



# VII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

16-18  
junio 2016  
Unidad de Seminarios, BUAP

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"



## CALZADO PARA LA PREVENCIÓN DE COMPLICACIONES EN EL PACIENTE CON DIABETES MELLITUS

Silva Moreno A. A., Córdova Gómez H., Fuentes Aragón C.A, Orozco Villaseñor S., Mayagoitia Vázquez J de J.

CIATEC, A. C. (Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas), León Guanajuato México, asilva@ciatec.mx

### RESUMEN

La OMS estima que 347 millones de personas viven con diabetes. Los datos de la ENSANUT 2012 identifican a 6.4 millones de adultos mexicanos con diabetes, es decir, 9.2% de los adultos en México han recibido ya un diagnóstico de diabetes. La diabetes es una enfermedad crónica de causas múltiples, las áreas que comúnmente son afectadas por esta enfermedad son las extremidades, particularmente el pie.

En este trabajo se presenta la metodología empleada en el desarrollo de calzado adecuado para diabéticos, basado en estudio tridimensional del pie y análisis de las dimensiones de los pies y necesidades de calzado una muestra de personas diabéticas.

### 1. INTRODUCCIÓN

La organización mundial de la salud estima que 347 millones de personas viven con diabetes en el mundo, LOS DATOS DE LA ENSANUT 2012 identifican a 6.4 millones de adultos mexicanos con diabetes, es decir, 9.2% de los adultos en México han recibido ya un diagnóstico de diabetes, la esperanza de vida de las personas con diabetes se reduce de entre 5 a 10 años, y se recomienda a que realicen modificaciones a su estilo de vida. Con relación al calzado en la población de diabéticos La ENSANUT reporta que en México la segunda complicación de salud para esta población es el ardor, dolor o pérdida de la sensibilidad con un 38%, y reporta que las úlceras en piernas o pies es del 7.2% y amputación 2%.

### 2. ANTECEDENTES

La diabetes es una enfermedad sistémica por lo que en el caso de un paciente diabético este ve alterada su marcha debido a problemas circulatorios que a su vez ocasionan mayores problemas de deambulación y se altera la marcha.

La marcha humana se puede ver alterada por diferentes mecanismos entre los cuales se encuentran, traumatismos, enfermedades, accidentes, el tipo de calzado que se utiliza y el tipo de superficie por la que se camina.

Definiendo el calzado como clase o conjunto de prendas que cubren o protegen el pie y tienen suela. El calzado para personas con diabetes mellitus tiene que incorporar características especiales para proteger el pie del usuario de lesiones que puedan producirse y pueden evitar el agravamiento de aquellas lesiones que existan.

El calzado adecuado para el usuario debe considerar un buen ajuste a las dimensiones del pie, en largo, ancho, altura de los dedos, etc. El diseño que lo perciba en armonía, que tenga soporte en suela con un amortiguamiento adecuado, y que la presión plantar sea distribuida adecuadamente en la planta del pie del usuario.



Un calzado adecuado para el usuario debe integrar elementos materiales, de diseño de corte y suela adecuados a la actividad que se va a desarrollar ya que la función fundamental del calzado es la de proteger el pie.

Un calzado inadecuado en las personas diabéticas les puede producir problemas en la alteración y balance de la marcha, problemas en los pies como lesiones que pueden ser hiperqueratosis, úlceras, etc.

Para fabricar un calzado para una población con un problema particular como es el caso de las personas diabéticas se requiere de integrar los conocimientos en salud, medicina e ingeniería, diseño y manufactura de calzado.

### 3. DESARROLLO

Para el desarrollo de un calzado adecuado a la población de diabéticos en México, se integró un grupo de trabajo multidisciplinario, el protocolo de investigación fue aprobado por el comité de ética en investigación de CIATEC, posteriormente se levantaron las necesidades y requerimientos de calzado de una muestra de personas con diabetes, implementando la metodología mostrada en la figura 1.

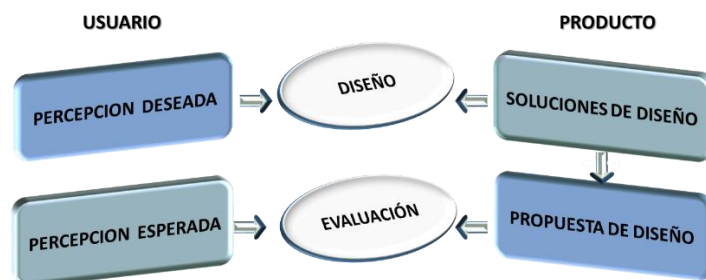


Figura 1. Metodología para el diseño del calzado

La horma o cuerpo de la horma se desarrolló con base a las medidas con las dimensiones de los pies de una población de pacientes diabéticos mexicanos, medidas obtenidas con estudio tridimensional del pie y análisis de las dimensiones de los pies Figura 2, y se validaron con las medidas identificadas en las tablas 8 y 9 del proyecto de norma, se consideraron los puntos para la determinación del perímetro metatarsal (recio) y altura de dedos como espacio interno para el pie, y se desarrolló la horma mostrada en la figura 3.

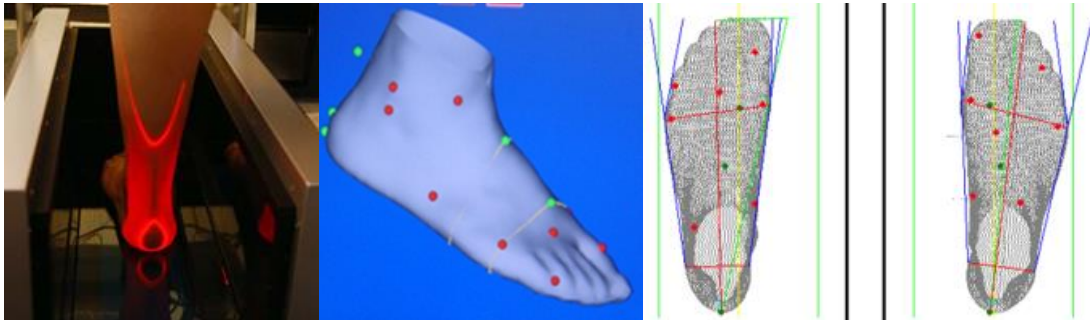


Figura 2. Escaneo del pie y obtención de medidas y perímetros



Figura 3. Horma de calzado para caballero con diabetes

A partir de las dimensiones de la horma se planteó el desarrollo de un calzado para diabéticos. Adicionalmente para el diseño del calzado se identificaron los puntos de la propuesta de norma de calzado para diabéticos considerando los puntos críticos en el calce de acuerdo a las dimensiones, en la figura 4 se muestra el calzado desarrollado con todos sus elementos. Con base en la información reportada y los requerimientos se desarrolló el diseño de la suela.

El calzado es sin costuras internas u elementos con abultamientos o huecos en el interior del calzado o plantilla. Suela con costuras alisadas pegada a la planta. El calzado para diabéticos debe cumplir con los siguientes parámetros: permeabilidad al vapor de agua del conjunto con el corte forro mínimo 0.8(mg/h)/cm<sup>2</sup>, suavidad en el conjunto corte-forro 2.5mm, rigidez mecánica N/m 35,000 min, 75,000 máximo, probadas con y sin las plantillas de compensación. La absorción de la energía 0.9-1.8 J, resistencia a la fricción 0.2 min en piso seco y 0.10 min en piso mojado, sin partes metálicas y componentes rígidos punzo-cortantes en el interior del calzado, la masa no debe superar los 500 gramos por pie incluyendo plantillas y agujetas, con una diferencia entre ambos calzados derecho e izquierdo no mayor a 50grs. Resistencia a la flexión de zapato completo a 45° de máximo 15N, aislamiento al frío (descenso de temperatura) 10°C, aislamiento del calor (incremento de temperatura) máximo de 22°C.



Figura 4. Elementos del Calzado para persona con diabetes

Las especificaciones descritas para el calzado permiten de cierta forma disminuir los riesgos en los pies a los que se somete una persona diabética con el uso del calzado habitual como lo son: Fricción con el calzado en zonas acras o salientes de los huesos de los pies. Zonas de hiperqueratosis o callosidades en la planta de los pies o dorso de los ortijos (dedos). Zonas de hiperpresión plantar o dorsal. Ulceras por contacto y fricción. Isquemia o contacto excesivo con el



CONACYT    CCADET    CIO    PUEBLA    INRAE

# VII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

16-18 junio 2016  
Unidad de Seminarios, BUAP

UASLP    COORDINACIÓN ACADÉMICA REGIÓN APLANO    UANL    VICP    BUAP    CENIT    JOSLYN    Surge Suppression

calzado que no permite la circulación adecuada del pie. Acumulación de cuerpos extraños en el calzado que puedan generar lesiones en la piel. Ofreciendo una adecuación a los cambios de volumen que presenta el pie en los diferentes momentos del día. Mayor soporte en la zona del arco longitudinal interno, zona crucial para las deformidades relacionadas a la diabetes como la enfermedad de Charcot.

#### 4. CONCLUSIONES

El calzado terminado fue elaborado en la construcción de pegado, y se cumplió con todos los elementos de construcción especificados en el proyecto de norma.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, por apoyo parcial a través de proyecto con clave CFINN-026, al CIATEC, A. C., y a las personas evaluadas en el proyecto.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Foot Complications: American Diabetes Association, Marzo 2014. Data and Statistics About Diabetes. America Diabetes Association, Marzo, 2013.
2. Statistics About Diabetes. America Diabetes Association, Enero 2011.
3. Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-A-238-SCFI-2009. Curtiduría- calzado para personas con diabetes- clasificación, especificaciones y métodos de prueba.
4. Norma Americana ASTM F 1614-99 Shock attenuating properties of materials systems for athletic footwear. Estados Unidos 1999.
5. Calzado para diabético en México, Maldonado María. México 2006.
6. Evaluación de la comodidad y predicción del calce en hormas para calzado, Fuentes, C; Sánchez J. M. México 2008.
7. Norma Internacional ISO 17707-2005 Footwear – Test methods for outsoles – flex resistance. Suiza 2005.
8. Norma Mexicana NMX-Z-12-1987 parte 2 Muestreo para la inspección por atributos – parte 2: Métodos de muestreo, tablas y gráficas. México 1987.
9. Pie y calzado: Diseño biomecánico, Chico Fernando y colaboradores. México 2008.
10. Criterios Recomendables de Calidad para la Industria de la Piel y del Calzado de México, basados en análisis y pruebas físicas y químicas. CIATEC, A.C. México 1989.