

El Instituto de Biomecánica (IBV) participa en el proyecto CENIT INFINITEX, coordinado por la empresa ITURRI, cuyo objetivo principal es desarrollar una nueva generación de textiles técnicos, entre ellos, textiles multifuncionales, que permiten integrar funcionalidades en un solo textil; textiles avanzados, que ofrecen unas altas prestaciones y tienen unas características técnicas muy específicas y textiles inteligentes, capaces de reaccionar en función de estímulos externos.

El IBV ha participado en la generación de especificaciones para las distintas líneas de investigación, el asesoramiento para el desarrollo de las nuevas tecnologías y la evaluación de los demostradores de las tecnologías desarrolladas durante el proyecto.

En este artículo se presenta el trabajo realizado por el IBV para ITURRI en el desarrollo de prendas calefactables.

### **ITURRI heated garments for extreme cold conditions**

Biomechanics Institute of Valencia (IBV) participates in the project CENIT INFINITEX, coordinated by the company ITURRI, whose main objective is to develop a new generation of technical textiles, such as multifunctional textiles, which aims to integrate functionalities in a single textile; advanced textiles that offer high performance and specific technical characteristics; and intelligent textiles, capable to react under certain external stimuli.

IBV has participated in the generation of specifications for the development of the different research lines; assessment for the development of the new technologies; and the evaluation of the demonstrators of the developed technologies during the Project.

This paper presents the work carried out by IBV for ITURRI for the development of heated garments.

## **Prendas calefactables de ITURRI para combatir el frío extremo**

**María Gil García, Juan Carlos González García, José Ignacio Priego Quesada, María Teresa Pellicer Chenoll, Paola Piqueras Fizsman, José María Baydal Bertomeu, Juan Vicente Durá Gil, María Francisca Peydro de Moya**

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

### **INTRODUCCIÓN**

El proyecto INFINITEX, Investigación de nuevas funcionalidades e inteligencia implementadas en textiles, se enmarca dentro de los proyectos CENIT (Consortios Estratégicos Nacionales de Investigación Técnica) financiados por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

El proyecto tiene como objetivo crear y potenciar una cadena de valor nacional para trabajar en textiles funcionales de alto valor añadido, de forma que podamos aumentar las funcionalidades de los textiles, así como las prestaciones de protección y confort, actuando en distintas fases del proceso productivo y en textiles de diversos sectores de actividad: defensa, sanidad, industria, emergencias y transporte (automoción).

Entre los socios participantes hay empresas de diferentes sectores (automoción, textil y tecnología) y de diferente tamaño (desde grandes grupos empresariales a pymes).

El consorcio, liderado por el Grupo Iturri, está formado por 16 empresas: Grupo Iturri, Antecuir, Inglés Textil, Grupo Antolín Ingeniería, Comersan, Sati Grupo Textil, Estambriil, Francisco Alberro, Industrial Química del Nalón, Manterol, Marina Textil, Selvafil, Sistemas y Procesos Avanzados, Textulan, YFlow, Sistemas y Desarrollos.

En el proyecto colaboran, además, 10 centros tecnológicos y organismos públicos de investigación: IBV, CETEMMSA, AITEX, CTME, FITEX, GAIKER, Universidad de Barcelona, Universidad de Burgos, Universidad de Valencia y la Universidad de Zaragoza.

El proyecto CENIT INFINITEX tiene, por tanto, un carácter multidisciplinar, multisectorial e interregional.

El proyecto, que empezó en 2009, ha tenido una duración de 3 años. El Instituto de Biomecánica ha participado en diferentes líneas de investigación, como la sensorización de tejidos, la integración de sistemas de climatización y calefacción en los tejidos, el desarrollo de tejidos que mejoran la percepción térmica del usuario o el desarrollo de tejidos con principios activos microencapsulados. El trabajo del IBV ha consistido en la generación de especificaciones para el desarrollo de los textiles en la que se tenían muy presentes las necesidades de los usuarios finales; el asesoramiento durante el desarrollo de los prototipos y, por último, el IBV está trabajando en la validación de los prototipos desarrollados.

A continuación, a modo de ejemplo, se va a presentar el trabajo realizado en el desarrollo de sistemas de calefacción integrados en el textil.

>

## DESARROLLO

Durante la fase de asesoramiento se trabajó, por un parte, en el análisis de necesidades de los usuarios finales. Para ello se organizaron grupos de discusión con distintos colectivos que suelen trabajar en condiciones climáticas adversas como son los militares, los bomberos, el personal de servicios de emergencias o los trabajadores de compañías eléctricas. En los grupos de discusión se detectaron las necesidades de los usuarios relacionadas con el uso de la indumentaria en condiciones de frío y frío extremo, recogiendo información, por ejemplo, sobre las áreas del cuerpo más expuestas al frío, el tiempo y las condiciones de exposición al frío, las prendas más adecuadas, etc.

Para la definición de las especificaciones de los demostradores del proyecto se realizó una simulación mediante modelos térmicos del cuerpo humano expuestos a condiciones climáticas de frío extremo (Figura 1), calculándose la potencia calefactable necesaria para conseguir condiciones de seguridad frente a congelaciones e hipotermia. Para realizar estas simulaciones se tomó como base del cálculo el sistema de ecuaciones que propone la norma UNE EN-ISO 11079: Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local. Las ecuaciones se han adaptado para poder introducir la aportación calorífica de las prendas en las que se pretendía integrar los sistemas de calefacción.



Figura 1. Termografía de mano y guante.

Se realizaron simulaciones de distintos escenarios posibles en los que se modificaban las condiciones ambientales, los niveles de metabolismo y los aislamientos térmicos de las prendas. De estas simulaciones se obtuvieron las potencias de calefacción requeridas para cada una de las prendas.

En la figura 2 se representa una simulación realizada para guantes calefactables en la que se muestra la necesidad de calor aportado en función del aislamiento térmico del guante y de la temperatura ambiente.

A partir de esta información el IBV generó las especificaciones para cada uno de los demostradores y asesoró en su desarrollo.

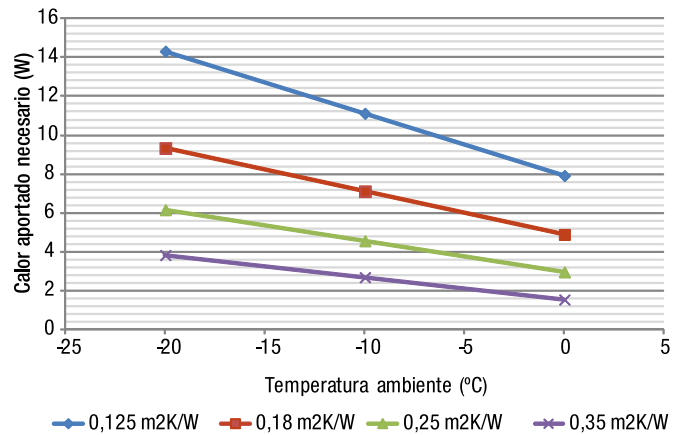


Figura 2. Aporte de calor necesario en guantes calefactados en función de la temperatura ambiente y del aislamiento térmico.

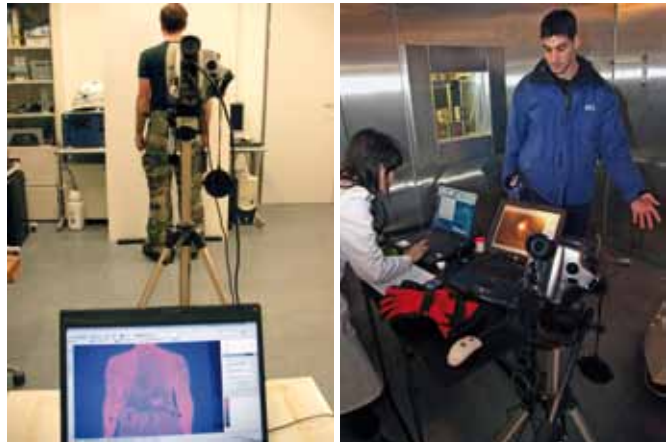


Figura 3. Configuración del ensayo para obtener la termografía de las prendas calefactables.

Para realizar la validación de las prendas se ha desarrollado una metodología de ensayo con personas en condiciones de uso en el interior de una cámara climática en la que se simulan condiciones climáticas de frío y de frío extremo, figuras 4 y 5. Al comienzo de las pruebas los usuarios se instrumentaron con sensores de temperatura superficial de la piel y sensores de microclima (temperatura y humedad) en distintas zonas del cuerpo dependiendo de la prenda a evaluar: guantes, camisetas, pantalones o botas.

Los usuarios entraban en la cámara climática y, a lo largo de la prueba, contestaban encuestas subjetivas relacionadas con la percepción de temperatura y confort.

Adicionalmente, se realizó el tratamiento estadístico de la información objetiva de temperatura y microclima, así como su comparación con los datos obtenidos en las encuestas, con el objetivo de analizar el funcionamiento de las prendas y generar recomendaciones de mejora.

Como resultados, se han obtenido las curvas de temperatura de la piel y microclima durante los ensayos, así como la percepción de los usuarios sobre el confort y la sensación térmica.

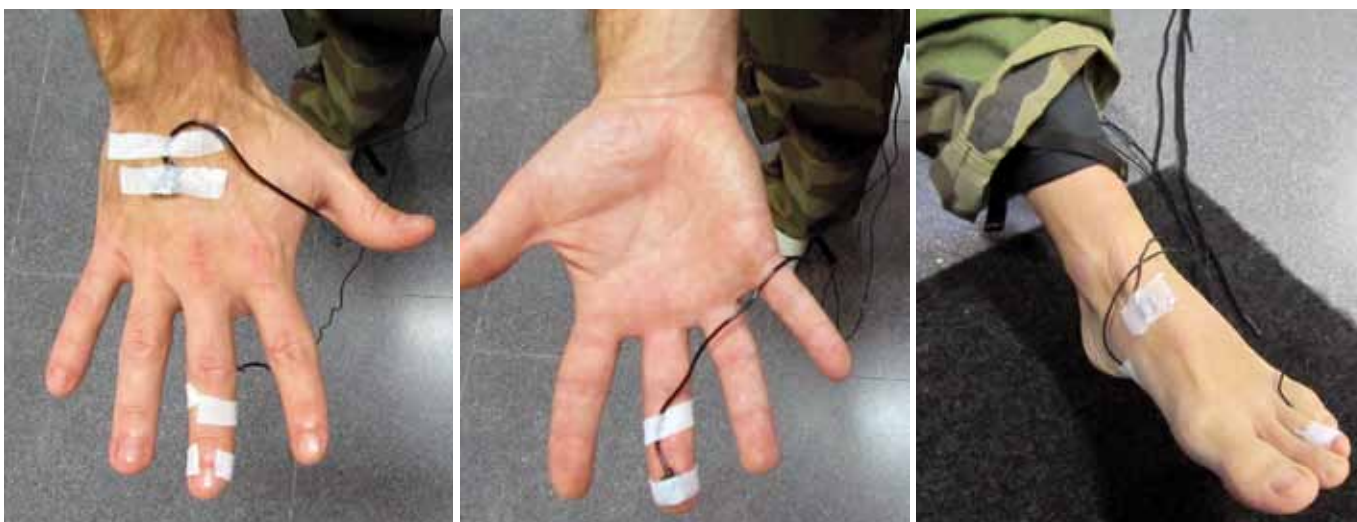


Figura 4. Instrumentación de la mano y el pie con sensores de temperatura superficial y microclima.



Figura 5. Usuario durante un ensayo en la cámara climática.

Durante el tiempo que las prendas han estado conectadas en ambientes de frío ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) se observa un aumento de la temperatura de la piel y del microclima. La percepción de los usuarios mientras las prendas permanecieron conectadas fue de confort, mientras que en el momento en que se desconectaban los usuarios empezaban a percibir frío hasta sentir disconfort.

Estos resultados demuestran que las prendas calefactables mejoran el confort del área corporal donde existe aporte de calor, e incluso el confort y sensación térmica general del cuerpo en condiciones de frío y frío extremo.

## CONCLUSIONES

El IBV ha participado en el proyecto INFINITEX aportando el conocimiento y metodologías necesarias para incluir a los usuarios finales en el desarrollo de una nueva generación de textiles técnicos.

En el ejemplo tratado en el presente artículo, los tejidos calefactables, el uso combinado de técnicas para detectar las necesidades de diferentes colectivos profesionales, junto con la experimentación en condiciones reales con usuarios y la aplicación de simulaciones térmicas en diferentes escenarios de frío extremo, ha resultado ser de gran utilidad para la aplicación de nuevas tecnologías de calefacción integradas en las prendas para resolver la problemática planteada por los usuarios.

La validación de los demostradores desarrollados durante el proyecto ha permitido determinar los beneficios que este tipo de prendas aportan a los usuarios cuando estos han de exponerse a condiciones climáticas de frío extremo. ●

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa ITURRI su liderazgo eficaz del consorcio, que ha hecho posible llevar este ambicioso proyecto a buen término.

El proyecto INFINITEX se enmarca dentro de los proyectos CENIT (Consortios Estratégicos Nacionales de Investigación Técnica) aprobados por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

