PLASMABOT II

TRATAMIENTO CON PLASMA ATMOSFÉRICO
PARA MEJORAR LA ADHESIÓN
DE LOS MATERIALES

2020

INESCOP

INFORME RESULTADOS

PLASMABOT II

TRATAMIENTO CON PLASMA ATMOSFÉRICO PARA MEJORAR LA ADHESIÓN DE LOS MATERIALES

En la industria del calzado, la realización del tratamiento superficial en la unión del corte con el piso es fundamental para asegurar la resistencia y durabilidad de las uniones adhesivas.

Concretamente, los tratamientos superficiales químicos contienen compuestos orgánicos volátiles, suponiendo un riesgo de exposición para la salud de los trabajadores y el medioambiente si no se utilizan las medidas de seguridad requeridas. Es por ello que en la actualidad se buscan soluciones más sostenibles a los tratamientos superficiales químicos.

En el marco del concepto de economía circular, **INESCOP** propone el desarrollo de la tecnología plasma atmosférico como tratamiento superficial automatizado aplicado mediante robot y como solución tecnológica innovadora, dirigida hacia la sostenibilidad, minimizando el uso de productos químicos y la emisión de contaminantes.

La tecnología plasma ya se aplica en diferentes sectores industriales por sus ventajas frente a los tratamientos superficiales convencionales, mejorando la aptitud al pegado de los materiales, mojabilidad, rayadura y desinfección entre otros, ya que estas propiedades podrían suponer un gran inconveniente. Los tratamientos con plasma presentan gran versatilidad ya que pueden aplicarse en todo tipo de materiales ya sean: cauchos, plásticos, vidrios, metales, cerámicas, etc.

TECNOLOGÍA PLASMA ROBOTIZADA

Cuando se aplica el plasma sobre una superficie, sus partículas cargadas impactan sobre ella con mucha energía, extrayendo e incorporando partículas en la superficie tratada. Debido a las características del plasma, se pueden producir los siguientes efectos superficiales: **ultralimpieza, activación, micrograbado** y **polimerización química**.

En la actualidad, la tecnología plasma es de amplia aplicación a nivel industrial, viéndose potenciada por dos factores determinantes: la innovación constante en los materiales, que requiere de tratamientos específicos para mejorar su procesado y, especialmente, su carácter ecoeficiente, ya que no produce residuos nocivos para el medioambiente.

Para generar el plasma descrito, capaz de variar las propiedades de una superficie, **INESCOP** dispone de un sistema de plasma atmosférico en el marco del proyecto **PLASMABOT II**. El plasma se genera haciendo pasar aire presurizado a través de un campo eléctrico creado entre dos electrodos que están internos en la boquilla de aplicación.

- **Fundamento técnico de la tecnología plasma:** se basa en una aplicación continua de energía a un gas que produce una carga eléctrica de sus partículas, ionizándose, pasando a llamarse plasma.

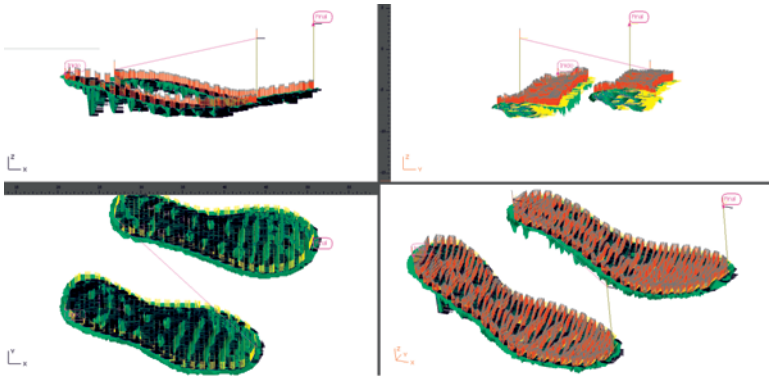
Además, este sistema es fácilmente implantable en un proceso productivo, ya que permite el trabajo continuo y una rápida funcionalización de la superficie tratada, que se puede conseguir mediante la aplicación robotizada sobre plano o sobre objetos tridimensionales.

En la primera anualidad del proyecto **PLASMABOT** se implantó un sistema robótico colaborativo con visionado 2D al equipo de plasma atmosférico, el cual permitió la obtención de resultados satisfactorios en cuanto a la mejora de adhesión.

Durante esta segunda anualidad, se ha optimizado y validado la aplicación del tratamiento de plasma atmosférico robotizado sobre diferentes materiales de piso para calzado.

ROBÓTICA

A nivel de robótica se ha implementado un sistema de digitalización y generación de trayectorias 3D, que permite aplicar plasma sobre objetos con altura variable, como es el caso de las suelas.

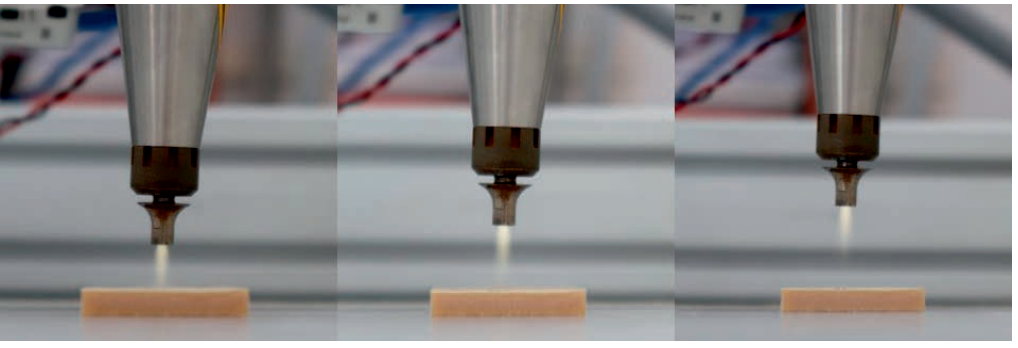


Para ello, se usa una cámara que obtiene una nube de puntos 3D de la escena. Esta nube es procesada con ayuda de aprendizaje automático y diferentes algoritmos, para diferenciar los objetos relevantes, reconstruir su superficie y calcular la trayectoria que posteriormente ejecuta el robot. Todos estos algoritmos son nuevos, o han tenido que ser adaptados para pasar de figuras 2D a nubes de puntos 3D.

MATERIALES Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS

Se han estudiado las modificaciones superficiales producidas por el plasma atmosférico en materiales de diferente naturaleza para calzado, optimizando los diferentes parámetros de la tecnología plasma, como son la distancia y la velocidad de aplicación, validando industrialmente las propiedades adhesivas de los materiales tratados.

Los materiales estudiados han sido cauchos vulcanizados, cauchos termoplásticos, poliuretanos termoplásticos, PVC, EVA microporoso y BIO con diferentes formulaciones, algunas de procedencia ecológica.

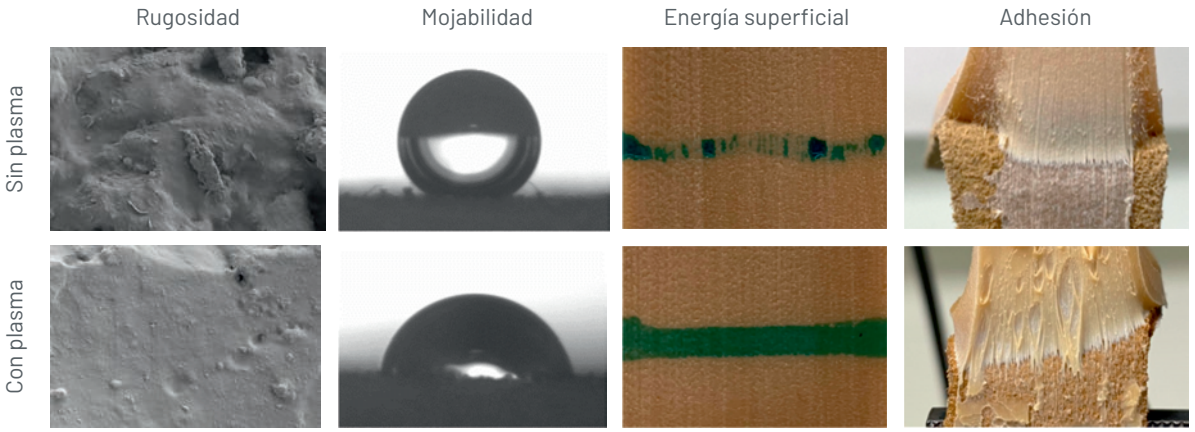


Distancias de aplicación.

VALIDACIÓN DE RESULTADOS EN CAUCHO

Con el fin de comprobar cómo han variado las propiedades tanto fisicoquímicas como adhesivas de cada material a causa del tratamiento plasma aplicado, se han llevado a cabo diferentes técnicas de caracterización sobre caucho estireno-butadieno (SBR).

1. Espectroescopia infrarroja (IR) y fotoelectrónica de rayos X (XPS).
2. Microscopia electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (FESEM). Rugosidad.
3. Medición de ángulo de contacto. Mojabilidad.
4. Cálculo de la energía superficial.
5. Ensayo de pelado en "T". Adhesión.



Evaluando la **rugosidad**, se observa que la superficie de la muestra control es más irregular, menos compacta y posee algo de contaminación proveniente del polvo del lijado. La superficie de la muestra tratada se hace más compacta, regular y más limpia, mejorando la capacidad de anclaje del adhesivo en ella.

En cuanto a la **mojabilidad** de la superficie, aumenta con el plasma, reduciendo su ángulo de contacto y mejorando la capacidad adhesiva de la superficie.

Este aumento también se debe a la formación de nuevas especies químicas adheridas a la superficie que invierten por completo su polaridad, haciéndola así más hidrófila.

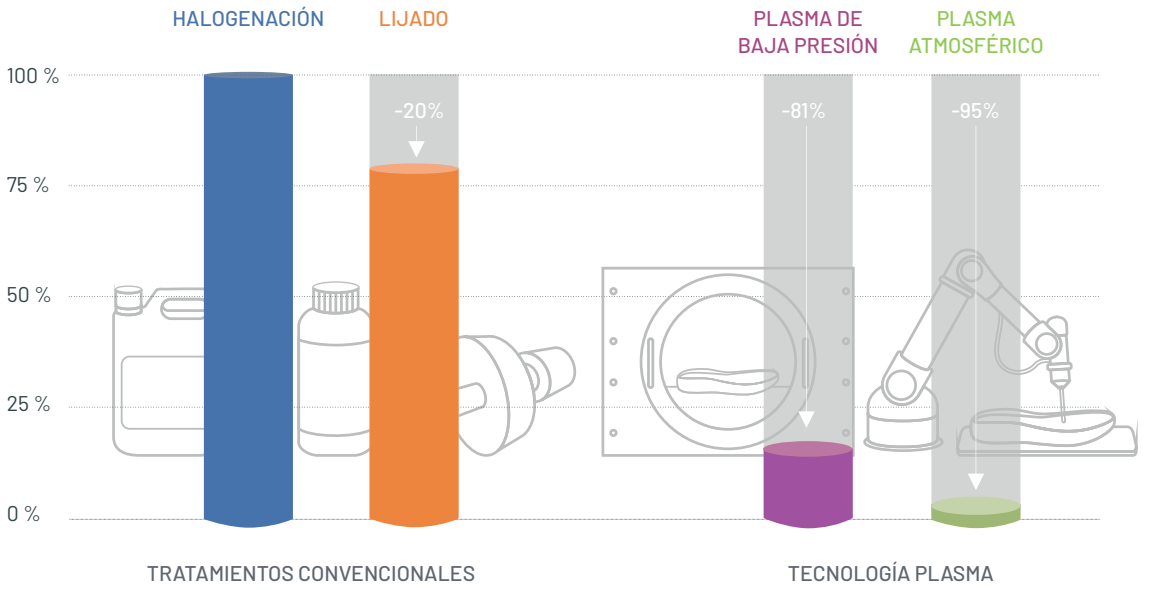
Por lo tanto, aumenta la **energía superficial**, provocando mayor grado de humectación en la superficie tratada que en la superficie sin tratar.

Una vez realizados los ensayos de pelado en T, los **aspectos de adhesión** obtenidos se vieron modificados dando como resultado una mejora de la unión adhesivo-sustrato, pasando de un desprendimiento del adhesivo del material de piso a un desgarro profundo del mismo, haciéndola más resistente y duradera.

Los valores obtenidos de **resistencia al pelado** de las uniones consideradas, superan los requisitos mínimos de calidad exigidos para calzado según la norma UNE-EN 15307.

Para la formación de estas uniones adhesivas se han empleado tres adhesivos de poliuretano: disolvente, acuoso y hotmelt reactivo. Como material de corte se ha usado piel de tipo serraje.

Por último, para poder validar esta técnica como sostenible dentro de la industria del calzado, se ha llevado a cabo el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la tecnología plasma frente a los tratamientos superficiales convencionales, dando así un valor estimado del impacto medioambiental que suponen.



◆ *Huella de carbono (kg CO_2 eq / m^2 escala %).*

BENEFICIOS PARA LAS EMPRESAS DE CALZADO

Con **PLASMABOT II** se ha consolidado la tecnología plasma como una alternativa sin disolventes para la preparación de materiales de piso para calzado, como es el caucho SBR, y una introducción de esta tecnología en la línea de producción en el proceso de pegado a través de su total automatización con el uso de robots.

En definitiva, la consecución de los resultados obtenidos con este proyecto contribuye en gran medida a los tres pilares de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), económico, social y ambiental marcados por la Agenda par el Desarrollo Sostenible 2030, así como a los objetivos del Pacto Europeo Verde y su Plan de Economía Circular, haciendo posible de esta forma que el sector del calzado avance, cada vez más, hacía un modelo productivo basado en la sostenibilidad.

Concretamente esta tecnología contribuirá a los siguientes ODS:

ECONÓMICOS

Valor añadido, reducción de coste y automatización eficiente y productiva.

SOCIALES

Mejora del bienestar de los trabajadores, lugar de trabajo e introducción de la robótica.

AMBIENTALES

Reducción de residuos, vertidos, productos químicos y emisión de COVs.

Ventajas sostenibles de la tecnología plasma.

INESCOP
CENTRO TECNOLÓGICO DEL CALZADO

GENERALITAT VALENCIANA | TOTS A UNA veu

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

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

PROYECTO: IMDEEA/2020/48
TÍTULO: TRATAMIENTO DE PLASMA ATMOSFÉRICO APLICADO MEDIANTE ROBOT A MATERIALES POLIMÉRICOS DE DIFÍCIL ADHESIÓN EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO
ACRÓNIMO: PLASMABOT II
PROGRAMA: PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS 2020
PERIODO EJECUCIÓN: ENERO 2020 - MARZO 2021

INESCOP ha desarrollado el proyecto "Tratamiento de plasma atmosférico aplicado mediante robot a materiales poliméricos de difícil adhesión en la industria del calzado (IMDEEA/2020/48)", con el apoyo del **Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial** (IVACE) y del **Fondo Europeo de Desarrollo Regional**. Este documento muestra un resumen de los principales resultados obtenidos con su desarrollo.