



HONEYTEX

Optimización del
proceso productivo de
los sistemas Honeytex
a escala semi-industrial



Contenido

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



1. Ficha técnica del proyecto

N.º EXPEDIENTE	IMAMCA/2024/6
TÍTULO COMPLETO	Optimización del proceso productivo de los sistemas Honeytex a escala semi-industrial.
PROGRAMA	Plan de actividades de carácter no económica 2024
ANUALIDAD	2024
PARTICIPANTES	(si procede)
COORDINADOR	(si procede)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870

2. Antecedentes y motivaciones

El tamaño de mercado global de material sándwich de núcleo honeycomb se valoró en 1.300 millones de dólares en 2019 y se prevé que genere 2.100 millones de dólares para 2027. También se prevé que el mercado experimente un crecimiento a una tasa compuesta anual de 6,2% de 2020 a 2027 (fuente: Allied Market Research. Honeycomb Sandwich Material Market). Esto corrobora que el sector de los honeycombs presenta una buena expectativa de crecimiento de cara al futuro, pudiendo dar lugar a oportunidades de negocio con los desarrollos realizados en el proyecto HONEYTEX 2024.

Actualmente los honeycombs que se pueden encontrar de altas prestaciones mecánicas presentan un coste bastante elevado y los de menor precio se quedan cortos de dichas prestaciones mecánicas. Además, la mayoría de los honeycombs que se pueden encontrar a día de hoy presentan una gran dificultad de reciclado.

Por otra parte, los materiales base que forman los honeycombs son bastante limitados. Debido a esto a las empresas les es difícil la obtención de núcleos de unas prestaciones más elevadas a unos precios razonables, por lo que descartan este tipo de soluciones y adoptan materiales de núcleos más baratos como espumas, maderas, corchos, etc., que se quedan cortos de prestaciones o incrementan el peso del producto final. En la siguiente tabla se pueden observar los diferentes tipos de honeycombs comerciales más comunes comparado con los desarrollados en el proyecto.

Los honeycombs que se están desarrollando en el proyecto HONEYTEX 2024 presentan un rendimiento de propiedades medias altas, comparado con los honeycombs que se pueden encontrar comercialmente. Por tanto, se encuentran a término medio entre los núcleos poliméricos y de altas prestaciones utilizados en el sector aeronáutico y aeroespacial.





3. Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto HONEYTEX 2024 se ha centrado en el Estudio de escalabilidad de la tecnología HONEYTEX, mediante la optimización de ciertas etapas del proceso productivo de estos innovadores materiales. Estudio para la identificación de nuevas aplicaciones en mercados complementarios al sector automoción, en el que se han centrado los trabajos en los años anteriores en esta línea de investigación.

En cuanto a los objetivos específicos:

- Diseño y fabricación de un módulo que permita automatizar el proceso de ensamblaje. Fabricación de un soporte con forma de medio hexágono que ubique las preformas corrugadas de forma continua para llevar a cabo en una única operación los procesos de corte por filamento caliente y unión en el caso de productos HONEYTEX 100% poliméricos de naturaleza sintética, preferentemente. Optimización de este nuevo procedimiento de ensamblaje para material que incorpore fibra de carbono o de vidrio, así como fibras naturales.
- Optimización del proceso de formación de los honeycombs para la automatización mejorar reproducibilidad.
- Optimización de las propiedades de los honeycombs, enfocado en mayor medida en fibras de poliéster reciclado.
- Estudio de diversificación para los sistemas HONEYTEX.
- Validación técnico-económica del proceso productivo objeto de optimización y de los prototipos desarrollados en la anualidad.



4. Plan de trabajo

PT1. GESTION Y SEGUIMIENTO.

ACTIVIDAD 1.1. Gestión y seguimiento del proyecto.

PT2. EJECUCIÓN TÉCNICA.

ACTIVIDAD 2.1. Estado del arte / viabilidad técnica / diagnóstico de necesidades.

ACTIVIDAD 2.2. Experimental.

ACTIVIDAD 2.3. Caracterización.

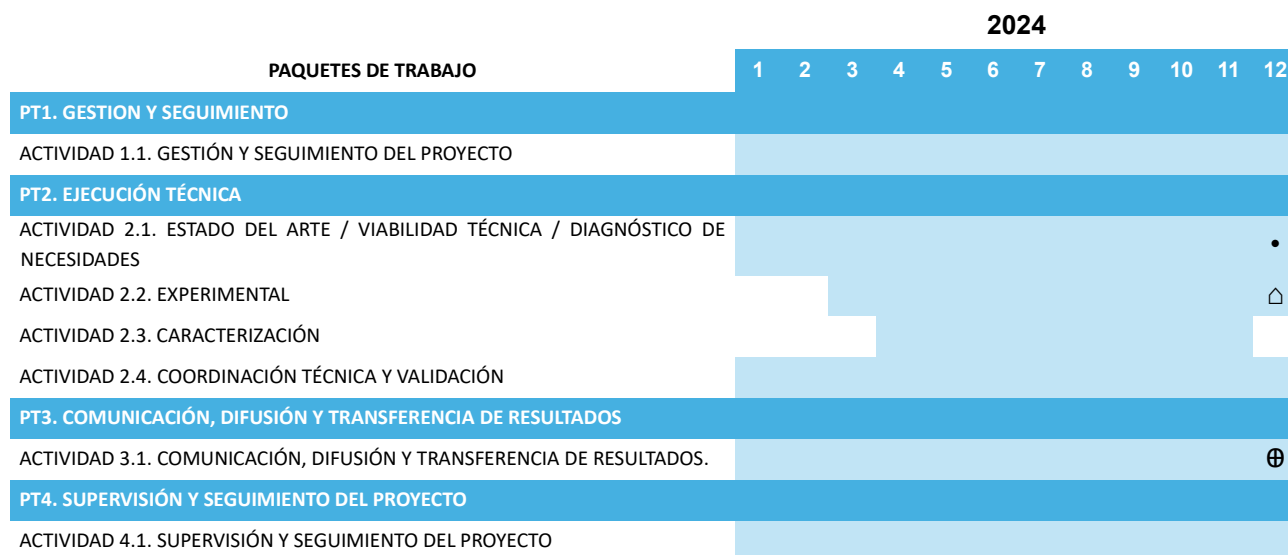
ACTIVIDAD 2.4. Coordinación técnica y validación.

PT3. COMUNICACIÓN, DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.

ACTIVIDAD 3.1. Comunicación, difusión y transferencia de resultados.

PT4. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.

ACTIVIDAD 4.1. Supervisión y seguimiento del proyecto.



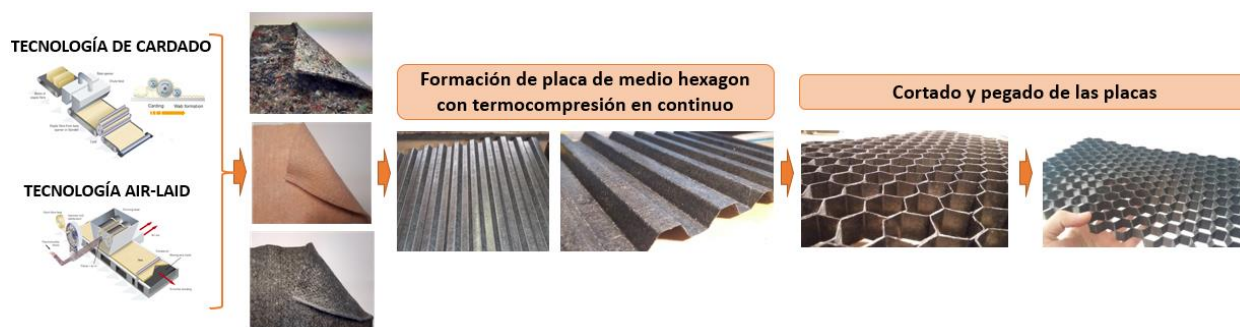
•	Entregable del Estado del Arte
△	Entregable del Experimental
⊕	Entregable Transferencia
☆	Entregable de difusión

5. Resultados obtenidos

El objetivo principal de proyecto HONEYTEX 2024 se ha centrado en la optimización de la formación de la tecnología HONEYTEX para la obtención de honeycombs de manera reproducible y de una calidad constante. Esta optimización ha englobado diferentes mejoras de optimización del proceso, así como de nuevos diseños de módulos para poder automatizar y acelerar la formación de los honeycombs.

Antes de describir toda la parte experimental realizada en el proyecto se ve necesaria la descripción del proceso de formación del honeycomb. Primeramente, se parte de un no tejido que es termocomprimido en plano para posteriormente ser termoconformado en placas con formas de medio hexágono, denominadas preformas de honeycomb, todas estas termocompresiones de manera continua. Seguidamente se pasaría al cortado y pegado de las diferentes placas hasta construir un honeycomb completo. De forma resumida se muestran las etapas seguidas:

- Termocompresión plana en continuo del no tejido.
- Termocompresión de preformas de honeycomb en continuo.
- Cortado y pegado de las preformas para la construcción del honeycomb final.



Representación esquemática del procedimiento seguido para la formación de la nueva generación de honeycombs.

En el correcto procesado de los honeycombs es esencial que el material base presente las características más adecuadas para poder ser transformado en un honeycomb completamente funcional y presente las propiedades de resistencia físico-mecánicas adecuadas.

Es por ello que la composición de los no tejidos es un punto crítico que afecta a todos los demás procesos hasta la obtención del honeycomb final. Dependiendo de cada tipo de fibra de refuerzo del no tejido se tendrá que adaptar la cantidad de fibra termoplástica para poder obtener un conjunto lo suficientemente resistente y adaptable para la formación del honeycomb final.

En el desarrollo de los honeycombs se ha considerado la utilización de fibras de poliéster tanto vírgenes como recicladas de varios tipos para poder obtener una comparativa de procesados en cada una de ellas.

Estas fibras recicladas son procedentes del reciclado de trapos sobrantes de procesos industriales que mediante procesos de desgarrar y triturado se producen fibras de poliéster, que correctamente clasificadas pueden tener diferentes calidades. Estas fibras han sido suministradas por la empresa de la zona de reciclado de fibras de poliéster.

Uno de los objetivos principales es la formación de un bloque grande de honeycomb a modo de demostración de la optimización de todo el proceso de formación de honeycombs acercándose a la escala previa a la industrial. Este honeycomb se ha fabricado teniendo en cuenta los requerimientos que debe de tener el material para ser utilizado en el sector automoción, más concretamente el ensayo de cámara climática. Para ello hay que poder encontrar un suministro de fibra que de las garantías de suministro continuo con volúmenes y características de fibra constantes y similares a lo largo del tiempo.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los prototipos desarrollados en el proyecto para la formación de los honeycombs y de los paneles sándwich a partir de la utilización de no tejidos de carda-punzonado.

Tabla de los diferentes no tejidos de carda-punzonado que se han considerado en el proyecto.

MATRIZ INICIAL DE NO TEJIDOS DE CARDA-PUNZONADO		
REFERENCIA	MATERIAL	Gramaje (g/m ²)
rPET gris de LLACER	rPET gris de LLACER	250
rPET gris de LLACER / Viscosa	rPET gris de LLACER	250
	Viscosa de ALBERO i SEMPERE	
PET Virgen / Viscosa	PET Virgen de ALBERO i SEMPERE	250
	Viscosa de ALBERO i SEMPERE	
rPET gris de LLACER / Viscosa	rPET gris de LLACER	250
	Viscosa de ALBERO i SEMPERE	
rPET gris de LLACER / PET Virgen / Viscosa	rPET gris de LLACER	250
	PET Virgen de ALBERO i SEMPERE	
	Viscosa de ALBERO i SEMPERE	

En la tabla anterior se muestran los prototipos que mejores características han obtenido, no obstante, para llegar a estos no tejidos se han tenido que realizar numerosas pruebas con diferentes composiciones y procesados hasta obtener las combinaciones de materiales y de parámetros más adecuados para la formación de los honeycombs.

A continuación, se describe el desarrollo de los honeycombs y paneles sándwich desarrollados a partir de los no tejidos optimizados enumerados en la tabla anterior.

DESARROLLO DE HONEYCOMBS A PARTIR DE NO TEJIDOS DE CARDA-PUNZONADO UTILIZANDO FIBRAS DE rPET.

A partir de la fibra reciclada de poliéster, se han desarrollado no tejidos mediante la tecnología de carda punzonado con gramajes de unos 250 g/m². Estos no tejidos han servido de base para la formación de los honeycombs considerados y su posterior utilización como núcleos en la formación de paneles sándwich.

En estas imágenes se puede ver como las balas de fibras fueron transformadas en no tejidos para su utilización como base en la formación de los honeycombs.

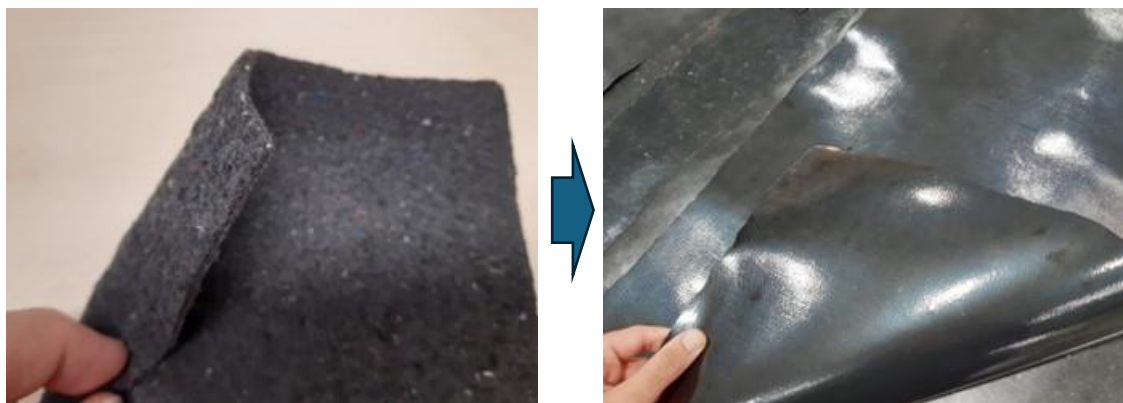


Formación de los no tejidos a partir de las fibras recicladas de poliéster.

Una vez desarrollados los no tejidos se pasó a la fusión de los mismos para poder formar la estructura honeycomb. El proceso de termocompresión plana produce en el no tejido que se funde la parte de las fibras termoplásticas, consiguiendo que se distribuya uniformemente en toda la extensión del no tejido consiguiendo una especie de cartulina plastificada. A continuación, se muestran unas imágenes donde se puede observar mejor el procedimiento de termocompresión plana, así como también el resultado final del no tejido sin procesar y procesado. Los parámetros más importantes que se pueden optimizar en el equipo de laminado son:

- Presión de aplicación.
- Velocidad de procesado.
- Temperatura de procesado.

En la siguiente imagen se puede ver con mayor detalle cómo se pasa de un no tejido a una lámina fundida mediante el proceso de termocompresión plana en continuo.



Proceso de termocompresión continua plana de los no tejidos base de formación de los honeycombs.

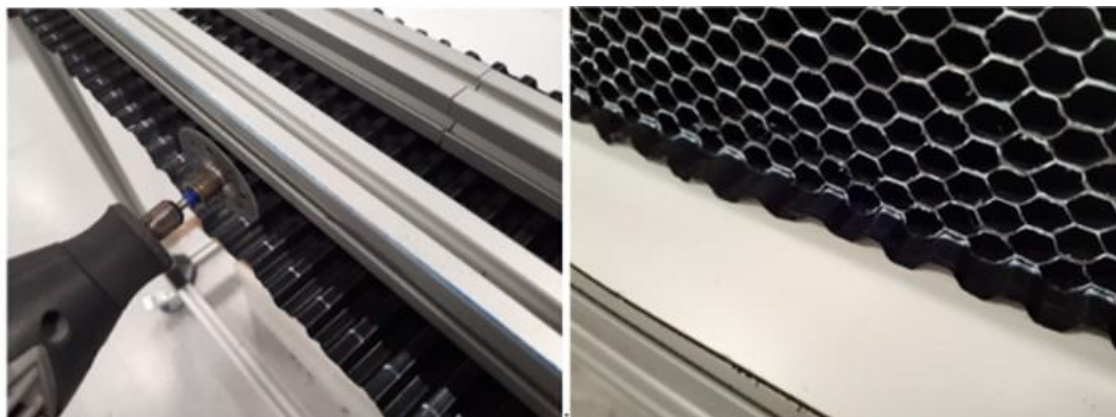
Una vez se ha tenido la lámina fundida se ha realizado el proceso de corrugado mediante el equipo demostrador de corrugado desarrollado en proyectos anteriores. Para ello se aplica temperatura y mediante unos rodillos con la forma de medio hexágono se llega a formar la geometría de medio hexágono que posteriormente servirá para formar el honeycomb.

En cada uno de los prototipos de honeycomb se realizaron diferentes pruebas de procesado a diferentes velocidades para poder comprobar la procesabilidad del material. Se realizaron pruebas de aumento de velocidad (lo que se podría denominar ciclos rápidos) para comprobar la capacidad de formación homogénea de las preformas de medio hexágono.



Corrugado obtenido a partir de la lámina fundida.

Tras la obtención del corrugado se procedió al cortado de las dimensiones adecuadas para la correcta formación de los honeycombs. Posteriormente se procedió al montaje de capas de corrugado hasta formar un bloque de honeycomb con unas dimensiones de 1400x900 mm.



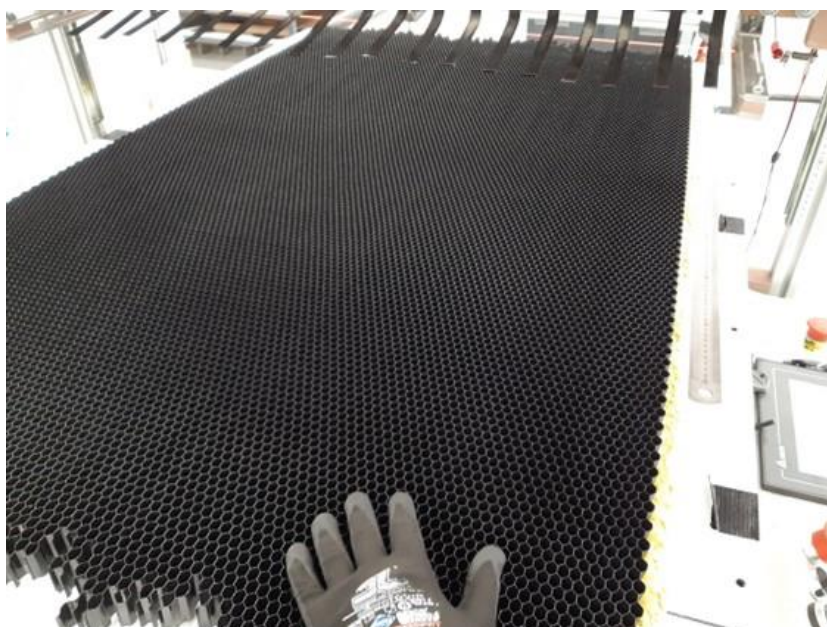
Cortado del corrugado a medida y formación del bloque honeycomb.

En la siguiente imagen se puede observar con mayor detalle la escala del honeycomb desarrollado que, como se ha comentado anteriormente, las dimensiones de 1400x900 mm se han desarrollado para la demostración de que esta tecnología HONEYTEX es escalable a semi-industrial.



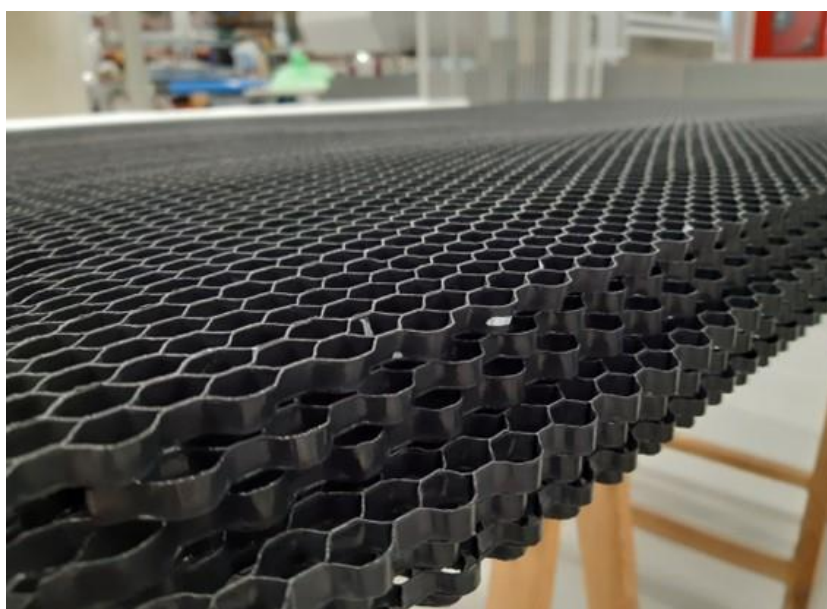
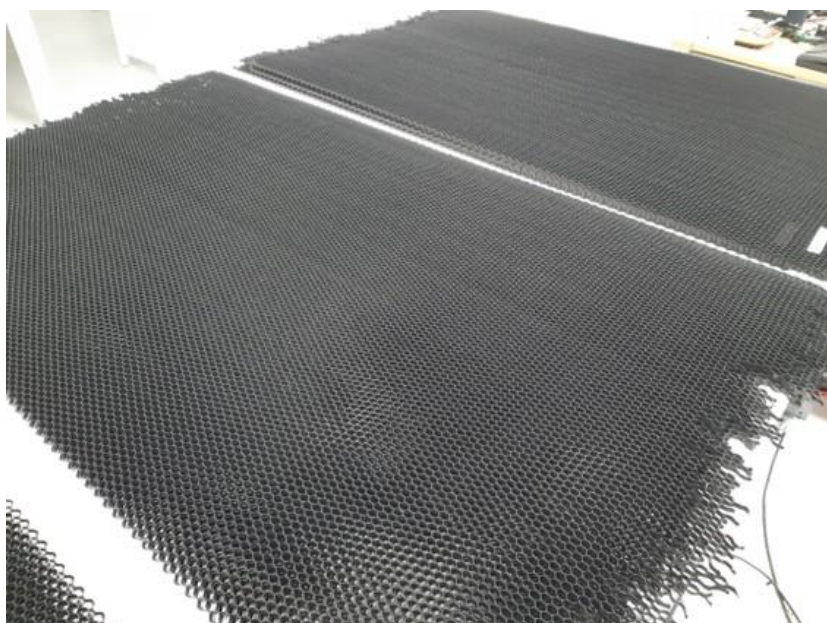
Bloque honeycomb de 1400x900 mm.

Posteriormente se ha realizado el corte mediante hilo caliente para poder cortar el bloque de honeycomb a una medida de unos 6,5 mm, que es la necesaria en servicio para una aplicación en automatización. El corte se realiza mediante un hilo de nicrom que alcanza una temperatura de unos 1000°C capaz de cortar el poliéster de una forma eficaz y uniforme.



Corte del bloque de honeycomb mediante hilo caliente.

Los cortes realizados a un espesor de 6,5 mm han servido para poder desarrollar paneles sádwich utilizando los no tejidos con porcentajes de poliéster reciclado y de Viscosa reciclada.



Bloque honeycomb cortado a un espesor de 6,5 mm.

Para la formación de los paneles sándwich se necesitó de la utilización de unos equipos especiales pertenecientes a una empresa alemana que puede realizar una termocompresión plana en continuo con unos anchos y con unas especificaciones muy concretas. Para la obtención de una lámina adecuada para ser utilizada en los paneles sándwich se realizaron numerosas pruebas hasta alcanzar los parámetros adecuados y poder obtener un velo semifundido. Es decir, un velo que por una cara esta fundida y por la otra no está fundida, esta da una resistencia y acabado muy buena para el panel sándwich.



Velo semifundido.

Esto también demuestra que se puede desarrollar este material en un proceso en continuo con los parámetros adecuados.



Desarrollo en continuo del velo semifundido.

Tras la realización de las pruebas, se considera que los resultados de las mismas son plenamente satisfactorios, puesto que se han conseguido los objetivos de los que se partía, principalmente el de conseguir fundir los no tejidos por una cara, y mantener sus propiedades y su apariencia sin fundir por la otra cara, de modo que se podrán emplear los no tejidos tratados en la empresa alemana en la formación de paneles sándwich con los núcleos honeycomb desarrollados en fases previas del presente proyecto. Hay que destacar, que en estos paneles sándwich, las caras externas

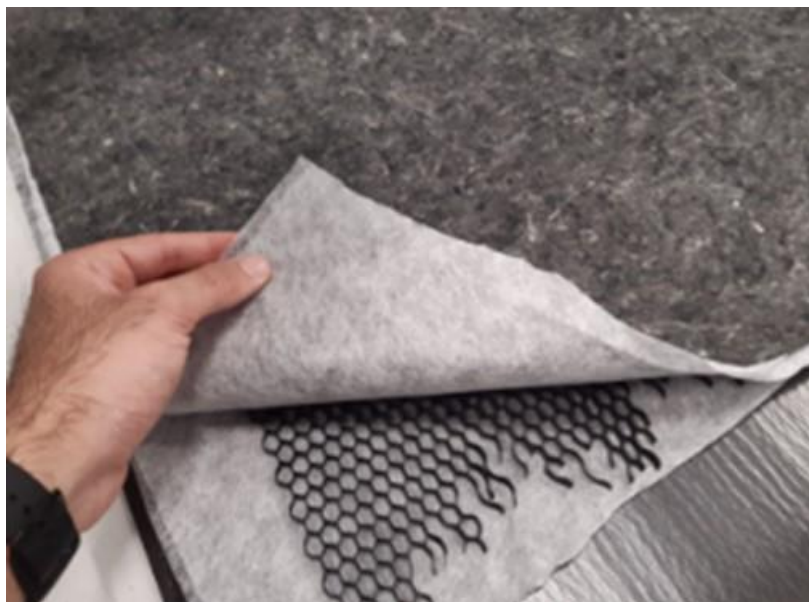
de los paneles, o caras vistas, serán las caras de los no tejidos que no se han fundido durante las pruebas realizadas.

En el desarrollo de paneles sándwich a partir de los honeycombs formados en el proyecto, se ha utilizado el equipo de laminación en continuo para la adhesión de las capas superior e inferior del sándwich. Para una correcta adhesión se utilizaron films termofusibles para poder realizar la adhesión de manera correcta.

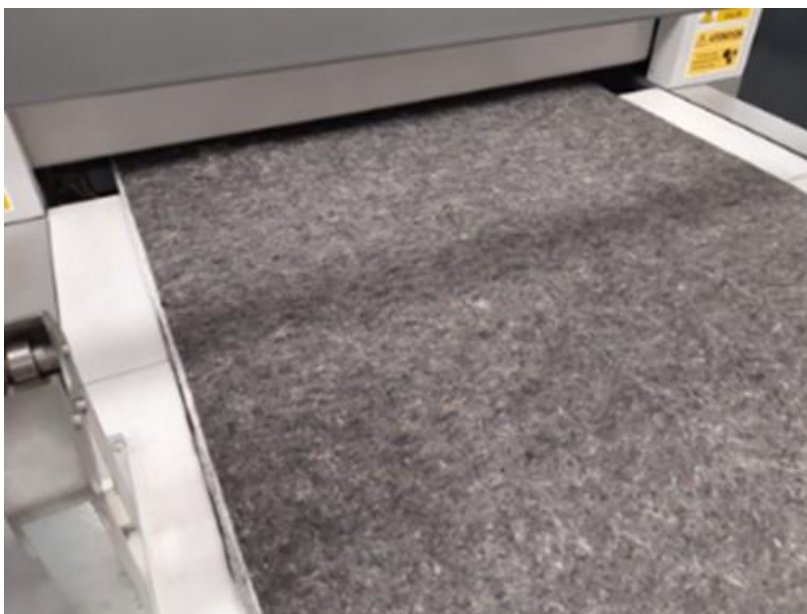
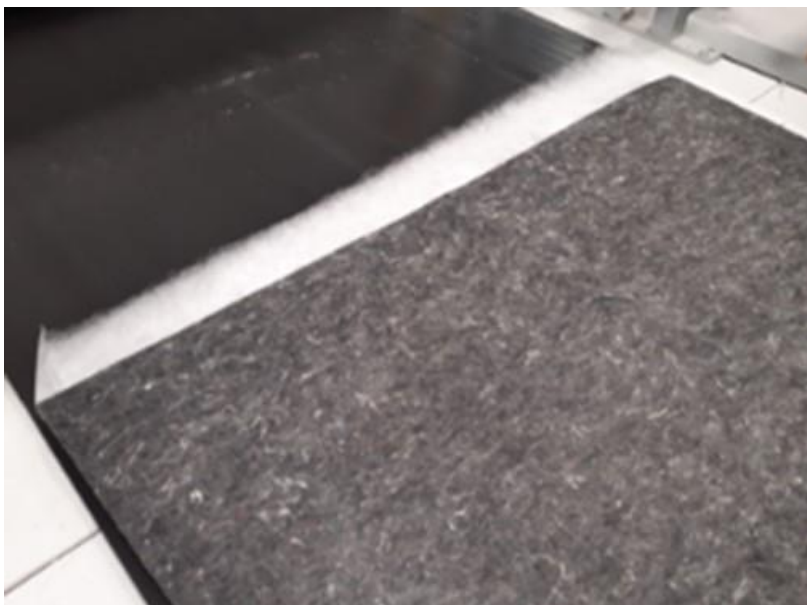


Web termofusible utilizado.

El procedimiento de formación de los sándwich consiste en la introducción en la laminadora del honeycomb con capas de film termofusible entre los liners superior e inferior para el pegado completo. Esto lo podemos observar en las siguientes imágenes:



Muestra de la composición interna de los paneles sándwich.



Proceso de introducción de los paneles en la laminadora.

En la siguiente imagen se puede ver como salen los paneles sándwich del proceso de laminado y se puede identificar como las diferentes capas están completamente adheridas.



Salida del sándwich de la laminadora.

Tras el laminado de todas las placas se pudieron obtener varios tipos de placas de sándwich empleando los velos semifundidos con diferentes composiciones de viscosa y poliéster reciclado.



Panel sándwich con menor porcentaje de viscosa.



Panel sándwich con mayor porcentaje de viscosa.

Para la demostración de que estos paneles sándwich se pueden conformar se realizaron diferentes pruebas calentando el panel sándwich y posteriormente siendo enfriado en un molde con una forma determinada. Estas pruebas fueron un éxito, por lo que se demostraba que se pueden formar diferentes geometrías con este tipo de materiales sin perder la estructura de honeycomb ni el espesor. A modo de ejemplo a continuación se muestran unas imágenes de estos conformados con diferentes formas geométricas complejas.

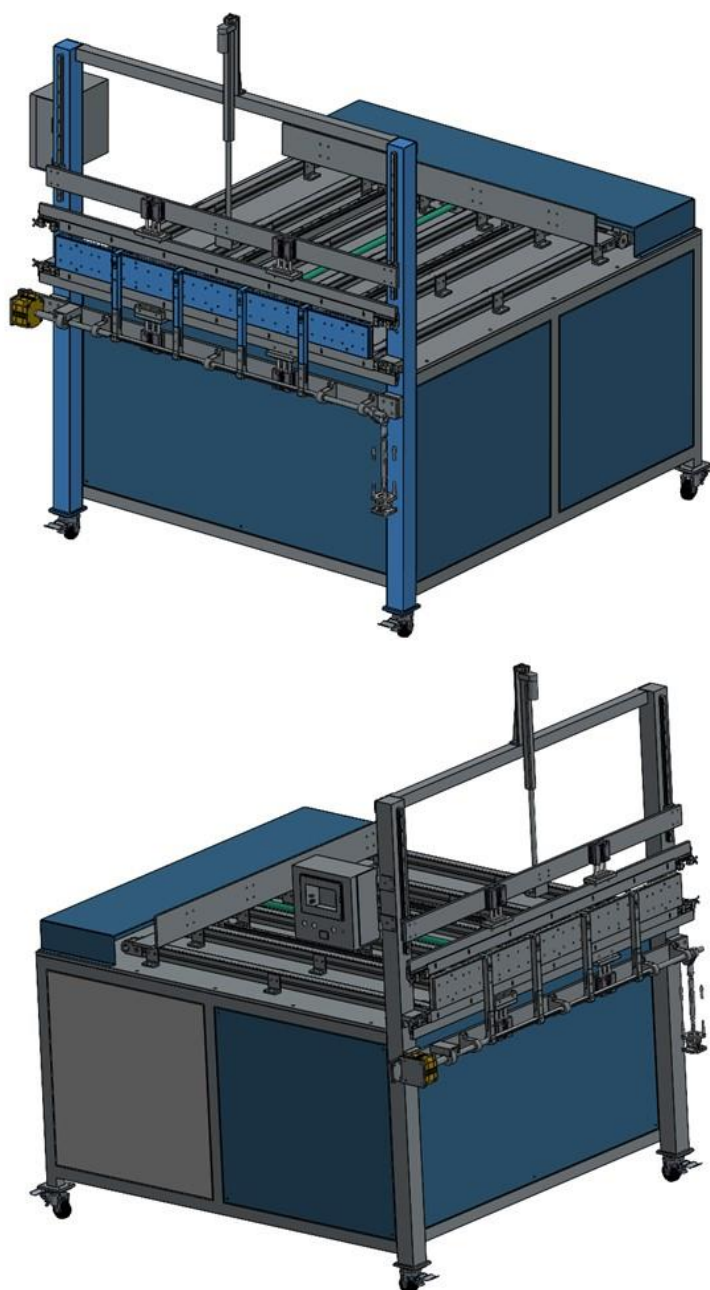


Conformado de los paneles sándwich con diferentes geometrías.

DISEÑO DEL EQUIPO DEMOSTRADOR DE ENSAMBLADO DE HONEYCOMBS.

En el proyecto HONEYTEX 2024 también se ha desarrollado un equipo demostrador de desarrollo de honeycombs. Hasta el momento se ha realizado el ensamblado del bloque de honeycomb de forma bastante manual, por lo que el procedimiento era demasiado largo, es por ello que se ha visto la necesidad de desarrollar un equipo demostrador para poder comprobar que se puede realizar el ensamblado de forma automática siendo independiente de la habilidad del operario.

En las siguientes imágenes se puede ver con mayor detalle este equipo diseñado en CAD 3D. Posteriormente se ha realizado el mecanizado de las piezas para la construcción del equipo demostrador y validar su funcionamiento.



Equipo demostrador de ensamblado de honeycombs.