburbujas):

- JEANOLOGIA.
- CARE APPLICATIONS.
- DISTRI AMBIENTE.
- TONELLO (sistema similar también con ahorros de relación de baño y químicos).
- BLUE PLANET ENVIRONMENTAL.
- BIOKAVITUS.

Tomando como base el proyecto MNB-ECOFINISHING (2013 - 2015) en el que participó AITEX, donde se validaron los potenciales ahorros en el consumo de agua (> 80%), en productos químicos (hasta el 50%), así como en la generación de aguas residuales (> 90%) en comparación con procesos tradicionales (como el dip-coating), para la funcionalización y tintura de prenda denim y convencional principalmente, en FUN2GARMENT se investiga e implementa esta tecnología de micronizado para la funcionalización y tintura de tejidos y prendas técnicas destinados a hogar y deporte, respectivamente, a partir del desarrollo de formulaciones de acabado funcional específicas y sus procesos de aplicación adaptados a los textiles objeto de la investigación.

Como en otras tecnologías involucradas en FUN2GARMENT e investigadas en este PT1, se realizó una búsqueda y análisis documental de diferentes soportes, con información relacionada con la micronización y la generación de nanoburbujas para diferentes aplicaciones: el volumen de información no fue tan grande como en las tecnologías láser u ozono.

Estampación digital: Si bien es una tecnología de ennoblecimiento textil que ya puede considerarse como madura dentro del sector, es solamente desde hace unos 5 - 10 años que las empresas textiles están empezando a explotar sus posibilidades, hecho motivado sobre todo por la especialización de máquinas y nuevos desarrollos que permiten unas mayores velocidades de estampación y producción. Ejemplos de proveedores de estos equipos pueden ser:



- ATPColor,
- D-Gen,
- Mimaki,
- Mutoh,
- Durst,
- HP,
- Vutek,
- Reggiani,
- MS,
- Osiris,
- Stork,
- Konica-Minolta,
- Zimmer, etc.

En cuanto a innovaciones dentro de maquinaria de estampación digital, en la última feria ITMA de 2015 se presentó nuevo equipamiento. Nueva maquinaria/impresiones y tecnologías han sido desarrolladas durante los últimos años, para conseguir no solo nuevos efectos o alta coloración, sino también ahorros (en términos de agua, energía, agentes químicos...) y menos residuos/descargas. Algunos ejemplos: DYSTAR/ZIMMER. Los tintes VAT (de indantreno) han sido reformulados por Dystar a una nueva generación de las tintas VAT adaptadas a la impresión digital ("primeras tintas VAT industrializadas en el mercado", dice la compañía).Ventajas:

- Alta firmeza a la luz, incluso en tonos pálidos.
- Alta firmeza a múltiples lavados.
- No hay marcas de pliegue como en impresoras de pigmento.
- Buena firmeza al frotamiento.
- Negros reales y oscuros comparados con las impresoras de pigmento.
- Tonos vívidos y brillantes.
- Excelente manejo y cubierta de telas.

También han sido desarrolladas nuevas tintas en colaboración con la manufacturera de impresoras de inyección de tinta, para adaptar algunas partes de la maquinaria. Hasta ahora, no habían tintas de esta familia química disponibles en el mercado para poder realizar estampaciones con indantreno (que requiere de reducción inicial del colorante y posterior oxidación del mismo).



Modelo de máquina de estampación digital capaz de trabajar con tintas inkjet indantreno/VAT.



Al ser un nuevo desarrollo y una nueva gama de tintas inkjet, no tienen desarrollada toda la gama de colores y los cabezales inyectoros de las impresoras convencionales no sirven para estas tintas, con lo que una instalación normal digital no es adecuada y debe adaptarse. Probablemente, los inyectoros comunes se degraden por corrosión de las nuevas tintas Indanthren, ya que comúnmente este tipo de colorante requiere de un proceso de reducción alcalina + posterior oxidación para su fijación. Esa puede ser la razón por la cual Dystar está trabajando junto con Zimmer en este sentido.

Otros nuevos desarrollos en estampación digital se focalizan en tintas de curado UV o máquinas con velocidades de producción elevadas, nada que ver con las de hace 10 – 15 años que trabajaban a muy pocos m/min.

Equipamiento para tintura: El nuevo equipamiento para procesos de tintura textil, del cual muchas novedades también tuvieron presencia en la última edición de ITMA Europa, cada vez está siendo más desarrollado buscando conseguir no solo nuevos efectos o alta coloración, sino también ahorros (en términos de agua, energía, agentes químicos...) y menos residuos/descargas. Los nuevos diseños de máquinas de tintura que permiten minimizar los ratios de baño de colorante suponen ahorros medioambientales = ahorros monetarios. Además, se identificaron buenas prácticas y nuevas tecnologías también en línea con el concepto de sostenibilidad ambiental y ahorro de costes tales como:

- Implementar procesos de tintura en "seco" basados en tecnología de Fluido Supercrítico.
- Implementar procesos de tintura en "seco" asistidos por nanoburbujas en prendas para efectos de moda.
- Implementar nuevos tintes y colorantes provenientes de recursos naturales.
- Control ecológico en procesos de tintura (con colorantes reactivos) para tejidos de celulosa.
- Sustitución del hidrosulfito sódico al tinter poliéster con colorantes dispersos.
- Pre-lavado/humectación + proceso de tintura en 1 paso para tintura de poliéster (colorantes dispersos).
- Sustitución de agentes dispersantes comunes por agentes dispersantes biodegradables.





Sistema de tintura en seco empleando CO2 supercrítico, implantado en empresa (DyeCoo y Nike Inc.).

Sistemas de laminación hotmelt: Complementando la investigación que se realizó en lo que respecta a sistemas de ennoblecimiento textil por vía húmeda, se ha querido cerrar este apartado dejando constancia aquí también de la cada vez más creciente tendencia de uso de la tecnología hotmelt en sistemas de laminación textil.

T1.2. Productos químicos y materias primas que favorecen la sostenibilidad

En paralelo a T1.1 y con la misma metodología, los investigadores de AITEX han identificado y analizado información técnica (proveniente de fuentes diversas) referente a químicos destinados a procesos de tintura, estampación y acabado que aporten ventajas medioambientales y de proceso frente a las opciones masivamente/tradicionalmente utilizadas.

Con ello, se ha pretendido generar información valiosa y nuevo conocimiento sobre productos de acabado/tintura sostenibles, que incrementen todavía más el valor añadido que las tecnologías objeto de FUN2GARMENT aporten a los textiles involucrados en el proyecto. Entre las familias de productos químicos investigados e identificados como potencialmente útiles para testar sobre todo en el PT4 que involucra la tecnología de nanoburbujas:

- Repelentes a líquidos. C6 y compuestos fluorine-free.
- Resinas y productos de baja inercia química con la piel.
- Productos para tintura.
- Enzimas.
- Retardantes de llama. Las alternativas sostenibles en acabados retardantes de llama son compuestos basados principalmente en sales de nitrógeno/fósforo.
- Films y membranas para laminación en seco.

Puede maximizarse el carácter sostenible de un proceso de acabado textil si, además de utilizar o implementar tecnologías innovadoras, estas se combinan con el uso de productos químicos más sostenibles que las opciones habituales.

T1.3. Producto textil final

Complementando los trabajos realizados en T1.1 y T1.2 también se identificaron diferentes productos textiles (no solo de textil-hogar y ocio/deporte que contempla FUN2GARMENT)



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
VELU



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

*Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER,
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunidad Valenciana 2014 - 2020*

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

fabricados bajo un concepto de sostenibilidad y respeto medioambiental, uso de materias primas/químicos naturales, un concepto 'km 0' respecto de los proveedores de materias primas, etc. Esta información ayuda al personal de AITEX a identificar tendencias sostenibles, funcionales e incluso de moda/diseño en producto final, que sirven también de apoyo cara a las acciones de transferencia de resultados que se desarrollan dentro de PT6.

Ejemplos de tejidos de uso general y prendas deportivas funcionales, incluyendo las que favorecen la salud del usuario: Las prendas deportivas son un importante nicho de mercado para los fabricantes textiles que utilizan hilados técnicos y acabados especiales para dotar de prestaciones de interés a tejidos y prendas. Varias de estas prestaciones están relacionadas con la salud del usuario, la mejora del bienestar, la protección frente agentes externos, etc.

NILIT INENERGY

SHAPE YOUR BODY AND ENERGIZE IT!

RESHAPE YOUR BODY WITH NILIT® INENERGY
THE PROCESS - ENERGY FROM THE INSIDE OUT

FAR INFRARED RAYS → HUMAN BODY → INFRARED RAYS → FABRIC

Converts the naturally occurring thermal energy of the human body into Far infrared rays (FIR) → Reflects it back to the body causing sleep, gentle heating → The gentle heat emitted by the fibers is proven to have cosmetic advantages including improved skin texture and body sculpting, while also revitalizing and energizing the body.

TESTED & PROVEN RESULTS!

The test was conducted on 40 women, aged 38-60, who wore Nilit Innergy leggings for a duration of 8 hours per day over 56 days.¹

The graphs below clearly show the amazing results from testing the product - a slimmer body with many skin benefits.

Measurement	Reduction (%)	Reduction (cm)
Buttocks circumference	-1.10%	-1.07 cm
Thigh circumference	-1.60%	-0.96 cm

Average total reduction of 1.81% (2.07 cm) in buttocks circumference (1) | Average total reduction of 1.60% (0.96 cm) in thigh circumference (1)

Benefits proven in the study include:²

- Enhances skin elasticity
- Reduces fat mass
- Reduces intracellular water
- Improves skin compactness
- Improves skin smoothness
- Reduces the appearance of "orange peel" effect
- Reduces the appearance of nodules

¹ Based on an independent scientific study was conducted by Bio Basic, Gungge and University of Pavia Italy
² Independent lab - SGS Textile Laboratory (Taiwan) and Textax AG (Switzerland)
³ Independent lab - Kure Mats Materials Co., Ltd (Taiwan) and Orindol Services (Belgium)

NILIT Fibers

Textiles que favorecen la salud del usuario, pese a estar fabricados con poliamida 8fibra sintética).

El ejemplo de utilización de microcápsulas funcionales o aceites esenciales para generar olores, aprovechar los beneficios de la aromaterapia, etc. también está siendo investigado sobre todo en tejidos para el hogar de media/alta gama.

Ejemplos de tejidos y prendas deportivas con alto componente estético: considerado desde punto de vista de ropa casual y deportiva, incluyendo aquella de moda urbana, ya que cada vez más existe la tendencia de utilizar ropa de corte deportivo para actividades de diario, y ropa de diseño urbano para la práctica de deportes (sobre todo de invierno, skate, etc.).

Ejemplos de tejidos y prendas deportivas desarrolladas con procesos sostenibles: Muchas de las consideraciones principales que tiene en cuenta FUN2GARMENT están en línea con las tendencias actuales del sector textil, al respecto de uso e implementación de tecnologías de fabricación maduras con carácter sostenible.

Ejemplos de indumentaria y materiales tipo piel procesados con láser y/u ozono: El marcado con láser se está mostrando como una de las técnicas más emergentes y de mayor crecimiento para el ennoblecimiento textil y la personalización de producto. Cada vez son más habituales prendas de origen diverso (tejidos de calada, de punto, fabricados con fibras naturales, con sintéticas...) decorados con marcados láser o microperforaciones. Además de los propios marcados sobre denim, otros ejemplos se han identificado a lo largo de esta primera anualidad de FUN2GARMENT.

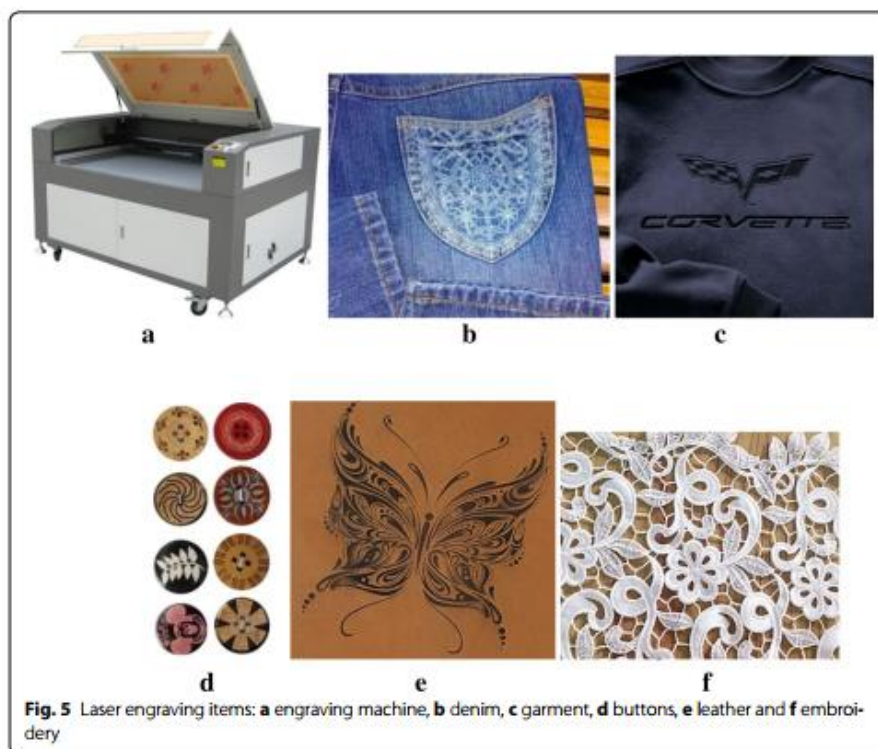


Fig. 5 Laser engraving items: a engraving machine, b denim, c garment, d buttons, e leather and f embroidery

Ejemplos de uso de tecnología láser para marcado de elementos de indumentaria (extraído de 'The use of laser in garment manufacturing: an overview'. Nayak and Padhye. *Fash Text* (2016) 3:5. DOI 10.1186/s40691-016-0057-x).

Ejemplos de prendas técnicas que podrían acabarse por micronizado: Indumentaria diversa de uso diario o deportivo, incluso de carácter industrial y ropa de protección sería susceptible de ser procesada por micronización para dotarla de algún acabado químico de interés.

Ejemplos de productos de textil-hogar de alto componente estético, incluyendo estructuras 3D: En textil hogar el componente estético es muy importante y puede lograrse con diferentes técnicas textiles y efectos, desde estampaciones, procesos de devoré, uso de hilos fantasía, acabados mecánicos, etc. y además los efectos estéticos pueden conjugarse con funcionalidades de interés desarrolladas mediante hilados técnicos o acabados de diferente naturaleza.



Ejemplos de diseños de tejeduría jacquard (damascos, chenillas y piqués, etc. De Entex).

Las conclusiones de esta tarea T1.3:

- Tendencia cada vez más creciente de conjugar funcionalidad y estética en artículos textiles de indumentaria y textil-hogar principalmente.
- Tecnologías limpias tales como el láser, los tratamientos de envejecido, el uso de estampación digital, acabados DWR libres de flúor, o la implementación de fibras/hilados naturales o reciclados son claves para posicionarse en mercados con muy alta competencia y donde el consumidor cada vez más se preocupa por cómo se fabrican los bienes que consume y utiliza.
- No se han encontrado referencias a nivel 'masivo' de uso e implementación de las tecnologías de láser, ozono y micronización / nanoburbujas en textiles para indumentaria técnica o en textil-hogar, pero sí se han identificado casos puntuales que refuerzan la idea de investigar sobre estas tecnologías para aportar valor añadido a productos y procesos textiles que desarrollen empresas de la Comunitat Valenciana principalmente, y resto del Estado.
- Igualmente, se han identificado ciertos materiales y formatos de tejidos/prendas que pueden ser más susceptibles que otros de dar buenos resultados cuando se procesen con las tecnologías involucradas en FUN2GARMENT. Así, tejidos de base natural con Tencel u otras viscosas, poliésteres, poliamida, algodón reciclado, y tinturas en tonos y colores intermedios (no negros o blancos, ni tonos de color muy oscuros o muy claros) serán susceptibles de ser tratados por láser, ozono y/o



micronizado, teniendo en cuenta las limitaciones que cada tecnología tendrá respecto un material concreto.

En **PT2. DESARROLLO DE TEXTILES ACABADOS POR LÁSER**, se han desarrollado múltiples pruebas y procesos de marcado láser tanto sobre tejidos como sobre prenda ya confeccionada, además también de sobre materiales no textiles pero que se encuentran de manera habitual en productos finales del sector hábitat; fueron procesados por los investigadores de AITEX mediante el equipamiento láser disponible, cambiando diversos parámetros de tratamiento e incluso las lentes del equipo para estudiar cambios en los trazos y definición de dibujos. Además de los marcados y pruebas de lavado/acabado (anterior/posterior) también se realizaron diseños propios puesto que el equipo y la tecnología lo permite.

T2.1. Estudio de materiales textiles y colorantes

La primera tarea de PT2 fue identificar las materias textiles de interés y la tipología de colorante (o tinte) que posean los tejidos/prendas destinados al marcado láser. Puesto que el láser sublima el colorante -directo, reactivo, índigo/vat, etc.- de manera diferente en cada caso y teniendo además en cuenta que las fibras naturales se comportarán de manera diferente a las sintéticas (por el carácter polimérico y termoplástico de estas, que harán que fundan o carbonicen), fue necesario estudiar en cada caso la materia, ligamento, gramaje y tinte de los textiles.

Hay que tener en cuenta además que las fibras naturales se comportan de manera diferente a las sintéticas (por el carácter polimérico y termoplástico de estas, que harán que fundan o carbonicen), y es necesario estudiar en cada caso la materia, ligamento, gramaje y tinte de los textiles. Se pudieron identificar y clasificar diferentes materiales textiles y substratos susceptibles de ser marcados con láser y de potencial interés para FUN2GARMENT:

- Tejidos flocados.
- Tejidos de calada.
- Tejidos de punto.
- Tejidos sintéticos para ropa deportiva.
- Tejidos de tapicería.
- Substratos de piel/polipiel.

Además del propio tejido y su estructura, el marcado por láser puede generar diferentes efectos en función de diferentes consideraciones, relacionadas con el material en sí, su morfología y procesos de acabado/tinte que se hayan aplicado previamente sobre él. En este punto, dentro de la tarea T2.1 de FUN2GARMENT, el equipo de AITEX trató de detallar y prever cuales serían estos efectos (o también tratar de definir los efectos de interés a buscar y lograr con el posterior marcado láser), en función de lo identificado en el estudio e investigación previa realizados dentro de PT1 al respecto de la aplicabilidad de esta tecnología sobre materiales naturales y sintéticos de distinta naturaleza. El análisis lo realizó para tratar de anticipar el:



- Efecto sobre diferentes fibras o materiales.
- Efecto sobre tejidos ya acabados (recubiertos, estampados...).
- Efecto de materias colorantes al interactuar con el láser.

T2.2. Ajuste de parámetros de marcado y pruebas previas

En la tarea T2.2 de FUN2GARMENT, se establecieron una primera serie de procesos de marcado láser y como los parámetros más críticos podían influir en la calidad del marcado. En función de la tipología de tejido y colorante, o incluso del efecto a conseguir (marcado/eliminación de color para crear diseños, o ablación/arranque de material para crear texturas) se estudiaron y ajustaron los parámetros de marcado láser en el equipo 'Laser Flexi e' de que dispone AITEX.

Así, distancia de la fuente láser (incluso lente disponible para el marcado), tiempo de marcado/tiempo de píxel (incidencia del láser en una misma zona de tejido) y potencia incidente se ajustaron según las características establecidas en T2.1 y también según los materiales de trabajo seleccionados o adquiridos por AITEX. El equipo empleado en la investigación y desarrollo de procesos de marcado láser sobre textiles y materiales de diferente naturaleza fue un láser de CO2 modelo Flexi e de Jeanologia (Valencia, España). Con ello, se realizaron diversas series de pruebas previas que sirviesen de base técnica para ajustar el proceso de marcado más adecuado para cada material. El procedimiento de ajustes iniciales y de parámetros de marcado fue tomado en cuenta para los diferentes materiales a tratar, planteándose en su momento el siguiente método de trabajo:

- Preselección de diseños para un tanteo inicial del comportamiento del tejido ante el láser. Para ello, se tiene en cuenta la aplicabilidad de estos tejidos en sectores tales como indumentaria, textil-hogar y ropa deportiva.
- Marcación de los diseños anteriores a distintos tiempos de píxel (tpx) en cada uno de los tejidos, o potencia (%) según el tipo de marcado.
- Lavado de los tejidos, solo aquellos que su acabado superficial lo permitan.

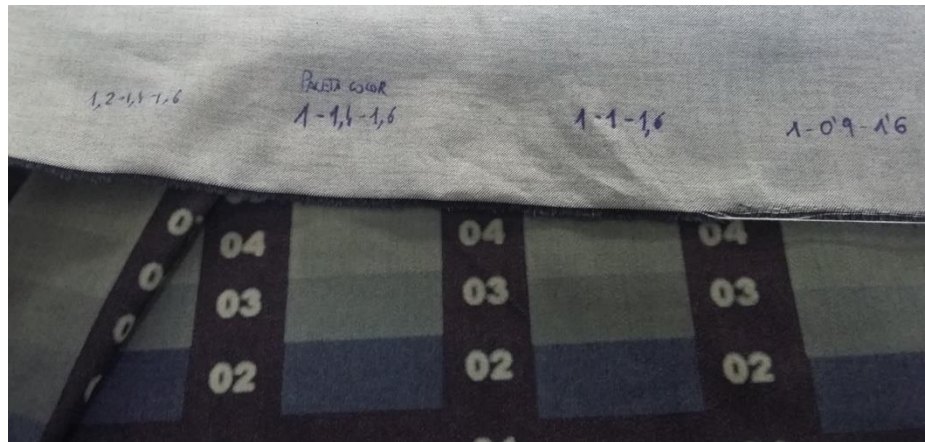
Diversos tejidos y materiales fueron seleccionados y marcados en estas pruebas previas. Los trabajos iniciales con denim sirvieron para empezar a trabajar en el desarrollo experimental de PT2; se buscó, además de poner a punto diferentes procedimientos de marcado y conocer las capacidades de la tecnología y el equipamiento existente. El principal parámetro para el marcado láser en tejidos, destinado a obtener figuras geométricas, es el tiempo de píxel. El tiempo de píxel es el ancho de pulso de láser en microsegundos que corresponde a cada píxel según su nivel de gris.

Durante la aplicación del láser, el tejido cambia sus propiedades físicas, como el color, el tacto... En este estudio inicial se buscó conocer y estudiar la influencia del tiempo de píxel (tpx) sobre los tejidos muestra anteriormente referenciados. En primer lugar, se realizaron cambios en el tiempo de píxel mediante diseños sencillos, para determinar la intensidad que se suele obtener en tejidos denim tintados con índigo. Otra de las pruebas de ajuste de parámetros y marcado láser sobre denim, para determinar efectos del láser en las fibras, la resistencia mecánica del material y la eliminación/sublimación de color sobre fibras naturales. Aunque el aspecto puede ser visualmente llamativo, es importante realizar un lavado posterior e incluso una prueba de tracción ligera del tejido marcado, para comprobar que no ha habido sobretratamiento. Las escalas de color también fueron desarrolladas en estas pruebas de ajuste de parámetros, efectos visuales según tpx,

intensidad, potencia aplicada, altura del láser, etc. en vistas a las futuras pruebas de marcado sobre materiales de diferente naturaleza que se realizaron dentro de T2.3.



Secuencia de marcado desarrollada para observar el efecto de la potencia de tratamiento e intensidad en los colores obtenidos.



Paleta de color en denim índigo sarga (tipo 4-DSL482) obtenida mediante marcado láser en diferentes condiciones.

Para apreciar bien los colores finales, tanto en las paletas de color como en los marcados de dibujos geométricos, es siempre necesario realizar un lavado para eliminar la carbonilla y posibles restos de índigo sublimado, índigo/sulfuroso, etc. Estos lavados pueden hacerse con agua + detergente, si bien a nivel industrial se suelen combinar otros compuestos y tecnologías como el lavado con ozono, aplicación de enzimas, etc. para dar a la prenda denim su aspecto final. Otras pruebas de ajustes de marcado se realizaron sobre:



- tejidos flocados.
- tejidos de tapicería.
- tejidos de punto naturales.
- tejidos de punto sintéticos.
- materiales tipo piel/cuero.
- parámetros de microperforación y otros efectos.

Las conclusiones parciales de este punto, relacionado directamente con la tarea T2.2 de FUN2GARMENT son las siguientes:

- Pruebas sobre tejido denim natural son una buena manera de adquirir experiencia con el láser, y sirven de base para establecer parámetros de marcado en vistas a otros tipos de tejidos también de composición natural y tintados con colorantes directos, reactivos, índigo, etc.
- La escala de colores es una buena herramienta para conocer efectos del láser sobre un material determinado; de esta manera y junto con una aplicación de lavado posterior se puede conocer si se observarán correctamente los trazos marcados, así como si se producirá rotura del material tras el lavado (que no se observaría si no se efectúa el lavado ni se manipula la muestra tras el lavado).
- Las pruebas previas son necesarias es tejidos no convencionales, pero potencialmente procesables con el láser. Así, tejidos flocados, sintéticos, para indumentaria, para tapicería, etc. pueden ajustarse en cuanto a procesabilidad con láser a partir de procedimientos con el formato .bmp o vectorial.
- De estas pruebas previas, se ha observado el efecto de marcado en tejido de viscosa el cual genera interesantes efectos de brillo y buena definición de trazos según la tipología de material.
- En pieles debe controlarse y adecuarse la potencia de marcado y el método de marcado, siendo el vectorial el preferido (no se produce marcado ni sublimación de color, sino que se carboniza el material y no se elimina color, sino que se degrada el propio material de forma controlada si se ajusta el tpx o el duty cycle/velocidad de marcado).

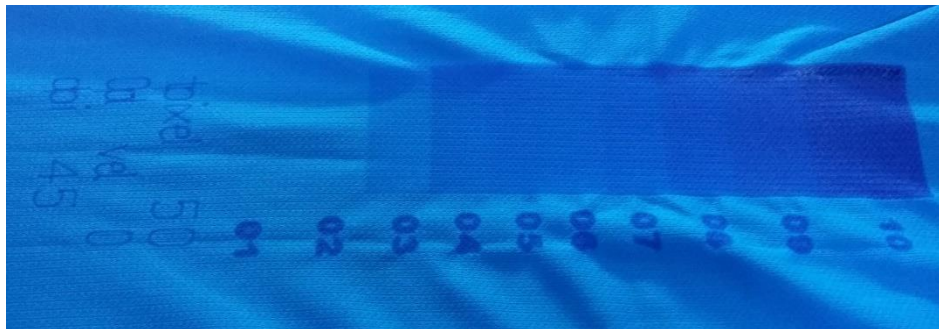
E imágenes de algunas de las pruebas realizadas se muestran a continuación:



Prueba de marcado en tejido flocado; el láser genera como un efecto de 'gofrado' sobre las fibras sintéticas por la fusión de las mismas, pero sin carbonizarlas por sobretratamiento.

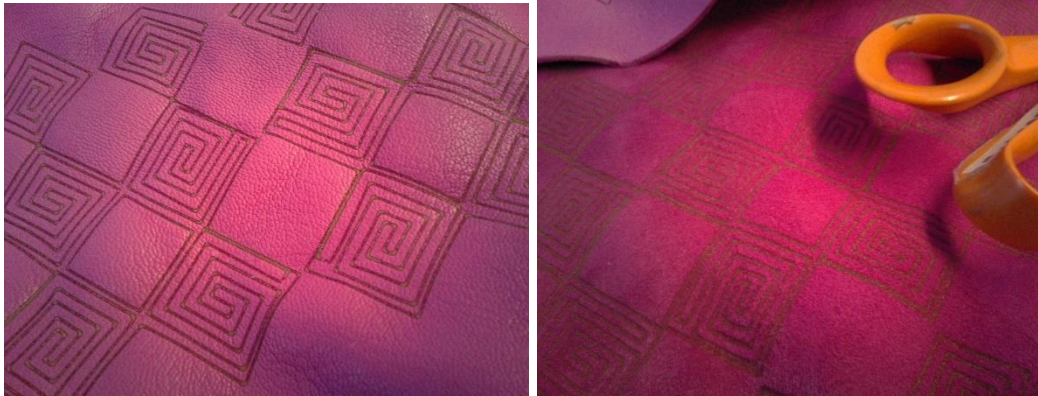


Camiseta comercial de PES en la mesa de marcado, colocando el motivo a marcar en la zona de interés (derecha). Se aprecia el contorno del motivo a marcar gracias al diodo rojo que posee el equipo, que permite ajustar exactamente la zona de marcado que se quiere.



Escala de color obtenida, marcado láser sobre PES a tpx = 50, dpi = 45.

A pesar de que podría parecer que el resultado obtenido con la escala 10 es el mejor, por cuanto 'saca' más color del tejido y, por tanto, el contraste con el tejido original es mayor, puede provocarse sobretratamiento muy fácilmente en esas condiciones y más en tejidos sintéticos que acaban fundiendo por el calor del haz láser de CO₂. De hecho, al traccionar ligeramente con la mano la zona de la escala de color, la zona 10 que parecía la mejor en cuanto a marcado, rompió con facilidad.



Detalle de los marcados láser desarrollados sobre piel (izquierda: cara vista; derecha: reverso del material) en las pruebas previas realizadas con este material.

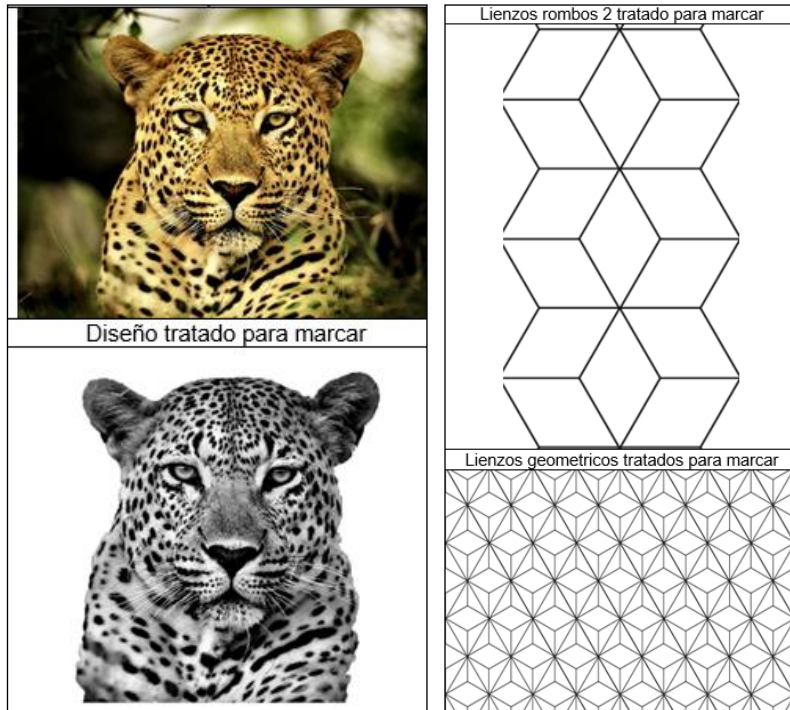
T2.3. Desarrollo de pruebas de marcado láser

Con la base de las tareas T2.1 y T2.2, se pudo pasar a la realización de diferentes pruebas de marcado láser sobre tejidos y prendas de diferente naturaleza, incluyendo otros tipos de materiales no textiles como piel, cuero o piel sintética/polipiel. Esto se desarrolló a lo largo de T2.3. Como apoyo necesario en la tarea de desarrollo de muestras, algunas de ellas se caracterizaron con diferentes ensayos, dentro de T2.4.

Conforme se fue adquiriendo conocimiento y ajustando los parámetros de marcado, se desarrollaron las correspondientes pruebas de acabado con láser sobre los tejidos, prendas y substratos diversos, objeto de la investigación. Para ello, se realizaron pruebas de marcado con diseños ya incluidos en el software del equipo Flexi e, así como se desarrollaron diseños y formas geométricas a la carta con software de diseño gráfico disponible en AITEX (Photoshop principalmente). Se tuvieron en cuenta las posibles variaciones en el efecto a conseguir, arranque de color, arranque de material/abrasión superficial, fusión de la fibra (caso de las sintéticas) etc. que pudiese sufrir el material en función de:

- Distancia de la fuente (en cm).
- Tiempo de píxel (μ s).
- Potencia incidente (% respecto del valor pre-establecido).
- Tipología del marcado según diseño y tipo de archivo gráfico (vectorial o .bmp).

En primer lugar, cabe indicar que a lo largo del proyecto se hizo uso de imágenes propias disponibles en el software del láser Flexi e, pero también el equipo técnico de AITEX desarrolló sus propios diseños, a partir del tratamiento de imágenes y uso de software especializado: muchos de ellos se consideraron para la realización de pruebas, prototipos y demostradores del proyecto.



Algunos ejemplos de los diseños propios desarrollados por el equipo de AITEX para pruebas de marcado láser en FUN2GARMENT. Se realizaron con software específico tipo Photoshop y Adobe Illustrator. El del tigre se seleccionó para el desarrollo de un demostrador destinado a ser expuesto en la Fira de Tots Sants (Cocentaina, Alicante).

Para el desarrollo de las propias pruebas de marcado se estableció una metodología de trabajo de prueba/error. El procedimiento fue el siguiente (basado en método descrito por Herrero, A. "Aprestos y Acabados". MUITEX – UPV, 2017-18):

1. Elegir tela.
 2. Colocar la tela dentro de la cabina del láser:
 - 2.1. Colocar la tela sobre la mesa de la cabina láser de forma que quede bien extendida y sin arrugas.
 - 2.2. Cerrar puerta cabina para que las seguridades que tiene permitan el posterior trabajo del láser.
 3. Hacer escala de grises sobre la tela (nos servirá para elegir posteriormente la intensidad de láser con la que trabajar en cada zona, dependiendo del color o efecto que queramos conseguir).
 - 3.1. Colocar escala de grises sobre el programa del aparato del marcado láser.
 - 3.2. Ajustar tamaño.
 - 3.3. Ajustar posición sobre la tela.
 - 3.4. Seleccionar intensidad.
 - 3.5. Proceder al marcado de la escala de grises.
- Se repetirá la operación para varias intensidades.



4. Retirar tela con escala de grises de la cabina.
5. Elegir la escala de grises en la que basaremos nuestro dibujo.
6. Colocar tela con la que vamos a trabajar sobre mesa de la cabina láser y cerrar puertas de la cabina.
7. Elegir diseño.
8. Colocar diseño sobre el programa del aparato del marcado láser.
9. Ajustar tamaño del diseño desde el programa.

El tamaño y la precisión del diseño a realizar también dependerán de la altura del láser que también es configurable. Por lo que, en caso de NO encontrarse la altura del brazo láser en la posición deseada también habría que modificarla.

10. Ajustar la posición sobre la tela desde el programa.

El aparato cuenta con un dispositivo que nos marca el contorno del dibujo a marcar.

11. Establecer intensidad de cada una de las figuras/partes del diseño.
12. Proceder al marcado del diseño final. Problemas que pueden ocurrir:

- Rotura del tejido. Por excesiva intensidad del láser se deterioran las fibras y facilitan su rotura.
- Tacto de la fibra. El tacto de la fibra empeora por deterioro de las fibras al ser quemadas por el láser.

Con este procedimiento se desarrollaron las pruebas experimentales de PT2 de:

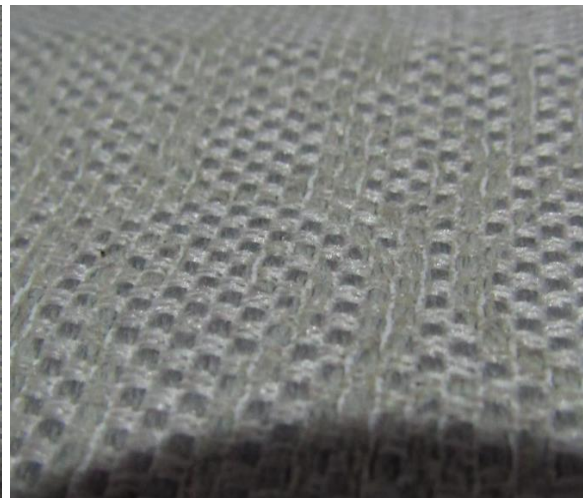
- Marcado de tejidos para tapicería (incluyendo flocados).
- Marcado de prendas comerciales de diferente naturaleza (incluyendo prendas de punto naturales y sintéticas).
- Marcado de materiales tipo piel/cuero (incluyendo piezas o artículos ya confeccionados).
- Desarrollo de textiles, prendas y pieles con efectos de microperforación y otros

Se seleccionaron principalmente tejidos de calada (preferentemente no Jacquard ni con diseños complejos previamente obtenidos gracias a la tejeduría), para poder apreciar realmente el potencial del láser en cuanto al marcado, generación de diferentes tonalidades, definición de trazos marcados, etc. También tejidos flocados y ciertas chenillas, para observar el efecto de la rugosidad sobre el marcado láser (y determinar si se producía marcado continuo y observación adecuada del contraste de color, o bien la estructura de chenilla 'difumina' algo el efecto de marcado).

Los materiales principales fueron fibras naturales, preferiblemente algodón o mezclas mayoritarias de esta fibra con otras, y tejidos ya tintados. No se consideraron tejidos en blanco para su marcado, y posterior tintura para ver los efectos conseguidos ya que este trabajo se prefiere dejar para la anualidad II del proyecto (2018), una vez se haya adquirido experiencia y know how suficiente acerca del comportamiento de los tejidos para tapicería frente al láser de CO2. En el caso de los tejidos flocados, fueron de base sintética (PES/PA principalmente). Se observó el diferente efecto en función del tpx aplicado (o el duty cycle) y la estructura textil.



Tejido de tapicería azul claro 100% algodón, marcado a tpx = 100. Pueden realizarse marcados incluso a tpx = 250. Un lavado posterior genera el color final obtenido.



Marcado de tejido de tapicería en color crudo: izquierda) vista general donde apenas se aprecia el diseño marcado (duty cycle = 17%; velocidad = 7000); derecha) detalle de la superficie textil con las líneas marcadas por el haz láser.

En función de los tipos de tinturas, se obtienen unos efectos visualmente más atractivos. Así, con pruebas de marcado láser sobre tejidos en verde/azul se volvió a observar que la definición de trazos resulta mejor que en tejidos marrones o rojo oscuro, por ejemplo (no en todos los casos ocurre así).



Marcado de tejido de tapicería tintado en azul, a tpx = 75 y dpi = 30. Se observa muy buena definición de trazos sin degradar el tejido.



Tejido marcado con láser, para tapicería. Modo vectorial, duty cycle en el rango 30 – 50% y velocidad de marcado 2000 – 5000.

También se desarrollaron diferentes pruebas y prototipos de prendas marcadas con láser, a partir de prendas comerciales que no tienen ningún tipo de decoración o personalización, y que no han sido específicamente diseñadas o fabricadas para recibir un marcado láser. De esta manera, se pudo demostrar que la personalización de prendas de diferente composición es posible, no solo pensando en denim y tejidos de algodón tintados de punto, sino que también otras composiciones y prendas más complejas es posibles desarrollarlas con los procesos de marcado láser adecuados. Así, las prendas seleccionadas en este punto (las cuales posteriormente fueron incluso expuestas en la Fira de Tots Sants de Cocentaina, Alicante, desde el 1 al 5 de Noviembre de 2017, como demostradores del proyecto FUN2GARMENT) fueron:



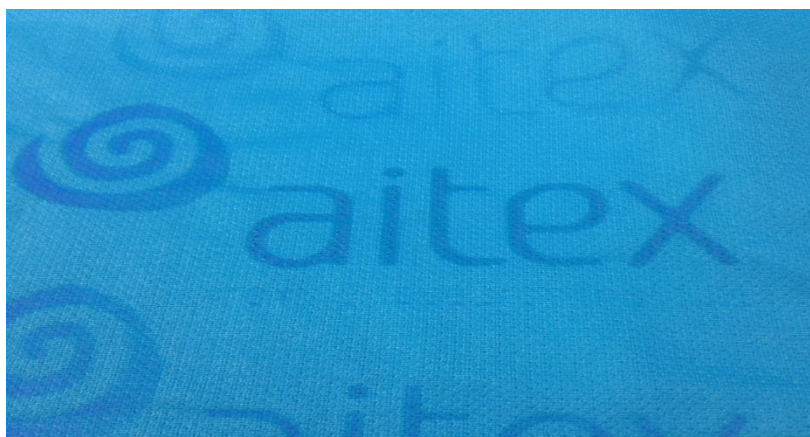
- Camisa de viscosa 100%.
- Falda de algodón 100%.
- Sudadera/jersey de poliéster 100%.
- Falda de algodón/PU (tipo cuero).
- Pantalón algodón/PU (elastano).

A partir de las pruebas previas realizadas en su momento sobre materiales similares y tejidos de punto, se pudieron ajustar los parámetros de tratamiento y de marcado láser, para desarrollar estos procesos de marcado con láser sobre prendas comerciales que combinaban diferentes fibras textiles.



Desarrollo de las pruebas de marcado más satisfactorias sobre prenda natural y sintética, como demostradores, con un marcado muy aceptable y sin roturas (ni durante el marcado ni tampoco al traccionar el tejido en las zonas marcadas). Fueron expuestos en el stand de AITEX durante la Fira de Tots Sants (Cocentaina, Alicante) en Noviembre 2017.

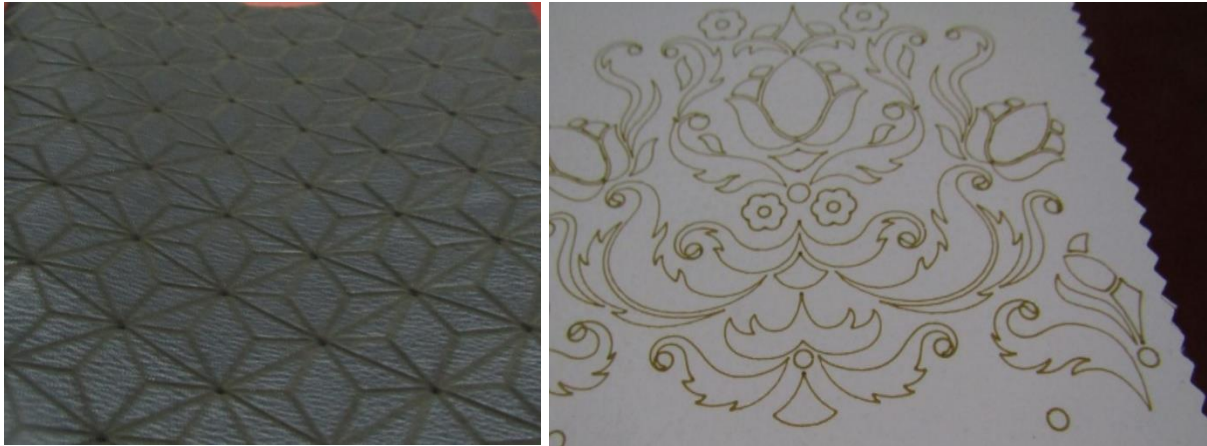
También se desarrollaron en su momento varias pruebas de marcado sobre tejido sintético y sobre prenda ya confeccionada. Se muestran imágenes de pruebas realizadas y prendas marcadas de esta manera:



Detalle del marcado láser sobre prenda de poliéster. Efecto de diferentes tpx sobre el color observado al final del marcado (y posterior lavado de la prenda). Superior: ¼ de intensidad del marcado intermedio. Inferior: ½ de intensidad del marcado intermedio.



Los marcados en piel (sin buscar efecto de microperforación) se realizaron sobre pieles tipo napa y doublé face. También se trabajó sobre algunos materiales similares disponibles en AITEX. Las potencias e intensidades de marcado en este caso fueron superiores a las empleadas tanto en materiales textiles convencionales para indumentaria, como en tejidos para tapicería. Algunas imágenes de los efectos de marcado láser sobre artículos de piel se muestran a continuación.



Otros efectos de marcado láser sobre piel obtenidos en el proyecto.

Las pruebas de microperforación desarrolladas al inicio del proyecto, como parte de la tarea T2.2 sirvieron de base para ajustar parámetros de marcado (en realidad, parámetros de arranque de material en este caso). En esta parte del trabajo, tanto tejidos de punto como pieles fueron procesadas con láser para crear microperforados, lo cual puede servir tanto para aumentar la transpirabilidad del material en un uso concreto, como para fines decorativos.



Camiseta de punto con efecto de microperforación, desarrollado con láser en FUN2GARMENT.

Para el marcado con láser, se elige el método .bmp de marcación con el láser de CO2, de manera que el parámetro principal de marcado sobre estos materiales (punto, y también piel) fue el tiempo de pixel.

- Para género de punto se trabajó con tpx en el rango de 50 – 200 siendo preferibles tpx elevados.
- Para marcar piel (hay que tener muy en cuenta que hay diferentes tipos de pieles, y que el grosor del material afecta enormemente a la calidad del resultado final, incluyendo el propio efecto de perforación -puede ser que el haz láser no traspase el material-), se trabajó en rangos de 80 – 500 tpx, siendo preferibles tpx elevados.

A tpx bajos, lo que se consigue es solamente marcar la piel, carbonizando en parte su superficie. Este efecto se observa en esta prueba realizada al inicio de T2.3, marcando sobre la piel por su reverso:



Microperforación desarrollada en piel por AITEK.



Pruebas no satisfactorias de marcado láser sobre piel, buscando microperforación (pruebas realizadas entre tpx 80 – 200). No se perfora la piel y lo que se consigue es realizar marcados, hasta 100 tpx, degradando el material a partir de 200 tpx pero sin perforarlo.

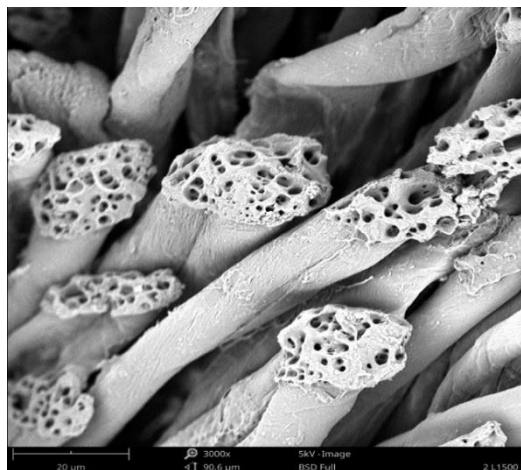
T2.4. Caracterización de muestras marcadas. Validación

Por las características y efectos que provoca el láser sobre los materiales considerados, se consideró que los cambios en la morfología de las fibras, y las nuevas texturas y marcados podían afectar la resistencia mecánica y a la abrasión/pilling de las fibras, etc. o que los niveles de solidez de color podían cambiar como consecuencia de la sublimación del

material colorante. Además, el hecho de sublimar colorante provoca que cambie la química de la superficie textil y se generen subproductos, los cuales pueden afectar negativamente a la piel del usuario. Por todo ello los ensayos realizados en la tarea T2.4, estuvieron enfocados a valorar y validar tanto los procesos de marcado láser específicos para cada tejido y colorante, así como los parámetros de marcado y los efectos obtenidos, en términos de calidad de cada una de las muestras prototipo desarrolladas. Cabe indicar en este punto que no todos los tejidos se sometieron a todos los ensayos, ya que ciertas propiedades concretas se ensayaron solamente sobre unas muestras textiles específicas marcadas con láser.

A fin de no extender en demasía este apartado y ofrecer resultados entendibles de un vistazo, a continuación se resumen los más significativos:

- En ensayos mecánicos, si se produce sobretratamiento o sobreexposición al láser se reducen drásticamente las resistencias a tracción, a desgarrar, abrasión, etc.
- En resistencia al pilling, comparando con resultados de resistencia del material original se observa que disminuye en cierta medida la resistencia al pilling del material original, aunque no de manera significativa, sin afectar a la calidad.
- Se realizó el control de solidez al frote de los tejidos denim adquiridos, a fin de caracterizarlos convenientemente de partida, y poder identificar a posteriori si algún problema de solidez proviene del material empleado, o bien está causado por el tratamiento láser aplicado. El marcado láser no genera problemas de ningún tipo sobre la muestra problema.
- Efectuando microperforaciones láser se llevan los niveles de Ret a cotas muy elevadas de transpirabilidad (cuanto menor es el Ret, mayor es la transpirabilidad).
- Microscopía SEM de la superficie del material marcado. Se caracterizaron muestras de tejido natural tratado con láser para observar cómo se produce la degradación de fibras y los efectos de ablación de material y sublimación de color. Esta caracterización mostró los efectos del láser sobre la fibra natural. No se cortan las fibras de manera uniforme, sino que se aprecian interacciones de tamaño nanométrico sobre las mismas, fruto del láser de CO₂. Los efectos de la ablación del láser sobre las fibras naturales se observan también claramente:



Efecto de ablación del láser sobre fibra de algodón.



En **PT3. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACABADOS BASADOS EN OZONO**, se desarrollaron trabajos enfocados a procesos de tratamiento y acabado basados en ozono (O₃) mediante el equipo G2 Lab disponible en AITEX. Debido a que el mecanismo de actuación del ozono (oxidación y 'fading' de las moléculas colorantes con que se tinte los tejidos naturales) es complejo y se limita principalmente a textiles celulósicos tintados con colorantes directos, reactivos, sulfurosos o indantrenos / VAT (tipo denim), la carga de trabajo de este PT3 ha sido menor que la incurrida en otros PTs como el 2 (láser) o el 4 (micronizado/nanoburbujas). Aun así, ha sido necesario el estudio y variación de parámetros de tratamiento, materiales textiles que pueden tratarse, efectos que pueden obtenerse (no solo decoloración y envejecimiento, sino también higienización, degradación de manchas, aumento del grado de blanco, etc.). Además de los propios procesos de tratamiento con O₃ también se han empezado a estudiar y desarrollar posteriores procesos de lavado, que permiten eliminar subproductos generados por la oxidación como la isatina.

T3.1. Estudio de materiales textiles, sus colorantes y su preparación

Al igual que en PT2, en esta primera tarea se estudiaron las diferentes materias textiles de interés a procesar con ozono (O₃), así como los colorantes/tinturas que posean y también otros tipos de productos naturales/sintéticos tales como aceites de ensimaje, aprestos, etc. con que se preparan los hilos y tejidos en su proceso de fabricación. Puesto que el ozono es un poderoso agente oxidante y es capaz de romper enlaces químicos diversos (por ello tiene capacidad de degradar colorantes, o provocar efectos de limpieza, así como de desinfectar/deodorizar) fue necesario estudiar en cada caso la materia textil y estado de esta previo al tratamiento con ozono. Aunque se planteó un estudio con metodología similar al realizado sobre textiles susceptibles de ser marcados con láser, en este caso el rango de tejidos es bastante más reducido, debido a que el tratamiento con O₃ solamente permite decoloración/fading/envejecimiento de tinturas, y no permite realizar diseños como el láser. En cualquier caso, se pudieron identificar y clasificar algunos materiales textiles y substratos susceptibles de ser tratados con ozono y de potencial interés para FUN2GARMENT.

- Tejidos tipo denim.
- Tejidos de calada y de punto para indumentaria de diario.
- Substratos de piel.

Además, el ozono también podría ser empleado con fines higienizantes y limpiadores sobre pieles animales, a fin de reducir la cantidad de microorganismos presentes. También se han identificado diferentes referencias bibliográficas al respecto.

Como también se hizo sobre la tecnología láser, se trató de detallar y prever cuales serían los efectos del tratamiento con ozono de tejidos, prendas y otros materiales, en diferente estado y formato; esto es: en crudo, aprestados, tintados, acabados, etc. de manera que se pudiesen establecer otras aplicaciones y usos para el O₃ además de la propia de decoloración/fading que proviene del sector denim. Se recurrió al análisis de información técnica diversa, desarrollado durante la tarea de estudio e investigación previa de tecnologías sostenibles de acabado de PT1 y se pudieron prever efectos que ocurrirían al exponer a ozono materiales tales como:



- Algodón.
- Viscosa / Tencel.
- Piel.
- Lana.
- Seda.
- Fibras sintéticas de uso masivo.
- Elastano.
- Apliques y accesorios.

T3.2. Ajuste de parámetros de tratamiento y pruebas previas

En la tarea T3.2 de FUN2GARMENT, y en función de la tipología de tejido que hubiese que procesar y su estado (crudo, aprestado, tintado, mercerizado/blanqueado, etc.), así como del efecto principal a conseguir a través del tratamiento con O₃, se estudiaron y ajustaron los parámetros de tratamiento en el equipo 'G2 Lab' disponible en AITEX. Así, tiempo de residencia y % de flujo de entrada de O₃ en el equipo fueron los parámetros más importantes tenidos en cuenta. Además, se consideró -o no- un lavado previo o bien una humectación preliminar del material para que entrase con cierto grado de humedad a la cámara de reacción. El equipo empleado en la investigación y desarrollo de procesos de tratamiento con ozono sobre textiles, principalmente, en diferente formato fue una lavadora especialmente diseñada para poder procesar tejidos y prendas con ozono, una G2 Lab de Jeanología (Valencia, España).

Con ello, se realizaron diversas series de pruebas previas que sirviesen de base técnica para ajustar el proceso de 'lavado' con ozono más adecuado para cada material y para cada efecto buscado (decoloración/envejecimiento, eliminación de manchas/resinas/aceites de ensimaje/lubricantes, etc.). El procedimiento de ajustes iniciales y de parámetros de marcado fue tomado en cuenta para los diferentes materiales a tratar, planteándose en su momento el siguiente método de trabajo:

- Preselección de composiciones textiles y tinturas de los mismos. Elegir preferiblemente tejidos ya tintados para estudiar el efecto de la decoloración.
- Procesado de los diferentes tejidos/prendas tintados a distintos tiempos de residencia (tiempo de 'lavado' o exposición al O₃, o bien a diferentes potencias de tratamiento, indicadas en % y teniendo en cuenta que el 100% de generación de ozono corresponde a la máxima concentración de ozono que genera la máquina, y que son 100 g/Nm³).
- Lavado/aclarado de los tejidos y prendas, preferiblemente con agua, para eliminar tanto restos de índigo y otros colorantes no reaccionados, subproductos diversos (como la isatina), restos de ozono que podrían generar alergias o ser perjudiciales para la piel del usuario, etc.

Ante los resultados obtenidos en los pasos anteriores, se deben seleccionar los parámetros y tejidos óptimos para el desarrollo de muestras y prototipos considerados como válidos. De hecho, se identificaron diferentes referencias bibliográficas en las que se indica que las condiciones de la materia a la entrada de la cámara de reacción influyen sensiblemente en los resultados del tratamiento final con O₃. Así, la transferencia de ozono gas se produce mejor en medio acuoso que totalmente seco, de manera que es preferible introducir tejidos y prendas ligeramente húmedos dentro de la cámara de reacción. Además, la influencia que el tiempo de residencia y la concentración de ozono puede tener



en la degradación y oxidación de los materiales textiles (incluyendo incluso fibras naturales) es clave para mantener las prestaciones mecánicas de los tejidos intactas y no afectar negativamente a la vida útil del textil. Con ello, se realizaron diversas series de pruebas previas, principalmente sobre tejidos naturales base algodón y tintados con índigo, que sirviesen de base técnica para conocer las interacciones entre ozono y materia colorante, así como el nivel de pérdida de prestaciones mecánicas conforme se varían los parámetros de proceso.

El principal parámetro para el procesado con ozono es el tiempo de residencia (en minutos). Lógicamente, cuanto más dure un proceso de lavado y más permanezca el material en atmósfera oxidante, más color se va a degradar y 'más blanco' va a tender el material a salir de la lavadora. No obstante, es importante puntualizar aquí que los procesos de oxidación con ozono aplicados a textiles tienen su mayor eficiencia cuando el textil está húmedo, y con cierta cantidad de humedad mínima. En seco directamente, la penetración y difusión del ozono gas en las fibras textiles es muy baja y no logra aportar los efectos esperados de degradación controlada, envejecimiento, fading y look vintage y usado que genera normalmente el O3 aplicado en estos casos.

Otro parámetro de interés que es fácilmente controlable es la concentración de ozono que interactúa con el material y que, lógicamente, también actúa de forma directa con el textil, a mayor concentración mayor efecto inducido en los textiles y tinturas. El equipo disponible para tratamiento con ozono se ha ido ajustando y calibrando en cuanto a nivel de tratamientos, observando que -de manera aproximada- el trabajar con % de potencia representa trabajar con valores de 10 en 10 g/m³ de ozono (p.ej. si se trabaja al 30% el rendimiento teórico del tratamiento deberían ser 30 g/Nm³, o al 60% unos 60 g/Nm³). No obstante, se han observado ciertas desviaciones en esta regla que deben ser controladas en los tratamientos que se desarrollen de aquí en adelante.



Aspecto de tejidos procesados correctamente (izquierda) e incorrectamente (derecha) con ozono, en pruebas previas.

Pese a que estas conclusiones son referentes a tratamientos, cabe indicar aquí que ya se han podido determinar rangos de trabajo más adecuados para tejidos naturales y tinturas, identificando potenciales límites de beneficio del tratamiento (en cuanto a cambio de color, o posibles caídas de la resistencia mecánica por degradación de las fibras).

T3.3. Desarrollo de pruebas de tratamiento con ozono

A partir del feedback y conocimiento que se fue generando, al respecto de cómo se comportan y degradan los colorantes por acción del ozono y también cual es el grado de pérdida de prestaciones mecánicas de fibras naturales por acción del O₃, se pasó a la realización en T3.3 de diferentes pruebas de tratamiento con ozono sobre tejidos y prendas tintadas, incluyendo algunas pruebas también sobre piel tintada. Como apoyo necesario en la tarea de desarrollo de muestras, algunas de ellas se caracterizaron con diferentes ensayos, dentro de T3.4.

En casos puntuales, cuando se trabajó en PT2 se utilizó este mismo equipo para efectuar lavados con agua, o lavados ligeros con agua y O₃ para limpiar la carbonilla del láser. Hay que tener en cuenta que el marcado láser provoca carbonilla y olor a quemado en tejidos y fibras naturales, y un proceso de ozono posterior ayuda a eliminar estos indeseables efectos. Como en las pruebas de ajuste de parámetros y de conocimiento de la tecnología, en esta tarea T3.3 se tuvieron en cuenta las posibles variaciones en el efecto a conseguir sobre el material a tratar, en función de:

- Tiempo de residencia (en minutos).
- Concentración de O₃ en la cámara de reacción (g/m³). Relacionada con la potencia de ionización del aire para transformarlo en O₃ (máximo 100%).

En esta tarea T3.3 los materiales textiles previstos que debían ser procesados con ozono fueron considerados al principio del proyecto también en cuanto a usos finales en tapicería, rizo, piel, etc. Pero la experiencia en pruebas previas no incluidas aquí por los malos resultados obtenidos mostró que tejidos tipo Jacquard, o delicados, incluyendo pieles, no pueden ser procesados con ozono a la discontinua ya que el continuo roce con el tambor de la máquina hace que estos tejidos pierdan toda su consistencia y se deshilachen por completo. Además, las pieles por el roce acaban acumulando defectos e incluso cortes en la superficie del material que las haría inservibles para un proceso de confección posterior.

De esta manera, se replanteó el trabajo desarrollado con la tecnología de ozono (como auxiliar de muchas de las muestras marcadas con láser, para eliminar restos de carbonilla y olores indeseados), y además se aplicó para crear la base del estudio de interacción dérmica y toxicidad, cuyos tratamientos fueron replicados dentro de PT5. Así, se trató una primera serie de muestras destinadas a determinar variaciones en el grado de polimerización de la celulosa por acción del ozono. Las condiciones de tratamiento aplicadas fueron las siguientes (sobre tejido denim tipo 3-414):

Referencia	Tiempo residencia (min)	Potencia (%)
F2G1	10	20
F2G2	15	40
F2G3	20	40
F2G4	20	60

Condiciones seleccionadas para el estudio desarrollado en PT3.



Las caracterizaciones realizadas en su momento no mostraron cambios significativos en el GDP del textil, de manera que pudo concluirse que con las condiciones consideradas no provocan cambios en la resistencia mecánica ni se perjudican las prestaciones del material.

También se efectuaron una serie de pruebas de tratamiento, en vistas a cuantificar la citotoxicidad de las muestras obtenidas.

T3.4. Caracterización de muestras tratadas con ozono. Validación

Por los efectos que causa el ozono sobre fibras y colorantes diversos, se caracterizaron sobre todo las propiedades morfológicas, químicas, mecánicas y colorimétricas de los tejidos y prendas objeto de la investigación en este PT3. De esta manera, se pudieron valorar y validar tanto los procesos de tratamiento con ozono, como las interacciones colorante/O₃. Cabe indicar en este punto que no todos los tejidos se sometieron a todos los ensayos, ya que ciertas propiedades concretas se ensayaron solamente sobre unas muestras textiles específicas tratadas con ozono.

Los resultados más importantes son:

- Se observa que el tratamiento con ozono provoca variación del tono de azul de los tejidos, pero hasta ciertas condiciones de tratamiento. Así, para una misma potencia del 60%, el tiempo de tratamiento 10 minutos resulta ser el más adecuado si se busca ganancia de azul. Por encima de ese tiempo (20 minutos o superior) se produce viraje hacia el amarillo, causado principalmente por la generación de isatina por el exceso de tratamiento y ya hay decoloración y degradación de la molécula colorante.
- No hay caída de la resistencia mecánica en trama hasta llegar al límite que marca la muestra analizada tratada con 30 minutos/60% potencia y sobre todo la que ha sido procesada con hasta 1h de ozono.
- En cuanto a resistencia a urdimbre, hay cierta caída en los tiempos más cortos (entre 5 y 20 minutos más o menos los mismos valores), y es a partir de los 30 minutos y sobre todo tras 1h de tratamiento cuando cae ostensiblemente la resistencia mecánica a tracción.
- Curiosamente, la capacidad de alargamiento de los tejidos no se ve afectada.

Por tanto, tanto con la información proveniente de coordenadas cromáticas como proveniente de este ensayo de tracción, se deduce que los tiempos de tratamiento con ozono no deberían superar los 15 – 20 minutos a lo sumo, ya que por encima de ese tiempo puede producirse sobretratamiento y generación de subproductos (tipo isatina) así como pérdida de prestaciones mecánicas.



- La caída de resistencia a la abrasión está en línea también con otras disminuciones de prestaciones observadas en las caracterizaciones realizadas. A más tiempo de tratamiento, peor comportamiento del material.
- Hay que desarrollar los procedimientos de lavado posterior más adecuados, con neutralización incluso si se requiere, ya que se ha visto que los restos que puede generar el ozono (aun aplicando un lavado con agua), podrían de manera potencial generar algún tipo de problema dérmico -leve, en cualquier caso-. Se debe plantear para la segunda anualidad del proyecto un estudio en profundidad de este aspecto, y de las interacciones de resinas, encolantes, etc. con el ozono. recurrir a técnicas de caracterización tales como FTIR, XPS o similares puede ayudar a este estudio.

Dentro de **PT4. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACABADOS POR MICRONIZADO**, se desarrollaron nuevos procesos y formulaciones de acabado funcional y también de tintura, principalmente sobre prendas, a partir de la implementación de la tecnología de nanoburbujas (también referida a lo largo del proyecto como micronizado) eFlow disponible en AITEX.

Debido a que la tecnología de micronización de líquidos es altamente novedosa dentro del sector textil y que se presenta como alternativa a procesos tradicionales de acabado en prenda como el esprayado, el dip coating, etc. se necesitó de re-ajustar formulaciones tradicionales de acabado, cantidades de producto, etc. e incluso las metodologías y recetas de tintura tradicionales, donde se puede eliminar o al menos reducir gran parte de la cantidad de químicos empleados, así como aportar interesantes ahorros de agua y energía. Ha sido necesario el estudio de diferentes productos de acabado textil, y el ajuste de recetas de acabado especialmente adaptadas al sistema de micronizado. Además, se han podido probar, aplicar y validar nuevos productos de acabado que aportan funcionalidades de interés como el efecto antiolor, a partir de productos basados en zeolitas (y no en ciclodextrinas o microcápsulas), de interés en aplicaciones finales como la ropa deportiva o los tejidos y prendas denim, por ejemplo.

T4.1. Estudio de materiales textiles y prendas

Cualquier tipo de ensimaje, apresto, suavizante, etc. es susceptible de interferir en procesos de acabado textil, tanto en formato tejido como en formato prenda. En el caso del proyecto FUN2GARMENT, estos tipos de productos químicos ampliamente utilizados en la industria textil pueden interferir en el resultado final del nivel de prestaciones técnicas aportadas por los procesos de micronización/nanoburbujas a desarrollar. Así pues, en esta primera tarea de PT4 fue necesario atender al nivel de hidrofiliidad de cada tejido/prenda involucrado en la investigación y los posteriores tratamientos con nanoburbujas, estableciendo los posibles productos químicos presentes en el textil y provenientes de procesos previos (tejeduría, principalmente), para establecer el proceso de lavado y preparación más adecuado. Además, en función del tipo de textil y su uso final se pudieron pre-establecer posibles rangos de trabajo de uso de acabado funcional más adecuados así como las temperaturas de secado/curado de los acabados/tinturas micronizados.

La tabla siguiente lo resume:

TIPO DE PRODUCTO DE ACABADO	APLICADO CONCENTRACIÓN (g/l)	TEMPERATURAS SECADO/CURADO (°C)
FLUOROCARBONO C6	Algodón y CO/PES 40 - 120	110 - 120 / 150 - 160
	Poliéster/sintética 40 - 120	110 - 120 / 150
	Viscosa 40 - 120	110 - 120 / 150
FLUORINE-FREE	Algodón y CO/PES 40 - 150	120 / 150 - 160
	Poliéster/sintética 40 - 150	120 / 150
	Viscosa 40 - 150	120 / 150
ANTIMICROBIANO	Algodón y CO/PES 15 - 50	110 - 120 / 150
	Poliéster/sintética 15 - 60	110 - 120 / 150
	Viscosa 15 - 50	110 - 120 / 150
ANTIARRUGAS	Algodón 30 - 75	80 - 100 / 150
RETARDANTE DE LLAMA	Algodón 100 - 500	120 / 150 - 160
	Poliéster/sintética 100 - 500	120 / 150
ANTIOLOR	Algodón y CO/PES 20 - 80	120 / 150 - 160
	Poliéster/sintética 20 - 80	120 / 150
REPELENTE MOSQUITOS	50 - 150	110 - 130 (químico sintético)
		60 - 70 (químico natural)
PIGMENTO (TINTURA PIGMENTARIA)	1 - 10	100 - 120
COLORANTE (TINTURA)	0,1 - 2%* (del peso del textil)	100 - 120
ENZIMAS	1 - 5%* (del peso del textil)	80 - 100

Estudio de rangos de trabajo de productos químicos y temperaturas de secado/curado.

En función de las pruebas previas realizadas por AITEX en T4.2 se ajustaron las concentraciones pre-establecidas en este punto, a fin de desarrollar las correspondientes pruebas de acabado por micronizado. Las conclusiones parciales de esta tarea son:

- Prendas de cualquier tipo son susceptibles de ser tratadas con productos de acabado aplicados por micronizado.
- Para productos deportivos y prendas casual este sistema de acabado puede ser ideal, ya que el sistema de tratamiento por nanoburbujas se asemeja a una lavadora industrial, con lo que la durabilidad de la prenda estaría asegurada y no es de temer daños por desgaste o por fricción en los tejidos y prendas, las cuales si en condiciones normales son lavadas sin problemas, también deberían poder ser acabadas sin problemas con este sistema tipo eFlow.
- Dentro de la potencial indumentaria que podría acabarse por eFlow y micronización, deben considerarse no solo prendas de indumentaria tipo camisetas, chaquetas, pantalones... sino también otras prendas y accesorios más pequeños tales como gorros, guantes, calcetines, medias, etc.
- En cuanto a las tipologías de líquidos a aplicar y productos de acabado, todo lo que tenga unas viscosidades bajas será susceptible de ser aplicado en este sistema, de manera que los productos funcionales de acabado convencional podrán ser



aplicados (reformulando las recetas típicas aplicables por métodos convencionales como fularado).

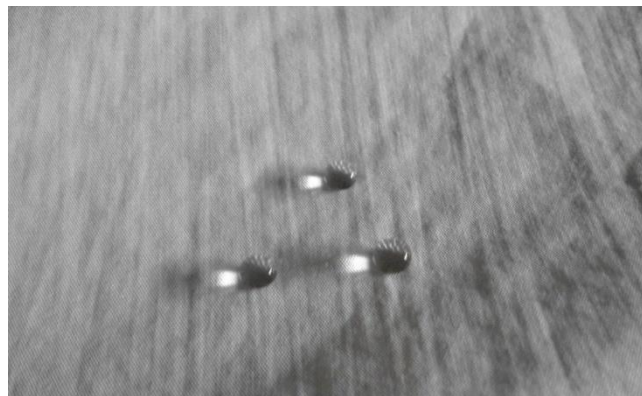
T4.2. Ajuste de recetas de acabado. Desarrollo de pruebas previas y de referencia

En la tarea T4.2 se partió de recetas dadas por las hojas técnicas y recomendaciones de aplicación de productos de acabado diverso, a fin de ajustar formulaciones de interés aplicables a tejidos y prendas de hogar y deporte. Se trabajó con el equipo eFlow de Jeanologia (Paterna, Valencia) del que dispone AITEX.

Ajustes y pruebas previas con fluorocarbonos C6 y fluorine-free: A lo largo del proyecto, los productos repelentes a líquidos han sido de los más aplicados en estas pruebas previas. Diferentes pruebas previas de aplicación sobre fular y eFlow fueron realizadas con diferentes productos y formulaciones, para ajustar cantidades y conocer los parámetros de aplicación y funcionamiento del equipo. Algunos de los productos testados en estas pruebas previas respecto de su idoneidad para trabajar con ellos y poderse aplicar por eFlow / micronizado fueron los siguientes:

- POLYGUARD NIN (perfluoroalquilato tipo C6). De POLYSISTEC.
- SMARTREPEL HYDRO PM (parafina y otros polímeros; libre de flúor). De ARCHROMA.
- NUVA 4547 (fluorado tipo C6). De ARCHROMA.
- CENTERGARD 50/BWR (fluorocarbono tipo C8). De COLORCENTER.

Las aplicaciones se realizaron a concentraciones entre 20 y 100 g/l con los diferentes productos considerados, para observar problemas de aplicación. El aspecto de tejidos acabados con eFlow en estas pruebas previas se muestra a continuación.



Tejido de CO tipo mantelería acabado con Polyguard NIN aplicado por micronizado.

Ajustes y pruebas previas de tintura: En las pruebas y ajustes con tintura, ocurrieron bastantes problemas de inicio. Los técnicos de Aitex no consiguieron tener un mojado uniforme del tejido ni tampoco un pick-up controlado de acuerdo con la cantidad de producto nebulizado. Alguno de los cambios importantes que pueden realizarse con este sistema que permite tinturas, frente un tradicional de tintura en prenda, es que podría llegar a evitarse el uso de sal incluyendo NaOH en la formulación, de manera que genere los electrolitos necesarios para promover la penetración de la tintura en la fibra.

Ajustes y pruebas previas con retardantes de llama: Las pruebas con retardantes de llama se efectuaron con productos libres de halógenos. No se pudieron obtener pruebas satisfactorias en esta etapa inicial ya que las aplicaciones, tras secado/curado, viraban en exceso el color del tejido base.

Ajustes y pruebas previas con antimosquitos y antimicrobianos y antiolor: A lo largo del proyecto, también se ha tratado de desarrollar procesos de acabado higiénicos, mediante diferentes funcionalidades (antimosquitos, antimicrobianos y antiolor). Diferentes pruebas previas de aplicación sobre fulard y eFlow fueron realizadas con diferentes productos y formulaciones, para ajustar cantidades y conocer los parámetros de aplicación y funcionamiento del equipo. Algunos de los productos testados en estas pruebas previas respecto de su idoneidad para trabajar con ellos y poderse aplicar por eFlow / micronizado fueron los siguientes:

- Tanatex Lava.
- Polyprotect AGPN
- Unibacter K30
- Polyprotect Repel.
- iSys.
- Productos tipo Sanitized. Ejemplo: AM2116.

Las primeras aplicaciones fueron realizadas para ajustar cantidades de productos, y comprobar si las concentraciones seleccionadas eran adecuadas. Se describe la metodología desarrollada en las pruebas previas, con referencia al acabado tipo Lava, si bien con el resto de los productos se procedió de igual manera pero con concentraciones de 15-30 g/l.



Muestras acabadas con antimicrobiano a 15-30 g/l, tejido hogar tipo loneta y tapicería.

Las conclusiones parciales de este punto, relacionado directamente con la tarea T4.2 de FUN2GARMENT son las siguientes:

- Con el eFlow se ha observado bastante dificultad de trabajo, por lo diferente de la tecnología respecto otras técnicas. Ha habido que aprender conceptos nuevos como NBP.
- Las pruebas previas de aplicación de fluorocarbonos han sido satisfactorias.
- Aplicar antimicrobianos y acabados higiénicos también es posible, pero hay que controlar viscosidades.
- Hacer tinturas y aplicar retardantes de llama requiere de más trabajo, a desarrollar en T4.3.

T4.3. Desarrollo de acabados y tinturas por micronizado

Basándose en el feedback de T4.2 y las pruebas previas realizadas, tanto en el ajuste de procesos como de formulaciones de acabado, se desarrollaron aquí los procesos de acabado funcional y tintura por micronización destinados a una validación posterior de propiedades. Se trabajó principalmente con los químicos indicados en T4.2 que mejores resultados se consideró que aportaron en las pruebas previas. Al igual que en las pruebas previas, se atendió a ciertos de parámetros de la eFlow para desarrollar las pruebas:

- Tiempo de micronizado (en minutos),
- NBP (absorción, en %),
- caudal de micronizado (en l/h),
- carga de textil a tratar (en kg).

Las muestras más interesantes obtenidas tras el micronizado en T4.3. se pasaron a la tarea de caracterización y validación T4.4. Para ello, se empleó el equipo eFlow disponible en AITEX, que permite tanto el lavado convencional de textiles como el micronizado de productos de acabado textil gracias al reactor de nanoburbujas del que dispone.

Tinturas: Para comprobar la homogeneidad de la aplicación de tinturas se han hecho pruebas micronizando una solución de agua+colorante 0,25 gr/l por kg de denim blanco y variando el %NBP aplicado.

% NPB	Peso seco	Peso desp. Trat	ml de producto pulverizado	% Pick-up
40	984,7	1206	400	22,47%
60	1055,54	1464,4	600	38,73%
80	1020,09	1612,54	800	58,08%
100	1024,33	1767,42	1000	72,54%
120	1004,08	1973,09	1200	96,51%
140	999,5	2125,83	1400	112,69%

Tras secar los tejidos hemos podido comprobar que las muestras tratadas a 40, 60, 80 y 100 % de NBP no son homogéneas. Las muestras tratadas a 120 % son parcialmente homogéneas mientras y 140 % de NBP presentan un grado de homogeneidad aceptable.



Tras estas primeras pruebas sobre tejidos, se han repetido las pruebas a 120 y 140% NBP utilizando camales de denim blanco.



Tinturas realizadas en denim blanco, al 120% de NBP (izquierda) y 140%. Nuevo proceso.

En las tinturas de los camales podemos observar las mismas conclusiones obtenidas para las telas con el mismo % NBP. Las muestras tratadas a 120% son parcialmente homogéneas mientras que a 140% de NBP presentan un grado de homogeneidad aceptable. Además, lógicamente, cuando los tejidos y prendas salen de la cámara de nebulización están húmedos (impregnados con la fórmula de acabado correspondiente), de manera que se requiere de su secado y curado para fijar el producto funcional o la tinte al textil. Se hizo uso del horno de polimerización del que se dispone, instalado durante la anualidad 2017.



Horno vertical de polimerización de prendas.

Acabados repelentes: Las pruebas de acabado repelente con diferentes productos y concentraciones se realizaron a partir de los inputs recogidos de T4.2. Productos diferentes fueron testados en las primeras pruebas de acabado micronizado sobre tejido de PES tipo deportivo, tanto en formato textil como en formato prenda.



Izquierda) Acabado a 30 g/l aplicado por eFlow. Hay repelencia pero no parece suficiente, es necesario incrementar algo más la concentración; derecha) Muy buena repelencia al agua sobre tejido PES, gracias a la aplicación de acabado a 50 g/l, por micronizado con eFlow.

Incluso se comprobó la necesidad de realizar limpiezas periódicas de la instalación de micronizado, sobre todo cuando se realizan tinturas antes de acabar con otro producto. Cualquier resto de tinte se trasladará al interior de la máquina cuando estemos acabado con otro tipo de producto.



Pruebas repelencia líquido con acabado a 35 g/l.

Acabados antimicrobianos y antimosquitos: Para estas aplicaciones se trató de reproducir el mismo método de aplicación en todos los casos y productos aplicados. Las bases químicas de los antimicrobianos testados y aplicados fueron:



- Compuesto heterocíclico.
- Base plata.
- zinc piritionato.
- fenoxi-permetrin derivados.
- Base plata.

Los antimosquitos testados y aplicados fueron:

- base permetrina.
- picaridina + geraniol.

Prendas tratadas:

- camisetas color azul, camisetas y tejido blanco de PES.
- calcetines blancos
- perneras blancas

Acabados antiolor: Para estas aplicaciones también se trató de reproducir el mismo método de aplicación en todos los casos y productos aplicados. Es una de las aplicaciones, tras caracterizar las muestras, que mejores resultados dieron en cuanto a funcionalidad, demostrando que es posible desarrollar prendas con función de reducción del olor percibido, y acabadas por micronizado. Para ello se investigaron productos diversos, seleccionando compuestos basados en zeolitas / silicatos.

- NBP 100%
- PICK UP real: 107%
- Caudal 12 l/h
- Secado/polimerizado en horno: Total 8 min. Tª mínima 110 °C y sin superar los 160°C.

El aspecto de las prendas es bueno, sin aparecer manchas de ningún tipo.



Secado y polimerizado de acabados antiolor en prendas aplicados por micronizado.



Acabados retardantes de llama: De la misma manera que se aplicaron productos funcionales para repelencia a líquidos, o antimicrobianos, se testó también la viabilidad de aplicar retardantes de llama a textiles, sobre todo sintéticos.

- Producto aplicado 100 – 400 gr/litro.
- Tiempo acabado eFlow: 8 minutos + Centrifugado: 2 minutos
- NBP 100%
- PICK UP real: 80%
- Caudal 12 l/h
- Secado/polimerizado en horno. Total 5 min. Tª mínima 120 °C y para polimerización 160°C / 1 minuto.

Por regla general, se observó y calculó que (independientemente de la formulación desarrollada y producto funcional) el acabado de prendas de 170 – 200 g cada una, se alcanzó empleando apenas 1 vaso (entre 150 y 200 ml) de formulación de acabado textil por prenda, lo cual da idea del potencial sostenible y medioambiental de los procesos desarrollados y tecnología investigada.

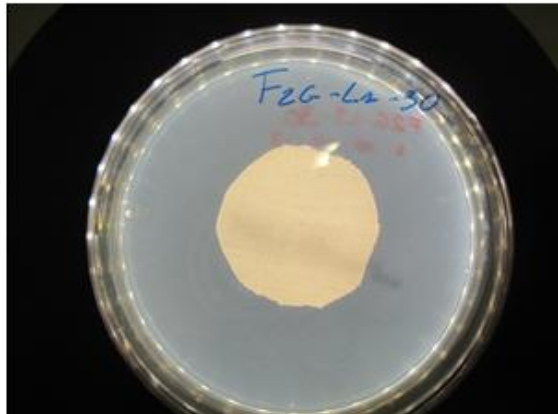
T4.4. Caracterización de muestras micronizadas y referencia. Validación

La caracterización de muestras vino marcada principalmente por la funcionalidad inducida por el producto de acabado empleado sobre los textiles. Los resultados más relevantes de cada caracterización se muestran a continuación.

Repelencia al agua (3M Test II) y al aceite (AATCC 118): Se testaron las pruebas de acabado más interesantes obtenidas, tanto de acabado de tejidos como de prendas. Se observó buena repelencia al agua/aceite en muestras acabadas con productos fluorocarbonados, mientras que las caracterizaciones de productos libres de flúor dieron niveles 2-3 de repelencia al agua, y nivel 0 de repelencia al aceite.

Actividad antibacteriana (AATCC 100) y antifúngica (AATCC 30): Las muestras acabadas con antimicrobianos también se caracterizaron con los estándares habituales, obteniéndose en muchos casos efecto antibacteriano con actividad del 99,9% frente *S. aureus* y también actividad antifúngica en varias de las muestras desarrolladas frente *T. Rubrum*, un hongo frecuente de enfermedades de la piel como el pie de atleta, prurito del jockey y tiña.

Fotografía de la muestra ensayada / Photograph of the tested sample:



Tejido tipo loneta acabado con UNIBACTER K30 a 30 g/l. No hay crecimiento (valoración 0) de *T. Rubrum*.

Solidez de color al frote seco/húmedo, a los lavados y a la luz (ISO 105, diferentes partes), incluyendo colorimetría/grado de blanco: En aquellas muestras coloreadas sobre las que se aplicó tanto retardante de llama como antimicrobianos y repelentes, se evaluó la solidez de colores al frote y a la luz, a fin de controlar la calidad del tejido acabado por el método de micronizado. Los resultados generales obtenidos no indican deficiencias significativas en los colores, tras aplicación de lavado y de frote en seco/húmedo, sobre las muestras desarrolladas por acabado con eFlow.

Eficacia antiolor de textiles acabados con estos compuestos: Se requeriría de un método de ensayo como el descrito en EN13725. Se analizan 2 tandas de muestras remitidas, con varios acabados antiolor aplicados, con el método de ensayo descrito, aplicando sudor artificial sobre las muestras y evaluándolas por olfatometría dinámica. La colaboración ha permitido validar los acabados antiolor aplicados, ya que algunos alcanzan niveles de reducción del olor percibido de hasta el 80%.

Eficacia de acabados repelentes a mosquitos: Se llevó a cabo un ensayo de laboratorio para determinar la eficacia repelente de muestras desarrolladas Tejidos «F2G-M1», «F2G-M2», «F2G-M3» y «F2G-M4» frente al mosquito *Aedes aegypti*. El tejido fue aplicado en la muñeca de los voluntarios humanos. Se expuso el antebrazo a los mosquitos y se determinó el número de insectos posados a los 5 minutos y en intervalos de una hora. El porcentaje de repelencia se calculó teniendo en cuenta el número de posados en el control (antebrazo sin producto). Se llevaron a cabo 5 réplicas con cada muestra. El nivel alcanzado de repelencia está siempre en torno al 20% y no parece ser significativo. Hay que seguir trabajando las aplicaciones y uso de productos naturales/sintéticos. En otra tanda de tejidos remitidos, acabados previamente en AITEX, tampoco se supera el 20-25% y este valor no parece ser significativo. Para 2018 habrá que plantearse si se sigue investigando en el acabado de tejidos/prendas con esta funcionalidad concreta.



Respecto de los trabajos de **PT5. COMBINACIÓN DE PROCESOS SOSTENIBLES Y VALIDACIÓN DE AHORROS**, estos se plantearon en vistas a desarrollar procesos combinados para optimizar la sostenibilidad del proceso, optimizando también los efectos estéticos y de moda/diseño, tratando los textiles tanto con láser como ozono e incluso micronizado: hay que tener en cuenta que el láser permite el marcado de diseños, figuras, imágenes, etc. y con ozono se puede además 'quitar' color para resaltar tanto los trazos como el marcado láser en sí. Además, con el proceso de ozono y agua es posible 'limpiar' el textil tratado con láser eliminando los posibles restos de fibras carbonizadas, olores generados, etc. Se pueden combinar efectos estéticos y funcionalidad combinando láser/ozono con micronizado de químicos.

T5.1. Desarrollo de procesos combinando láser+ozono

Aquí se desarrolló principalmente el estudio de procesos combinados láser + ozono (y lavados posteriores o no), para que analizar la irritación dérmica en muestras. Para dicho estudio, se estableció una serie de muestras y tratamientos con ozono y láser, replicando las condiciones de proceso de PT3 en 5 muestras diferentes.

T5.2. Desarrollo de procesos combinando micronizado+láser

En esta tarea empezaron los trabajos de combinación de marcados láser sobre camisetas PES confeccionadas y posterior lavado y aplicación de acabado repelente a líquidos por eFlow. No se tienen resultados concluyentes todavía de esta tarea concreta ya que la mayor parte de ella transcurre dentro de 2018.

T5.3. Desarrollo de procesos combinando láser + ozono + micronizado

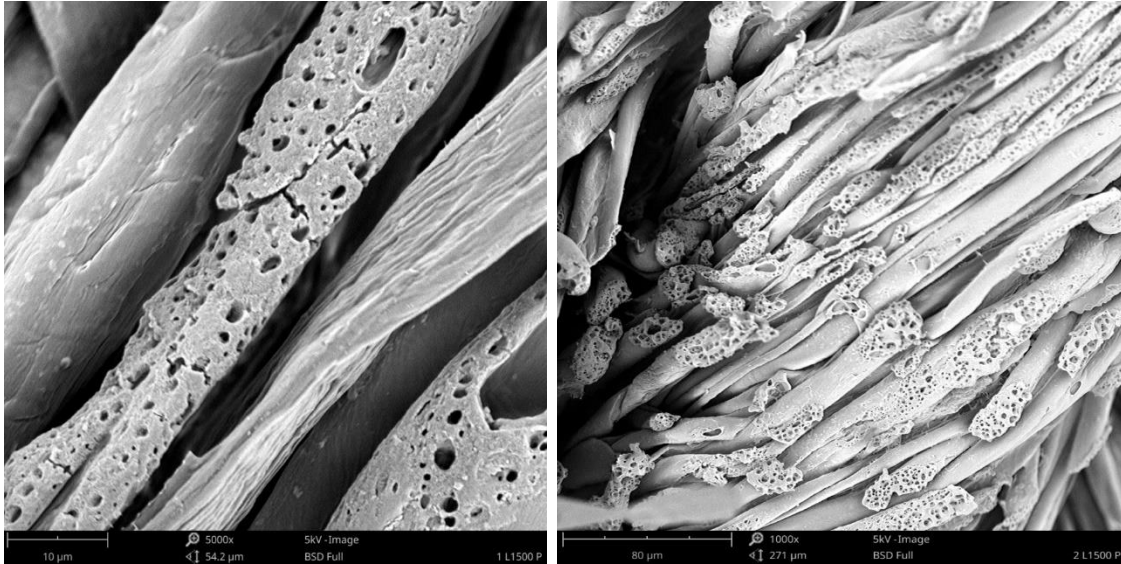
Esta tarea empieza en 2018.

T5.4. Caracterización de muestras textiles y validación de ahorros y procesos

Las muestras obtenidas combinando procesos fueron seleccionadas para ser evaluadas; se observa que la aplicación de tratamientos combinados láser + ozono (u ozono + láser) pueden disminuir las prestaciones mecánicas de los tejidos, si se produce sobretratamiento en uno de los dos procesos (y lógicamente, en los 2).

Así, una muestra de tejido de base sintética PES con altísima resistencia a la abrasión, la cual fue marcada con láser, bajó aproximadamente un 70% su resistencia a abrasión debido a sobreexposición / sobretratamiento con láser (el marcado no fue correcto a pesar de observar bien definidos los trazos). Por otra parte, la realización de tratamientos correctos, sobre tejido referencia como el denim no perjudica las características mecánicas del textil, a menos que haya sobretratamiento (es el caso de la exposición a ozono con un 30% de potencia). Así, la resistencia a abrasión baja aproximadamente un 15% en este caso, no apreciándose pérdida de prestaciones mecánicas cuando el tratamiento se hace al 10%. Los lavados, en principio no parecen afectar a la resistencia a abrasión en ningún caso. Por otra parte, el marcado láser no parece producir efecto negativo sobre el tejido cuando se hace correctamente.

La microscopía SEM también arrojó resultados interesantes:



Izquierda) Marcado con láser y efecto sobre fibra natural 1. Ablación de la misma en su superficie. Se aplicó también lavado posterior + ozono; derecha) Corte de fibras naturales 2 por láser con lavado posterior (pero sin ozono).

Se observan gran cantidad de nanoporaciones y nanoporos en las fibras naturales, en aquella zona afectada por el láser. En ciertos puntos se observa como un corte sobre la propia fibra, pero sin llegar a seccionarla, mientras que en otros casos sí están las fibras cortadas en el punto de interacción con el láser. En algún caso además se observa zona de ablación muy alargada que, combinada con un posible exceso de potencia, podría causar problemas en la resistencia mecánica y reducir las prestaciones del tejido. Son aspectos a tener en cuenta para maximizar el efecto de los tratamientos, pero sin incurrir en defectos sobre la calidad. La transpirabilidad de los textiles quizá podría incrementarse mediante un tratamiento láser, ya que si genera poros en las fibras estos podrían ayudar al transporte de humedad. Es algo a tener en cuenta como línea de trabajo en FUN2GARMENT II (2018). Igualmente, la caracterización SEM de tejidos sintéticos tratados con láser es algo que también se va a considerar para 2018, así como otros tipos de análisis más específicos y complejos como ATR-FTIR y XPS, para identificar subproductos, compuestos generados en las tinturas al sublimar, al oxidar con ozono etc.

Los resultados de irritación dérmica (SkinEthic Irritation Skin Test; ECVAM Nov.2008) indican que ninguna de las muestras genera irritación, ni siquiera aquellas no lavadas que contienen isatina por el aspecto amarillento del tejido tras el procesado con ozono. A tenor de los resultados obtenidos, ninguna de las muestras problema produce irritación dérmica in-vitro, empleando el SkinEthic Irritation Skin Test. Estos resultados pueden validar en un futuro procedimientos de lavado, de tejidos tratados con ozono, solamente con agua ya que además el aspecto de las muestras lavadas era azul, no amarillento.



En **PT6. TRANSFERENCIA Y PROMOCIÓN DE FUN2GARMENT**, el equipo investigador de AITEX puede afirmar con rotundidad que se han cubierto y sobrepasado las expectativas iniciales al respecto. Así, se ha hecho transferencia directa/comunicación de líneas de I+D, resultados o de tecnología a más del doble de empresas previstas (6 inicialmente), y de momento 4 empresas han movilizado ya recursos humanos, técnicos y económicos para lanzar proyectos propios de I+D en línea con alguna de las tecnologías o desarrollos FUN2GARMENT. Ni que decir tiene que se seguirá poniendo énfasis en la transferencia de resultados para 2018.

T6.1. Captación de empresas interesadas

La tarea 6.1 se enfocó a poder captar empresas cooperantes a lo largo del proyecto, o bien que se interesasen por los resultados de este y sus posibilidades tanto de cooperación en él, como de lanzamiento de proyectos y pruebas internas de I+D propia. Para ello, junto con las acciones realizadas desde inicio de proyecto y también las requeridas por la solicitud IVACE y convocatoria, el equipo de AITEX convocó de manera abierta la participación de empresas a través de la web de AITEX, y FUN2GARMENT estuvo presente en un taller de transferencia de tecnología en Octubre (19/10/17) en AITEX Paterna, aprovechando la convocatoria y celebración de la 35 reunión del comité AEC Industrias de la Moda, convocando más de 10 empresas punteras del sector moda/confección y donde se les expusieron el alcance, objetivos y primeros resultados de FUN2GARMENT.

También se realizaron los correspondientes contactos y visitas a otras empresas que no se consideraron en su momento en la firma de acuerdos/cartas para tratar de involucrarlas en acciones de transferencia o, en su defecto, poder promover FUN2GARMENT en ellas. Para aumentar la captación de empresas cooperantes se abrió en www.aitex.es un formulario on-line (con link directo al Abstract del proyecto) para que éstas expresasen su interés en cooperar en el proyecto. El formulario se incluyó en la web de ejecución de FUN2GARMENT (<http://www.aitex.es/portfolio/fun2garment-i-d-de-nuevos-acabados-funcionales-sobre-tejidos-tecnicos-y-prendas-de-alto-componente-sostenible/>)

T6.2. Análisis de necesidades

Esta tarea consistió en la realización de reuniones con las empresas (en AITEX o sede central de la empresa) que expresaron un primer interés en cooperar, para determinar las necesidades existentes en cuanto a innovación y desarrollo de nuevos procesos o productos textiles en su ámbito de actividad. El análisis de necesidades permitió establecer/definir en varias de ellas un proyecto específico.

T6.3. Definición del proyecto

Teniendo en cuenta que el análisis de necesidades de T6.2 se desarrolló en la segunda mitad de la anualidad, lógicamente la definición de proyecto fue la tarea posterior. Ahora bien, en muchas de las empresas a las que se les realizó transferencia las tareas de análisis de necesidades + definición de proyecto + generación de conocimiento estuvieron tan solapadas que no fue posible desglosarlas en sí mismas, y todas las acciones se realizaron a la vez.

Para cada empresa con interés real tras el análisis de necesidades se definió y lanzó un proyecto en línea con los trabajos ejecutados -o en ejecución- dentro de FUN2GARMENT. Se adecuó igualmente al perfil de cada empresa. El G.I. Acabados Técnicos de AITEX que interviene en FUNGARMENT contempló 3 tipologías de proyecto de cooperación diferentes:

- P1. La empresa aporta información y datos que permitan optimizar los nuevos procesos de acabado y los textiles a desarrollar por AITEX, de manera que una vez implementados aquellos, reciba feedback sobre el comportamiento de materiales textiles diversos frente a los parámetros del proceso de acabado que más le interese.
- P2. Pruebas con tejidos/prendas/químicos aportados por la empresa en las acciones técnicas de las diferentes líneas de trabajo, para determinar sobre ellos los efectos de las tecnologías de acabado investigadas y así establecer potenciales líneas de desarrollo/inversión futuras.
- P3. La empresa valida procesos o prototipos desarrollados en el proyecto; esto incrementaría el nivel de TRL hasta el máximo posible, pasando de TRL 8 esperado a TRL 9 (Sistema probado con éxito en entorno real).

La mayoría de las empresas que recibieron transferencia de resultados optaron por proyectos tipo P2, testando sus tejidos o productos químicos en alguna de las tecnologías investigadas en FUN2GARMENT. Indicar que de las 13 empresas con las que se llegó a definir proyecto, lo ejecutaron 9 de ellas (éxito: 69%); las otras declinaron participar por decisión propia si bien mantienen interés dentro de las acciones de 2018.

T6.4. Generación de conocimiento y/o tecnología

En función del tipo de proyecto planteado y aceptado por la empresa cooperante, este se incorporó a las líneas de trabajo en marcha de FUN2GARMENT de 2017. Así, los trabajos realizados en T6.4 estuvieron en línea con otras pruebas y desarrollos realizados dentro de las tareas T2.3 (PT2, acabados por láser), T3.3 (PT3, acabados basados en ozono) y/o T4.3 (PT4, acabados por micronizado). La tabla siguiente resume intereses en conocimiento/tecnología de empresas con las que se desarrolló proyecto de transferencia.

EMPRESA	PROYECTO	TIPO PROYECTO
INDUSTRIAS BITEX	Tratamiento con ozono sobre tejidos encolados	P2
COLORCENTER	Pruebas de sus productos de acabado aplicados por micronizado	P2
CASTILLA RIENDA	Pruebas de acabado sobre producto terminado por eFlow	P2
TEJIDOS IND. GEISA	Pruebas de acabado sobre sus tejidos, por eFlow	P2
JEANOLOGIA	Efecto de subproductos generados por el marcado láser o el tratamiento con ozono de denim sobre la piel humana (irritación dérmica y citotoxicidad).	P1
	Acabado antiolor basado en zeolitas aplicado por nanoburbujas sobre tejido denim.	P1
	Posibilidades de marcado láser -incluyendo microperforación- en materiales tipo piel sintética.	P3
LURBEL MLS TEXTILES	Información sobre posibilidades de acabado en prenda	P1
RESUINSA	Marcado láser de sus tejidos tintados con indantreno	P2
MANUEL REVERT	Marcado láser de tejidos tapicería y microperforaciones	P2
NATURTEX	Pruebas de marcado láser sobre sus tejidos naturales	P2

T6.5. Transferencia y promoción de los resultados obtenidos

Para cada empresa cooperante con las que se cerró una acción concreta, AITEX distribuyó un informe resumen personalizado de los trabajos ejecutados (transferencia) o 'estudio de viabilidad industrial' en el marco del proyecto de cooperación, para que puedan hacer uso de ellos a nivel interno y sienten las bases de más acciones de transferencia, que permitan en un futuro emprender potenciales proyectos de I+D+i de colaboración empresa/AITEX. 4 de ellas ya han empezado a movilizar recursos humanos, técnicos y económicos para lanzar o ejecutar proyectos en línea con alguna de las tecnologías y desarrollos objetivo de FUN2GARMENT.

En total, 10 informes de transferencia, incluyendo el de AEC -presentación powerpoint- que fueron preparados como parte de los trabajos de T6.6. Además, se expuso al Comité AEC de Industrias de la Moda la presentación elaborada a tal efecto, durante la jornada taller del 19/10/17 en AITEX Paterna (Valencia), así como se expusieron diferentes demostradores al público durante los 5 días que duró la Fira de Tots Sants en Cocentaina (Alicante; 01-05/11/17).



Parte de la audiencia asistente al taller AEC (Paterna, Valencia) donde se realizó promoción y transferencia de FUN2GARMENT y AITEX expuso las tecnologías de acabado sostenible que se consideran en el proyecto.



Demostradores FUN2GARMENT instalados en el stand de AITEX durante la Fira de Tots Sants 2017 de Cocentaina (Alicante).

Por último, en **PT7. DIFUSIÓN DEL PROYECTO** se dio visibilidad a FUN2GARMENT, sus objetivos y líneas de actuación, a los recursos técnicos y tecnologías relacionadas con la temática del mismo, sin olvidar las entidades financiadoras.

T7.1. Acciones y soportes de difusión

Desarrollando en su momento el Plan de Difusión, se ejecutaron diferentes acciones que el equipo investigador de AITEX consideró como obligatorias en su ejecución para generar información suficiente y de calidad científico-técnica que permitiese publicitar y dar a conocer el proyecto FUN2GARMENT, así como diseminar los resultados parciales y finales que se iban obteniendo. Además, se aprovecharon sinergias en otros proyectos (como Interreg RESET) para ello. El entregable E7.1 Difusión 2017 recoge todas las acciones realizadas y soportes desarrollados.

6. TRANSFERENCIA A EMPRESAS



Las acciones y trabajos de transferencia a empresas han quedado descritos en la página 57 y siguientes del presente documento.

Además, cabe indicar que más de una docena de empresas fueron informadas directamente del proyecto (por reuniones y/o acciones de transferencia concretas a cualquier nivel)

Empresas CV.

- TEJIDOS ROYO.
- JEANOLOGIA.
- ZSCHIMMER & SCHWARZ.
- INPELSA.
- COLORTEX.
- CASTILLA RIENDA.
- MANUEL REVERT.
- RESUINSA.
- WINTEX.
- MLS TEXTILES 1992.
- MUÑOZ MIRALLES.
- SEPIIA 2080.
- INDUSTRIAS BITEX.
- NATURTEX.

Resto España.

- UNITEX.
- AEC.
- T.I. GEISA.
- CONCENTROL
- COMINDEX.
- COLORCENTER.

La receptividad de empresas textiles valencianas (y también algunas de la zona de Catalunya) ha sido significativa cara a las tecnologías que investiga FUN2GARMENT y los procesos/prototipos que se están desarrollando.

Más del doble de empresas de las inicialmente previstas (inicio: 6), mayoritariamente valencianas y con actividades productivas centradas en fabricación y/o acabado de textil hogar, de tejidos o prendas deportivas, fabricación de productos químicos para la industria textil, desarrollo de maquinaria, etc., han sido implicadas en el proyecto tanto por información directa de los resultados obtenidos como acciones de transferencia de conocimiento y resultados a través de acuerdos de cooperación.



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu

IVACE
INSTITUT VALENCIÀ DE
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

*Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER,
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunidad Valenciana 2014 - 2020*

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

Además de los propios resultados técnicos obtenidos, el hecho que varias empresas interesadas en FUN2GARMENT ya hayan decidido lanzar proyectos de I+D movilizand recursos propios apoyados con financiación pública sin finalizar siquiera la anualidad I de FUN2GARMENT, hace que este proyecto tenga todavía más valor añadido y se plantee una anualidad II para 2018.