

**TACONSHOE I**

**2019**

 **INESCOP**  
**INFORME RESULTADOS**

**Mejora funcional para el desarrollo de calzado de tacón**

# TACONSHOE I

## Análisis funcional mediante estudio de la estabilidad de los tacones para la mejora del diseño de calzado de señora saludable



El calzado de tacón de señora de vestir, el formal, también llamado calzado fino, es sin lugar a dudas uno de los más complicados de diseñar y fabricar. El calzado plano o con el tacón de caballero o infantil tiene una altura de talón muy similar a la del pie descalzo, pero el calzado de tacón de señora eleva los pies respecto al suelo desde alturas ligeramente superiores a la del calzado plano hasta más de 90 mm en algunos casos. Estos cambios de elevación en el mundo del calzado son conocidos como "el quiebre de la horma". El quiebre modifica considerablemente la manera de caminar desde el punto de vista biomecánico, además de la distribución del peso corporal en cuanto a centro de masas y una mayor sobrecarga en determinadas zonas de los pies.

Para que un calzado de este tipo sea funcional, además de mantener su diseño, elegancia y valor estético, es necesario compensar con una horma confortable que tenga en cuenta los requisitos particulares del pie en este tipo de calzado.

El objetivo del proyecto **TACONSHOE** es generar conocimiento que contribuya a la elaboración de recomendaciones de construcción, datos dimensionales y morfológicos en los distintos quiebres para realizar las hormas más adecuadas y confortables.

## Mejora funcional para el desarrollo del calzado de tacón

La fabricación de calzado de tacón fino y, en muchas ocasiones de lujo, tiene su mayor raigambre en la Comunidad Valenciana, por tanto, es interesante su defensa en base al conocimiento científico en relación a criterios de confort y salud, para mejorar la competitividad de nuestra industria y contribuir a un desarrollo sostenible.

El reposicionamiento del pie en las distintas alturas de tacón altera de manera radical la morfología y la propia marcha de la usuaria. Se ha investigado cómo se altera la morfología del pie en las diferentes alturas capturando su geometría en 3D.

Para este estudio se ha realizado un protocolo "ad-hoc" utilizando los dispositivos y accesorios para simular la acomodación del pie en las distintas alturas.

El proceso de caracterización del pie en altura se realiza en dos etapas:

### 1. Proceso de captura del ángulo de talón en el simulador de quiebres.

El dispositivo representa de manera precisa la altura del zapato de tacón, lo que permite simular el equivalente al quiebre de la horma. Se han analizado 19 alturas diferentes, de 0 mm a 90 mm, en intervalos de 5 mm.


### 2. Proceso de captura de volumen 3D en el digitalizador.

Se procede a la transformación del ángulo de talón, para su aplicación en el accesorio

posicionador y realizar la digitalización del pie en altura.

Esta transformación se realiza usando una fórmula matemática desarrollada "ad-hoc" para transformar los sistemas de referencia entre los dos dispositivos y poder digitalizar correctamente las diferentes posiciones en alturas del pie.



 Radiografía del pie simulando la altura de un tacón de 90 mm.

Pie digitalizado usando el accesorio posicionador simulador.

Horma con quiebre de 90 mm.

# Tacon Shoe



Para el postprocesado de los datos se utilizan distintos métodos de análisis, como animaciones 3D tanto del modelo óseo como del completo.

Se ha realizado un estudio radiológico en 4 alturas diferentes por usuario, obteniendo información del reposicionamiento óseo del pie a distintas alturas de tacón y para descartar posibles patologías como: espolón calcáneo, hallux valgus, etc.

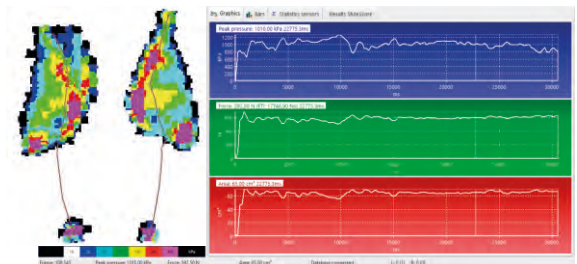
Un panel de usuarias seleccionado, y verificado según el procedimiento de **INESCOP**, ha realizado pruebas de calce y uso para comprobar el ajuste entre pie y calzado, análisis dimensional y morfológico del pie con análisis de actividad, de una selección controlada de modelos comerciales.

Ha sido necesaria la caracterización de las propiedades físico-mecánicas del calzado utilizado, mediante ensayos normalizados.

Se ha realizado la evaluación funcional de un conjunto de modelos seleccionados mediante diversas técnicas biomecánicas, analizando parámetros como: estabilidad, distribución de presiones, fuerzas, actividad muscular y análisis de movimiento.

## 1. Plataforma de presiones.

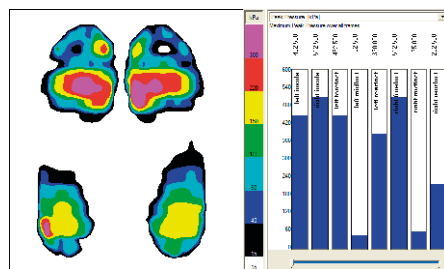
Con los mapas de presiones dinámicas y estáticas, de la pisada de la usuaria calzada, se



evalúa la influencia del calzado de tacon respecto a la marcha y el equilibrio, comparado con el pie descalzo. Esta metodología permite estudiar la estabilidad del calzado durante el uso analizando las interacciones calzado/suelo.

### 2. Plantillas instrumentalizadas.

Posicionandolas entre el pie y el calzado proporcionan información de la distribución de presiones plantares durante la marcha. Esta metodología permite estudiar la estabilidad del calzado durante el uso analizando las interacciones pie/suelo.



### 3. Electromiografía.

Se ha analizado la activación muscular generada en las extremidades inferiores en diversos calzados estudiando la influencia de las alturas del tacón.

La actividad muscular requerida al caminar puede ser relacionada con la fatiga muscular asociada al uso del calzado.



➤ Infografía del esquema general de todo el proceso de TaconShoe.

Calzando la sandalia amarilla imagen línea de equilibrio en posición estática sobre plataforma de presiones.

➤ Radiografía de un pie en 3 alturas diferentes.

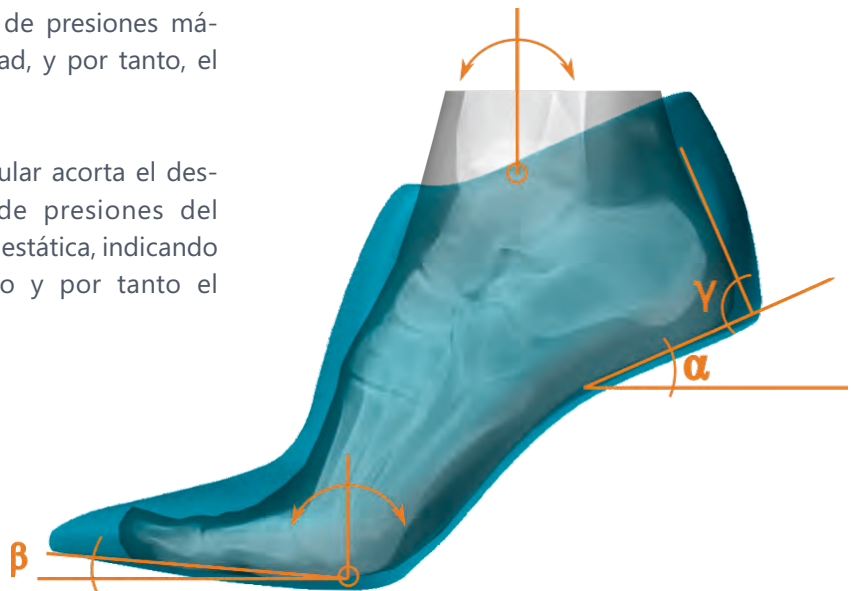
Calzando la sandalia amarilla imagen del mapa de distribución de presiones plantares con las plantillas sensorizadas colocadas en el interior del zapato



En relación a la estabilidad y el confort de los modelos estudiados, a partir de los resultados obtenidos en la evaluación funcional, se ha observado que:

1. Una menor concentración de presiones máximas aumenta la estabilidad, y por tanto, el confort.
2. Una menor actividad muscular acorta el desplazamiento del centro de presiones del individuo (COP) en posición estática, indicando un aumento del equilibrio y por tanto el confort.

3. Una línea de COP en dinámico, más similar al patrón normal, aumenta la estabilidad y, por tanto, el confort.



## Beneficios para las empresas

Los beneficios de este proyecto para el sector del calzado son múltiples.

Los resultados obtenidos permitirán establecer geometrías adecuadas del quiebre de la horma y el talón para una mejora en el confort y salud en el calzado de tacón. A la hora de fabricar una nueva horma se dispondrá de perfiles adecuados para cada altura de tacón. Tendremos la posibilidad de tener zonas modificables para construir perfiles personalizados cumpliendo con los requisitos técnicos.

El conocimiento generado contribuirá al desarrollo de nuevos algoritmos relacionados con los cambios de posición del pie respecto al calzado. Estos modelos matemáticos sentarán las bases de un futuro pie digital que podrá ser implementado en aplicaciones de software. El objetivo futuro será desarrollar una horma a la altura del tacón, elegido a partir de un pie digitalizado en plano o reposicionar el pie equivalente como si estuviera dentro del zapato.

en esa posición. Con este proyecto el digitalizador se convierte en una herramienta que nos permite avanzar considerablemente en la construcción de hormas con distintas alturas de tacón, como ventaja colateral se convierte en una herramienta potente para la fabricación personalizada y ortopédica de calzado.

La implementación de los resultados obtenidos permitirá a las empresas de calzado desarrollar productos innovadores y de alto valor añadido. En base al conocimiento generado se contribuirá a mejorar los aspectos relacionados con el confort y la salud del pie cuando se usa calzado de tacón, mejorando de esta forma la usabilidad del producto, alargando así su ciclo de vida y contribuyendo al aumento de la sostenibilidad.


 Foto de pruebas de uso controladas, para evaluación funcional.

Gráfico de un pie dentro de una horma con algunas de las propiedades que afectan al confort y estabilidad en la marcha:

$\alpha$  Indicación de la articulación del talón.

$\gamma$  Indicación de la curva del talón.

$\beta$  Ángulo de salida de punta.

Los resultados obtenidos durante la primera anualidad del proyecto **TACONSHOE** constituyen la base para generar desde el pie una horma y así implementar un nuevo enfoque en el diseño de calzado; el desafío ,del pie a la horma.

Hasta ahora los digitalizadores de pies obtienen la geometría en posición plana y parámetros dimensionales 3D



Esta actuación está cofinanciada por la Unión Europea a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

**PROYECTO: IMDEEA/2019/64**

**TÍTULO: ANÁLISIS FUNCIONAL MEDIANTE ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LOS TACONES PARA LA MEJORA DEL DISEÑO DE CALZADO DE SEÑORA SALUDABLE**

**ACRÓNIMO: TACONSHOE**

**PROGRAMA: PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS 2019**

**PERIODO EJECUCIÓN: ENERO 2019 - DICIEMBRE 2019**

INESCOP ha desarrollado el proyecto "Análisis funcional mediante estudio de la estabilidad de los tacones para la mejora del diseño de calzado de señora saludable (IMDEEA/2019/64)", con el apoyo del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional. El presente documento muestra un resumen de los principales resultados obtenidos con su desarrollo.