

**ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DEL PIE FEMENINO PARA SU APLICACIÓN
EN LA ESTANDARIZACIÓN DE MEDIDAS CONDUCENTES A LA
ELABORACIÓN DE FORMAS PARA CALZADO URBANO.**

MAYRA ALEJANDRA PARADA GAMBOA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

**ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DEL PIE FEMENINO PARA SU APLICACIÓN
EN LA ESTANDARIZACIÓN DE MEDIDAS CONDUCENTES A LA
ELABORACIÓN DE FORMAS PARA CALZADO URBANO.**

MAYRA ALEJANDRA PARADA GAMBOA

Trabajo de grado para optar por el título de Diseñadora Industrial.

Director:

M.D.I. FRANCISCO ESPINEL CORREAL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

*A mis padres y a mis hermanas,
Por su apoyo y amor incondicional siempre,
Y a Fernando, por su amor, su ayuda y fe en mí.*

AGRADECIMIENTOS

A Colciencias por la financiación de este proyecto, al Centro de Productividad y Competitividad del Oriente (CPC) por su contribución a este proyecto, al grupo de Investigación en Ergonomía, Producto y Significado (GEPS), en especial a la investigadora Claudia Flórez por su trabajo hombro a hombro en este proyecto, a los asistentes de investigación que colaboraron en las pruebas y en las mediciones de los pies, María Alejandra Díaz, Jazmín Paredes, Luz Dary Galindo, Juan Sebastián Pérez, John Edinson Flórez y al profesor Francisco Espinel por su asesoría y colaboración a lo largo de la investigación y elaboración del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	18
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	19
1.1. TÍTULO.....	19
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.4.1. Objetivos específicos.....	22
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO.....	23
2. DEFINICIÓN DE USUARIO.....	24
3. MARCO REFERENCIAL.....	25
3.1. MARCO HISTÓRICO.....	25
3.1.1. Orígenes de la horma.....	25
3.1.2. Historia del calzado femenino.....	27
3.2. MARCO CONCEPTUAL.....	35
3.2.1. Ergonomía.....	36
3.2.2. Antropometría.....	37
3.3. MARCO TEÓRICO.....	39
3.3.1. El pie.....	39
3.3.2. La horma.....	54
3.3.3. El calzado.....	74
3.3.4. Sistemas de numeración del calzado.....	79
3.4. MARCO DE ANTECEDENTES.....	84
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	92
4.1. ETAPA 1: DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA POBLACIONAL.....	92
4.1.1. Definición de la muestra.....	92

4.2. ETAPA 2: RECOPIACIÓN, TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	93
4.2.1. Descripción del equipo.....	93
4.2.2. Recopilación de la información.....	95
4.2.3. Clasificación y tabulación de la información.....	99
4.2.4. Análisis estadístico de la información.....	100
4.2.5. Estandarización de medidas	123
4.3. ETAPA 3: DISEÑO, MODELADO Y FABRICACIÓN DE MODELOS DE COMPROBACIÓN.....	135
4.3.1 Diseño, modelado y fabricación de hormas.....	135
4.3.2. Diseño, modelado y fabricación de calzado.....	138
4.4. ETAPA 4: VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS DE COMPROBACIÓN.....	139
4.4.1. Pruebas de usabilidad y proceso de comprobación de resultados:	139
CONCLUSIONES.....	162
RECOMENDACIONES.....	165
BIBLIOGRAFÍA.....	167
ANEXOS.....	179

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Primeras hormas utilizadas.....	26
Figura 2. Primeros zapatos de los cuales se poseen conocimiento: a) 7000 a.C. b) Calzado Egipcio elaborado a partir de materiales vegetales	28
Figura 3. Sandalias egipcias elaboradas en papiro. (Siglo III a.C)	30
Figura 4. Zapatos en Grecia.	30
Figura 5. <i>Soleae</i> y <i>calcei</i> , calzado romano.	30
Figura 6. Calzado en la edad media.	31
Figura 7. Zapatos del siglo XVII.....	33
Figura 8. Calzado femenino del siglo XIX. a) Botas siglo XIX b) Zapato de piel, Inglaterra c) Zapato con agujeta 1890 d) Merceditas de piel 1814	34
Figura 9. Calzado femenino de la primera mitad del siglo XX.	35
Figura 10. Evolución del calzado femenino	35
Figura 11. Partes del pie.....	41
Figura 12. Tipos de pie	42
Figura 13. Arcos del pie	43
Figura 14. Distribución de las cargas en el pie	44
Figura 15. Fases de la marcha	44
Figura 16. La marcha.....	45
Figura 17. Clasificación del pie según su huella	46
Figura 18. Pie plano vs Pie normal	47
Figura 19. Pie cavo vs Pie normal	48
Figura 20. Puntos de referencia del pie	50
Figura 21. Longitud del pie (1) Longitud Cabeza 1 ^{er} metatarsiano (2) Longitud del antepie (3).....	51
Figura 22. Anchura de talón (4)	51

Figura 23. Longitud Talón-Cabeza del 5° metatarsiano (5) Longitud talón apófisis del 5° metatarsiano (6) Anchura del antepie (A-B).....	52
Figura 24. Altura del tobillo (10) Altura del dedo más alto (11) Altura del empeine (12) Altura de la bóveda (13)	53
Figura 25. Contorno del pie (15) Contorno talón-cuñas (16) Contorno talonera-empeine (17) Contorno de los maléolos (13).....	53
Figura 26. Del pie al zapato	54
Figura 27. Diferentes modas de hormas.....	55
Figura 28. Elaboración manual de hormas	56
Figura 29. Máquinas copiadoras de hormas.....	57
Figura 30. Partes de una horma	57
Figura 31. Ejes de la horma	58
Figura 32. Tipos de hormas	59
Figura 33. Parámetros para el diseño de hormas.....	60
Figura 34. Longitud calzable.....	61
Figura 35. Perímetro de las articulaciones.....	61
Figura 36. Longitud del talón al flanco interior	62
Figura 37. Perímetro de entrada.....	62
Figura 38. Perímetro del empeine.....	63
Figura 39. A. Longitud de la pala – B. Longitud Talón-Empeine.....	63
Figura 40. Perímetro de retención.	64
Figura 41. Anchura de flancos	64
Figura 42. Altura de flanco interior y exterior.	65
Figura 43. Ángulo de los Flancos y longitud al flanco exterior.	65
Figura 44. Pestaña de la horma (A) y Anchura del talón sobre la superficie plantar. (B)	66
Figura 45. Curva del talón.....	67
Figura 46. Altura del empeine.....	68
Figura 47. Quebrante de la puntera.....	68
Figura 48. Espesor de la puntera.....	68

Figura 49. Puntos de apoyo sobre el perfil del enfranque del arco mediano.	69
Figura 50. Área del cuboide	69
Figura 51. Ajuste en ancho	71
Figura 52. Perímetro de retención (A) y de empeine (B)	71
Figura 53. Ajuste de dedos	72
Figura 54. Diferentes tipos de calzado urbano femenino	75
Figura 55. Partes del calzado	76
Figura 56. Pictograma partes del calzado	76
Figura 57. Proceso de fabricación del calzado	77
Figura 58. Scanner Easy Foot Scan- Software Foot 3D	94
Figura 59. Proceso de recolección de datos	96
Figura 60. Distribución de la edad en la población estudiada	100
Figura 61. Distribución del largo del pie de la población	101
Figura 62. Distribución del perímetro de las articulaciones metatarsianas en la población.	102
Figura 63. Relación entre la estatura y el largo del pie	103
Figura 64. Distribución del IMC en la población	105
Figura 65. Perímetro metatarsal influenciado por el IMC clasificado por tallas (S.F).	106
Figura 66. Diferencia entre pies de la talla 37 con el mayor IMC vs menor IMC ..	107
Figura 67. Frecuencia de perímetro metatarsal en la talla 35	116
Figura 68. Distribución del largo del pie y el perímetro metatarsal	117
Figura 69. Talla usada por la población vs talla que debería usar según el punto París.	118
Figura 70. Diferencia entre el largo del pie derecho y el izquierdo.	119
Figura 71. Diferentes tipos de pie en la población.	120
Figura 72. Incidencia del peso en la altura de la bóveda plantar	121
Figura 73. Frecuencia de uso de tacones en la población estudiada	122
Figura 74. Hormas comerciales de referencia	137
Figura 75. Moldes para la fabricación de calzado	138

Figura 76. Zapatos fabricados para pruebas de usabilidad	139
Figura 77. Escala de medición de comodidad	142
Figura 78. Zonas del zapato a evaluar.....	143
Figura 79. Evaluación de la comodidad en la puntera del zapato.....	144
Figura 80. Evaluación de la comodidad en el contorno de las articulaciones.	144
Figura 81. Evaluación de la comodidad en el ancho de las articulaciones	145
Figura 82. Evaluación del talón (vista plantar).	146
Figura 83. Evaluación del talón (vista lateral).	146
Figura 84. Percepción del confort del calzado	150
Figura 85. Percepción del ajuste en el calzado.....	151
Figura 86. Diferencias de ajuste entre pie izquierdo y derecho	152
Figura 87. Preferencias de calzado	153
Figura 88. Horas de uso de cada calzado	155
Figura 89. Evaluación del confort del calzado en los días de uso.....	157
Figura 90. Evaluación del ajuste del calzado en los días de uso.....	158
Figura 91. Evaluación de la comodidad en función de los días de uso.....	159

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables antropométricas tenidas en cuenta en el estudio.	39
Tabla 2. Factores de corrección al ajuste en largo	70
Tabla 3. Datos antropométricos de la población adulta femenina francesa	74
Tabla 4. Anchura de la zona de los metatarsos, sistema inglés.	81
Tabla 5. Tabla de equivalencias de anchos para cada sistema de numeración.	82
Tabla 6. Tabla de conversión de tallas de calzado	84
Tabla 7. Proyección poblacional para el año 2012 de la población femenina entre 17 y 30 años	93
Tabla 8. Formato de datos personales recolectados.	97
Tabla 9. Dimensiones del pie a medir	98
Tabla 10. Clasificación de las tallas según el sistema francés de medición	99
Tabla 11. Datos antropométricos generales de la población estudiada.	101
Tabla 12. Principales medidas antropométricas clasificadas por talla (S.F)	104
Tabla 13. Clasificación del IMC según la OMS.	104
Tabla 14. Medidas antropométricas en función del IMC tallas 35 y 36	108
Tabla 15. Medidas antropométricas en función del IMC tallas 37, 38 y 39	109
Tabla 16. Escala de perímetros metatarsales por talla (S.F) Método # 1.	111
Tabla 17. Escala de perímetros metatarsales por talla (S.F) Método # 2	111
Tabla 18. Tablas antropométricas en función del perímetro metatarsal (talla 35).	112
Tabla 19. Tablas antropométricas en función del perímetro metatarsal, tallas 36 y 37	113
Tabla 20. Tablas antropométricas en función del perímetro metatarsal, tallas 38 y 39	114

Tabla 21. Tabla antropométricas en función del perímetro metatarsal, talla 40.....	115
Tabla 22. Mayores distancias D^2 de Mahalanobis calculadas.	124
Tabla 23. Resultado de análisis por conglomerados.	125
Tabla 24. Resultados de pruebas de normalidad.....	128
Tabla 25. Resultados Test de Levene	129
Tabla 26. Resultados ANOVA Kruskal Wallis	129
Tabla 27. Resultados de la prueba de Dunn-Bonferroni	130
Tabla 28. Clasificación de las medidas promedio del pie según análisis clúster .	130
Tabla 29. Clasificación de las medidas promedios del pie según punto París.....	131
Tabla 30. Sistema de variables para las regresiones lineales múltiples	133
Tabla 31. Ecuaciones predictoras obtenidas por regresión lineal múltiple.....	134
Tabla 32. Dimensiones del pie calculadas para la talla 37	135
Tabla 33. Dimensiones del pie a la horma.....	136
Tabla 34. Dimensiones de la horma	137
Tabla 35. Descripción de las participantes de la prueba.....	142
Tabla 36. Determinación de los problemas de calce en calzado tipo ballerina	148
Tabla 37. Determinación de los problemas de calce en calzado de tacón.	148
Tabla 38. Descripción general de las participantes de la prueba.....	154
Tabla 39. Problemas presentados con el uso en el calzado tipo ballerina.....	156
Tabla 40. Problemas presentados con el uso en el calzado de tacón.	156
Tabla 41. Evaluación comparativa entre calzados.....	160

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Evaluación de calce y confort calzado ballerina.....	179
ANEXO B. Evaluación de calce y confort calzado de tacón.	183
ANEXO C. Evaluación de seguimiento zapatos tipo ballerina.	188
ANEXO D. Evaluación de seguimiento zapatos de tacón.....	194

RESUMEN

TÍTULO: Estudio antropométrico del pie femenino para su aplicación en la estandarización de medidas conducentes a la elaboración de hormas para calzado urbano. *

AUTOR: PARADA GAMBOA, Mayra Alejandra **

PALABRAS CLAVE: Calzado, horma, ergonomía, pie femenino, estudio antropométrico, escáner 3D.

CONTENIDO:

En el presente proyecto de investigación se llevó a cabo un estudio antropométrico del pie femenino de la ciudad de Bucaramanga (Colombia) y su área metropolitana, comprendiendo el rango de mujeres entre 18 y 30 años de edad.

La recopilación de la información antropométrica se logró mediante la digitalización de los pies de las mujeres pertenecientes a una muestra aleatoria representativa de la población a través de un escáner 3D que permitió generar una base de datos con las dimensiones de los pies de cada una de las participantes que describían su morfología, como lo son anchos, largos, alturas y contornos; y mediante la aplicación de procesos estadísticos como el análisis por conglomerados, análisis multivariado de la varianza (MANOVA), regresiones lineales múltiples y análisis estadístico descriptivo se logró estandarizar en tablas antropométricas las dimensiones del pie de las mujeres de la región y además, estudiar la influencia de otras variables antropométricas como la estatura, el peso y el índice de masa corporal (IMC) en la forma del pie.

Lo anterior, con el propósito de aplicar la información recolectada en el diseño y fabricación de hormas para calzado urbano femenino de la región, logrando así un producto ergonómico que se adapte mejor a la morfología del pie de las usuarias.

La investigación realizada aporta a la industria santandereana de calzado un referente propio con relación al perfil antropométrico del pie de las mujeres de la región, como base para el diseño y fabricación de hormas, logrando con esto maximizar el confort en el calzado y mejorar la competitividad de los productos en el mercado local.

* Trabajo de Grado

**Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial. Director: M.D.I. Francisco Mario Espinel Correal.

ABSTRACT

TITLE: Anthropometric study of the female foot and its application in standardized measurements for urban shoe lasts manufacturing*

AUTHOR: PARADA GAMBOA, Mayra Alejandra **

KEYWORDS: Footwear, shoe last, ergonomics, women foot, anthropometric study, 3D scanner.

DESCRIPTION:

This Project is targeted to accomplish an anthropometric research of the female foot in Bucaramanga (Colombia) and its metropolitan area. The study includes women in ages between 18 and 30 years old.

The gathering of the anthropometric information was achieved by digitalizing the female feet of a representative random sample of the population through a 3D scanner that allowed to generate a database with the dimensions of the feet of each participant, describing their morphology, width, lengths, heights and contours. Standardized anthropometric tables for foot dimensions were achieved by the use of statistical examination like cluster analysis, multivariate analysis of variance (MANOVA), multiple linear regressions and descriptive statistical analysis. The influence of other anthropometric variables such as tallness, weight and body mass index (BMI) in the shape of the foot was also studied.

All the standardization process was done in order to apply the gathered information in the design and manufacture of shoe lasts for female urban footwear, achieving an ergonomic product that adjusts better to the foot morphology of the users in this region.

This investigation contributes to the footwear industry in Santander by giving it an own reference regarding the indispensable measurements in shoe lasts design, thus achieving comfort maximization and improved competitiveness in the local market.

* Undergraduate thesis

** Physics and Mechanical Engineering Faculty, Industrial Design School. Director: M.D.I. Francisco Mario Espinel Correal.

INTRODUCCIÓN

Siguiendo las tendencias del mercado de dar prioridad a las necesidades de los usuarios y centrar el diseño de los productos en usuarios específicos se vio la necesidad de aplicar esta filosofía en el diseño de calzado especialmente en el calzado femenino, pues existe una alta demanda de parte de las mujeres de un calzado con mayor confort, ajuste y calidad.

Al tener Bucaramanga y su área metropolitana una industria del calzado altamente reconocida a nivel nacional y con un mercado en auge, se vio la necesidad de estudiar el pie de las mujeres de la región, para así, con este conocimiento y desde el diseño y la ergonomía, ofrecer un producto de mayor calidad y competitividad, que se adapte correctamente al pie de las usuarias y a través de la personalización en masa satisfacer de una mejor manera las necesidades y requerimiento de éstas mujeres.

Esta investigación pretende aportar a la industria de calzado regional, información actualizada acerca de las dimensiones y morfología de los pies de las mujeres de la región como base para la aplicación en el diseño de hormas adaptadas especialmente para estas usuarias. Además, establece referencias no existentes para el diseño de calzado y sus componentes y siembra un precedente para que se extienda y reproduzca este tipo de investigaciones en otras regiones del país.

A continuación se presenta el resultado de esta investigación desde la toma de datos antropométricos del pie, el procesamiento y análisis de ésta información, el estudio estadístico de los datos hasta la síntesis y resultados que se resumen en tablas antropométricas que describen el perfil dimensional del pie de la mujer adulta de la región y la aplicación de esta información en el diseño de hormas para calzado urbano femenino.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.1. TÍTULO.

Estudio antropométrico del pie femenino para su aplicación en la estandarización de medidas conducentes al diseño y fabricación de hormas para calzado urbano.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Santander es una región altamente reconocida por el sector calzado, especialmente la ciudad de Bucaramanga, sin embargo, para nadie en un secreto que se deben adoptar estrategias que permitan elevar la competitividad y permanencia de nuestros productos en el mercado dada la alta oferta existente en este sector, llegando a competir mayormente con productos importados a muy bajo precio y calidad.

No obstante, el calzado femenino es en el que concentra el mayor auge de diseño y fabricación, pues existe una gran demanda de mujeres interesadas en adquirir este producto, la cual sobrepasa la demanda masculina con un promedio de 7 pares de zapatos por mujer respecto a 5 pares por hombre.⁵

Se dice que en Colombia un 49,5% de los usuarios promedio compra zapatos por necesidad; un 33,3% lo hace por gusto; el 3,1% se inclina por el precio y solo el 1,2% se fija en la moda y el confort⁶. Lo anterior revela que un usuario satisfecho

⁵ PORTAFOLIO. Hombres colombianos tienen cinco pares de zapatos, dice estudio.16/02/11. [En línea] Disponible en: <<http://www.portafolio.co/hombres-colombianos-tienen-cinco-pares-zapatos>> [Citado 23-08-2013]

⁶ DINERO, revista. Las mujeres marcan el paso. 16/02/2010. . [En línea] Disponible en: <<http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/las-mujeres-marcan-paso/41370>> [Citado 23-08-2013]

se convierte en un cliente fiel para el producto; es decir, que a mayor satisfacción y mejor experiencia de uso, habrá mayor retención de clientes.

Todo esto, hace necesario incluir un valor complementario a este sector de productos que los haga diferenciar y sobresalir del resto en el mercado. Es decir, concebir el calzado no solo como un producto sino como un servicio que satisfaga las necesidades y exigencias del cliente.

En la actualidad, una tendencia en aumento en el mercado es el diseño centrado en el usuario⁷ que se caracteriza por la personalización del producto, dando una mayor importancia al usuario, la identificación precisa de sus requerimientos, necesidades y expectativas.⁸

Entonces, pensar en brindar un valor añadido a los productos obliga a tener en cuenta ciertos aspectos como confort, ergonomía y ajuste del calzado a la forma del pie, factores que obligan a conocer las dimensiones y anatomía de los pies de la población hacia el cual está dirigido el calzado para así poder aplicar esta información al diseño de calzado y sus componentes.

Debido a lo anteriormente expuesto, se hace necesario un estudio antropométrico de los pies que permita recolectar la información correspondiente a una población determinada y por medio del *best fitting* o personalización en masa llegar a satisfacer más fácilmente las necesidades de estos usuarios, por lo que para el caso de estudio se seleccionó la población correspondiente a las mujeres adultas jóvenes (18-30 años) residentes en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, para de esta manera contribuir al diseño y producción de calzado de este importante sector en la región del país.

⁷CARDONA, Juan Diego. Calzado y Bienestar. En: Ciencia Aplicada, Revista del Cuero. [En línea] Disponible en: <<http://www.acicam.org/documents/CienciaAplicada.pdf>> [Citado 22-03-2013]

⁸Ibid

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Si bien es cierto que el calzado importado a bajo precio compite enormemente con nuestros productos regionales, también existe mayor conciencia en los usuarios acerca de la salud de sus pies y cómo la importancia de la elección correcta del calzado repercute directamente en ella. A pesar de que el precio de un producto es un factor determinante de su compra, ha venido en aumento la concurrencia de otro factor importante: el confort.

Este factor debe imponerse ante otros para que haga parte del valor agregado del producto que permita su competitividad en el mercado, y así sobresalir ante la demás oferta de productos existentes cautivando al consumidor.

No obstante, el concepto de confort en el calzado es muy relativo, pues está determinado por varios factores que intervienen en él en mayor o menor medida, como son el diseño del calzado, los materiales usados y la fabricación.⁹ Factores que en conjunto componen un zapato que será el que brinde la experiencia al usuario y de acuerdo a su satisfacción o no lo convierta en un cliente fiel.

Este proyecto en particular se enfoca en uno de los factores más importantes en el calzado como lo es el diseño, principalmente en un elemento determinante como lo es la horma, cuya importancia es fundamental pues este elemento almacena variables cercanas al 50% de las condiciones necesarias para la generación de confort en el calzado, teniendo así también relación directa con la salud de los pies de los usuarios.¹⁰

⁹ ORGILÉS César, GASCÓN M^a José, DEVESA Joaquín. Confort: Un argumento de ventas. [En línea] Disponible en: <http://www.lavirtu.com/eniusimg/enius4/2006/02/adjuntos_fichero_114650.pdf > [Citado 22-08-2013]

¹⁰ Instituto de Biomecánica de Valencia. (2007). Conferencia sobre confort en el ámbito del calzado. Seminario internacional de tecnologías de confort. Bogotá.

Cabe resaltar que en nuestra región existe una ausencia de normalización en la medición y fabricación de este componente pues los criterios en los que se basa su diseño es información empírica del fabricante o referencias externas internacionales.

Es por esto que llevar a cabo esta investigación permite dar un aporte a la industria del calzado de la región sobre información actualizada de la morfología de los pies, que servirá como base para el diseño de hormas adaptadas a esta población específica, logrando aumentar así el nivel de confort del calzado y por tanto la competitividad de estos productos en el mercado, además de significar un avance para la industria respecto al diseño y la ergonomía pues se establecerán referencias no existentes para el diseño y fabricación de hormas para calzado femenino.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Establecer el perfil antropométrico del pie de las mujeres residentes en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana entre 18 y 30 años, con el propósito de aplicar esta información al diseño de hormas para calzado urbano femenino.

1.4.1. Objetivos específicos

- Determinar la muestra poblacional a estudiar para recopilar y categorizar la información antropométrica necesaria de cada una de las usuarias.
- Estandarizar la información antropométrica recolectada a través de un modelo estadístico que permita establecer la relación entre las variables antropométricas del pie.

- Desarrollar hormas para calzado urbano femenino aplicando la información recolectada concerniente a las medidas estandarizadas del pie de la población determinada.
- Validar la información concluida en el estudio a través de pruebas de usabilidad con zapatos desarrollados con base en las hormas propuestas.

1.5. ALCANCE DEL PROYECTO.

El estudio se realizó a una muestra representativa de mujeres residentes de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana que comprenden edades entre 18 y 30 años; de las cuales se obtuvo su información antropométrica a través de la adquisición de imágenes 3D por medio de un escáner, información que generó una base de datos antropométrica de las mujeres de esta región y que a través de un análisis estadístico se logró estandarizar y categorizar las dimensiones de los pies de esta población. Todo esto se llevó a cabo con el fin de transformar esta información en medidas aplicables al diseño de hormas para calzado urbano femenino y la fabricación de modelos preliminares que sirvieran como base para la elaboración de zapatos que permitieran validar y evaluar con las usuarias la información concluida.

2. DEFINICIÓN DE USUARIO.

Para el desarrollo del estudio antropométrico se definió como usuario todas aquellas mujeres que comprendían edades entre 18 y 30 años (± 1 año) residentes de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.

Estas mujeres debían estar saludables físicamente, y no poseer patologías o alteraciones en sus pies. Se designó este rango de edad por ser la etapa más productiva y activa de la mujer y porque aún no presentan deformaciones en sus pies debido al uso inadecuado de calzado.

3. MARCO REFERENCIAL.

3.1. MARCO HISTÓRICO.

3.1.1. Orígenes de la horma. Cuando el hombre primitivo sintió la necesidad de utilizar calzado debido a las características del terreno y del clima que lo obligaban a cubrir y proteger sus pies, elaboraba sus zapatos adaptándolos directamente a cada pie y a sus características diferenciadoras.¹¹

Con el paso del tiempo, y la evolución que tuvo el calzado, los artesanos zapateros vieron la necesidad de introducir bloques de madera a los zapatos que elaboraban para facilitar su armado y cosido. Pero es solo a partir del siglo XVI que se obtiene evidencia de los inicios del uso de hormas y las herramientas que las moldeaban. Se tiene conocimiento que inicialmente los zapateros usaban placas de madera con forma de suela al interior del zapato para darle forma (ver Figura 1) y posteriormente usaban otras piezas de madera superpuestas para facilitar la extracción del material una vez finalizado el zapato.¹² Posteriormente los artesanos fueron tallando estos bloques de madera para simular la forma del pie, y facilitar la elaboración del zapato; inicialmente se utilizaba el mismo bloque tallado tanto para el zapato de pie derecho como para el izquierdo sin tener en cuenta ninguna diferencia. No obstante, estos zapatos no se adaptaban correctamente a los pies de esta forma muchos de los nobles y aristócratas obligaban a sus sirvientes a usar primero estos zapatos hasta que se adaptaran mejor al pie.

¹¹ DEIRA, José María. La horma de su zapato. [En línea] Disponible en: <<http://unalupasobrelahistoria.blogspot.com/2013/03/la-horma-de-su-zapato.html>> [Citado 22-08-2013]

¹² CUERO NET. Las hormas simétricas y asimétricas. [En línea] Disponible en: <<http://www.cuero.net/zapatos/horma3.htm>> [Citado 22-08-2013]

Así pues, fue solo hasta el Siglo de las Luces que los preceptos culturales abogaban por el “regreso a la naturaleza” y por tanto a crear una conciencia más profunda del cuerpo humano. Es aquí cuando los zapateros se preocupan por estudiar más a fondo el pie y su anatomía, y aplican sus conocimientos en el calzado tomando en cuenta las diferencias que existían entre pie y pie. A lo largo de estos años se fue perfeccionando la técnica de transformar las dimensiones del pie a la horma. Cada hormero -especialista en el oficio- desarrolló su propia técnica de tomar dimensiones del pie manualmente, y tallar y moldear la horma respecto a estas, tratando de reproducir fielmente las dimensiones del pie. Según la clase social a la que perteneciera cada quién y sus recursos económicos, podía mandar a hacer unas hormas reproducción exacta de sus pies, o conformarse con tener zapatos hechos con hormas que pertenecieran a alguien más.

Figura 1. Primeras hormas utilizadas¹³



Sin embargo, con la llegada de la revolución industrial y la producción en masa, fue donde se incrementó la demanda de calzado y por tanto se creó la necesidad de industrializar el método de la fabricación de hormas y por tanto el del calzado. Con la invención de máquinas inyectoras de plástico se dejó de producir artesanalmente en madera las hormas y se comenzaron a fabricar en plástico. Solo se debía hacer una horma “maestra” o base, y las máquinas duplicadoras-copiadoras, inyectoras de plástico y escaladoras se encargarían del resto.

¹³ Ibid.

Aunque a través de los años, y la inclusión de nuevas tecnologías se ha ido mejorando y perfeccionando este proceso de producción, aún el proceso en sí, del diseño de la horma está en constante cambio y evolución, debido a la creciente preocupación del sector calzado de ofrecer productos más ergonómicos que se adapten mejor al pie y a las necesidades de uso, además de a la continua evolución del hombre y sus cambios físicos. Por tal razón se sigue trabajando en estudiar las medidas del pie del consumidor, para que el diseño de horma se adapte mejor a ellos, pues se reconoce a la horma como parte esencial del zapato. Para alcanzar tal fin es necesario implementar estudios antropométricos como los de este proyecto, donde se profundizan los conocimientos del pie, y se contribuye a mejorar el proceso de fabricación de calzado, en especial el diseño de hormas.

Igualmente la inclusión de nuevas tecnologías como los escáneres 3D, el diseño CAD (*computer-aided design*) de modelado por ordenador, el prototipado rápido y el mecanizado por CNC (control numérico computarizado) facilitan y agilizan los procesos de diseño y fabricación y permiten además mayor exactitud y reproducibilidad de las piezas propuestas.

3.1.2. Historia del calzado femenino. El calzado ha sido un símbolo antropológico en la historia del ser humano, siendo una expresión de cultura, sociedad y estatus. En cada una de las culturas el calzado cumplió una función diferente, adaptándose a tradiciones, creencias y modos de vestir. Durante siglos el hombre aprendió a suplir sus necesidades mediante una combinación de conocimientos y destrezas, es de este modo como surge la historia del calzado, debido a la necesidad de algún tipo de protección en los pies para soportar los difíciles caminos durante los viajes.

El primer calzado del cual se posee conocimiento estaba hecho con correas fabricadas a partir de hierbas o de cuero trenzado, variando según fueran las condiciones geográficas. (Figura 2)

Figura 2. Primeros zapatos de los cuales se poseen conocimiento: a) 7000 a.C.¹⁴ b) Calzado Egipcio elaborado a partir de materiales vegetales ¹⁵



Durante cada época, el calzado se adaptó a las necesidades y/o moda de cada civilización, perfeccionándose cada vez más la técnica y conocimientos para su desarrollo, llegando a adquirir mucha importancia como elemento fundamental de la vestimenta diaria y además como un elemento decorativo, pasando de ser un elemento exclusivo para las clases altas a un artículo popular casi de necesidad básica.

Inicialmente las grandes culturas se iniciaron en el mundo del calzado con el uso de sandalias (4.000 a.C), éstas, elaboradas solo para personas de la alta sociedad, sencillas pero con una connotación de poder, cuya materia prima eran las fibras naturales.¹⁶

¹⁴ ZAPATOS ORG. Disponible en: <http://www.zapatos.org/historia-del-zapato/>

¹⁵ Piel de porcelana. Disponible en: <http://conita-pieldeporcelana.blogspot.com/2011/07/historia-del-maquillaje-ii-parte-la.html>

¹⁶ REVISTA DE ARTES Nº 7 Julio 2007. El calzado desde la prehistoria hasta Grecia. [En línea] Disponible en: <http://www.revistadeartes.com.ar/revistadeartes%207/prehistoriagrecia.html> [Citado 23-08-2013]

En Egipto el papiro fue uno de los primeros materiales con los que se fabricó calzado (Figura 3), más tarde al desarrollar el arte del trenzado se comenzó a introducir el cuero en cintas.¹⁷

Los griegos, crearon los primeros tacos altos para elevar la altura de los actores “los coturnos”. En el caso de las damiselas éstas usaban sandalias de cuero crudo que se trenzaban alrededor del tobillo y las piernas, hasta debajo de las rodillas.¹⁸ (Figura 4)

Durante el imperio romano, las mujeres romanas adaptaron el modelo griego y le agregaron color al cuero: rojo, amarillo, verde y blanco. En Roma el calzado indicaba las clases sociales, para distinguirse de las clases menos favorecidas, las piezas de las mujeres que acompañaban al César estaban realizadas en oro puro y brillante, coronadas con incrustaciones de piedras preciosas;¹⁹ se podían distinguir 2 tipos de calzado, las sandalias (*soleae*) para uso exclusivo dentro de la casa, y los zapatos (*calcei*) (Figura 5). Este tipo de calzado se distingue porque se sujetaba al pie por medio de correas alrededor de este y la pantorrilla, estilo que hoy aún marca tendencia en la moda.²⁰

¹⁷ ALONSO, Félix. El calzado en el antiguo Egipto. [En línea] Disponible en: <<http://www.egiptologia.com/medicina/2387-calzado-y-afeccion-podalica-en-el-antiguo-egipto.html>> [Citado 23-08-2013]

¹⁸ ABSOLUT GRECIA. Historia del calzado griego. [En línea] Disponible en: <<http://www.absolutgrecia.com/historia-del-calzado-griego/>> [Citado 23-08-2013]

¹⁹ NATIONAL GEOGRAPHIC. El calzado de los romanos. [En línea] Disponible en: <http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/historia/secciones/7066/calzado_los_romanos_bot_a_sandalia.html> [Citado 23-08-2013]

²⁰ RAMOS, Javier. Pies calzados en la Antigua Roma. [En línea] Disponible en: <<http://arquehistoria.com/pies-calzados-en-la-antigua-roma-8369>> [Citado 23-08-2013]

Figura 3. Sandalias egipcias elaboradas en papiro. (Siglo III a.C)^{21 22}



Figura 4. Zapatos en Grecia.²³

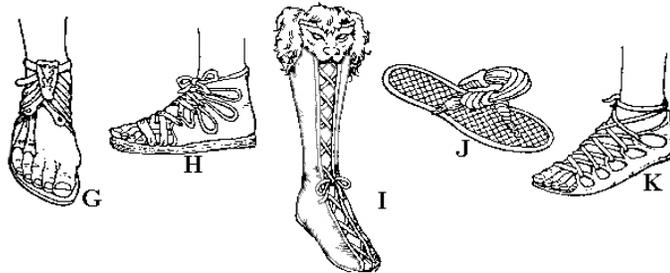
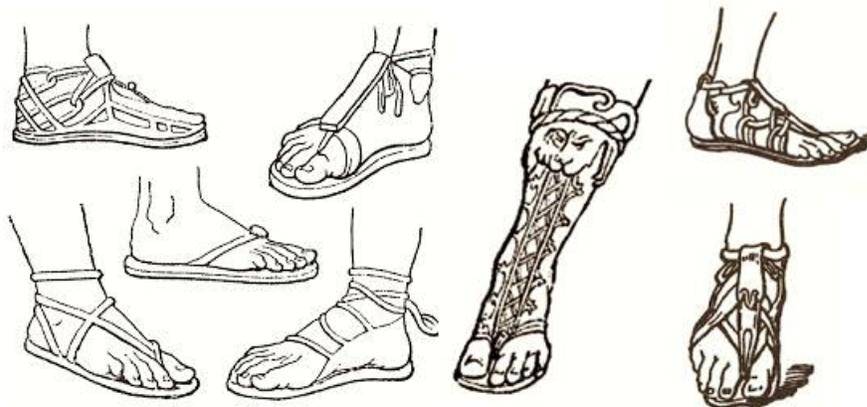


Figura 5. Soleae y calcei, calzado romano.²⁴



²¹ FOOTPRINTS. Disponible en: <http://historiacalzadodaf.blogspot.com/2011/06/egipto.html>

²² Calzado y afección podálica en el antiguo Egipto. <http://www.egiptologia.com/medicina/2387-calzado-y-afeccion-podalica-en-el-antiguo-egipto.html>

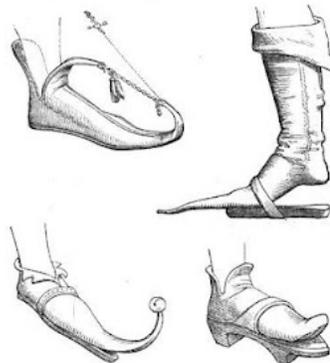
²³ REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DE GRECIA. Disponible en: <http://dopaminem.tumblr.com/page/2>

²⁴ El calzado en la antigua Roma.. Disponible en: <http://dieciochesco.blogspot.com/2013/04/el-calzado-en-la-antigua-roma.html>

Se avanza en el tiempo y también en el diseño del calzado. Se llega a la época de la edad media, donde la relativa elegancia y alegría de los diseños griegos y romanos se pierde para dar paso a un calzado más refinado. En materiales como el cuero de vaca, de cabra, la seda y las mallas metálicas. El calzado en ésta época se caracterizó por el uso de grandes punteras, y su largo demarcaba la clase social a la que pertenecían (Figura 6).

Las damas utilizaban delicados zapatos de seda o terciopelo, además de usar calzas con suela y con suecos.²⁵ Se sustituyeron las tiras y cordones como método de sujeción por hebillas y pasadores.

Figura 6. Calzado en la edad media.²⁶



Fue entre el siglo XIV y el XV que los modelos de zapatos comenzaron a presentar un diseño un poco más elaborado, es allí donde se da inicio a la creación de las plataformas, nacida de la necesidad del embarrado de las calles. Y es sólo hasta el renacimiento donde se observan aires de cambio y se pasa de los zapatos incómodos de punta larga a un calzado más ancho con punta

²⁵ REVISTA DE ARTES N° 7 Julio 2007. El calzado en la edad media. [En línea] Disponible en: <<http://www.revistadeartes.com.ar/revistadeartes%207/edadmedia.html>> [Citado 23-08-2013]

²⁶ Geohistoria. Disponible en: <http://geohistoria-apuntes.blogspot.com/2013/04/como-era-el-calzado-en-la-edad-media.html>

redondeada.²⁷ Se hizo uso de materiales como el lino y la madera para las plataformas. Las mujeres usaban calzado tipo babucha en seda y suelas de cuero o madera.

A partir del siglo XVI, las puntas redondeadas y los materiales lujosos fueron la moda obligada que sólo podían seguir las mujeres adineradas, ya que las telas tenían poca duración y había que renovar calzado muy seguido.²⁸

No obstante, los diseños de los primeros zapatos no siempre fueron funcionales y cómodos. En los siglos XVI y XVII, éstos eran anchos y planos, poco indicados para caminar. A finales del siglo XVI y principios del XVII apareció el tacón cuyo origen tiene, al parecer, una razón práctica ya que afirmaba a los estribos las botas de montar, además de darles altura a las personas más bajas.

Sin embargo, esta función práctica fue cayendo en desuso y el tacón se incorporó al calzado femenino como un elemento puramente estético, variando formas y alturas desde entonces.²⁹

Durante el Barroco, el zapato adquiere todas las influencias estéticas del momento, con una marcada preferencia por las líneas curvas, la seda, el terciopelo, los bordados, bucles y bridas.

A pesar de esto, no fue sino hasta mediados del siglo XVII (ver) cuando llegó la revolución de las mujeres, quienes exigirían estilos completamente diferentes a lo de los hombres. A partir de ese momento los zapatos adquirieron total

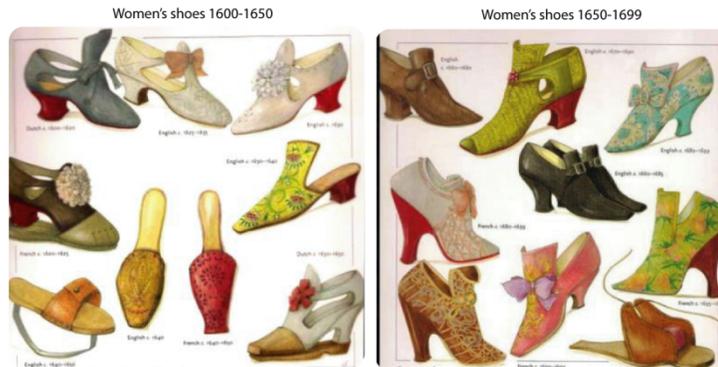
²⁷ AMAT, José. El calzado en la época del Renacimiento. [En línea] Disponible en: <<http://suite101.net/article/la-moda-en-el-uso-del-calzado-en-la-epoca-del-renacimiento-a83786>> [Citado 23-08-2013]

²⁸ AMAT, José. El calzado en la época del Barroco. [En línea] Disponible en: <<http://suite101.net/article/la-moda-del-calzado-para-hombre-y-mujer-en-el-periodo-barroco-a84820>> [Citado 23-08-2013]

²⁹ CHAKTOURA, Julia. Historia del zapato femenino. [En línea] Disponible en: <<http://www.teladerayon.com/Articulos/Articulo.aspx?id=9819>> [Citado 23-08-2013]

protagonismo en la moda femenina. Tacones altos, lujosos géneros en su fabricación, y accesorios intercambiables en los zapatos.³⁰

Figura 7. Zapatos del siglo XVII³¹



La revolución y las guerras se extendieron durante todo el siglo XIX y sus consecuencias se reflejaron en la moda. Las damas de la época optaron por modelos más cómodos y la zapatilla o zapato de tacón salió a escena. La zapatilla en colores pastel trajo consigo un poco más de romanticismo a la moda (Figura 8).

A mediados del siglo, los estilos se endurecieron una vez más, hasta el punto en que las damas tendrían solo tres modelos de calzado de entre los cuales escoger: las botas de estructura rígida, baja y con lazos de cuero, los suecos y las zapatillas de baile.³²

³⁰ GARCÍA, Jesús. Las medias y zapatos del siglo XVIII. [En línea] Disponible en: <<http://museodeltraje.mcu.es/popups/06-2006%20pieza.pdf>> [Citado 23-08-2013]

³¹ ESTAÑ, Cristina. Historia de la moda, siglo XVII. [En línea] Disponible en: <<http://calzadounmh2010.files.wordpress.com/2010/02/siglo-xvii.pdf>> [Citado 23-08-2013]

³² REVISTA DE ARTES N° 7 Julio 2007. El calzado en la edad media. [En línea] Disponible en: <<http://www.revistadeartes.com.ar/revistadeartes%207/sigloxix.html>> [Citado 23-08-2013]

Figura 8. Calzado femenino del siglo XIX. a) Botas siglo XIX b) Zapato de piel, Inglaterra c) Zapato con agujeta 1890 d) Merceditas de piel 181433



El siglo XX (Figura 8) liberó al pie del pudor y los zapatos femeninos asomaron su empeine bajo las faldas.³⁴

Es a partir de este momento y hasta nuestros días donde se imprime en el calzado un reflejo de los movimientos sociales y de tendencias de moda, representados en la forma de hacer y presentar éste elemento. Proponiendo un estilo, una expresión que permiten caracterizar cada momento y a cada mujer, convirtiéndose así en un ícono femenino símbolo de *glamur*, elegancia y sensualidad (Figura 10). Y es así como conociendo la historia nos damos cuenta que muchos de los zapatos que usamos en la actualidad, son fruto de la inspiración de épocas pasadas pero con adaptaciones modernas a nuestra era.

³³ FOOTPRINTS. Op. Cit.

³⁴ SILVA, Luis. El zapato, diseño e innovación durante el siglo XX. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5674/1/23120_1.pdf> [Citado 23-08-2013]

Figura 9. Calzado femenino de la primera mitad del siglo XX.³⁵



Figura 10. Evolución del calzado femenino³⁶



3.2. MARCO CONCEPTUAL.

Dado que este proyecto realizado es una investigación antropométrica, en el campo de la ergonomía, se hace necesario describir algunos términos de uso frecuente para una mejor comprensión.

³⁵ Historia de la moda y sus tejidos. Disponible en: <http://historiadelamodaylostejidos.blogspot.com/2013/03/la-coleccion-de-ana-gonzalez-moro.html>

³⁶ La historia de los zapatos. [En línea] Disponible en: <http://www.10historias10canciones.com/2011/03/la-historia-de-los-zapatos.html> [Citado 23-08-2013]

3.2.1. Ergonomía. La Ergonomía o (estudio de los factores humanos) del griego *ergo* (trabajo) y *nomos* (leyes) es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema. La ergonomía ayuda a armonizar las cosas que interactúan con la gente en términos de las necesidades de las personas, habilidades y limitaciones.

Los profesionales de la ergonomía (ergónomos) contribuyen al diseño y evaluación de las tareas, trabajos, productos, entornos y sistemas con el fin de hacerlos compatibles con las necesidades, capacidades y limitaciones de las personas.³⁷

La ergonomía puede tener varios enfoques, *la ergonomía física*, cuyo interés se centra en las características físicas del hombre respecto a la actividad que ejercen, características como las anatómicas, antropométricas, físicas y biomecánicas. *La ergonomía cognitiva*, que estudia las interacciones entre un dispositivo, objeto, producto y un Individuo. Estas interacciones hacen uso de las principales funciones mentales, percepción, memoria y razonamiento. Y la *ergonomía organizacional*, que se interesa en la optimización de sistemas socio-técnicos, incluyendo estructura organizacional, políticas, y procesos. Son temas relevantes a este dominio los aspectos de la comunicación, el diseño de tareas, el diseño de horas laborables y trabajo en turnos, el trabajo en equipo, el diseño participativo, la ergonomía comunitaria y el trabajo cooperativo.³⁸

³⁷Asociación Internacional de Ergonomía (IEA). Definición. [En línea] Disponible en: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>> [Citado 2-11-2013]

³⁸ CASTILLO, Juan. Ergonomía cognitiva. [En línea] Disponible en: <<http://ergonition.blogspot.com/>> [Citado 2-11-2013]

3.2.2. Antropometría. El término antropometría proviene del griego *anthropos* (hombre) y *metrikos* (medida) y trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre. Se considera a la antropometría como la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano, con el fin de establecer diferencias entre individuos, grupos y razas puesto que las dimensiones del cuerpo humano varían de acuerdo al sexo, edad, raza, nivel socioeconómico, etc.; por lo que ésta ciencia dedicada a investigar, recopilar y analizar estos datos, resulta una directriz en el diseño de los objetos y espacios relacionados con el hombre, al ser estos contenedores o prolongaciones del cuerpo y que por lo tanto, deben estar determinados por sus dimensiones.³⁹

Según Mondelo, la antropometría sirve como herramienta de la ergonomía pues adapta el entorno a las personas generando bienestar, salud, productividad, calidad y satisfacción en la relación con su entorno, o en el puesto de trabajo, todo esto logrado gracias a las relaciones dimensionales armónicas entre el hombre y su área de actividad o interacción.⁴⁰

Se debe acotar que para hablar de antropometría se debe diferenciar entre la estática y la dinámica, pues una mide las diferencias estructurales del cuerpo humano, en diferentes posiciones, sin movimiento y la otra considera las posiciones resultantes del movimiento, ésta va ligada a la biomecánica. En este estudio estudiaremos el pie y su antropometría de forma estática.

3.2.2.1. La aplicación de la antropometría al diseño⁴¹: Cuando se va a diseñar un objeto, una herramienta, una máquina, en este caso, calzado, lo primero que se debe tener en cuenta es hacia quién está dirigido el diseño; si es hacia una

³⁹ MOGOLLÓN, Marco. La Antropometría. [En línea] Disponible en: <<http://iepfv.files.wordpress.com/2008/07/la-antropometria.pdf>> [Citado 2-11-2013]

⁴⁰ MONDELO, Pedro. Ergonomía 1, Fundamentos. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. España, 1999. p.61

⁴¹Ibid. p.65

persona específica, a un grupo de personas o a una población grande de personas. Como en el estudio realizaremos el estudio a una población grande enfocaremos los conceptos hacia esta población.

Lo primero que se debe tener en cuenta es no caer en el error de creer que existe la persona “media, en este caso en particular el “pie promedio” que aunque algunas de sus medidas correspondan a la media de la población evaluada, no ocurrirá con la mayoría. Para evitar esto se deberán tener en cuenta la aplicación de otros criterios estadísticos como la frecuencia, moda, percentiles, etc. que se aplicarán y ajustarán según el objeto que se esté diseñando, ya sea herramienta, máquina o espacio de trabajo.

Para realizar un estudio antropométrico sus resultados se deberán aplicar con criterios amplios y razonables. Se deberá analizar la población a la que estará destinada el estudio, la muestra significativa de esta población y la aplicación del estudio en el diseño, las medidas que debemos poseer de la población dependerán de la aplicación funcional que le queramos dar a las mismas; para nuestro estudio las medidas que tendrán relevancia son todas aquellas dimensiones del pie que permitan tener un conocimiento más profundo de la forma del pie para su aplicación en el calzado dirigido a nuestra población específica, además de información vital como edad, sexo, ocupación, peso, estatura, índice de masa corporal, y demás información que se encontró relevante como tipo de pie según dedos, huella, y presencia de juanete.

Estas medidas relevantes son las variables antropométricas que son principalmente medidas lineales, como por ejemplo la altura, o la distancia con relación a un punto de referencia, longitudes o anchos, como la distancia entre dos puntos de referencia distintos; curvas o arcos, como los ángulos entre dos puntos de referencia, y perímetros o contornos, como las medidas de curvas cerradas.

A continuación se describen en la Tabla 1 las variables que se consideraron importantes y se tuvieron en cuenta para la realización de este estudio. En otro apartado se detallarán a fondo cada una de ellas.

Tabla 1. Variables antropométricas tenidas en cuenta en el estudio.

	VARIABLE ANTROPOMÉTRICA
Largo	Longitud total del pie
	Longitud Talón-Cabeza 1 ^{er} metatarsiano
	Longitud Talón -Cabeza 5 ^{to} metatarsiano
	Longitud de antepie
Ancho	Ancho de las articulaciones metatarsales
	Ancho del pie
	Ancho del talón
Altura	Altura del tobillo
	Altura del empeine
	Altura de la bóveda plantar
	Altura del 1 ^{er} dedo
	Altura del 5 ^{to} dedo
	Altura del talón
Perímetro	Altura del recio
	Perímetro de las articulaciones
	Perímetro del empeine
	Perímetro talón- empeine
Ángulos	Perímetro del tobillo
	Ángulo del 1 ^{er} dedo
	Ángulo del 5 ^{to} dedo
	Ángulo de los flancos

3.3. MARCO TEÓRICO.

3.3.1. El pie. En los inicios del oficio de la zapatería se tuvo siempre en cuenta solo la forma exterior del pie a quien deseaban cubrir y proteger, sin embargo, con el paso del tiempo los artesanos de este oficio se fueron dando cuenta que era necesario profundizar sus conocimientos superficiales acerca de este órgano fundamental, pues requerían más información para así lograr mejor su objetivo

con el calzado. Desde entonces, se hace imprescindible que cualquiera que esté interesado en el arte del calzado, conozca profunda y anatómicamente el pie, y su función, para así aplicar estos conocimientos en un calzado que se adapte mejor al pie y complemente o mejore el proceso de la marcha.

Cuando se habla del pie se dice que es la extremidad inferior que hace posible la posición bípeda humana que distingue al hombre de otras especies animales y es el elemento esencial en la locomoción y marcha que hace parte del complejo mecanismo que permite el movimiento.

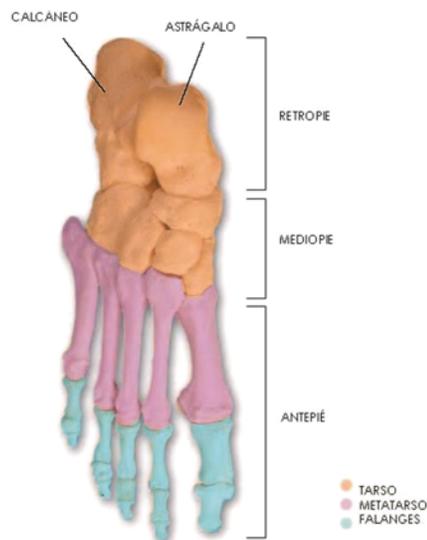
Para realizar este tipo de movimientos complicados el pie consta de 26 huesos que junto a articulaciones, vasos sanguíneos, sistema de músculos, y una red nerviosa forman el conjunto diseñado para soportar el peso, y distribuir la carga corporal. Se podría decir que la función del pie se divide en 3 elementos fundamentales, ser el apoyo del cuerpo, mantener el equilibrio (compensando los movimientos de rotación y traslación y sus fenómenos derivados) y el desplazamiento humano o marcha.⁴²

Para referirse al pie más fácilmente se ha dividido en 3 secciones, *el retropié*, que es la parte posterior del pie compuesta por el hueso astrágalo y el calcáneo (talón) que en conjunto con la tibia y el peroné se conectan para formar el tobillo, y está diseñado para el apoyo estático y funcionalmente para la propulsión; *el mediopie*, que es la parte media del pie conformada por 5 huesos que constituyen los arcos del pie y es la parte más prominente de la bóveda plantar; y *el antepie* compuesto por los huesos metatarsianos y falángicos que forman la parte delantera del pie (Figura 11).

⁴² CHICO RUIZ, Fernando. Biomecánica del Pie. [En línea] Disponible en: <http://www.concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/21042007_BIOMECANICA_PIE.pdf> [Citado 23-11-2013]

Además, todos los huesos del pie se subdividen en 3 grandes grupos, *el tarso*, que es el conjunto de 7 huesos, el calcáneo, el astrágalo, el escafoides, el cuboides y las cuñas medial, intermedia y lateral; *el metatarso*, conformado por los 5 huesos metatarsianos que dan origen a los dedos, de adentro hacia afuera nombrados, primer, segundo, tercer, cuarto y quinto metatarsiano; y *las falanges*, que son los catorce huesos restantes de los dedos del pie distinguidos entre falanges proximales, medias, y distales.

Figura 11. Partes del pie⁴³



Dada la particularidad morfológica en cada individuo y sus características únicas cada ser humano tiene unos pies diferentes; sin embargo, se han podido establecer algunas clasificaciones según la morfología de los pies y el común denominador entre ellos, y se ha determinado que según el largo de los dedos se pueden encajar los pies en 3 tipos, el pie egipcio, el griego y el cuadrado. Dichas características morfológicas son importantes estudiarlas y tenerlas en cuenta al momento en que se diseñe calzado y se determine la población a la que será

⁴³ Fuente: Autor

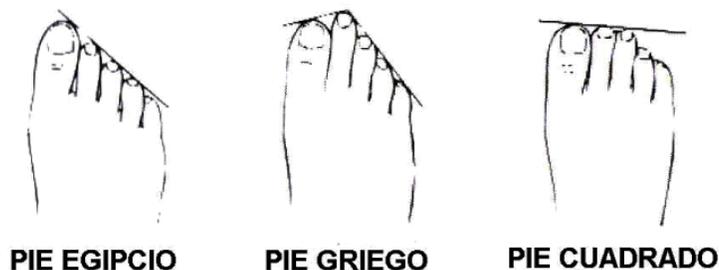
dirigido pues determina en gran parte algunos aspectos funcionales y formales del zapato.

Pie egipcio: Dicho pie se caracteriza por tener el primer dedo más largo, y los otros siguientes por tamaño y orden decreciente, llamado así por ser visible y característico de las estatuas de los faraones. Se dice que es la forma más frecuente en las personas pues el 60% de ellas lo poseen, y además el tipo de pie más predispuesto a alteraciones como el juanete (*hallux valgus*) por compresiones y sobrecargas del calzado. (Figura 12)

Pie griego: Su característica es que el segundo dedo es el más largo, después del primer y tercer dedo que prácticamente miden igual; el cuarto y quinto dedo los siguen en orden decreciente. Debe su nombre a que las estatuas de la época clásica griega lo poseían. Es un tipo de pie poco común pues apenas el 15% de la población lo posee, su ventaja es que se adapta muy bien a las hormas puntiagudas. (Figura 12)

Pie cuadrado o polinesio: Este pie posee el primer y segundo dedo igual de largos y el 25% de las personas suele tenerlos.

Figura 12. Tipos de pie⁴⁴

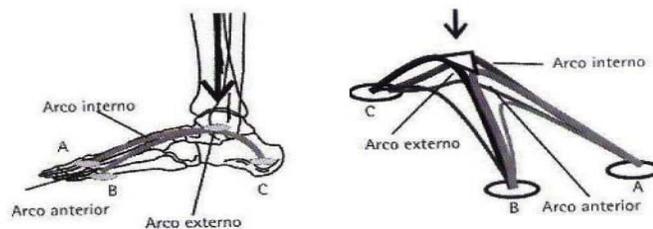


⁴⁴ BARRETO, Silvia. Diseño de Calzado Urbano. Editorial Nobuko. Buenos Aires, Argentina. 2005 p. 52

Además de conocer las partes principales del pie y los diferentes tipos, es fundamental entender a grandes rasgos una de las funciones principales del pie que es la marcha.

Para esto, asumimos al pie como un puente, formado por una bóveda y dos apoyos, uno posterior en el talón y otro en el antepie. (Figura 13)

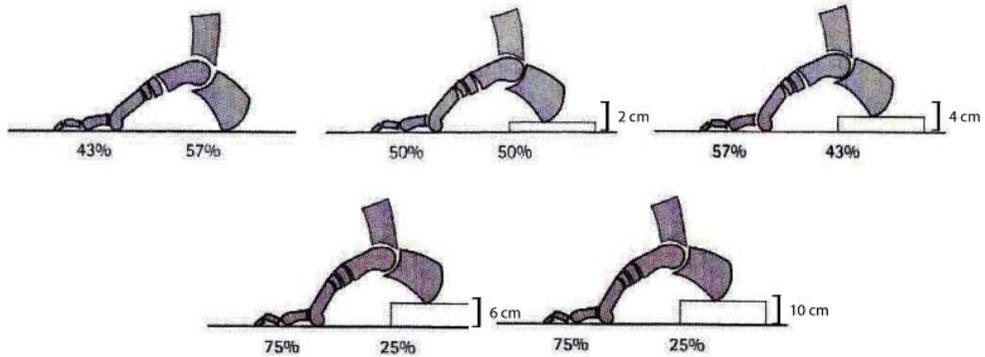
Figura 13. Arcos del pie⁴⁵



Cuando el sujeto está en posición bipodal, la carga del peso se distribuye equitativamente en cada pie, correspondiendo el 50% de la carga a cada uno; cuando se apoya en un solo pie el 100% de la carga se concentra en este. La fuerza que viene desde la tibia se transmite al pie y aquí se divide en 2 fuerzas o vectores que son los puntos de apoyo del pie contra el suelo, el calcáneo y los metatarsos. Entonces, este 50% del peso se distribuye de tal manera que el calcáneo soporta una carga del 57% y el metatarso del 43%. En la siguiente imagen se aprecia cómo entre más se aumente la altura del calcáneo la fuerza se irá concentrando en el metatarso, caso que ocurre con el uso de calzado de tacón, aunque cabe anotar que para que el pie esté en total equilibrio en su distribución de cargas, el calcáneo debe estar elevado 2cm. por encima del suelo. (Figura 14).

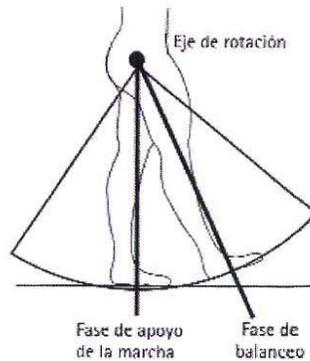
⁴⁵ Ibid. p.37

Figura 14. Distribución de las cargas en el pie⁴⁶



Tendiendo presente lo anterior, decimos que la marcha se da inicio cuando se inclina hacia adelante el cuerpo moviendo con él el centro de gravedad, y por tanto se hace necesario mover una pierna hacia adelante para restablecer el equilibrio. Las 2 piernas trabajan en conjunto siendo una la de apoyo, la que está en contacto con el suelo soportando el peso y ayudando a impulsar el cuerpo hacia adelante y la otra, la que se mueve para mantener el equilibrio. Por tal razón el ciclo de la marcha se divide en estas 2 fases, la de apoyo con un período de duración del 60% y la de balanceo u oscilación con un 40%. Se puede afirmar que caminando a un ritmo medio un ciclo completo de marcha se puede realizar en 1 segundo aproximadamente (Figura 15).

Figura 15. Fases de la marcha⁴⁷



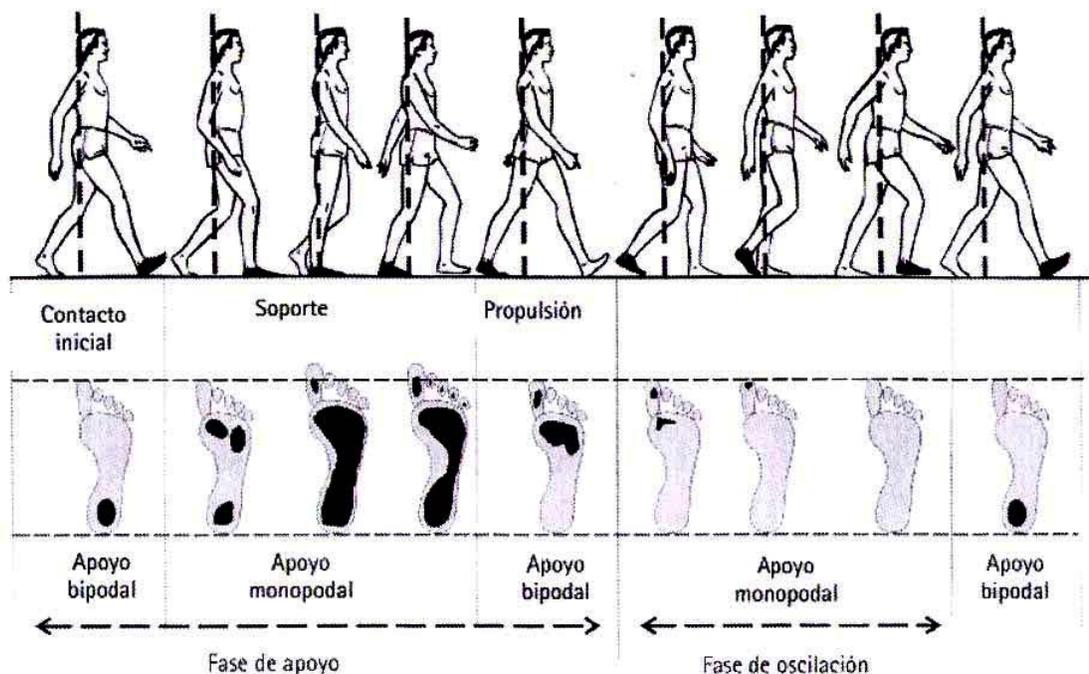
⁴⁶ Ibid. p.36

⁴⁷ Ibid., p.39

Cuando comienza la marcha uno de los pies toca la superficie con el talón concentrando aquí toda la fuerza (apoyo monopodal), mientras que el otro que va en proceso de despegarse del suelo hace contacto sólo en los dedos (Figura 16).

Mientras avanza la marcha el pie apoyado en el talón baja hasta tocar el suelo, pasando de un apoyo monopodal a bipodal cuando el pie está en equilibrio distribuyendo la carga. A medida que hay avance, el pie eleva el talón del suelo de tal manera que el primer dedo sea el último en despegarse del piso, concentrando así la carga en el antepié, volviendo al apoyo monopodal cuando este deja de estar apoyado en el suelo.

Figura 16. La marcha.⁴⁸



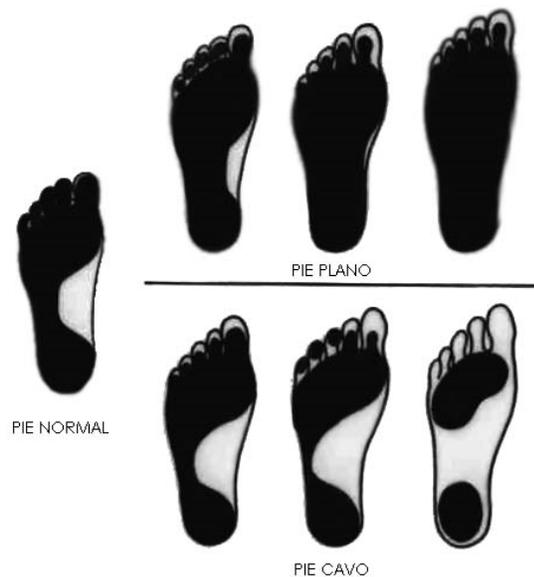
⁴⁸ Ibid. p.41

En síntesis, la marcha es un proceso que cada ser humano aprende y es distinto en cada uno, tanto así que se puede llegar a identificar a una persona solo por su manera particular de caminar, característica que se ve afectada por factores como la longitud de sus segmentos corporales o masa corporal. ⁴⁹

Comprendiendo lo que es la marcha y el reparto del peso del cuerpo según la posición del pie, se hace más sencillo entender algunas de las patologías más comunes que afectan el pie.

Una de ellas es la variación en el arco o bóveda plantar, que se puede visualizar fácilmente según la huella que origina cada pie, pues determina el área de contacto de la planta del pie con la superficie en el que está apoyado y según esto el pie se puede clasificar en 3 grupos, el pie plano, el pie normal, y el pie cavo. (Figura 17)

Figura 17. Clasificación del pie según su huella⁵⁰



⁴⁹ CHICO RUIZ, Fernando y colaboradores. Pie y calzado: Diseño Biomecánico. (CIATEC). México. 2008. p.73

⁵⁰ ARCE, Carlos. Defectos posturales de miembros inferiores. [En línea] Disponible en:< <http://www.arcesw.com/dpmi.htm> > [Citado 23-08-2013].

El pie plano: Se caracteriza por un descenso de la bóveda plantar y un desplazamiento de cargas hacia la zona media del pie (Figura 18). La huella de un pie plano no tiene de la curva característica del pie o ésta es menos pronunciada. Esta condición provoca que todo el pie quede mal alineado y que diversos músculos de la pierna traten de compensar esa mala posición, lo que provocará sobrecargas y lesiones. Este tipo de pie puede ser producido entre otras cosas por el exceso de peso, o por el uso inadecuado de calzado.

Figura 18. Pie plano vs Pie normal⁵¹

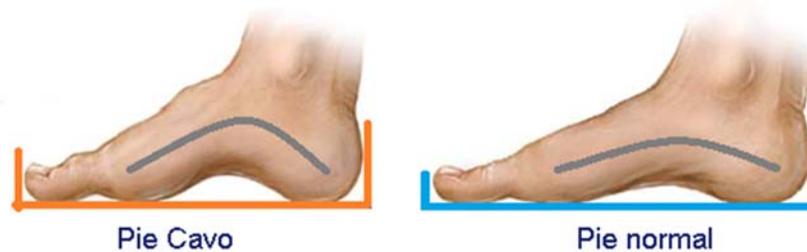


El pie cavo: Este pie al contrario del pie plano se caracteriza por una exagerada elevación de la bóveda plantar (arco) lo que conlleva a que se disminuya el área de apoyo contra la superficie (Figura 19). Además, tiende a ser un poco más corto, el empeine está más alto de lo común y los dedos se suelen ver afectados contrayéndose.

Este tipo de personas que poseen este pie tienen problemas al momento de conseguir calzado que se les adecúe a sus pies pues los zapatos muy escotados o sin cordón no suelen favorecerles.

⁵¹ PIE SALUD. Pie plano. [En línea] Disponible en:< <http://www.piesalud.net/pie-plano.html> > [Citado 23-08-2013]

Figura 19. Pie cavo vs Pie normal⁵²



3.3.1.1. El pie adulto femenino: Debido a que este estudio está enfocado en la mujer adulta se hace necesario conocer aquellas características que diferencian el pie femenino adulto de los otros.

En la antigüedad, las necesidades de supervivencia del hombre como la caza y el tener que correr rápido lo llevaron a evolucionar y a desarrollar pies más grandes y anchos, cosa que no ocurrió con las mujeres que quedaron con sus pies pequeños y ligeros. Desde allí se empezaron a evidenciar las grandes diferencias que existen con el pie masculino.

En aspectos generales la región plantar del pie cambia su morfología según la edad sin importar el sexo y evoluciona desde un patrón plano característico de niños menores de 7 años hasta el predominio del arco plantar propio del pie adulto que permite una marcha más firme e uniforme.

El pie femenino adulto se caracteriza por tener pantorrilla y tobillo más anchos, los tobillos están aproximadamente a medio centímetro del suelo, el talón es más estrecho, la planta anterior del pie es más ancha, y el arco plantar es más alto, características que hacen que el pie necesite más amortiguación pues es un pie más rígido. Además los huesos del talón de la mujer son más pequeños, las articulaciones del pie son más flexibles y tienden a girar un poco más hacia

⁵² PIE SALUD. Pie cavo. [En línea] Disponible en: < <http://www.piesalud.net/pie-cavo.html> > [Citado 23-08-2013]

adentro el pie al caminar que los hombres, sumado a que la mujer es mucho más liviana que el hombre, pues comparando un hombre y una mujer con el mismo largo de pie, la mujer sería entre un 10 y 20% más liviana que él.⁵³

Por todas estas razones es que se deben tener en cuenta las modificaciones y características especiales que deben tener el calzado femenino, y en especial el adulto pues es un grupo al que se le deben suplir unas necesidades diferentes para que el calzado cumpla un mejor desempeño.

3.3.1.2. Medidas y parámetros dimensionales del pie: Para analizar las dimensiones del pie o realizar estudios acerca de estas, es necesario hacerlas bajo ciertos parámetros o criterios uniformes, que permitan seguir patrones establecidos tanto para las medidas como para las condiciones de medición, en este estudio nos regiremos por las propuestas en la Guía de recomendaciones para el diseño de Calzado.⁵⁴

Inicialmente para tomar las dimensiones del pie se debe tener en cuenta que deben medirse ambos pies, aun cuando las variaciones sean mínimas, y realizarlas con el sujeto en pie apoyado de forma que se distribuya el peso de forma homogénea, a excepción de algunas medidas que se deberán medir también con el sujeto sentado con el pie en descarga.

Además, como segunda medida se deben identificar en el pie los puntos clave o de referencia para establecer el resto de medidas. (Ver Figura 20)

- A.** Cabeza del primer metatarsiano
- B.** Cabeza del quinto metatarsiano.
- C.** Apófisis estiloides del 5° metatarsiano

⁵³ CHICO. Op cit., p.90

⁵⁴ RAMIRO, Op. cit., p.49-55

D. A la altura de la apófisis del 5° metatarsiano (C) se traza el contorno sobre la cara dorsal del pie. El punto más alto sobre el dorso del pie proporciona el punto “D”.

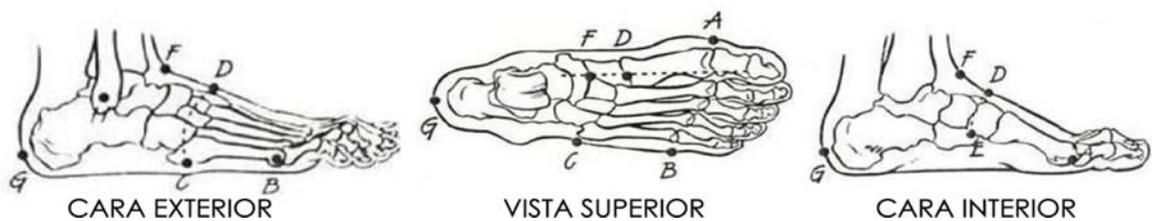
E. Sobre el mismo contorno, por la cara interna del pie, se marca la apófisis interior del 1^{er} cuneiforme.

F. Punto de encuentro de la pierna con el pie donde se curva el flexor del dedo gordo.

G. Extremo posterior del talón.

H. Punto más prominente del maléolo externo.

Figura 20. Puntos de referencia del pie⁵⁵



Después de identificados y establecidos estos puntos se puede proceder a determinar el resto de medidas.

Medidas longitudinales:

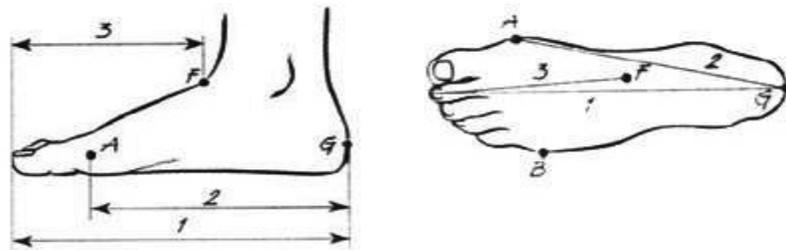
Longitud total del pie: Medida tomada desde el la parte trasera del talón “G” hasta el dedo más largo, del extremo posterior del pie hasta el extremo anterior. (Figura 22).

Longitud Cabeza 1^{er} metatarsiano: Es la longitud que va desde el punto más atrasado del talón “G” hasta la cabeza del primer metatarsiano “A” donde empieza la articulación metatarso-falángica. (Figura 22).

⁵⁵ Ibid., p.50

Longitud del antepie: Distancia entre el dedo más largo y el punto de encuentro de la pierna con el punto “F”.

Figura 21. Longitud del pie (1) Longitud Cabeza 1^{er} metatarsiano (2) Longitud del antepie (3)⁵⁶



Anchura del talón: Distancia entre los puntos más prominentes en la zona media del talón, al nivel de apoyo en el suelo.

Figura 22. Anchura de talón (4)⁵⁷



Longitud Talón-Cabeza del 5^o metatarsiano: Es la longitud que va desde el punto más externo del talón “G” hasta la cabeza del quinto metatarsiano “B”, donde empieza la articulación metatarso-falángica. (Figura 23).

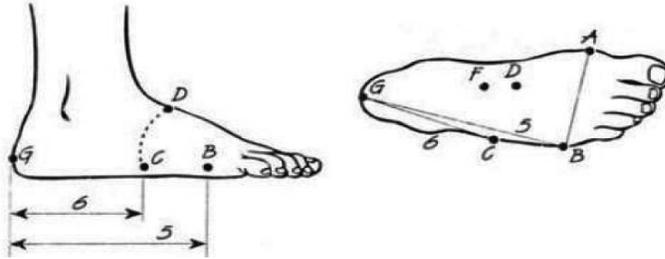
Longitud talón apófisis del 5^o metatarsiano: Distancia que va desde la parte posterior del talón al punto “C” apófisis estiloides del 5^o metatarsiano. (Figura 23).

⁵⁶ Ibid., p .51

⁵⁷ Ibid., p .51

Anchura del antepie: Anchura entre las articulaciones metatarso-falángicas, correspondiente a los puntos cabeza del primer metatarsiano y la cabeza del 5° metatarsiano.

Figura 23. Longitud Talón-Cabeza del 5° metatarsiano (5) Longitud talón apófisis del 5° metatarsiano (6) Anchura del antepie (A-B)⁵⁸



Medidas de altura.

Altura de tobillo: Altura entre el piso y el punto más prominente del maléolo externo. (Figura 24).

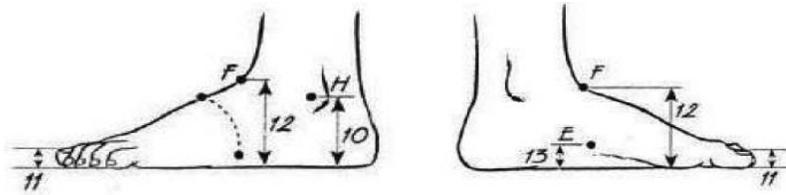
Altura del dedo más alto: La altura del primer dedo con el sujeto de pie y en carga con el suelo. (Figura 24).

Altura del empeine: Es la distancia del punto “F” medida verticalmente desde el suelo. (Figura 24).

Altura de la bóveda: Es el punto más alto del arco plantar, medido desde el suelo al punto “E”.

⁵⁸ Ibid., p.52

Figura 24. Altura del tobillo (10) Altura del dedo más alto (11) Altura del empeine (12) Altura de la bóveda (13)⁵⁹



Medidas de contorno sobre el pie.

Contorno en las articulaciones: Perímetro alrededor de las articulaciones metatarso-falángicas, pasando por los puntos A y B. (Figura 25).

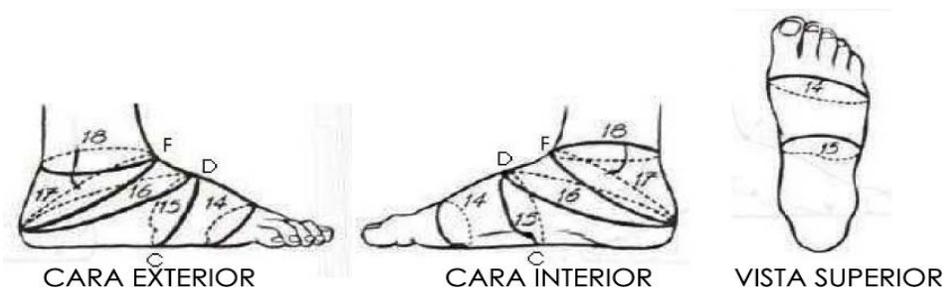
Contorno del medio pie: Perímetro obtenido alrededor de los puntos C y D. (Figura 25).

Contorno talón-cuñas: Perímetro que pasa por el borde del talón y por el punto más alto del contorno de mediopie trazado previamente en D. (Figura 25).

Contorno talonera-empeine: Contorno alrededor del talón y el punto F. (Figura 25).

Contorno de los maléolos: Medida alrededor de los maléolos.

Figura 25. Contorno del pie (15) Contorno talón-cuñas (16) Contorno talonera-empeine (17) Contorno de los maléolos (13)⁶⁰



⁵⁹ Ibid., p.54

⁶⁰ Ibid., p.55

3.3.2. La horma. La horma es un molde tridimensional de plástico o madera que copia la forma del pie; es considerada como la herramienta más importante y símbolo del arte en la zapatería.⁶¹ Cumple principalmente dos funciones, una es la de sustituir al pie sirviendo como modelo durante la confección del zapato para actuar como superficie de trabajo para que los materiales puedan adquirir la forma del zapato, por lo tanto está relacionada con la anatomía funcional del pie y la segunda, es reflejar la orientación de la moda y requisitos estéticos (Figura 26)⁶²

Figura 26. Del pie al zapato⁶³



Es decir, para el diseño y construcción de hormas se deben combinar adecuadamente los dos factores más importantes, la moda y el calce. Este último definido como el conjunto de propiedades dimensionales que permiten cubrir y alojar el pie de manera confortable, sujetándolo racionalmente en los movimientos de la marcha.⁶⁴ Por lo tanto, para que una horma calce bien debemos saber aplicar las medidas correspondientes a la anatomía del pie.

⁶¹ CUERONET. Zapatero a tus zapatos. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma2.htm>> [citado 16/10/2013]

⁶² CUERONET. Para qué sirven las hormas. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma1.htm>> [citado 16/10/2013]

⁶³ SÁNCHEZ, Martín. Evaluación de la comodidad y predicción de calce en hormas para calzado. Memorias CALZATECNIA 2011, México.

⁶⁴SOLER, Elena. Diseño y Gestión de Calzado. [En línea] Disponible en: <<http://calzadomh2010.files.wordpress.com/2010/02/anatomia.pdf>> [citado 16/10/2013]

Se dice que muchas de las grandes fábricas de calzado de marcas reconocidas deben a sus departamentos de diseño de hormas la buena imagen de sus productos en el mercado.

Cabe resaltar que la horma no es una reproducción exacta de la forma del pie, sino una aproximación basada en la forma y sus medidas antropométricas ya que el espacio interior del zapato debe ser lo suficientemente amplio para poder albergarlo mientras camina, pues el pie tiende a desplazarse hacia delante; Además, esta forma frecuentemente se modifica para ajustarse a la demanda marcada en cada momento por la moda: puntera ancha o estrecha, tacón alto o bajo, etc., sin olvidarse de la comodidad.⁶⁵

Respecto a la moda varía según las tendencias de cada temporada, y principalmente lo que varía más notoriamente en la forma de la horma es la puntera y el corte de la parte superior.

Figura 27. Diferentes modas de hormas⁶⁶



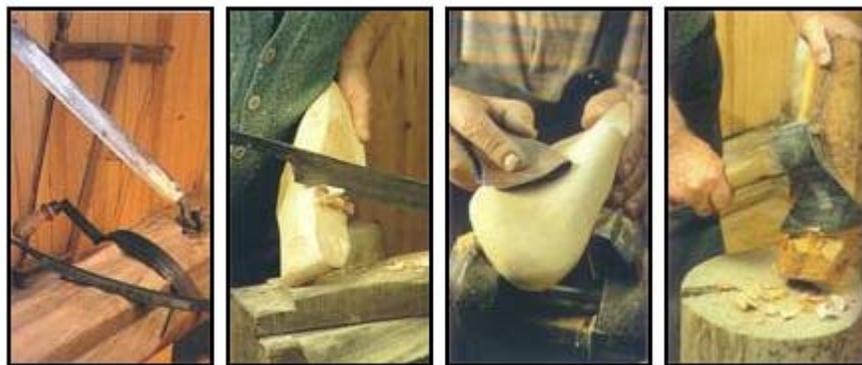
⁶⁵Soluciones Antropométricas. Automatización del modelado de horma. [En línea] Disponible en: <http://www.solucionesantropometricas.com/pdfs/dossiers/dos_horma.pdf> [citado 16/10/2013]

⁶⁶ CUERO NET. Características de las hormas. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma8.htm>> [citado 16/10/2013]

Estas hormas pueden ser fabricadas en madera o diversos tipos de plásticos, manual (Figura 28) o industrialmente. Existe un experto en el campo que es el llamado “hormero”, un especialista artesano que según sus conocimientos en el tema modela y esculpe una referencia específica de horma que posteriormente será reproducida gracias a las máquinas duplicadoras (Figura 29). Sobre cada horma concebida se pueden realizar diversas modificaciones según la necesidad.

Este artista basa su trabajo en la experiencia acumulada a lo largo de años, obtenida con el método de ensayo a prueba y error, para poder llegar a conseguir hormas que funcionen para cada tipo de calzado. Este conocimiento producto de aciertos, pruebas, y errores permanece guardado con recelo en cada empresa y no es una información que se promulgue fácilmente. Y es precisamente ésta etapa donde se deben plasmar las coordenadas y diseño apropiado en las hormas pues todas las reproducciones serán una copia exacta de este modelo, por lo tanto recae toda la responsabilidad en el hormero. Es por esto que se debe prestar gran atención en las fábricas de calzado a este departamento de diseño y modelado de hormas pues son el alma del calzado.

Figura 28. Elaboración manual de hormas⁶⁷



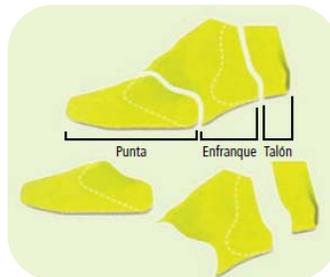
⁶⁷ CUERO NET. Elaboración manual de hormas.[En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma5.htm>> [citado 16/10/2013]

Figura 29. Máquinas copiadoras de hormas⁶⁸



Para hablar de la horma debemos conocer que se divide en tres partes principales (Figura 30), la primera, es la parte posterior, formada por el talón, también denominada pestaña del talón; la segunda, el enfranque, correspondiente al arco o zona del medio pie que ubica la posición del arco plantar y la tercera, la puntera o antepie que va desde la puntera hasta la parte delantera más ancha de la horma.⁶⁹

Figura 30. Partes de una horma⁷⁰



También debemos hablar de los ejes que dividen la horma que son dos, *la línea divisoria o partición de la horma*, que es la línea que se traza sobre la parte superior de la horma que pasa por encima de la cuña y el punto más prominente de la puntera y *el eje de la horma o eje plantar* que pasa sobre el punto medio de la puntera hasta el punto más prominente de la parte trasera de la horma (Figura 31).

⁶⁸ Hormas de madera. Disponible en: <http://informaciona.com/hormas-de-madera/videos>

⁶⁹ RAMIRO;. Op. Cit., p.84

⁷⁰ REVISTA DEL CUERO. La horma el alma del calzado. [En línea] Disponible en: <http://www.calzawebperu.com/PDF/Horma%20el%20alma%20del%20calzado.pdf> [citado 16/10/2013]

Figura 31. Ejes de la horma⁷¹



Según el estilo de zapato que se elabore la horma puede fabricarse de diferentes maneras, puede ser de una sola pieza cuando el calzado es deportivo o de escote bajo; con cuña, cuando la horma se corta en la parte superior en forma de cono para separar una parte de la misma y poder sacarla del zapato una vez terminado; separada en dos piezas, cuando se divide en dos partes unidas por medio de una bisagra de metal que permite doblarla para favorecer su extracción del calzado terminado; o con cuello alto utilizada generalmente en la elaboración de botas, por su configuración en la parte posterior y anterior a la altura de la entrada y puede ser con cuña o con bisagra.⁷² (Figura 32).

⁷¹ RAMIRO;. Op. Cit., p. 85

⁷² REVISTA DEL CUERO. La horma el alma del calzado. [En línea] Disponible en: <<http://www.calzawebperu.com/PDF/Horma%20el%20alma%20del%20calzado.pdf>> [citado 16/10/2013]

Figura 32. Tipos de hormas⁷³



Para un diseño adecuado de hormas se debe tomar como base las medidas podométricas de cierta población y a estos parámetros añadir una serie de correcciones o modificaciones según el estilo de calzado que se pretenda diseñar pues la horma se debe concebir de tal manera que el zapato ajuste bien sin oprimir al pie, adaptándose a sus ejes de movimiento y a las variaciones dimensionales durante el desempeño de actividades, para así, hacer coincidir de alguna manera los puntos referenciales de la horma con los puntos referenciales del pie.

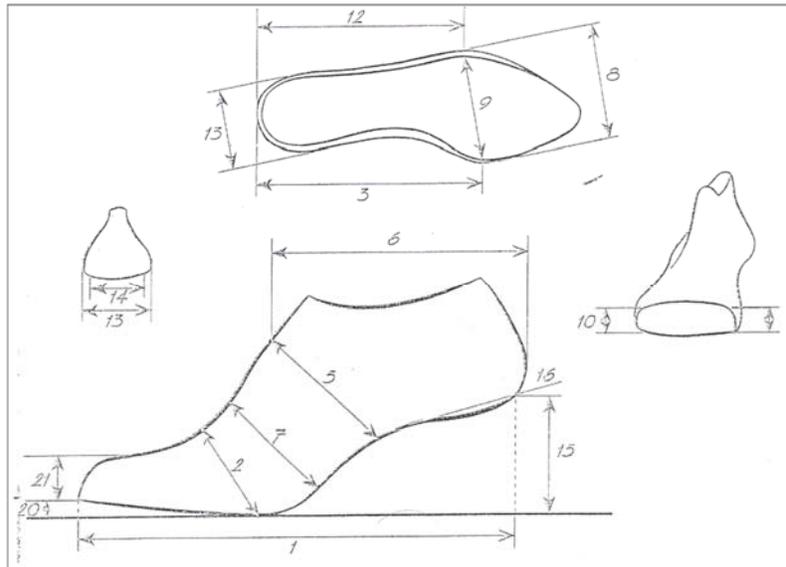
Para el diseño y fabricación de hormas se deben conocer algunas de las medidas esenciales para una correcta elaboración de las mismas, en especial aquellas medidas que se utilizan para clasificar las hormas según las tallas.⁷⁴

A continuación se describen algunas de esas medidas y parámetros que se tendrán en cuenta para el diseño de nuestras hormas para calzado femenino. Es importante tener claro cómo cada una de estas medidas tiene relevancia con el ajuste adecuado en cada una de las partes del pie, y cómo cada medida está ligada a una diferente dimensión del pie.

⁷³ REVISTA DEL CUERO. La horma el alma del calzado. [En línea] Disponible en: <<http://www.calzawebperu.com/PDF/Horma%20el%20alma%20del%20calzado.pdf>> [citado 16/10/2013]

⁷⁴ RAMIRO. Op. Cit., p. 85

Figura 33. Parámetros para el diseño de hormas⁷⁵

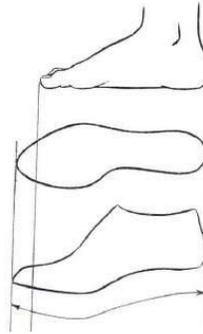


- | | |
|---|--|
| 1. Longitud calzable | 10. Altura de flancos interior y exterior. |
| 2. Perímetro de las articulaciones | 12. Long. Del talón al flanco exterior. |
| 3. Longitud del talón al flanco anterior. | 13. Anchura del talón o pestaña. |
| 5. Perímetro del empeine. | 14. Anchura del talón sobre la sup. plantar. |
| 6. Longitud del talón al empeine. | 15. Altura del tacón. |
| 7. Perímetro de retención. | 16. Ángulo del asiento del talón. |
| 8. Ancho de los flancos. | 20. Quebrante de la puntera |
| 9. Ancho de flancos plantar. | 21. Espesor de la puntera. |

Longitud Calzable: La longitud del pie es la base de esta dimensión, la longitud calzable indica la longitud total de la horma. Se obtiene a partir de los datos antropométricos clasificados en bloques correspondientes a las diferentes tallas, tomando la longitud del pie medio para la talla de la horma. Además, se le puede añadir a esta longitud valores de corrección que variarán según la forma de puntera y tipo de calzado con el fin de permitir que el pie se aloje de una manera correcta, pues si es muy largo el calzado el pie tiende a deslizarse y si es muy ajustado tiende a comprimir los dedos.

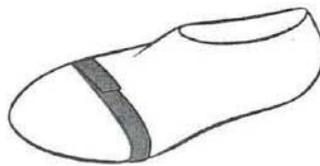
⁷⁵ Ibid., p. 114

Figura 34. Longitud calzable⁷⁶



Perímetro de las articulaciones: Este es el perímetro mayor, medido en sentido transversal rodeando la zona del antepié en su parte más ancha, es decir, los flancos de la horma. Esta medida tiene su relación antropométrica a la medida correspondiente al perímetro de las articulaciones metatarso-falángicas y proporciona una noción del volumen que representará el calzado en esta zona. La medida de la horma debe ser inferior a la del pie entre 10 y 15 mm. Dependiendo de otros factores que afecta esta medida como lo son la altura de tacón, pues entre más alto es el tacón más disminución hay del perímetro alrededor de las articulaciones y de la elasticidad del material del corte, pues a mayor elasticidad del material más estrecho puede ser el perímetro. Un ajuste incorrecto en esta parte del pie puede generar compresión excesiva derivando algunas lesiones y malformaciones. (Figura 35).

Figura 35. Perímetro de las articulaciones⁷⁷



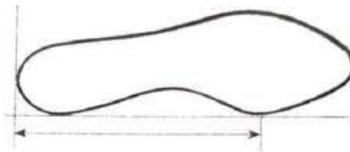
⁷⁶ Ibid., p.86

⁷⁷ Ibid. P. 87

Longitud del talón al flanco interior: Es la distancia que comprende el extremo del talón y la prominencia interior de la horma que alberga la articulación del primer dedo.

Cabe resaltar que la posición del flanco interior se debe determinar en función de los datos antropométricos de una población para de esta manera asegurar el ajuste correcto en la mayoría de los usuarios pues dos pies pueden tener la misma longitud calzable lo que haría pensar que son la misma talla pero tener diferentes longitudes de arco ocasionando un ajuste incorrecto.

Figura 36. Longitud del talón al flanco interior ⁷⁸



Perímetro de entrada (talonera-empeine): Este perímetro abarca la parte más baja del talón y la parte de la horma que correspondería al empeine del pie. Es una de las zonas donde se consigue sujetar al pie, por lo cual es importante la precisión de esta medida para que no se generen holguras en el calce del zapato y genere inseguridad en la fijación del pie.

Figura 37. Perímetro de entrada⁷⁹



⁷⁸ Ibid., p. 87

⁷⁹ Ibid., p. 88

Perímetro del empeine: Esta medida pasa por la línea de partición superior y la parte más estrecha del quebrado de la horma, este perímetro debe ser igual o mayor que el del pie al que va destinado pues el empeine no permite ningún tipo de compresión en esta zona.

Figura 38. Perímetro del empeine⁸⁰

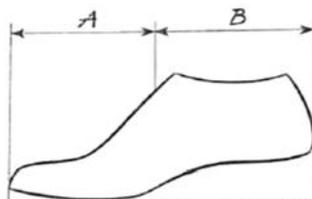


Longitud Talón-Empeine Es la distancia comprendida entre la parte posterior del talón y el empeine sobre la línea divisoria o de partición de la horma, esta longitud es ligeramente superior a la mitad de la longitud del pie. (Figura 39).

Longitud de la pala: Es la longitud total del pie menos la longitud talón-empeine, de lo cual se obtiene la distancia entre los dedos y el empeine, que corresponderá en el calzado a la longitud de la pala. (Figura 39).

La relación entre las medidas del talón-empeine y la de puntera-empeine da la referencia para acomodar el empeine del pie y diseñar la puntera y pala del calzado.

Figura 39. A. Longitud de la pala – B. Longitud Talón-Empeine.⁸¹



⁸⁰ Ibid., p. 88

⁸¹ Ibid.

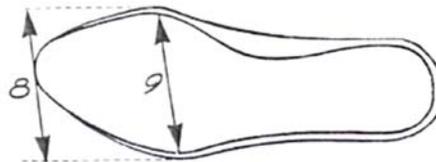
Perímetro de Retención: Es el perímetro más pequeño entre las articulaciones de los dedos y el empeine. Esta medida debe ser ligeramente inferior a la correspondiente del pie pues esta zona debe quedar perfectamente ajustada para impedir que el pie se deslice en el interior. (Figura 40)

Figura 40. Perímetro de retención.⁸²



Anchura de flancos: Es la máxima anchura pasando por los flancos interior y exterior más prominentes de la horma. Sobre el pie esta medida corresponde a la anchura a nivel de las articulaciones metatarso-falángicas. (Figura 41 (8))

Figura 41. Anchura de flancos⁸³



Anchura de flancos sobre la superficie plantar: Es la misma medida anterior pero tomada desde el suelo. (Figura 41 (9))

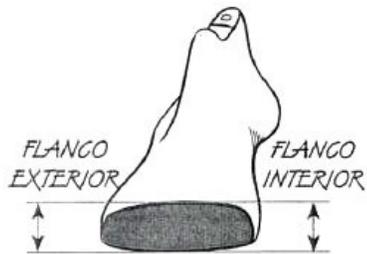
Altura de flancos interior: Altura de la horma a través de la prominencia interior destinada a alojar el primer dedo. (Figura 42)

⁸² Ibid., p. 89

⁸³ Ibid.

Altura de flancos exterior: Altura de la horma a través de la prominencia exterior destinada a alojar el quinto dedo. Para un correcto ajuste, en esta zona debe existir una pequeña holgura entre el pie y el material de corte. (Figura 42).

Figura 42. Altura de flanco interior y exterior.⁸⁴



Ángulo de los Flancos: Este ángulo corresponde al ángulo de la articulación metatarso-falángica tomado desde la superficie plantar que forma dos rectas: *la tangente interior*, que pasa por la parte más ancha del talón y el saliente interior de la horma y la *recta* que pasa por los puntos más prominentes de los flancos interior y exterior.

Figura 43. Ángulo de los Flancos y longitud al flanco exterior.⁸⁵



⁸⁴ Ibid., p. 89

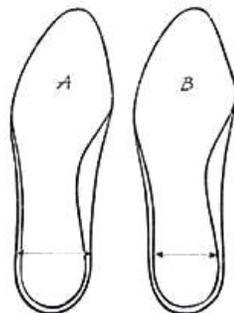
⁸⁵ Ibid., p. 90

Longitud Talón-Flanco Exterior: Es la longitud que va desde el extremo posterior de la trasera de la horma hasta el saliente o flanco exterior destinado a albergar la cabeza del 5° metatarsiano. (Figura 44) El valor de la posición de los flancos deberá ser idéntico al de la población a la que se destina el calzado y se puede expresar como un porcentaje de la longitud total del pie en función de una talla.

Anchura del Talón o Pestaña de la horma: Es la anchura entre los puntos más prominentes del talón o pestaña. Da la máxima anchura del talón. ((A)).

Anchura del talón sobre la superficie plantar: Es la dimensión tomada en la misma posición que la anchura del talón pero a nivel de la superficie plantar, superficie en contacto con la horma. Esta dimensión debe ser igual o ligeramente menor a la anchura del talón del pie en la zona de contacto con el suelo.

Figura 44. Pestaña de la horma (A) y Anchura del talón sobre la superficie plantar. (B)⁸⁶



Altura del tacón: Distancia que se toma descansando la parte del antepie sobre el plano de apoyo, entre la arista posterior de la horma y dicho plano. Siempre y cuando la altura del tacón permita que el plano de apoyo del talón sobre el calzado quede perfectamente paralelo sobre el suelo.

⁸⁶ Ibid

Inclinación del asiento del talón: Es el ángulo de elevación de la parte más atrasada del asiento del talón respecto a la más adelantada. Este ángulo aumenta a medida que crece la altura de tacón.

Curva de talón o curva posterior: Es la curva del talón en la parte posterior del contrafuerte, corresponde al perfil de la sección, tomada por la línea divisoria de la horma, en la trasera. Esta curva varía según la altura del tacón y el estilo del zapato, pero en general debe tener el perfil adecuado para ajustarse al contorno del talón y no permitir que el pie tienda a salirse, además de tener la altura adecuada para que el borde del calzado no lesione el talón de Aquiles.

Figura 45. Curva del talón⁸⁷

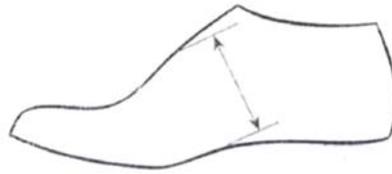


Volumen en los flancos del talón: Se refiere a la forma curvada que adoptan los flancos interior y exterior de la zona del talón. Esta forma de los laterales permite proporcionar la compresión necesaria para una buena sujeción del pie.

Altura del empeine: Es la distancia comprendida entre el punto de referencia del empeine y el punto asociado a la posición de la clave del arco interno situado en la parte más estrecha del enfranque de la horma. Esta dimensión en la horma no debe ser inferior a la dimensión del pie pues puede causar una compresión molesta en el empeine.

⁸⁷ Ibid., p. 92

Figura 46. Altura del empeine⁸⁸



Quebrante de la puntera: Es la elevación de la puntera del zapato tomada desde el plano de apoyo de la horma. En cuanto más bajo el tacón, mayor será el espacio de quebrante, del mismo modo al aumentar el grosor de la suela o su rigidez se debe aumentar el quebrante de la puntera.

Figura 47. Quebrante de la puntera.⁸⁹



Espesor de la puntera: Espesor tomado desde el plano inferior de la horma hasta el nivel del extremo anterior del pie sobre la horma. Esta altura no puede ser nunca inferior a la altura del dedo más alto, pues el roce de los dedos con el material del zapato puede ocasionar problemas. (Figura 48)

Figura 48. Espesor de la puntera⁹⁰



⁸⁸ Ibid., p. 92

⁸⁹ Ibid., p. 93

⁹⁰ Ibid.

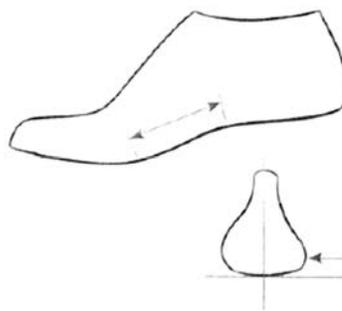
Curva del enfranque de la horma: Es el puente curvado que une el talón y la zona del antepie a nivel de la posición del arco anterior del pie. El grado de curvatura del enfranque dependerá de la altura del tacón, a mayor altura mayor curvatura. Tanto la longitud como el perfil de esta línea deberán ajustar correctamente a la planta del medio pie.

Figura 49. Puntos de apoyo sobre el perfil del enfranque del arco mediano.⁹¹



Área del cuboide: Este es el espacio disponible en el borde lateral exterior de la horma, desde el talón hasta el principio del flanco exterior. En este espacio se acomoda el 5° metatarsiano y el tejido blando y afecta la comodidad del calce en la parte exterior que lo rodea, este espacio dependerá del tipo de calzado (Figura 50).

Figura 50. Área del cuboide⁹²



3.3.2.1. Recomendaciones para el diseño de hormas para calzado urbano: En general, la horma es esa intersección entre la conceptualización, el diseño y la construcción del calzado, por lo tanto debe ser lo más armónico con la morfología

⁹¹ Ibid., p. 94

⁹² Ibid.

y antropometría del pie al que va destinado, incluyendo además aquellas modificaciones en su estructura que por cuestiones de funcionalidad, diseño o moda deberán realizarse.

Algunas de estas recomendaciones generales para el diseño de calzado urbano son:

Ajuste en la trasera: Esta parte del zapato debe adaptarse correctamente a la forma del talón y adecuarse al ancho del tobillo para evitar compresiones y limitaciones del movimiento en esta articulación.

Ajuste en el largo: Este ajuste consiste en dar a la horma una longitud calzable ligeramente mayor que la longitud del pie en reposo que dependerá en gran medida también del estilo del zapato y la forma de la puntera. La longitud del pie se multiplica por un factor de corrección (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Factores de corrección al ajuste en largo⁹³

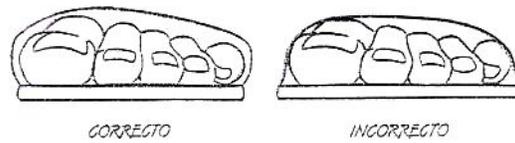
Estilo de zapato	Factor de corrección
Sandalia	1.02
Puntera cuadrada	1.03
Puntera redonda	1.04
Puntera puntiaguda semiredondeada	1.06
Puntera puntiaguda	1.07

Ajuste en ancho: En esta zona la parte más ancha del calzado y del pie deben coincidir; el ajuste en esta parte es muy importante pues de él depende que la flexión de los dedos no se vea dificultada por la suela y que el pie tenga libertad para ocupar las holguras dispuestas en largo y ancho; se debe dar a la horma una

⁹³ Ibid., p. 115

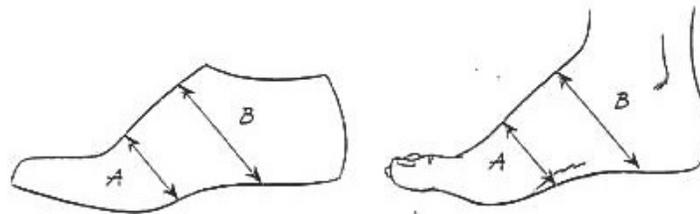
dimensión ligeramente mayor que la del pie en descarga (perímetro de las articulaciones metatarso- falángicas). Esta es una medida que presenta gran dispersión en cuanto a la relación entre longitud total y ancho del pie, y es por esta razón que en muchos países se ha implementado el uso de una escala de anchos además de la del largo, siendo estrecho, medio, ancho y extra ancho. (Figura 51).

Figura 51. Ajuste en ancho⁹⁴



Ajuste en la zona del empeine: El perímetro del empeine de la horma no debe ser menor que el del pie pues esta zona no permite ningún tipo de compresiones. Sin embargo, el perímetro de retención de la horma sí será menor que el perímetro del pie pues de él depende la retención del pie en el zapato evitando deslizamientos. Este ajuste está determinado por el tipo del cierre del zapato y por criterios estéticos más que funcionales.

Figura 52. Perímetro de retención (A) y de empeine (B)⁹⁵

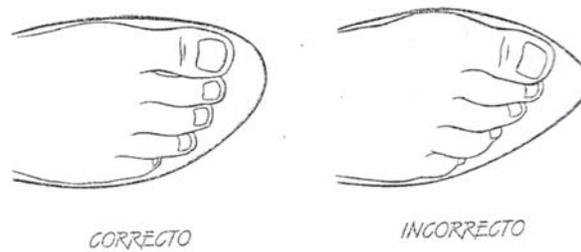


⁹⁴ Ibid., p. 116

⁹⁵ Ibid., p.117

Ajuste de dedos: Este ajuste depende del diseño de la puntera de la horma al igual que el ajuste en largo. Sin embargo, es muy importante diseñar la puntera del calzado de tal manera que no se sometan a los dedos a compresiones ni alteraciones de su forma y posición.

Figura 53. Ajuste de dedos⁹⁶



3.3.2.2. Recomendaciones para el diseño de calzado femenino⁹⁷: Debido a que el calzado femenino difiere ampliamente con el masculino y otros tipos de calzado, se hace necesario tener en cuenta ciertas consideraciones especiales en el diseño de la horma, el diseño del modelo de calzado y los materiales; algunos especialistas que han estudiado ampliamente este elemento del calzado como Ramiro, José⁹⁸ proponen las siguientes:

- ✓ En la longitud calzable de la horma aplicar un factor de corrección (que dependerá de cada estilo de puntera) para que el zapato tenga una holgura en el largo entre 12 a 15 mm respecto al pie.
- ✓ El diseño de la puntera de la horma debe como mínimo tener una altura de 19,7 mm para dejar suficiente espacio a los dedos y evitar presiones.

⁹⁶ Ibid., p. 118

⁹⁷ Las dimensiones recomendadas se hallan basadas en datos podométricos de la población francesa

⁹⁸ RAMIRO. Op. Cit. P. 138-151.

- ✓ Para el perímetro alrededor de las articulaciones en la horma es aconsejable disponer de diferentes anchos para cada talla en largo debido a la dispersión que se encuentra entre las dimensiones de ancho respecto al largo.
- ✓ La altura del flanco interior para la horma debe ser de 36,5 mm y el flanco exterior debe tener una altura mínima de 23mm. Dimensiones tenidas en cuenta para no oprimir los dedos a nivel de las articulaciones.
- ✓ El material de la suela debe tener buenas características de amortiguación y rozamiento para aliviar los efectos de impacto de la marcha, su espesor debe ser entre 8 y 10 mm para permitir la correcta flexión del pie. En caso de utilizar tapas se recomienda una altura mínima de 5mm.
- ✓ Se aconseja incluir una con inserción de materiales viscoelásticos en el talón y para aumentar la capacidad de amortiguación de los tejidos blandos, y bajo las cabezas de los metatarsianos para absorber el incremento de carga.
- ✓ Se sugiere incluir un contrafuerte (refuerzo interior en el talón) con la rigidez y altura adecuada que se adapte a la forma del talón evitando que el pie tienda a salirse del zapato.
- ✓ En el caso del abrochamiento (para el tipo de calzado que lo requiera) se aconseja que cierre a la altura del empeine, y este debería ir acolchado para evitar compresiones excesivas.
- ✓ En la medida que los criterios estéticos lo permitan se recomienda una parte trasera del calzado cerrada pues de lo contrario se obliga a adoptar una postura en garra en los dedos para evitar que el zapato se salga.

3.3.2.3. Parámetros orientativos para el diseño de horma de calzado femenino.

Tabla 3. Datos antropométricos de la población adulta femenina francesa

Dimensiones en mm.	TALLAS									
	34	35	36	37	37.5	38	39	40	41	42
Longitud. Sup. Plantar	226,7	233,3	240	246,7	250	253,3	260	266,7	273,3	280
Perímetro de articulación	202,5	206,5	210,5	214,6	216,6	218,6	222,6	226,6	230,6	234,6
Long. Talón flanco interior	154,2	159	163	168,6	171	173,4	178,2	183	187,8	192,6
Perímetro de empeine	207,7	211,5	215,4	219,3	221,2	223,1	227	231	234,7	238,6
Long. Talón empeine	119,1	122,5	125,9	129,3	131	132,7	136,1	139,5	142,9	146,3
Perímetro de retención	200,8	206,5	210,5	214,6	216,6	218,6	222,6	226,6	230,6	234,6
Ancho de flancos	85	86,6	88,2	89,8	90,6	91,4	93	94,6	96,2	97,9
Ancho de flancos plantar	76,5	77,9	79,4	80,8	81,5	82,3	83,7	85,1	86,6	88,1
Long. Talón/Flanco ext.	126,6	130,8	135,1	139,4	141,5	143,7	148	152,2	156,5	160,8
Ancho talón pestaña	58,6	59,8	60,9	62	62,5	63,1	64,2	65,3	66,4	67,5
Ancho talón Sup. Plantar	38,1	38,8	39,6	40,3	40,6	41	41,7	42,4	43,2	43,9

Fuente: CTC (1971). René Rigal (1991)

3.3.3. El calzado. Desde hace tiempo el calzado cumple más que solo la función de cubrir al pie y protegerlo del exterior, hoy por hoy, el calzado actúa como un elemento primordial en el ejercicio de la marcha humana, brindando características tanto funcionales como estéticas, convirtiéndose en un artículo de indumentaria indispensable del diario vivir, además de un artículo ícono de la moda.

En la actualidad existen diferentes clasificaciones de calzado que varían según la función a la que serán destinados, El calzado puede ser de tipo urbano, deportivo, de seguridad, de descanso o terapéutico, tanto si son para salir a caminar a la calle, para ir a una fiesta, para hacer ejercicio, para ir a trabajar a una fábrica, o para aliviar o corregir enfermedades. Todos estos tipos de calzado además son diferenciados de acuerdo al tipo de población al que van destinados por sexo y edades.

Este estudio se centra en un solo tipo de calzado que es el calzado urbano femenino adulto, pues es uno de los tipos de calzado con más demanda y con más necesidades a suplir, ya que las mujeres han sido unas grandes consumidoras que han convertido este tipo de calzado en un objeto de culto, símbolo de su feminidad y elemento vital de su vestimenta diaria logrando generar infinidad de estilos, modas y tendencias.

Figura 54. Diferentes tipos de calzado urbano femenino⁹⁹



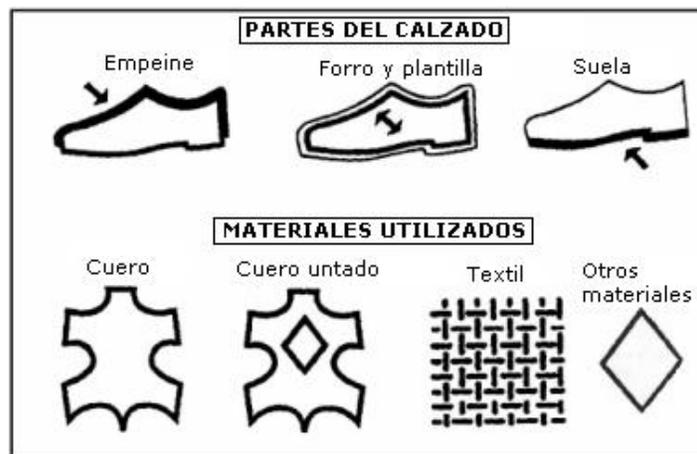
Para hablar de calzado se hace necesario como mínimo conocer sus partes; a grandes rasgos algunas de las partes que se destacan son *la capellada* (empeine o corte), *el forro* (o plantilla), fabricados en cuero, material sintético o textil, *la suela* (o piso) elaborada también en cuero, Policloruro de Vinilo (PVC), elastómero termoplástico (TR), goma, poliuretano (PU), etilvinilacetato (GOMA EVA) o fibras; y *el tacón* fabricado en materiales como el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) o madera. En la Figura 55 se aprecian las principales partes del calzado, y en la Figura 56 el pictograma utilizado en el calzado terminado para describir sus partes y los materiales de los cuales están hechas.

⁹⁹ PÉREZ, Juanjo. El zapato y los sexos. [En línea] Disponible en:<<http://inspirastic.com/los-zapatos-y-los-sexos/>> [Citado 23-08-2013]

Figura 55. Partes del calzado¹⁰⁰



Figura 56. Pictograma partes del calzado¹⁰¹

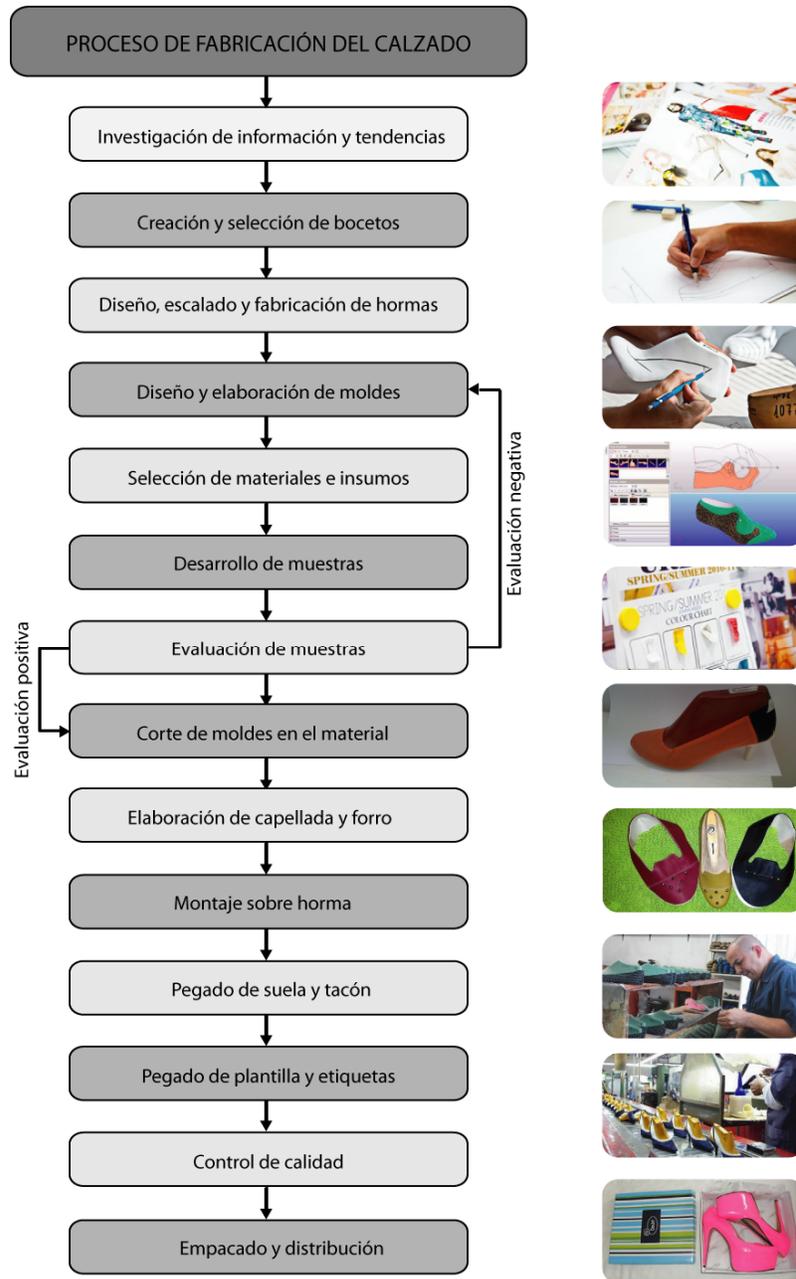


¹⁰⁰ CALZADO ROSI. Partes de zapato [En línea] Disponible en: <<http://www.calzadosrosi.com/blog/27-conoce-las-partes-del-zapato>> [Citado 23-08-2013]

¹⁰¹ Portal del consumidor de la comunidad de Madrid. [En línea] Disponible en: <<http://www.madrid.org>> [Citado 23-08-2013]

3.3.3.1. Proceso de fabricación de calzado.

Figura 57. Proceso de fabricación del calzado¹⁰²



¹⁰² Autor

En el proceso de fabricación del calzado (Ver Figura 57) cada fase es relevante, sin embargo, sobresale el diseñador que imprime su ingenio para destacar estética y funcionalmente el calzado añadiendo sus conocimientos técnicos de ergonomía y diseño, además de ser el responsable de escoger los materiales que harán un producto de calidad, y no menos importante es el hormero que junto al diseñador aplica sus conocimientos en el diseño de la horma, adaptándola al pie del tipo de población a la que estará dirigido el calzado y a la función a la que estará destinado; la horma es considerada el elemento principal en el diseño del calzado, pues de ella depende el buen calce y ajuste que tendrá el zapato y de nada servirían materiales de calidad y buen diseño exterior si el zapato no se ajusta adecuadamente al pie del usuario y éste no queda satisfecho. Es por esta razón que en este estudio nos enfocaremos en esta fase: el diseño de la horma, para asegurar de alguna manera el confort y calce correcto en el calzado urbano destinado a las mujeres adultas de Santander.

3.3.3.2. Factores a tener en cuenta en el diseño de calzado: Existen muchos factores que deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar calzado, sin embargo, de acuerdo al tipo de calzado y a la función a la que estarán destinados se priorizarán algunos aspectos sobre otros. En general, existen 4 aspectos fundamentales que mantienen la relación biomecánica entre el calzado y el pie y que deberán ser contemplados si se desea que el calzado cumpla mejor su función.¹⁰³

- ✓ Adaptar el calzado a la forma y a las dimensiones de los pies de la población a la que se destina.
- ✓ Adaptar el calzado a los movimientos fisiológicos del pie.
- ✓ Tener en cuenta la capacidad de amortiguación de las cargas derivadas del contacto entre el pie y el suelo.

¹⁰³ RAMIRO, Op. cit., p.44

- ✓ Atender las características de rozamiento entre el calzado y la superficie.
- Además, todo buen calzado debe:¹⁰⁴
- ✓ Vestir al pie sin alterar la marcha al andar.
 - ✓ Evitar oprimir el pie, y causar rozaduras y deformidades.
 - ✓ Proporcionar estabilidad y amortiguación.
 - ✓ Mantener un confort térmico para evitar el sudor excesivo y las temperaturas extremas.
 - ✓ Tener buen agarre al suelo para evitar resbalones y caídas.
 - ✓ Tener un acabado interior óptimo evitando costuras defectos que lastimen el pie.
 - ✓ Hacer coincidir la parte más ancha del pie con la parte más ancha del calzado.
 - ✓ Tener el largo adecuado para no afectar los dedos del pie.
 - ✓ Adaptarse al estilo de vida, complexión física y características personales del sujeto que los usa.

3.3.4. Sistemas de numeración del calzado. En un principio el calzado se fabricaba según la medida del pie de cada cliente, según su poder adquisitivo se realizaba una horma especial para su pie o se usaba una hecha que coincidiera en lo más posible con las medidas del pie. A lo largo de los años y con la llegada de la revolución industrial y la fabricación en serie fueron surgiendo modelos que establecían el largo del pie como medida principal de referencia para clasificar por tallas el calzado, en el cual entre más largo era el pie, más grande era el número que representaba la talla, lo cual se estableció como un acuerdo el cual logró abarcar un mayor mercado con la fabricación en masa.

De tal forma se fueron imponiendo algunos sistemas de numeración que establecieron como medida el “punto” para establecer el largo del pie. Pero como pasa en otros sistemas de medición, cada país o región lo adoptó diferente, y por

¹⁰⁴ SALUD Y CALZADO INFANTIL. Partes del calzado [En línea] Disponible en: <<http://saludycalzadoinfantil.wordpress.com/2013/04/10/partes-del-calzado/>> [Citado 23-08-2013]

lo tanto hoy en día se encuentran diferentes sistemas de numeración para calzado según la región.¹⁰⁵ La mayoría de zapatos “tipo exportación” debido a la globalización del mercado poseen al menos 3 tipos de numeración en la etiqueta para adaptarse mejor al sistema de numeración utilizado en cada país o región donde se venda dicho producto. Generalmente, en nuestro país se utiliza el sistema francés que es el más extendido en el mundo, pero en ocasiones se suele utilizar el sistema americano cuando se compra calzado importado. Actualmente está en vigencia un proyecto a nivel internacional que pretende proponer una normativa que globalice un solo tallaje para todo el mundo con el fin de armonizar el mercado y solucionar este problema de diferencias.¹⁰⁶

Sistema Inglés:

Debido a que el sistema inglés incorpora pulgadas y pies en sus unidades, los británicos desarrollaron su propio sistema de medidas para el calzado el cual divide en 3 partes iguales una pulgada, es decir, en 8,46 mm, denominándose a este el “punto inglés” que es la cantidad en lo que varía una talla a otra desde el talla 1 hasta talla 13 (talla 1 = 22 cm). Para una mayor precisión posteriormente se introdujeron las medias tallas y para esto se hizo necesario dividir la pulgada en 6 partes iguales de 4, 23 mm cada una. Además, este sistema para referenciar el ancho en una talla de calzado implementa las letras, A, B, C, D, E, F, G, H, las cuales difieren en 5 mm en cada letra.¹⁰⁷ El número 5(E) de la escala se utiliza para los pies estrechos, el 6(F) para los pies medianos, el 7(G) para los anchos y el 8(H) para los pies más robustos.

¹⁰⁵ BARRETO, Silvia. Diseño de Calzado Urbano. Editorial Nobuko. Buenos Aires, Argentina. 2005 p. 63-65

¹⁰⁶ VT BOLETIN ONLINE VIGILANCIA TECNOLÓGICA N°42. Sistemas internacionales de tallaje de calzado. [En línea] Disponible en: <http://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Boletines/Calzado/opticalz0213.pdf>[citado 16/10/2013]

¹⁰⁷ BARRETO. Op cit., p. 63-65

Para una mujer que calce 3 en sistema inglés, y desee saber la longitud de su pie debe multiplicar su número de talla por el punto inglés y sumarle el número de valor mínimo de longitud en la talla 1, es decir, $(3 \times 8,46\text{mm}) + 220 \text{ mm}$, lo que daría una longitud de 245,38mm.¹⁰⁸

Tabla 4. Anchura de la zona de los metatarsos, sistema inglés.¹⁰⁹

Longitud en size*	Anchura de la zona del metatarso en cm								
	A (1)	B (2)	C (3)	D (4)	E (5)	F (6)	G (7)	H (8)	I (9)
5	19,50	20,00	20,50	21,00	21,50	22,00	22,50	23,00	23,50
6	20,10	20,60	21,10	21,60	22,10	22,60	23,10	23,60	24,10
7	20,65	21,15	21,65	22,15	22,65	23,15	23,65	24,15	24,65
8	21,20	21,70	22,20	22,70	23,20	23,70	24,20	24,70	25,20
9	21,70	22,20	22,70	23,20	23,70	24,20	24,70	25,20	25,70
10	22,25	22,75	23,25	23,75	24,25	24,75	25,25	25,75	26,25
11	22,75	23,25	23,75	24,25	24,75	25,25	25,75	26,25	26,75
12	23,30	23,80	24,30	24,80	25,30	25,80	26,30	26,80	27,30

Sistema Francés:

Este sistema implementado por Napoleón, sugiere el punto “París” que expresa el largo del calzado y el cual divide 2 centímetros en 3 partes iguales, de lo que resulta el 6. 666 mm, y esta medida es la que se denomina “el punto francés” o París que es la cantidad que aumenta en largo del pie en cada talla. Esta escala va de 15 a 50 puntos o el equivalente de 10 cm a 33,33 cm. (la talla 33 francesa equivale a la 1 inglesa).¹¹⁰ Además, para designar el ancho se estableció una escala del 1 al 10 la cual varía en 4mm. (Cantidad derivada de la diferencia entre el empeine exterior e interior y la diferencia en la plantilla.) Sin embargo, a pesar de que existe esta escala para designar el ancho en el tallaje, es muy inusual que las empresas fabriquen un mismo modelo de zapato en una talla con diferentes anchos, normalmente se maneja un ancho promedio, máximo 2.

¹⁰⁸ RAMIRO. Op cit., p. 97-98.

¹⁰⁹ CUERO NET. Numeración de anchos. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/numeracionancho.htm>>[citado 16/10/2013]

¹¹⁰ BARRETO. Op cit., p. 63-65

Es decir, la mujer que calce número 36 en sistema francés y quiera saber la longitud de su pie en mm, debe multiplicar el número de talla por el punto francés: $36 \times 6.666\text{mm}$ lo que le daría como resultado 239,97 mm aproximadamente. El proceso inverso debería hacer si se desea saber qué talla usar sabiendo la longitud de su pie. Para el caso del perímetro de las articulaciones lo que se deberá hacer es multiplicar la talla, por el número de ancho y multiplicarlo por 4. La talla 36 de anchura 5 sería igual a 720 mm de contorno de articulaciones $((36 \times 5) \times 4\text{mm})$.

Sistema Americano:

Este sistema es muy similar al sistema inglés, pues también se mide en pulgadas, y el “punto americano” es igual al “punto inglés” equivalente a 1/3 de pulgada, 8,46 mm. La diferencia reside punto de partida de la escala, pues la inglesa comienza desde 4 pulgadas, y la americana desde 3.5” es decir, 9,94 cm. Lo cual la hace adelantada 1,116 mm lo que hace que los números de tallas empiecen antes que la inglesa.¹¹¹

Para designar el ancho del calzado se utilizan las mismas letras del sistema inglés, pero designando mayor número de letras por ancho.

A continuación una tabla que muestra las equivalencias para cada sistema:

Tabla 5. Tabla de equivalencias de anchos para cada sistema de numeración.

Sistema francés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sistema inglés	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Sistema norteamericano	AAAA		AAA	AA	A	B	C	D	E	EE

Fuente: Cámara de la Industria del Calzado del Estado de Guanajuato

¹¹¹ Ibid., p. 97-98.

El modo de medición de anchos del sistema norteamericano es usado en esa región del continente, incluyendo México, mientras que en el resto de América y en muchas partes del mundo se utiliza una forma más simple: N (*narrow* / angosto), M (*medium* / medio) o R (regular), W (*wide* / ancho).¹¹²

Sistema Métrico o Mondopoint:

Este sistema que es poco difundido consiste en representar la talla del pie y su ancho con las medidas reales del pie expresadas por medio de 2 números separados por un *slash* (/), el primer número representa el largo del pie en mm, y el segundo el ancho del pie en relación al porcentaje del largo del pie.¹¹³ Es decir el tallaje 235/90 en sistema modopoint, significa que el largo del pie de la mujer mide 23,5 cm y el perímetro de sus articulaciones o ancho del pie es 211,5 cm.

Para concluir, una mujer cuyo largo del pie mida 23,53 cm y quiera comprar un par de zapatos deberá preguntar por una talla 36 en sistema francés o europeo, una talla 3,5 en sistema inglés, una talla 6 en sistema americano, y una talla 235 en sistema modopoint.

¹¹² COMPENDIO DE NORMATIVAS APLICABLES AL CALZADO. [En línea] Disponible en: <<http://www.ciceg.org/GUIAS%20DE%20EXPORTACION%20DE%20CALZADO/10%20Normativas%20aplicables%20a%20calzado.pdf>>[citado 16/10/2013]

¹¹³ BARRETO. Op cit., p.63-65

Tabla 6. Tabla de conversión de tallas de calzado¹¹⁴

System		Sizes																System	
Europe		35	35½	36	37	37½	38	38½	39	40	41	42	43	44	45	46½	48½	Europe	
Mexico							4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	9	10	11	12.5	Mexico	
Japan	M	21.5	22	22.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5	26	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	Japan	M
	W	21	21.5	22	22.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5	26	27	28	29	30	31	Japan	W
U.K.	M	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	10	11	12	13½	U.K.	M
	W	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	9½	10½	11½	13	U.K.	W
Australia	M	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	10	11	12	13½	Australia	M
	W	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	10½	11½	12½	14	Australia	W
U.S. & Canada	M	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	10½	11½	12½	14	U.S. & Canada	M
	W	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10.5	12	13	14	15.5	U.S. & Canada	W
Russia & Ukraine	W	33½	34		35		36		37		38		39					Russia & Ukraine	W
Korea (mm.)		228	231	235	238	241	245	248	251	254	257	260	267	273	279	286	292	Korea	
Inches		9	9 1/8	9¼	9 3/8	9½	9 5/8	9¾	9 7/8	10	10 1/8	10¼	10½	10¾	11	11¼	11½	Inches	
Centimeters		22.8	23.1	23.5	23.8	24.1	24.5	24.8	25.1	25.4	25.7	26	26.7	27.3	27.9	28.6	29.2	Centimeters	
Mondopoint		228	231	235	238	241	245	248	251	254	257	260	267	273	279	286	292	Mondopoint	

3.4. MARCO DE ANTECEDENTES.

Al fabricar calzado se tienen en cuenta muchos factores que en conjunto formen un calzado de calidad, tratando de generar un equilibrio entre factores funcionales y estéticos. Factores que están determinados por el diseño del calzado, los materiales utilizados y la fabricación del mismo. Sin embargo, existe un factor que tiene mayor relevancia a largo plazo y es el “confort” o sensación de bienestar generada al usar el calzado por un determinado tiempo y es casi la necesidad más importante a suplir en un cliente. Para esto, un factor clave a tener en cuenta es el calce, definido como el conjunto de propiedades que permite alojar y sujetar correctamente al pie.¹¹⁵ Por tanto, para que un calzado sea cómodo y calce bien se requiere que las dimensiones del pie como longitud, anchos y alturas coincidan

¹¹⁴ Tabla de conversión de tallas de calzado de dama y caballero. [En línea] Disponible en: <<http://blogdelcalzado.com/2012/03/14/nueva-tabla-de-conversion-de-calzado-de-dama-y-caballero-adult-mens-and-womens-shoe-size-conversion-table/>>[citado 16/10/2013]

¹¹⁵ ORGILÉS César, GASCÓN M^a José, DEVESA Joaquín. Confort: Un argumento de ventas. [En línea] Disponible en: <http://www.lavirtu.com/eniusimg/enius4/2006/02/adjuntos_fichero_114650.pdf > [Citado 22-08-2013]

adecuadamente con las dimensiones de la horma,¹¹⁶ pues en el proceso de fabricación del calzado, ésta juega un papel muy importante ya que su diseño impacta significativamente la idoneidad del producto final.¹¹⁷ Por consiguiente al fabricar un par de zapatos nuevos, no solo se debe seguir el ritmo de la moda en su apariencia, sino que también se deben satisfacer los requisitos biomecánicos de la forma del pie con el correcto diseño de la horma.¹¹⁸

Ya que el ajuste (o calce) rige en gran parte la comodidad es necesario conocer las preferencias de ajuste, pues esto puede ayudar a establecer los criterios entre un zapato cómodo o no, ya que no necesariamente en un zapato con estas características se percibe el mismo ajuste en todas las regiones del zapato. Ya que si un zapato es muy estrecho ejercerá presión en los tejidos del pie ocasionando molestia, y si está suelto generará deslizamiento y por tanto habrá fricción entre el zapato y la piel del pie ocasionando lesiones y por tanto también molestia.¹¹⁹ Con el objetivo de identificar éstas características que distinguen un zapato cómodo de uno incómodo se llevó a cabo un estudio¹²⁰ que determinó que las percepciones de las mujeres respecto a sus zapatos dependen de su umbral de sensibilidad y del funcionamiento de sus pies, y que además no se puede hablar de un ajuste global sino de regiones, en las cuales la importancia del ajuste “perfecto” varía en cada una de ellas, por lo tanto, es necesario prestar atención a

¹¹⁶ BARROSO, Mónica. et al. 2005. Anthropometric study of portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 35 p.401-410. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814104002069>> [Citado 18-08-2013]

¹¹⁷ Cheng, F.T. and D.B. Perng, 1999. A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design.Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Volume 25. p.171-185. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814198000985>> [Citado 18-08-2013]

¹¹⁸ CHANNA, Witanna. et al. 2006. Foot measurements from three-dimensional scans: A comparison and evaluation of different methods, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 36. p.789-807. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814106001260>> [Citado 18-08-2013]

¹¹⁹LUXIMON, Ameersing, et al. 2009. Shoe-last design innovation for better shoe fitting, *Computers in Industry*, Volume 60, p.621-628. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361509001365>> [Citado 18-08-2013]

¹²⁰LEE AU, Emily. GOONETILLEKE, Ravindra. (2007). A qualitative study on the comfort and fit of ladies dress shoes, *Applied Ergonomics*, Volume 38, p. 687-696. [En línea] Disponible en: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687007000051>> [Citado 2-11-2013]

cada una de estas partes, por ejemplo, la región de los dedos del pie y la región del arco, son consideradas las más importantes para poseer un ajuste correcto, la región metatarso falángica, un ajuste entre perfecto y flojo, y la región del talón está determinada por el estilo del calzado, ya que varían las preferencias según la “moda” del zapato.

Además, investigaciones como éstas dieron paso al desarrollo de una aplicación informática, capaz de simular ensayos funcionales en diseños virtuales de calzado, y relacionar dichos resultados con la percepción del confort de los usuarios. Dicha herramienta permite detectar y eliminar errores en el diseño del calzado (que influyen en el confort) desde fases tempranas de desarrollo del producto, aumentando así el confort percibido por los usuarios del calzado, así como la eficacia del proceso de diseño.¹²¹

Ésta sensación de “confort”, y “bienestar” es tan importante ya que es una de las primeras impresiones que puede llegar a determinar la compra de un producto (calzado), pues en el poco tiempo que tiene el usuario para probar y calzar el zapato debe sentir que éste se adapta correctamente a sus pies, es por esto que cabe resaltar que con el tiempo de uso, un confort duradero genera lealtad a una marca y es lo que toda empresa busca.¹²²

Idealmente cada persona debería comprar zapatos fabricados y personalizados con hormas hechas a las medidas de su pie, sin embargo, esta opción es muy poco viable económicamente para la mayoría de la población, es por esta razón que nació la “personalización en masa” que promueve el diseño masivo para poblaciones determinadas teniendo en cuenta las características relevantes de

¹²¹ OLASO MELIS, José. Predicción del confort a partir de prototipos virtuales de calzado y modelos de ingeniería asistida por ordenador. Valencia, España 2010. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. [En línea] Disponible en: <<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7730/tesisUPV3241.pdf?sequence=1>> [Citado 18-08-2013]

¹²² ORGILÉS. Op cit.

estas, logrando así, satisfacer necesidades individuales de clientes pertenecientes a un grupo determinado de la población; con la ventaja de combinar los bajos costos de producción con la flexibilidad de la personalización individual.¹²³

Con el objetivo de poder desarrollar esta personalización en masa, nació la necesidad de mejorar y acelerar el diseño de las hormas, logrando la “personalización” a través de hormas basadas en las dimensiones antropométricas del pie de la población *target* hacia quien se dirigen los productos, reconociendo que la horma no sólo es el alma del zapato, sino que también es el principal factor limitante y primordial a la hora de la personalización.

Es por esta razón que los estudios relacionados con las dimensiones del pie cobraron aún más valor, pues gracias a la antropometría y a su inclusión en el diseño de calzado se ha logrado mejorar significativamente las dimensiones de la horma optimizando así el ajuste y confort del calzado.

Países como China y Taiwán, -grandes exportadores de calzado- se han preocupado por estudiar más a fondo el pie, para su aplicación al calzado, estudios que han determinado que para un ajuste apropiado del pie con relación al zapato se debe incluir no sólo la longitud y anchura del pie, sino además una tercera dimensión en relación con la altura.

Sugiriendo dividir el pie en 3 secciones: antepié, mediopie y retropié, de las cuales es necesario al menos medir 2 dimensiones de cada sección para describir medianamente el volumen del pie. Sugiriendo además que una medida de volumen, una altura básica y 2 medidas que indiquen los cambios dimensionales en direcciones ortogonales son suficientes para explicar las variaciones del pie y

¹²³ SHENG, Luo, ZHENBANG, Gong. (2013) Customize last from multiple foot images by a little interaction, Computers & Electrical Engineering, Available online 30 October 2013. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045790613002553>> [Citado 16-12-2013]

por tanto crear un pie modelo que pueda ser escalado usando componentes principales para crear o alcanzar cualquier forma de pie deseado.¹²⁴

Además, han comparado en estudios las diferencias que radican en los diferentes métodos de recolección de datos de dimensiones del pie, entre la toma de medidas de manera manual, y la obtenida por escáneres 3D, y concluyeron que aunque no existen grandes diferencias, en ambos tipos de mediciones es fundamental tener una guía de definiciones de dimensiones y procedimientos de registro que permitan que las mediciones puedan ser reproducibles y repetibles. Ninguno de los dos métodos está exento de errores pues depende de la habilidad de quien tome las medidas manualmente o de los ruidos y suciedades que genere el escaneado. Sin embargo, no cabe duda que el procedimiento manual fue desbancado por el escaneo 3D por ser más rápido, fácil y con la ventaja de tener de forma inmediata la digitalización de los pies.¹²⁵⁻¹²⁶

Conjuntamente y gracias a la conformación de grupos interdisciplinarios entre antropólogos, diseñadores e ingenieros, también se ha incursionado en la creación de software para la creación de hormas que no solo se basan en la ingeniería inversa como los otros existentes en el mercado sino que aplican la información recolectada en sus estudios antropométricos del pie permitiendo diseñar hormas bajo estos estándares y con la facilidad de ajuste según parámetros estéticos, facilitando en gran medida el trabajo de los diseñadores de calzado.¹²⁷

¹²⁴GOONETILLEKE, Ravindra - CHEUK FAN HO, Edmond. Foot Anthropometry in Hong Kong. Department of Industrial Engineering & Engineering Management, Hong Kong University of Science and Technology. Hong Kong, 2008. [En línea] Disponible en: <<http://ihome.ust.hk/~imhcf/papers/aseanfoo.pdf>> Citado [18-08-2013]

¹²⁵CHANNA, Witanna. Op cit.

¹²⁶SHENG, Luo. Op cit.

¹²⁷LUXIMON, Ameersing, at el. 2009. Shoe-last design innovation for better shoe fitting, Computers in Industry, Volume 60, p.621-628. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361509001365>> [Citado 18-08-2013]

Y pensando también en contribuir con la tarea de los diseñadores de calzado, en Taiwán, se creó un Sistema de información de tamaño del pie (*Foot size Information System FSIS*) basado en un estudio antropométrico de la población taiwanesa, con el fin de permitir a los diseñadores acceder más fácilmente a información clasificada sobre las dimensiones del pie, usando esta información como guía para el diseño y fabricación de hormas, y así poder evaluar y determinar más fácilmente los parámetros correctos para la fabricación de este insumo.¹²⁸

Y con el fin también de favorecer al sector del calzado en España, y optimizar su proceso de diseño y fabricación, se realizaron algunos estudios antropométricos, con el objetivo de generar una base de datos actualizada de las dimensiones del pie de la población española y en relación a esta, establecer unas medidas estándares para el diseño de hormas y plantillas al servicio de los fabricantes de calzado, y así contribuir a un calzado de mejor calidad.¹²⁹

Además, la aplicación de estudios similares a estos dio paso al desarrollo de un sistema automatizado para el modelado de hormas de calzado a partir del digitalizado del pie, con el fin de ofrecer una herramienta informática que facilite y agilice el trabajo del hormero y el diseñador de calzado.¹³⁰

¹²⁸Cheng, F.T. and D.B. Perng, 1999. A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design.Taiwan. International Journal of Industrial Ergonomics. Volume 25. p.171-185. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814198000985>> [Citado 18-08-2013]

¹²⁹INSTITUTO BIOMECÁNICO DE VALENCA. Estudio antropométrico y morfológico 3d de los pies de la población española para su aplicación al diseño de calzado y componentes. España, 2005. [En línea] Disponible en: <http://laboral.ibv.org/index.php/es/proyecto/show_proyect/21/9> Citado [18-08-2013]

¹³⁰SOLUCIONES ANTROPOMÉTRICAS. Automatización del modelado de hormas a partir de la captura digitalizada en 3d de las características antropométricas del pie en una población aleatoria de individuos. España, 2001. [En línea] Disponible en: <http://www.solucionesantropometricas.com/pdfs/dossiers/dos_horma.pdf> [Citado 18-08-2013]

Más tarde, gracias a los buenos resultados de este estudio, se realizó otro más ampliamente, enfocado al sector de la moda y confección femenina que estableció tablas antropométricas unidimensionales por talla que definen la forma del cuerpo y la relación peso-altura de la mujer española, sectorizadas por grupo de edad, estandarizando así las medidas para este sector.¹³¹

La ausencia de normalización respecto a tallaje y medidas del pie en América Latina, ha llevado a la realización de varios estudios antropométricos enfocados al pie infantil¹³²⁻¹³³ que pretenden establecer parámetros de diseño para la industria de calzado infantil con el fin de promover la estandarización de medidas para este sector de la población, haciendo ver la importancia de adaptar el calzado, y en especial las hormas, a las dimensiones actuales de la población a la que está dirigido el calzado, y así promover además la industria local.

Alrededor del mundo se han hecho, y se siguen realizando estudios antropométricos del pie¹³⁴⁻¹³⁵⁻¹³⁶ que ratifican cada vez más la importancia de

¹³¹INSTITUTUTO BIOMECAÁNICO DE VALENCIA-MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Estudio antropométrico de la población femenina española. España, 2008. [En línea] Disponible en: <<http://antropometria.ibv.org/>> [Citado 18-08-2013]

¹³²RODRÍGUEZ, Waldo. et al. Estudio antropométrico del pie del niño y púber peruano con vistas a la normalización industrial en la confección de calzado en el Perú. Lima, 2005. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas. [En línea] Disponible en: <http://www.fiis.uni.edu.pe/iifiis/proyectos/pdfs/proyectos_investigacion_aplicada/estudioantropometrico.pdf>[Citado18-08-2013]

¹³³GARZÓN ÁVILA, Myriam Stefany. Método para el diseño de hormas y suelas para calzado, caso específico de aplicación: calzado infantil. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2010. Trabajo de Grado (Diseñador Industrial). [En línea] Disponible en: <<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>> [Citado 18-08-2013]

¹³⁴BAXTER, Marian - BAXTER, David. Anthropometric characteristics of feet of soldiers in the New Zealand Army. School of Preventive and Social Medicine, University of Otago. Dunedin, New Zealand, 2010. [En línea] Disponible en: <http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3912/is_201104/ai_n57428808/> Citado [18-08-2013]

¹³⁵ S. Rawangwong, J. Chatthong, and W. Boonchouytan. Foot Anthropometry of Primary School children in the South of Thailand. World Academy of Science, Engineering and Technology 60 2011. [En línea] Disponible en: <<http://www.academia.edu/4376158/V60-76>> Citado [17-11-2013]

¹³⁶ J.M. Kanaani, S.B. Mortazavi, A. Khavanin, R. Mirzai, Y. Rasulzadeh and M. Mansurizadeh, 2010. Foot Anthropometry of 18-25 Years Old Iranian Male Students. Asian Journal of Scientific Research, 3: 62-69.M. [En línea] Disponible en: <<http://scialert.net/fulltext/?doi=ajsr.2010.62.69&org=11>> Citado [27-12-2013]

conocer más a fondo las propiedades biomecánicas del pie, sus dimensiones y las características poblacionales de los grupos a quienes están dirigidos los estudios, pues la tendencia del diseño de productos y servicios es a el diseño centrado en el usuario y por tanto a la personalización masiva, y para esto es fundamental conocer y definir muy bien al consumidor de los productos, para poder adaptar estos a las necesidades y requerimientos del cliente. Estos estudios permiten categorizar la población y agruparla según características comunes que las distinguen del resto de otros grupos, pues se reconoce que según el lugar donde viven, la raza, el sexo, la edad, la actividad a la que se ocupan, etc. varían las características físicas y dimensionales de un grupo de población a otro. Es en esto que radica la importancia de diseñar para una población específica con el fin de poder satisfacer a un mayor número de usuarios. En el sector calzado, el hecho de definir un usuario(s) específico, estudiar y reconocer sus dimensiones del pie, permite ofrecer un zapato, no solo de mayor calidad y competitividad, sino con mayor confort y ajuste correcto, por medio del diseño de hormas con las dimensiones óptimas que permitan lograr este objetivo. Es por esto además que se hace necesario una normalización en el sector calzado en este tema, sobre todo en nuestro país, pues los diseñadores de calzado y hormas deberían tener una guía clara y estandarizada de las dimensiones actualizadas del pie que se ajusten a la población a la que destinan sus zapatos, y es por medio de este estudio que se pretende contribuir mínimamente a la optimización en el proceso del diseño de hormas para calzado de la región de Santander, aportando información antropométrica sobre las mujeres adultas de un departamento que sobresale a nivel nacional por su producción en el sector calzado.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

4.1. ETAPA 1: DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA POBLACIONAL.

4.1.1. Definición de la muestra. Para determinar el tamaño de la muestra representativa y conocer a cuántas personas se le debía realizar el estudio se determinó que lo más conveniente era aplicar el método de muestreo aleatorio simple, en el que cada uno de los n elementos de la muestra tiene la misma probabilidad de ser elegido.¹³⁷

Así, se recolectó la información suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE en sus tablas de proyección poblacional para el año 2012 y se tuvo en cuenta la población femenina entre 17 y 30 años de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana de todos los estratos, y se aplicó la fórmula de muestra estadística para poblaciones finitas:

$$n = \frac{NpqZ^2}{e^2(N - 1) + Z^2pq}$$

donde:

N= Tamaño de la población

n= tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza o grado de confiabilidad (constante)

Valor de Z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

e= Error muestral (5%)

pq= Varianza de la población =0.5

¹³⁷MORALES, Pedro. Estadística aplicada a las Ciencias Sociales. Universidad Pontificia Comillas .Madrid. <http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1omuestra.pdf>

Tabla 7. Proyección poblacional para el año 2012 de la población femenina entre 17 y 30 años

Mujeres entre 17 y 30 años				
Departamento de Santander				
Bucaramanga	Piedecuesta	Girón	Floridablanca	TOTAL
64.759	17.279	19.895	32.034	133.967

Fuente: DANE¹³⁸

Por tanto al aplicar la fórmula nos da como resultado que para un grado de confiabilidad del 90% el tamaño de la muestra a la que se deberá realizar el estudio es de 270 mujeres.

Cabe anotar que las mujeres de esta muestra pueden ser de cualquier estrato social, con la única condición de ser mujeres saludables y que no posean ningún tipo de deformación o enfermedad en sus pies.

4.2. ETAPA 2: RECOPIACIÓN, TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.2.1. Descripción del equipo. Para la realización de este estudio se utilizó como equipo principal un escáner 3D de pies “*Easy Foot Scan*” de marca Ortho Baltic¹³⁹, (Ver Figura 58) que junto al software incluido “*Foot 3d*” permitía el escaneo de los pies, su digitalización inmediata y la posibilidad de guardar el archivo personal de los pies con extensión Easy Foot Scan Archive (nombredelusuarioX.EFSA) y su posterior manipulación.

¹³⁸Proyecciones de población total por sexo y grupos de edad de 0 hasta 80 y más años (2005 - 2020). <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>.

¹³⁹EASY FOOT SCAN. Ortho Baltic. <http://www.orthobaltic.eu/easy-foot-scan.html>

Figura 58. Scanner Easy Foot Scan- Software Foot 3D¹⁴⁰



Especificaciones técnicas del equipo:

- Dimensiones de escaneo: 400 (Largo) x 200 (ancho) x 200 (alto) mm
- Precisión (máx.): $\pm 0,3$ mm
- Resolución 2D: 200 puntos por pulgada
- Velocidad de barrido: 5 s (sólo 3D), 10 segundos (3D +2 D)
- Procesamiento de datos: 9-19 s (depende de la precisión)
- Formato de salida (3D): Nube de puntos -PCL y ASC; superficie -WRL, STL y .OBJ.
- Formato de salida (2D): .BMP, .JPG
- Límite de peso: 150 kg
- Dimensiones físicas: 780 (largo) x 440 (ancho) x 500 (alto) mm
- Potencia: 110-240V 50/60 Hz, 100 W
- Peso: 30 kg

Requisitos del equipo (computador) para la instalación del software:

- Procesador CPU Pentium IV
- 512 MB de RAM
- Sistema operativo Windows XP, Windows 7 o Windows 8

¹⁴⁰ EASY FOOT SCAN. Ortho Baltic. <http://www.orthobaltic.eu/easy-foot-scan.html>

- Disco duro de datos de exploración

Además se hizo necesario el uso de una báscula digital y una cinta métrica para calcular el peso y la altura de cada uno de los participantes y el empleo del software Microsoft Excel para ir introduciendo los nombres de los participantes, su número de identificación, el peso, la altura y el índice de masa corporal.

4.2.2. Recopilación de la información.

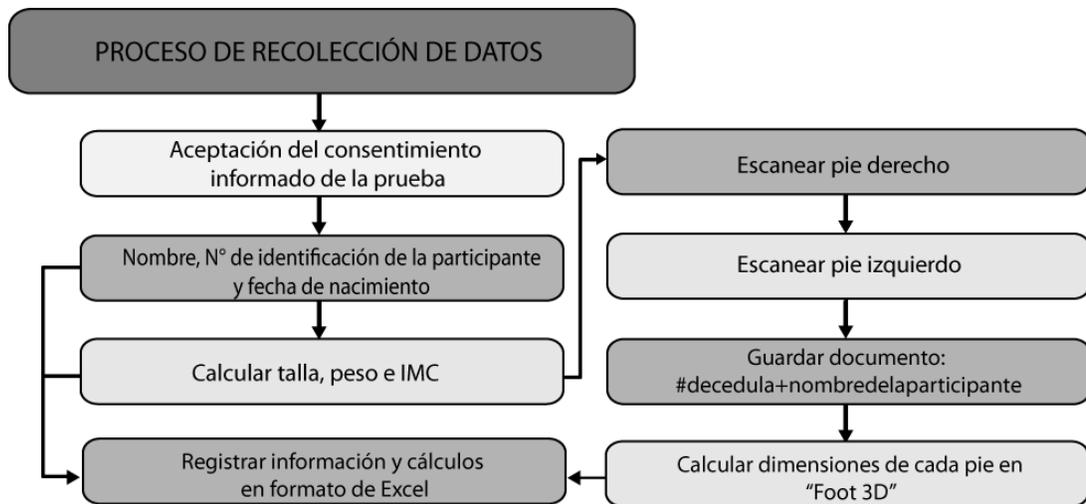
4.2.2.1. Consecución de la muestra: La toma de los datos antropométricos se realizó entre el 12 de marzo al 26 de Junio de 2012 en las instalaciones de bienestar universitario de la Universidad Industrial de Santander a estudiantes que cumplieran con los requisitos establecidos. Por consideraciones del peso del equipo y su delicada manipulación se consideró que la mejor alternativa era mantenerlo fijo en un lugar y hacer llegar a las participantes por voluntad propia a la prueba a través de campañas que se realizaron con anterioridad para captar el interés.

Al final de este período se logró recolectar un total de información de 302 mujeres.

4.2.2.2. Procedimiento de medida y medidas antropométricas a obtener: Las participantes por voluntad propia se acercaban a la oficina designada para la prueba, firmaban y aceptaban el consentimiento informado de esta. Posteriormente se recolectaron sus datos como nombre, N° de documento, fecha de nacimiento, procedían a descalzarse y se les calculaba el peso, la talla y el índice de masa corporal, todos registrados en un formato preestablecido en Excel, posteriormente pasaban al escáner, en posición sedente, haciendo la misma presión en los dos pies, y seguidamente se escaneaba uno por uno sus pies, primero el derecho, después el izquierdo, y se guardaba el archivo personal de cada participante con su Número de documento + Nombre. El tiempo estimado de la prueba para cada participante no superó los 7 minutos.

Después de recolectadas las muestras de todas las participantes, se procedió a calcular las dimensiones de cada uno de sus pies, de hacer observaciones de ellos y de registrar todos los datos en el formato de Excel establecido. En la Figura 59 se resume el proceso de recolección de datos llevado a cabo.

Figura 59. Proceso de recolección de datos.¹⁴¹



Para la obtención de cada una de las medidas de los pies de la participantes se hizo necesario establecer un procedimiento para la toma en el software “*Foot 3D*”, esto se hizo necesario ya que este programa solo arrojaba 2 medidas básicas de las necesarias, ancho y largo del pie. Y algunas otras medidas como ángulos se tomaron gracias a herramientas como Corel Draw e Adobe Ilustator.

Se creó un protocolo de mediciones para la toma de datos en este programa en específico, con el fin de estandarizar el procedimiento y que cada asistente de investigación lograra replicar este procedimiento, y pudiera ser aplicado en el futuro de otras mediciones.

¹⁴¹ Autor.

La definición de estas medidas antropométricas se hizo anteriormente las cuales están basadas en las planteadas por el Instituto Biomecánico de Valencia.

En las Tabla 8 y Tabla 9 se describen los formatos utilizados para la recolección de la información.

Formatos de datos personales y dimensiones del pie.

Tabla 8. Formato de datos personales recolectados.

Nombre de la participante _____
Doc. Identificación _____
Fecha de nacimiento: <u> D/M/A </u>
Estatura (cm): _____
Peso (kg): _____
IMC: _____
Talla de calzado que usa actualmente (Sistema Francés): _____
Tipo de pie según dedos: Griego <input type="checkbox"/> Egipcio <input type="checkbox"/> Cuadrado <input type="checkbox"/>
Tipo de pie según huella: Plano <input type="checkbox"/> Cavo <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/>
Presencia de juanete: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Frecuencia de uso de tacones: _____
Observaciones: _____

Al iniciar el proceso de recolección de datos en el formato Excel, se procedió a abrir cada archivo de los pies por participante, revisarlos, limpiar ruidos, y hacer una observación general de los pies para identificar visualmente el tipo de pie según el largo de sus dedos y el tipo de pie según la huella, además de determinar la presencia de *hallux valgus* (juanete), para posteriormente dar inicio a la obtención de las medidas de cada una de las dimensiones a obtener de cada uno

de sus pies. De las 302 muestras se descartaron 12 archivos por estar dañados o con mucho ruido.

Tabla 9. Dimensiones del pie a medir

		Usuaría # 1		Usuaría # 2	
		Pie derecho	Pie izquierdo	Pie derecho	Pie izquierdo
Dimensiones del pie*	Longitud total del pie (cm)				
	Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano				
	Longitud Talón-Cabeza 5° metatarsiano				
	Ancho articulaciones (cm)				
	Ancho del pie (cm)				
	Ancho del talón (cm)				
	Altura del tobillo (cm)				
	Altura del empeine (cm)				
	Altura Bóveda Plantar (cm)				
	Altura dedo más alto (cm)				
	Altura dedo más pequeño (cm)				
	Altura del Talón (cm)				
	Altura de candado (cm)				
	Altura del recio (cm)				
	Contorno de las articulaciones (cm)				
	Contorno del empeine (cm)				
	Contorno Talón-empeine (cm)				
	Contorno o circunferencia del tobillo (cm)				
	Contorno del recio (cm)				
	Ángulo del quinto dedo (grados)				
Ángulo del primer dedo (grados)					
Ángulo de los flancos (grados)					

*Todas las dimensiones tomadas en posición sedente.

4.2.3. Clasificación y tabulación de la información. Después de tomar los datos de todas las muestras se procedió a ordenarlos, para esto, se utilizó como parámetro de clasificación el largo del pie que permitió agrupar todos los datos por tallas, y aunque cada participante proporcionaba la información de la talla que calzaba, se supuso que no todas las personas usan la talla correcta de zapatos, razón por la cual se consideró en organizarlos uniformemente según el punto París y el Sistema Francés (S.F) de tallaje y así agruparlo por tallas. Para esto, se usó la fórmula, $Talla = (Largo\ del\ pie\ (cm) + 1) * 1,5^{142}$ y se aproximó al entero más cercano, es decir, para una persona con un largo de 23,68 cm su talla correspondiente es igual a $(23,68 + 1) * 1,5$ dando como resultado 37. De esta manera se analizaron los datos, primero en forma general, y posteriormente por grupos de talla para así aplicar los procesos estadísticos. En la Tabla 10 se observan los rangos del largo del pie tenidos en cuenta para agrupar por tallas.

Tabla 10. Clasificación de las tallas según el sistema francés de medición

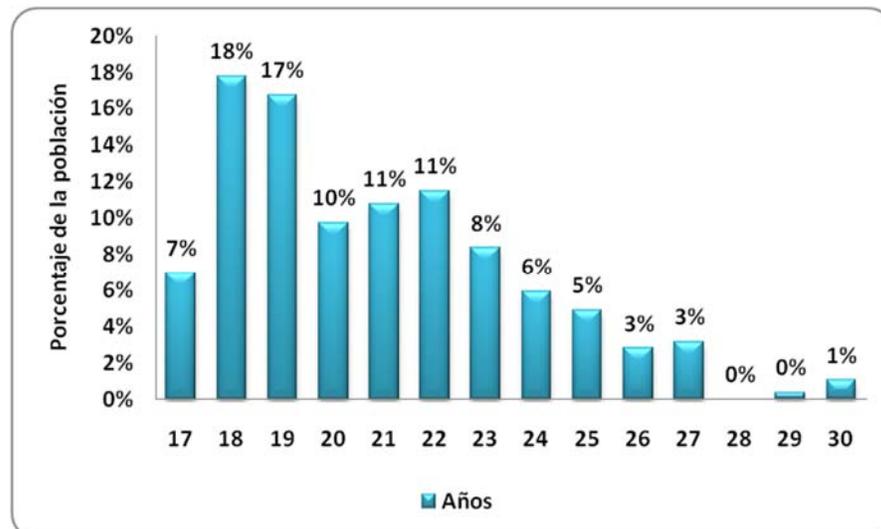
Talla	Rango del Largo del pie
33	21,00-21,66 cm
34	21,67-21,32 cm
35	22,33-22,99 cm
36	23,00-23,66 cm
37	23,67-24,33 cm
38	24,33-24,99 cm
39	25,00-25,66 cm
40	25,67-26,32 cm
41	26,33-27,00 cm

¹⁴² BARRETO, Op cit., p.65

4.2.4. Análisis estadístico de la información.

4.2.3.1. Descripción general de la información: De manera global se observó que a pesar de ser un grupo homogéneo en edad más del 50% de la población está en el rango de 18 a 22 años, (ver Figura 60) lo cual indica una población relativamente joven, en la cual sus pies aún se encuentran saludables, y no están deformados por el uso inadecuado de calzado o por la edad. No se hace necesario contrastar los cambios en el largo del pie según la edad, pues se conoce que el pie de la mujer deja de crecer desde los 13 años.¹⁴³

Figura 60. Distribución de la edad en la población estudiada.



En la Tabla 11 se puede evidenciar que la muestra estudiada está por encima de la de la mujer promedio colombiana¹⁴⁴ que está establecido en 1,60 cm. con una diferencia de 1,5 cm. La longitud del pie se considera normal en un rango entre 21,69 y 25, 85 cm con un promedio de 23,77 cm. El perímetro de las articulaciones

¹⁴³PANAGIOTIS et al. The Evolution of Foot Morphology in Children Between 6 and 17 Years of Age: A Cross-Sectional Study Based on Footprints in a Mediterranean Population, The Journal of Foot and Ankle Surgery, Volume 44, Issue 6, November–December 2005, Pages 424-428.

¹⁴⁴¿Está usted dentro del rango de estatura promedio de los colombianos? http://www.eltiempo.com/vida-de-hoy/salud/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-13128617.html

metatarso-falángicas presenta también una distribución normal con un promedio de 9,1 cm. En las Figura 61 y Figura 62 se pueden apreciar los histogramas de frecuencia para la distribución de estas 2 variables respectivamente.

Tabla 11. Datos antropométricos generales de la población estudiada.

PARÁMETRO	PROMEDIO	D.E.	MEDIANA	MODA	COEF. VARIAC.	SESGO	CURTOSIS	PERCENTILES					
								P5	P10	P25	P75	P90	P95
EDAD	20,9	2,9	20,0	18,0	0,1	0,8	0,1	17,0	18,0	18,8	23,0	25,0	26,0
PESO (Kg)	57,8	9,9	56,0	52,0	0,2	1,2	2,5	45,0	47,0	51,0	62,0	70,0	76,7
IMC	22,2	3,5	21,6	22,6	0,2	1,3	2,2	17,9	18,4	19,8	23,7	26,6	28,4
ESTATURA (cm)	161,4	5,7	161,0	160,0	0,0	0,2	0,3	154,0	155,0	157,0	165,0	168,3	170,7
LONGITUD DEL PIE (cm)	23,8	1,0	23,8	24,4	0,0	0,1	-0,2	22,1	22,4	23,0	24,4	25,1	25,5
ANCHO DEL PIE (cm)	10,3	1,1	10,1	9,8	0,1	1,0	0,8	8,9	9,2	9,5	10,9	11,9	12,5
ANCHO DE LAS ARTICULAC.	9,1	0,5	9,1	9,3	0,1	0,3	0,5	8,4	8,5	8,8	9,4	9,8	10,0
PERIM. METATARSAL	22,8	1,3	22,7	22,4	0,1	0,4	0,5	20,8	21,2	21,9	23,6	24,4	24,9

n=290

Figura 61. Distribución del largo del pie de la población

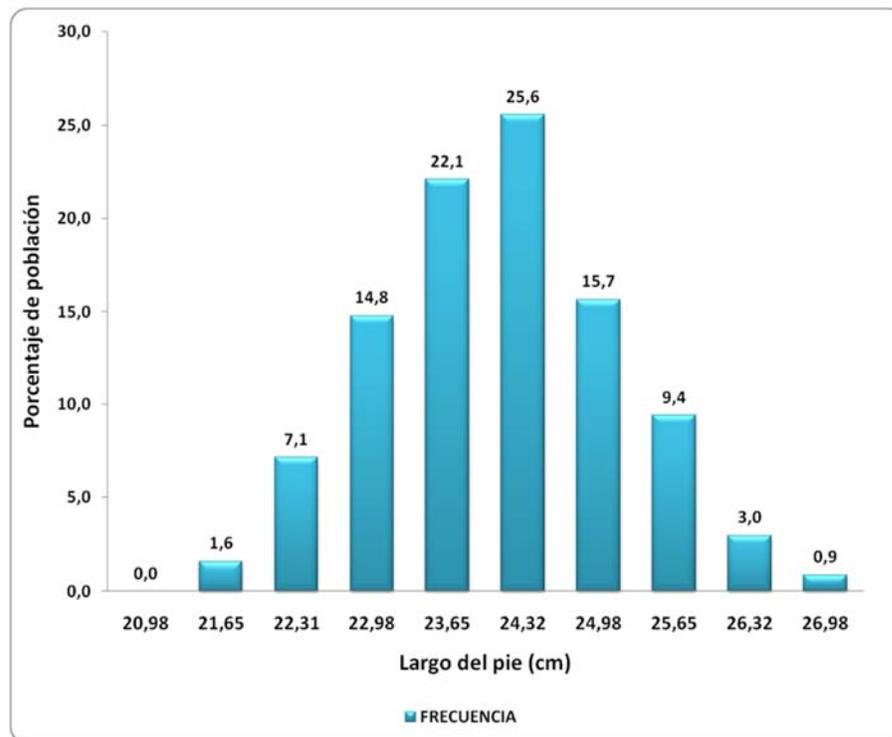
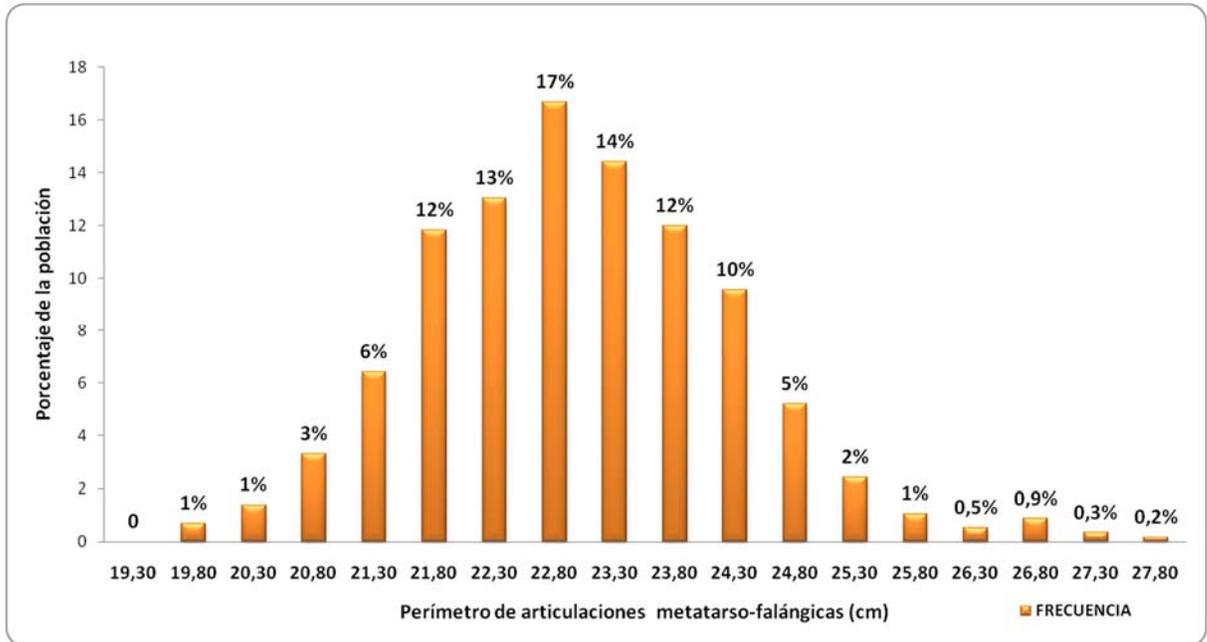
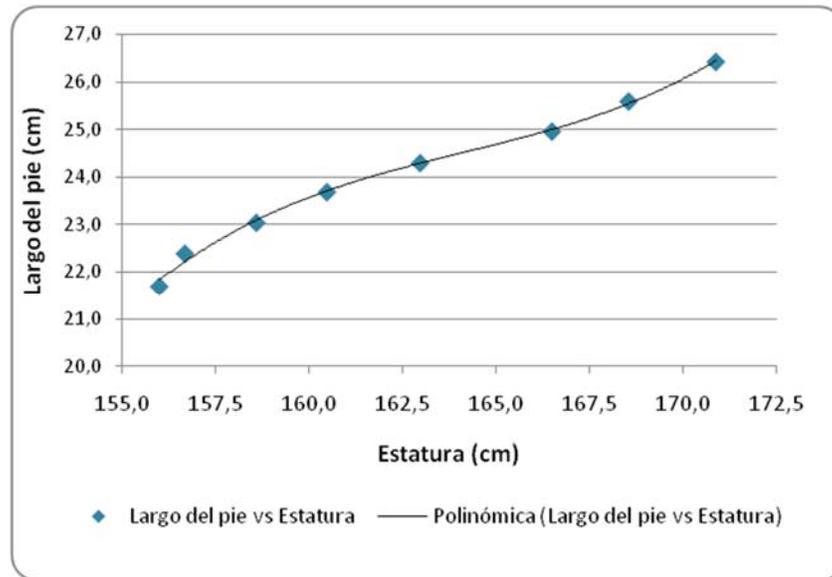


Figura 62. Distribución del perímetro de las articulaciones metatarsianas en la población.



Al analizar la relación existente entre la estatura y el largo del pie promedio de la población por tallas, se observa una tendencia general a un crecimiento mayor de la longitud del pie a mayor estatura, por lo tanto a un incremento en la talla de calzado (Figura 63). Al medir el índice de correlación de estas dos variables arroja un resultado de $R^2= 0,98$ lo cual confirma la estrecha relación, y predice una ecuación polinómica para definir el largo $y = 2,051 * 10^{-3}x^3 - 1,01x^2 + 165,97x - 9077,39$ donde x =Estatura (cm). Sin embargo, al aplicar esta ecuación a una muestra aleatoria de datos, predice el largo del pie en unos casos y en otros no, lo que conlleva a concluir que no se puede generalizar esta afirmación pues existe la posibilidad de personas de estatura baja que posean un pie muy largo, o en el caso contrario, personas muy altas con pies muy cortos, condición probablemente afectada por la genética.

Figura 63. Relación entre la estatura y el largo del pie.



En la Tabla 12 se pueden apreciar las principales medidas antropométricas clasificadas por tallas según el sistema francés, aquí se observan las dimensiones de estatura y largo del pie mencionadas anteriormente, además del ancho y perímetro de las articulaciones metatarso-falángicas, en la que especialmente se evidencia una alta desviación estándar lo que significa que los perímetros en una misma talla varían significativamente entre sí, factor que más adelante se analizará para determinar el porqué de su variabilidad. Otras 2 variables que presentan una alta desviación estándar son el peso y la estatura, pero esto es esperable debido a la alta diversidad de pesos y estaturas en las mujeres entre cada talla.

Tabla 12. Principales medidas antropométricas clasificadas por talla (S.F)

TALLA	% de población	PROMEDIOS POR TALLAS					
		Estatura	Peso	IMC	Largo del pie	Ancho de art. M-F	Perímetro de art M-F
34	4%	156,0 ± 5,0	51,3 ± 5,7	21,1 ± 2,0	21,7 ± 0,2	8,8 ± 0,3	21,6 ± 1,3
35	12%	156,7 ± 3,6	52,1 ± 6,9	21,2 ± 2,8	22,4 ± 0,2	8,8 ± 0,5	22,0 ± 1,2
36	18%	158,6 ± 4,4	54,2 ± 8,1	21,5 ± 2,9	23,0 ± 0,2	8,9 ± 0,4	22,3 ± 1,0
37	27%	160,5 ± 4,1	57,8 ± 9,5	22,5 ± 3,8	23,7 ± 0,2	9,1 ± 0,4	22,6 ± 1,1
38	19%	163,0 ± 4,7	58,9 ± 8,3	22,2 ± 3,2	24,3 ± 0,2	9,3 ± 0,5	23,3 ± 1,2
39	13%	166,5 ± 3,7	64,7 ± 11,4	23,4 ± 4,2	25,0 ± 0,2	9,5 ± 0,4	23,4 ± 1,1
40	6%	168,5 ± 5,1	64,3 ± 10,6	22,7 ± 3,9	25,6 ± 0,2	9,4 ± 0,3	23,7 ± 1,3
41	1%	170,9 ± 7,2	62,6 ± 6,8	21,4 ± 1,6	26,4 ± 0,2	9,4 ± 0,3	24,1 ± 1,2

Para conocer la distribución del peso respecto a la altura de la población se calculó mediante el Índice de masa corporal $IMC = \frac{Peso (kg)}{Estatura^2(m)^2}$.

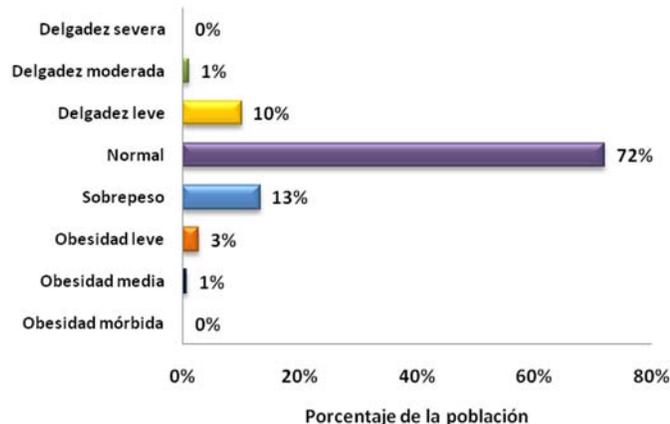
Que según la Organización Mundial de la salud, clasifica los rangos de peso así:

Tabla 13. Clasificación del IMC según la OMS.

Clasificación	IMC kg/m ²
Delgadez severa	<16,00
Delgadez moderada	16,00 - 16,99
Delgadez leve	17,00 - 18,49
Normal	18,50 - 24,99
Sobrepeso	25,00-29,99
Obesidad leve	30,00 - 34,99
Obesidad media	35,00 - 39,99
Obesidad mórbida	≥40,00

Lo cual evidenció que el 72% de la población medida posee una distribución de peso normal con un promedio de 22,2 kg/m² tendiendo la balanza un poco más a sufrir de sobrepeso que de delgadez (Ver Figura 64). Esto demuestra que es una población joven con una tendencia a un peso saludable.

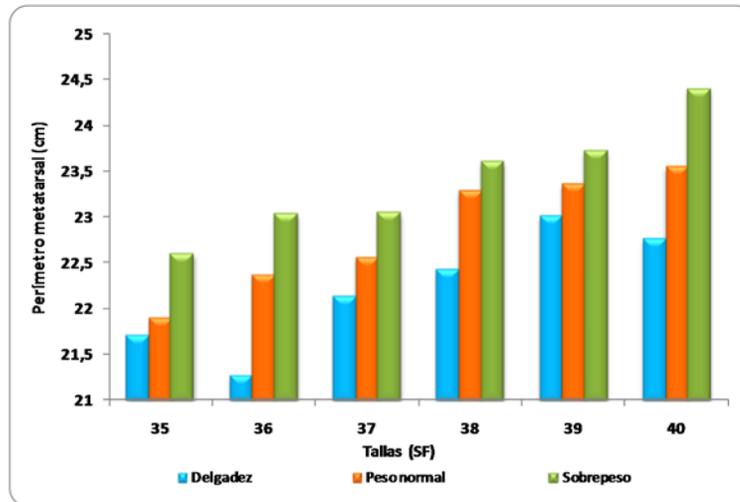
Figura 64. Distribución del IMC en la población



Sin embargo, como existe tanta variabilidad de este factor en la población se quiso conocer la incidencia que tiene el peso y cómo afecta éste las variables del pie a través de un análisis que clasificó a la población en 3 grupos según el IMC: personas con delgadez, con peso normal y con sobrepeso, a estos grupos se le calcularon las medidas promedios de las variables antropométricas del pie clasificadas por tallas. (Ver Tabla 14 y Tabla 15).

Y como resultado se observó que las medidas afectadas por el IMC son todas las relacionadas a anchos y perímetros, todas ellas con una tendencia al aumento entre cada grupo de distribución del peso, es decir, que a mayor IMC mayor ancho o perímetro. En la Figura 65 se puede apreciar de manera general esta tendencia en una de las medidas más significativas en el diseño del calzado que es el perímetro metatarsal.

Figura 65. Perímetro metatarsal influenciado por el IMC clasificado por tallas (S.F)



Para corroborar esta hipótesis se hizo un análisis estadístico incluyendo estas dimensiones de anchos y perímetros relacionadas con el IMC, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) de Kruskal Wallis de un factor (factor=clasificación IMC) con un nivel de confianza del 95 % ($\alpha=0,05$). Posteriormente, se hicieron múltiples comparaciones entre los 3 grupos de clasificación de IMC (Peso normal, con delgadez y con sobrepeso) mediante el test de Dunn-Bonferroni. El resultado, indicó que existen diferencias significativas entre las 3 poblaciones. Como conclusión de este análisis se afirma que en la muestra poblacional medida el aumento del IMC conlleva a un aumento en los contornos y en los anchos del pie.

En la Figura 66, se puede observar el caso en la talla 37, el pie de una persona con el máximo IMC del grupo y el pie de otra con el mínimo IMC del grupo, y la diferencia existente aun cuando las 2 personas tienen el mismo largo del pie y calzan la misma talla.

Todo este análisis conlleva a deducir que no se puede seguir fabricando calzado con un solo perímetro, pues no se está abarcando a toda la población, el hecho que una persona calce lo mismo que otra, es decir, tengan el largo del pie igual, no quiere decir que el resto de dimensiones sean parecidas, en especial las referentes a anchos y perímetros como se demostró anteriormente, aunque cabe aclarar que no siempre el IMC sea el único factor influyente, todo dependerá también de la morfología del pie y las condiciones genéticas de cada persona. No obstante, se podría pensar en usar 3 tipos de anchos (perímetro de metatarsal) para fabricar calzado ancho D, para pies delgados, ancho M (pies medios) y ancho A (pies anchos).

Figura 66. Diferencia entre pies de la talla 37 con el mayor IMC vs menor IMC

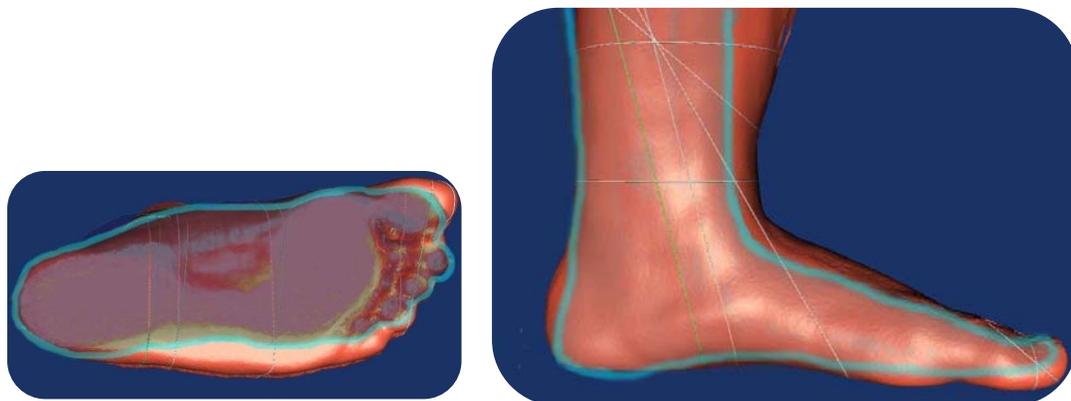


Tabla 14. Medidas antropométricas en función del IMC tallas 35 y 36

Variable ↓	Talla 35			Talla 36		
	Delgadez	Normal	Sobrepeso	Delgadez	Normal	Sobrepeso
	Porcentaje de la población			Porcentaje de la población		
	15,4%	76,9%	7,7%	11,6%	75,8%	12,6%
	n=65			n=95		
Estatura (cm)	157,2 ± 1,6	156,6 ± 3,6	155,0 ± 4,7	161,0 ± 2,9	158,1 ± 4,6	159,7 ± 4,9
Peso (kg)	43,8 ± 2,8	51,2 ± 4,0	67,6 ± 7,7	44,9 ± 1,7	53,7 ± 5,2	69,5 ± 6,2
IMC	17,7 ± 0,9	20,9 ± 1,4	28,1 ± 1,8	17,3 ± 0,6	21,4 ± 1,8	27,2 ± 1,0
Longitud total del pie	22,3 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,1	23,0 ± 0,2	23,0 ± 0,2	22,9 ± 0,2
Long. talón-cabeza 1° met	16,5 ± 0,5	16,5 ± 0,4	16,6 ± 0,5	16,9 ± 0,4	17,0 ± 0,5	17,2 ± 0,5
Long. talón-cabeza 5° met	14,4 ± 0,4	14,7 ± 0,6	14,7 ± 0,6	15,2 ± 0,3	14,9 ± 0,6	15,0 ± 0,7
Longitud Ante pie	13,4 ± 1,1	13,2 ± 0,5	12,4 ± 1,0	13,6 ± 0,4	13,5 ± 0,6	12,9 ± 0,6
Ancho de articulaciones	8,5 ± 0,5	8,8 ± 0,5	9,1 ± 1,1	8,6 ± 0,3	9,0 ± 0,4	9,1 ± 0,5
Ancho del talón	5,9 ± 0,4	6,0 ± 0,3	6,4 ± 0,4	5,9 ± 0,4	6,2 ± 0,4	6,2 ± 0,4
Altura del tobillo	6,1 ± 0,4	6,5 ± 0,6	6,4 ± 0,6	6,3 ± 0,3	6,6 ± 0,7	6,4 ± 0,7
Altura del empeine	7,0 ± 0,5	7,3 ± 0,5	7,6 ± 0,1	7,5 ± 0,5	7,4 ± 0,5	7,6 ± 0,2
Altura Bóveda Plantar	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,5	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,7 ± 0,5	2,1 ± 0,2
Altura del primer dedo	2,3 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,7 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,5 ± 0,2	2,7 ± 0,3
Altura del quinto dedo	2,0 ± 0,1	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2
Altura del Talón	5,4 ± 0,7	5,8 ± 0,8	5,3 ± 0,5	5,5 ± 0,4	5,8 ± 0,8	5,8 ± 0,8
Altura del recio	4,7 ± 0,6	4,6 ± 0,7	5,2 ± 0,4	4,7 ± 0,3	4,7 ± 0,7	4,8 ± 0,6
Perímetro metatarsal	21,7 ± 0,7	21,9 ± 1,3	22,6 ± 2,0	21,4 ± 0,7	22,4 ± 0,9	23,1 ± 1,3
Perímetro del empeine	22,7 ± 0,8	23,3 ± 1,2	24,5 ± 1,8	23,2 ± 0,5	23,5 ± 1,2	23,9 ± 1,3
Perímetro Talón-empeine	28,4 ± 0,8	28,7 ± 1,3	30,9 ± 1,6	29,2 ± 0,7	29,6 ± 1,4	31,0 ± 0,9
Perímetro maleólos	24,4 ± 1,7	24,1 ± 1,5	26,2 ± 2,9	23,6 ± 2,0	24,7 ± 1,5	26,2 ± 1,9
Perímetro del mediopié	21,1 ± 0,6	21,5 ± 1,2	22,5 ± 1,5	21,1 ± 0,9	22,2 ± 1,1	22,8 ± 1,0

Tabla 15. Medidas antropométricas en función del IMC tallas 37, 38 y 39

Variable ↓	Talla 37			Talla 38		
	Delgadez	Normal	Sobrepeso	Delgadez	Normal	Sobrepeso
	Porcentaje de la población			Porcentaje de la población		
	16,4%	61,2%	22,4%	10,2%	73,7%	16,1%
	n=152			n=118		
Estatura (cm)	161,9 ± 4,1	160,7 ± 4,2	158,9 ± 3,3	165,8 ± 3,7	162,7 ± 4,4	160,3 ± 4,7
Peso (kg)	46,9 ± 2,7	55,9 ± 5,3	70,9 ± 7,2	49,3 ± 2,9	57,3 ± 5,2	70,7 ± 10,0
IMC	17,9 ± 0,3	21,7 ± 1,9	28,1 ± 2,6	17,9 ± 0,5	21,6 ± 1,7	27,5 ± 3,3
Longitud total del pie	23,7 ± 0,2	23,7 ± 0,2	23,7 ± 0,2	24,2 ± 0,2	24,3 ± 0,2	24,2 ± 0,2
Long. talón-cabeza 1°met	17,3 ± 0,5	17,5 ± 0,5	17,5 ± 0,7	17,6 ± 0,5	17,8 ± 0,6	18,0 ± 0,4
Long. talón-cabeza 5° met.	15,2 ± 0,6	15,4 ± 0,6	15,5 ± 0,6	15,3 ± 0,6	15,6 ± 0,6	15,8 ± 0,8
Longitud Ante pie	14,0 ± 0,6	13,9 ± 0,5	13,5 ± 0,6	14,7 ± 0,6	14,2 ± 0,5	14,1 ± 0,5
Ancho articulaciones	8,8 ± 0,4	9,1 ± 0,4	9,3 ± 0,4	9,0 ± 0,3	9,2 ± 0,5	9,3 ± 0,5
Ancho del talón	6,1 ± 0,2	6,2 ± 0,4	6,6 ± 0,5	6,2 ± 0,3	6,4 ± 0,3	6,4 ± 0,3
Altura del tobillo	6,5 ± 0,6	6,7 ± 0,6	6,5 ± 0,5	6,4 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,6 ± 0,6
Altura del empeine	7,2 ± 0,7	7,5 ± 0,5	7,4 ± 0,5	7,4 ± 0,4	7,6 ± 0,6	7,8 ± 0,4
Altura Bóveda Plantar	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,5	1,8 ± 0,5	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,5	1,8 ± 0,7
Altura del primer dedo	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,7 ± 0,3	2,4 ± 0,3	2,6 ± 0,3	2,7 ± 0,3
Altura del quinto dedo	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,3	2,1 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,3
Altura del Talón	5,8 ± 0,8	5,9 ± 0,9	5,6 ± 0,6	6,0 ± 0,8	6,0 ± 0,8	6,0 ± 0,7
Altura del recio	4,4 ± 0,7	4,7 ± 0,6	5,0 ± 0,6	4,4 ± 0,8	4,7 ± 0,7	5,0 ± 0,5
Perímetro metatarsial	22,2 ± 1,2	22,6 ± 1,0	23,0 ± 1,0	22,4 ± 1,5	23,2 ± 1,2	23,4 ± 1,2
Perímetro del empeine	23,1 ± 1,1	24,1 ± 1,1	24,8 ± 0,9	23,8 ± 0,7	24,5 ± 1,0	25,4 ± 1,2
Perímetro Talón-empeine	29,4 ± 0,4	30,0 ± 1,8	31,2 ± 1,0	29,5 ± 0,4	30,9 ± 1,0	31,9 ± 1,2
Perímetro maleólos	25,1 ± 1,4	25,1 ± 1,5	26,8 ± 1,8	24,5 ± 1,4	25,9 ± 1,7	26,8 ± 1,1
Perímetro del mediopié	22,1 ± 0,9	22,4 ± 1,1	23,3 ± 1,1	21,9 ± 0,5	22,8 ± 1,2	23,3 ± 0,9

Variable ↓	Talla 39		
	Delgadez	Normal	Sobrepeso
	Porcentaje de la población		
	4%	70%	25,30%
	n=75		
Estatura (cm)	167,0 ± 1,7	166,9 ± 3,8	166,0 ± 3,6
Peso (kg)	51,3 ± 1,2	59,5 ± 5,1	80,2 ± 10,7
IMC	18,4 ± 0,0	21,4 ± 1,6	29,1 ± 3,8
Longitud total del pie	25,1 ± 0,2	24,9 ± 0,2	25,0 ± 0,2
Long. talón-cabeza 1°met	18,1 ± 0,3	18,4 ± 0,5	18,5 ± 0,6
Long. talón-cabeza 5° met.	16,0 ± 0,5	16,2 ± 0,5	16,7 ± 0,6
Longitud Ante pie	15,6 ± 0,3	14,6 ± 0,5	14,2 ± 0,6
Ancho articulaciones	9,5 ± 0,3	9,4 ± 0,4	9,8 ± 0,3
Ancho del talón	5,9 ± 0,2	6,5 ± 0,3	6,9 ± 0,4
Altura del tobillo	7,4 ± 0,5	6,9 ± 0,6	6,6 ± 0,7
Altura del empeine	8,1 ± 0,6	7,7 ± 0,6	7,7 ± 0,5
Altura Bóveda Plantar	1,3 ± 0,5	1,9 ± 0,4	2,0 ± 0,6
Altura del primer dedo	2,2 ± 0,1	2,6 ± 0,2	2,8 ± 0,4
Altura del quinto dedo	1,9 ± 0,1	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,3
Altura del Talón	7,4 ± 1,6	6,1 ± 1,0	5,9 ± 0,9
Altura del recio	5,4 ± 0,6	4,9 ± 0,8	5,0 ± 0,7
Perímetro metatarsial	23,0 ± 0,7	23,4 ± 1,2	23,7 ± 1,0
Perímetro del empeine	22,6 ± 0,7	24,7 ± 0,9	25,4 ± 1,2
Perímetro Talón-empeine	28,7 ± 1,0	31,3 ± 0,9	32,7 ± 1,6
Perímetro maleólos	24,0 ± 0,2	26,1 ± 1,6	28,2 ± 1,5
Perímetro del mediopié	21,6 ± 0,3	23,1 ± 1,1	24,4 ± 1,1

*Dimensiones en cm

Se excluyeron la talla 34 y 40 por no tener suficientes datos significativos.

Como es evidente la alta variación del perímetro de las articulaciones en una misma talla, se determinaron los rangos de variación de estos perímetros para cada talla y se analizó la frecuencia de la población para cada tipo de perímetro (Ver Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20 y Tabla 21). Se tuvo en cuenta que en el sistema francés existen 10 clases de “anchos” para cada talla (que en realidad hacen alusión es al perímetro metatarsal del pie) y además, que en el sector calzado de la región se basan en 2 métodos¹⁴⁵ diferentes para hallar estos perímetros con variaciones entre los dos resultados. A pesar que están estipulados varios anchos, muy pocos fabricantes usan más de uno, el más común utilizado es el #5 (E). El primer método que fue el tomado como referencia para la clasificación, parte de que el perímetro del pie (metatarsal) es 5/6 del largo del pie (mm), y con esto se determina el primer perímetro, y para definir los 9 restantes se le aumentan 4,5 mm respectivamente. (Tabla 16). Por ejemplo, para la talla 37, con un largo del pie establecido en 236,67 mm, el primer “ancho” (A) correspondería a $5/6 * 236,67 = 197,22$. El segundo (B) a $197,22 + (4,5\text{mm}) = 201,72$ y así sucesivamente para el resto de anchos faltantes.

El segundo método (Tabla 17) multiplica el número de la talla por 10, lo divide en 2 y le suma 5 mm. Es decir, el ancho 1(A) correspondiente a la talla 37 es igual a $((37 * 10) / 2) + 5\text{mm} = 190\text{mm}$. El ancho 2 (B) sería $190 + 5\text{mm} = 195\text{mm}$. Etc.

¹⁴⁵ ZAMBRANO, Luis. Conocimientos generales para el montaje de calzado. Servicio Nacional de Aprendizaje. SENA.

Tabla 16. Escala de perímetros metatarsales por talla (S.F) Método # 1.

Talla	Largo del pie (mm)	Escala de perímetros (mm)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
33	210,00	175,00	179,50	184,00	188,50	193,00	197,50	202,00	206,50	211,00	215,50
34	216,67	180,56	185,06	189,56	194,06	198,56	203,06	207,56	212,06	216,56	221,06
35	222,33	185,28	189,78	194,28	198,78	203,28	207,78	212,28	216,78	221,28	225,78
36	230,00	191,67	196,17	200,67	205,17	209,67	214,17	218,67	223,17	227,67	232,17
37	236,67	197,22	201,72	206,22	210,72	215,22	219,72	224,22	228,72	233,22	237,72
38	243,33	202,78	207,28	211,78	216,28	220,78	225,28	229,78	234,28	238,78	243,28
39	250,00	208,33	212,83	217,33	221,83	226,33	230,83	235,33	239,83	244,33	248,83
40	256,67	213,89	218,39	222,89	227,39	231,89	236,39	240,89	245,39	249,89	254,39
41	263,33	219,44	223,94	228,44	232,94	237,44	241,94	246,44	250,94	255,44	259,94

Tabla 17. Escala de perímetros metatarsales por talla (S.F) Método # 2

Talla	Largo del pie (mm)	Escala de perímetros (mm)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
33	210,00	170,00	175,00	180,00	185,00	190,00	195,00	200,00	205,00	210,00	215,00
34	216,67	175,00	180,00	185,00	190,00	195,00	200,00	205,00	210,00	215,00	220,00
35	222,33	180,00	185,00	190,00	195,00	200,00	205,00	210,00	215,00	220,00	225,00
36	230,00	185,00	190,00	195,00	200,00	205,00	210,00	215,00	220,00	225,00	230,00
37	236,67	190,00	195,00	200,00	205,00	210,00	215,00	220,00	225,00	230,00	235,00
38	243,33	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00
39	250,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00
40	256,67	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
41	263,33	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00

Después del análisis hecho, y al comparar los “anchos” más comunes para cada talla se encuentra que en las tallas 35 a la 38 estos perímetros metatarsales (resaltado con rosa en la tabla) se encuentran en una escala entre 3 y 4 veces mayor a la que comúnmente es utilizada para usar calzado (resaltada en celeste en la tabla).

Tabla 18. Tablas antropométricas en función del perímetro metatarsal (talla 35)

Talla 35 Sistema Francés- Longitud del pie entre 22,3 cm y 23 cm.												
VARIABLE	DISTINTOS PERÍMETROS CONSIDERADOS (cm)											
	19,88	20,33	20,78	21,23	21,68	22,13	22,58	23,03	23,48	23,93	24,38	24,83
	Porcentaje de la población											
	3%	3%	6%	13%	24%	16%	6%	7%	9%	4%	3%	6%
Longitud total del pie (promedio)	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2	22,4 ± 0,2
Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano	16,21 ± 0,1	16,5 ± 0,3	16,6 ± 0,6	16,5 ± 0,7	16,6 ± 0,5	16,5 ± 0,4	16,5 ± 0,4	16,6 ± 0,4	16,9 ± 0,2	16,8 ± 0,2	16,2 ± 0,4	16,42 ± 0,5
Longitud Talón-Cabeza 5° metatarsiano	15,26 ± 0,3	14,7 ± 0,7	14,8 ± 0,6	14,6 ± 0,4	14,6 ± 0,6	14,5 ± 0,5	14,9 ± 0,6	14,6 ± 0,7	15,2 ± 1,0	14,2 ± 0,7	14,3 ± 0,0	14,70 ± 0,6
Longitud Ante pie	13,15 ± 0,4	13,3 ± 0,5	13,0 ± 0,8	13,5 ± 0,7	13,3 ± 0,4	13,5 ± 0,8	12,7 ± 0,4	12,8 ± 0,5	13,0 ± 0,3	13,1 ± 0,7	13,1 ± 0,1	12,38 ± 1,1
Ancho articulaciones	8,18 ± 0,3	8,2 ± 0,4	8,2 ± 0,2	8,6 ± 0,3	8,6 ± 0,3	8,6 ± 0,3	8,9 ± 0,6	9,0 ± 0,2	9,5 ± 0,2	9,3 ± 0,4	9,5 ± 0,6	9,67 ± 0,7
Ancho del talón	5,82 ± 0,0	5,4 ± 0,5	5,8 ± 0,2	5,8 ± 0,3	5,9 ± 0,3	6,0 ± 0,2	6,3 ± 0,2	6,3 ± 0,2	6,1 ± 0,3	6,4 ± 0,5	6,4 ± 0,1	6,45 ± 0,4
Altura del tobillo	6,90 ± 1,3	6,8 ± 1,1	6,2 ± 0,4	6,6 ± 0,6	6,4 ± 0,7	6,4 ± 0,6	6,2 ± 0,1	6,5 ± 0,8	6,7 ± 0,4	5,9 ± 0,4	6,3 ± 0,4	6,35 ± 0,6
Altura del empeine	7,75 ± 0,8	7,5 ± 0,8	6,9 ± 0,5	7,4 ± 0,4	7,5 ± 0,4	7,1 ± 0,6	7,1 ± 0,2	7,0 ± 0,3	7,5 ± 0,5	6,5 ± 0,4	7,3 ± 0,3	7,30 ± 0,5
Altura Bóveda Plantar	1,25 ± 0,5	1,5 ± 0,4	1,4 ± 0,7	1,5 ± 0,5	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,4	1,9 ± 0,1	1,6 ± 0,7	1,6 ± 0,5	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,4	2,00 ± 0,1
Altura del primer dedo	2,60 ± 0,4	2,3 ± 0,1	2,4 ± 0,2	2,4 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,5 ± 0,3	2,4 ± 0,3	2,6 ± 0,1	2,6 ± 0,3	2,4 ± 0,2	2,7 ± 0,2	2,65 ± 0,1
Altura dedo del quinto dedo	2,00 ± 0,3	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,0 ± 0,2	2,1 ± 0,1	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,3	2,3 ± 0,3	2,38 ± 0,1
Altura del Talón	6,60 ± 2,7	6,6 ± 2,2	5,6 ± 0,4	5,7 ± 0,7	5,6 ± 0,5	5,6 ± 0,8	5,3 ± 0,6	5,9 ± 0,6	5,9 ± 0,3	5,7 ± 0,3	6,3 ± 0,3	5,70 ± 0,7
Altura del recio	5,00 ± 1,1	5,0 ± 0,6	4,8 ± 0,7	4,8 ± 0,6	4,8 ± 0,7	4,4 ± 0,7	4,6 ± 0,7	4,4 ± 0,7	5,1 ± 0,5	4,0 ± 0,5	3,9 ± 0,1	4,65 ± 0,9
Perímetro metatarsal	19,63 ± 0,1	20,1 ± 0,2	20,5 ± 0,1	21,0 ± 0,1	21,5 ± 0,1	21,9 ± 0,1	22,4 ± 0,2	22,8 ± 0,1	23,3 ± 0,1	23,6 ± 0,0	24,2 ± 0,0	24,63 ± 0,1
Perímetro del empeine	22,23 ± 0,2	22,4 ± 0,3	23,4 ± 1,2	22,1 ± 0,4	22,7 ± 1,0	23,2 ± 0,8	23,7 ± 0,7	24,1 ± 0,8	24,7 ± 1,1	23,9 ± 0,2	25,8 ± 0,7	25,27 ± 1,3
Perímetro Talón-empeine	27,80 ± 0,6	26,9 ± 1,3	29,1 ± 0,3	28,3 ± 1,3	28,5 ± 1,3	28,8 ± 0,9	29,0 ± 0,9	29,2 ± 2,0	30,2 ± 0,7	29,3 ± 0,5	30,0 ± 0,0	31,20 ± 1,7
Perímetro maleólos	23,94 ± 1,7	24,2 ± 0,6	24,8 ± 2,4	23,8 ± 1,7	23,9 ± 1,9	23,9 ± 1,7	25,9 ± 1,9	24,7 ± 2,0	25,2 ± 1,1	25,0 ± 1,8	25,8 ± 1,1	27,31 ± 1,3
Perímetro del mediopí	20,57 ± 0,9	20,6 ± 0,2	20,7 ± 0,4	20,9 ± 0,5	21,0 ± 0,5	21,0 ± 1,0	21,3 ± 0,8	22,6 ± 0,5	23,3 ± 0,6	22,9 ± 0,5	24,7 ± 1,6	23,56 ± 0,7
Ángulo del quinto dedo (grados)	13,58 ± 7,7	10,7 ± 7,6	10,5 ± 3,6	10,9 ± 2,4	11,8 ± 4,7	9,9 ± 3,5	12,6 ± 2,8	12,9 ± 4,4	17,9 ± 6,6	14,2 ± 5,0	11,0 ± 1,7	16,49 ± 3,9
Ángulo del primer dedo (grados)	7,34 ± 0,9	11,0 ± 0,1	5,8 ± 2,5	6,7 ± 3,0	7,6 ± 4,4	8,2 ± 4,2	10,1 ± 2,8	7,4 ± 3,1	12,0 ± 5,8	9,4 ± 3,8	12,3 ± 4,0	7,64 ± 10
Ángulo de los flancos (grados)	83,26 ± 3,7	76,9 ± 3,2	77,0 ± 0,3	77,1 ± 3,6	76,4 ± 4,1	77,0 ± 2,6	79,2 ± 3,4	77,0 ± 5,4	79,1 ± 5,9	73,8 ± 5,9	78,6 ± 2,9	79,44 ± 5,8
Estatura (cm)	157 ± 4,2	157 ± 4,2	153,5 ± 1,3	155,4 ± 2,9	155,2 ± 3,9	157,5 ± 2,5	158,3 ± 1,3	156,2 ± 2,4	160,3 ± 5,1	157,3 ± 2,3	160,5 ± 3,5	158,5 ± 2,1
Peso (kg)	49,50 ± 0,7	49,5 ± 0,7	50,5 ± 6,0	49,7 ± 4,9	51,6 ± 7,2	48,5 ± 2,9	52,3 ± 4,3	54,2 ± 5,3	58,3 ± 5,5	52,0 ± 5,6	54,0 ± 8,5	63,00 ± 15

*Dimensiones en (cm)

Tabla 19. Tablas antropométricas en función del perímetro metatarsal, tallas 36 y 37

Talla 36 Sistema Francés- Longitud del pie entre 23 cm y 23,67cm.											
VARIABLE	DISTINTOS PERÍMETROS CONSIDERADOS (cm)										
	20,52	20,97	21,42	21,87	22,32	22,77	23,22	23,67	24,12	24,57	25,02
	Porcentaje de la población										
	2%	6%	13%	13%	23%	12%	14%	8%	6%	3%	2%
Longitud total del pie (promedio)	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2	23,05 ± 0,2
Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano	17,47 ± 0,1	17,4 ± 0,3	17,1 ± 0,3	16,9 ± 0,6	17,0 ± 0,4	17,0 ± 0,3	16,9 ± 0,6	17,1 ± 0,5	17,2 ± 0,4	17,2 ± 0,4	16,7 ± 0,7
Longitud Talón-Cabeza 5° metatarsiano	15,17 ± 0,4	15,5 ± 0,3	15,2 ± 0,5	14,9 ± 0,7	15,0 ± 0,7	14,9 ± 0,5	14,9 ± 0,7	14,9 ± 0,7	14,8 ± 0,7	14,8 ± 0,6	14,7 ± 0,3
Longitud Ante pie	13,65 ± 0,1	13,6 ± 0,6	13,6 ± 0,7	13,6 ± 0,8	13,6 ± 0,5	13,6 ± 0,4	13,4 ± 0,6	13,3 ± 0,4	13,0 ± 0,7	13,2 ± 0,2	13,3 ± 0,0
Ancho articulaciones	8,08 ± 0,2	8,4 ± 0,4	8,6 ± 0,2	8,8 ± 0,2	8,7 ± 0,2	9,0 ± 0,2	9,2 ± 0,4	9,4 ± 0,2	9,4 ± 0,5	9,5 ± 0,7	9,8 ± 0,1
Ancho del talón	6,28 ± 0,8	5,7 ± 0,2	6,1 ± 0,4	6,0 ± 0,4	6,1 ± 0,3	6,2 ± 0,5	6,1 ± 0,6	6,2 ± 0,4	6,5 ± 0,3	6,7 ± 0,4	6,7 ± 0,4
Altura del tobillo	6,20 ± 0,3	6,4 ± 0,7	6,5 ± 0,7	6,7 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,9 ± 0,8	6,6 ± 0,6	6,0 ± 0,2	6,3 ± 0,4	6,4 ± 0,5	6,3 ± 0,1
Altura del empeine	7,10 ± 1,1	7,5 ± 0,5	7,3 ± 0,4	7,4 ± 0,3	7,4 ± 0,4	7,7 ± 0,6	7,3 ± 0,7	7,3 ± 0,4	7,3 ± 0,4	7,6 ± 0,2	7,6 ± 0,1
Altura Bóveda Plantar	1,50 ± 0,3	1,4 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,8 ± 0,6	1,7 ± 0,4	1,5 ± 0,6	1,7 ± 0,5	1,9 ± 0,6	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1
Altura del primer dedo	2,25 ± 0,2	2,4 ± 0,2	2,4 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,1	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,7 ± 0,2	2,9 ± 0,1	3,0 ± 0,1
Altura dedo del quinto dedo	1,95 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,2	2,4 ± 0,1	2,4 ± 0,1
Altura del Talón	5,60 ± 0,3	6,2 ± 0,9	5,4 ± 0,7	5,7 ± 0,6	5,9 ± 0,8	6,1 ± 1,0	5,7 ± 0,8	5,7 ± 0,9	5,7 ± 0,5	6,1 ± 0,7	6,3 ± 0,1
Altura del recio	4,55 ± 0,2	4,9 ± 0,5	4,9 ± 0,4	4,8 ± 0,5	4,6 ± 0,7	4,9 ± 0,8	4,8 ± 0,8	4,5 ± 0,5	4,3 ± 0,7	4,4 ± 0,4	4,1 ± 0,1
Perímetro metatarsal	20,26 ± 0,0	20,8 ± 0,1	21,2 ± 0,1	21,7 ± 0,1	22,1 ± 0,1	22,6 ± 0,1	23,0 ± 0,1	23,5 ± 0,1	23,9 ± 0,1	24,3 ± 0,2	24,6 ± 0,0
Perímetro del empeine	22,84 ± 0,4	23,1 ± 1,0	22,8 ± 0,9	22,8 ± 1,4	23,6 ± 0,9	23,4 ± 0,6	24,0 ± 0,8	23,9 ± 0,8	24,8 ± 1,0	25,1 ± 0,5	26,2 ± 0,3
Perímetro Talón-empeine	28,87 ± 0,3	29,1 ± 1,6	28,9 ± 1,6	29,3 ± 1,1	29,7 ± 1,4	29,2 ± 1,3	29,8 ± 1,7	30,4 ± 0,6	31,3 ± 1,2	31,4 ± 0,6	31,1 ± 1,6
Perímetro maleólos	22,87 ± 0,1	24,7 ± 1,2	25,2 ± 1,8	24,1 ± 1,7	24,3 ± 1,8	24,0 ± 1,0	24,6 ± 1,6	25,0 ± 1,3	26,1 ± 2,2	26,2 ± 1,1	24,8 ± 0,5
Perímetro del mediopié	19,91 ± 0,3	21,0 ± 0,8	21,3 ± 0,8	21,5 ± 0,4	21,8 ± 0,8	22,2 ± 0,6	22,7 ± 0,8	22,9 ± 0,5	23,9 ± 0,8	23,7 ± 0,6	24,5 ± 1,0
Ángulo del quinto dedo (grados)	6,66 ± 4,6	11,7 ± 4,0	11,2 ± 4,5	11,4 ± 3,2	11,7 ± 4,6	12,2 ± 3,2	13,9 ± 4,3	14,3 ± 3,5	14,3 ± 3,3	11,5 ± 2,6	8,6 ± 5,5
Ángulo del primer dedo (grados)	9,81 ± 6,1	8,5 ± 5,3	5,5 ± 3,5	8,1 ± 2,3	9,0 ± 4,1	8,9 ± 3,1	10,0 ± 5,9	10,5 ± 5,0	8,8 ± 8,4	12,4 ± 3,8	11,0 ± 3,5
Ángulo de los flancos (grados)	73,41 ± 2,6	76,9 ± 4,1	76,6 ± 3,4	76,7 ± 5,3	76,8 ± 4,9	77,0 ± 3,8	76,8 ± 5,3	76,4 ± 5,3	75,0 ± 5,6	75,2 ± 5,7	78,2 ± 2,7
Estatura (cm)	164,5 ± 2,1	158 ± 5,8	157,4 ± 5,3	159,2 ± 6,6	158,6 ± 4,1	158,2 ± 3,2	157,7 ± 3,1	157,6 ± 4,2	160,7 ± 3,1	160,3 ± 0,6	161,5 ± 2,1
Peso (kg)	47,50 ± 0,7	51,3 ± 13	49,7 ± 9,2	53,7 ± 5,9	51,8 ± 5,0	53,4 ± 5,0	57,0 ± 7,1	57,0 ± 10	65,2 ± 8,8	63,3 ± 8,0	57,5 ± 3,5

Talla 37 Sistema Francés- Longitud del pie entre 23,67cm y 24,33 cm.											
VARIABLE	DISTINTOS PERÍMETROS CONSIDERADOS (cm)										
	20,62	21,07	21,52	21,97	22,42	22,87	23,32	23,77	24,22	24,67	25,12
	Porcentaje de la población										
	2%	5%	8%	11%	21%	14%	14%	11%	7%	5%	3%
Longitud total del pie (promedio)	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2	23,69 ± 0,2
Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano	17,54 ± 0,2	17,36 ± 0,4	17,30 ± 0,6	17,50 ± 0,3	17,49 ± 0,6	17,44 ± 0,5	17,21 ± 0,6	17,80 ± 0,6	17,51 ± 0,7	17,44 ± 0,8	17,66 ± 0,6
Longitud Talón-Cabeza 5° metatarsiano	15,64 ± 0,6	15,76 ± 1,0	15,50 ± 0,8	15,29 ± 0,4	15,51 ± 0,5	15,43 ± 0,4	15,16 ± 0,4	15,37 ± 0,8	15,58 ± 0,8	15,12 ± 0,7	14,68 ± 0,5
Longitud Ante pie	13,17 ± 0,7	14,03 ± 0,7	13,90 ± 0,6	13,99 ± 0,7	13,72 ± 0,5	13,97 ± 0,5	13,90 ± 0,5	13,90 ± 0,6	13,81 ± 0,5	13,74 ± 0,7	13,68 ± 0,4
Ancho articulaciones	8,40 ± 0,4	8,56 ± 0,2	8,64 ± 0,2	8,74 ± 0,2	9,06 ± 0,3	9,30 ± 0,3	9,20 ± 0,3	9,24 ± 0,3	9,40 ± 0,4	9,53 ± 0,4	9,68 ± 0,4
Ancho del talón	6,14 ± 0,5	6,12 ± 0,3	6,00 ± 0,4	6,03 ± 0,3	6,30 ± 0,4	6,46 ± 0,5	6,36 ± 0,5	6,28 ± 0,3	6,25 ± 0,4	6,36 ± 0,4	6,65 ± 0,2
Altura del tobillo	6,17 ± 0,5	6,83 ± 0,5	6,46 ± 0,6	6,44 ± 0,5	6,68 ± 0,7	6,73 ± 0,7	6,55 ± 0,5	6,57 ± 0,5	6,78 ± 0,6	6,46 ± 0,7	6,54 ± 0,3
Altura del empeine	7,03 ± 0,4	7,64 ± 0,5	7,36 ± 0,6	7,27 ± 0,8	7,29 ± 0,5	7,68 ± 0,5	7,50 ± 0,4	7,39 ± 0,6	7,77 ± 0,6	7,26 ± 0,6	7,56 ± 0,1
Altura Bóveda Plantar	1,97 ± 0,4	1,71 ± 0,5	1,78 ± 0,4	1,61 ± 0,5	1,73 ± 0,5	1,61 ± 0,6	1,70 ± 0,5	1,79 ± 0,6	1,99 ± 0,3	1,91 ± 0,4	1,80 ± 0,4
Altura del primer dedo	2,27 ± 0,1	2,56 ± 0,3	2,55 ± 0,2	2,46 ± 0,2	2,54 ± 0,2	2,62 ± 0,2	2,71 ± 0,2	2,58 ± 0,2	2,75 ± 0,3	2,54 ± 0,3	2,74 ± 0,1
Altura dedo del quinto dedo	1,93 ± 0,1	2,11 ± 0,1	2,15 ± 0,2	2,18 ± 0,3	2,16 ± 0,3	2,29 ± 0,2	2,27 ± 0,1	2,25 ± 0,2	2,30 ± 0,1	2,21 ± 0,2	2,42 ± 0,1
Altura del Talón	5,20 ± 0,4	5,74 ± 0,9	5,50 ± 0,6	5,68 ± 1,1	5,74 ± 1,1	5,98 ± 1,0	5,84 ± 0,6	6,13 ± 0,7	5,79 ± 0,5	6,09 ± 0,3	5,88 ± 0,2
Altura del recio	4,70 ± 0,4	4,74 ± 0,8	4,74 ± 0,7	4,84 ± 0,4	4,78 ± 0,6	4,89 ± 0,6	4,78 ± 0,7	4,53 ± 0,6	4,69 ± 0,9	4,23 ± 0,8	4,52 ± 0,6
Perímetro metatarsal	20,38 ± 0,1	20,86 ± 0,1	21,34 ± 0,1	21,72 ± 0,1	22,25 ± 0,1	22,62 ± 0,1	23,08 ± 0,1	23,53 ± 0,1	23,98 ± 0,1	24,45 ± 0,2	24,92 ± 0,2
Perímetro del empeine	23,50 ± 1,0	23,47 ± 1,2	23,08 ± 1,4	23,20 ± 0,7	23,95 ± 1,4	24,31 ± 0,8	24,50 ± 0,9	24,82 ± 0,7	24,77 ± 0,9	24,84 ± 1,1	25,54 ± 1,2
Perímetro Talón-empeine	30,19 ± 1,5	29,76 ± 0,6	30,11 ± 1,6	29,78 ± 1,1	29,35 ± 2,4	30,64 ± 1,2	30,31 ± 0,9	30,68 ± 1,2	31,15 ± 1,1	30,58 ± 1,4	31,39 ± 0,6
Perímetro maleólos	25,88 ± 3,2	25,13 ± 1,2	25,44 ± 2,0	25,59 ± 1,7	24,96 ± 1,8	25,49 ± 1,6	25,69 ± 1,1	25,56 ± 2,0	26,22 ± 1,9	25,48 ± 1,7	25,85 ± 1,5
Perímetro del mediopié	21,91 ± 0,6	21,59 ± 0,9	21,52 ± 0,8	21,53 ± 0,5	22,29 ± 0,7	22,82 ± 0,7	22,66 ± 0,8	23,10 ± 0,8	23,80 ± 1,0	23,75 ± 1,2	24,47 ± 1,1
Ángulo del quinto dedo (grados)	12,17 ± 2,1	13,15 ± 6,8	9,08 ± 4,2	9,95 ± 2,5	11,27 ± 4,4	11,90 ± 4,1	12,88 ± 4,7	14,15 ± 5,1	13,01 ± 4,7	14,15 ± 2,8	14,18 ± 3,4
Ángulo del primer dedo (grados)	2,52 ± 1,5	4,72 ± 2,7	7,55 ± 3,3	10,28 ± 4,1	10,39 ± 4,5	10,37 ± 6,2	7,56 ± 4,9	10,40 ± 5,0	10,89 ± 5,8	9,95 ± 2,0	11,53 ± 1,8
Ángulo de los flancos (grados)	76,81 ± 3,4	79,11 ± 5,9	77,95 ± 3,2	75,28 ± 3,8	77,29 ± 4,3	77,40 ± 4,2	76,99 ± 5,3	74,69 ± 2,7	78,10 ± 4,9	75,89 ± 2,9	71,79 ± 6,5
Estatura (cm)	161,0 ± 4,2	162,5 ± 5,7	161,2 ± 3,5	161,2 ± 4,6	160,3 ± 3,9	158,9 ± 3,6	161,1 ± 3,9	159,9 ± 4,4	161,6 ± 4,2	159,9 ± 3,9	157,4 ± 2,9
Peso (kg)	55,7 ± 11	52 ± 3,2	55 ± 8,8	53 ± 7,0	56,4 ± 7,9	62,5 ± 8,6	60,6 ± 12	57,4 ± 6,5	62,7 ± 13	54,6 ± 13	62,4 ± 7,8

Tabla 20. Tablas antropométricas en función del perímetro metatarsal, tallas 38 y 39

Talla 38 Sistema Francés- Longitud del pie entre 24,33 cm y 25 cm.										
VARIABLE	DISTINTOS PERÍMETROS CONSIDERADOS (cm)									
	21,63	22,08	22,53	22,98	23,43	23,88	24,33	24,78	25,23	25,68
	Porcentaje de la población									
	4%	10%	16%	12%	16%	16%	14%	6%	4%	5%
Longitud total del pie (promedio)	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1	24,30 ± 0,1
Longitud talón-cabeza 1 metatarsiano	17,85 ± 0,3	17,73 ± 0,9	17,89 ± 0,7	17,81 ± 1,0	17,88 ± 0,5	17,90 ± 0,5	17,77 ± 0,4	17,74 ± 0,1	17,71 ± 0,2	18,06 ± 0,5
Longitud Talón-Cabeza 5 metatarsiano	16,15 ± 0,2	16,14 ± 0,6	15,76 ± 0,6	15,81 ± 0,7	15,41 ± 0,6	15,25 ± 0,7	15,45 ± 0,6	15,22 ± 0,3	15,70 ± 0,4	15,40 ± 0,7
Longitud Ante pie	14,03 ± 0,4	14,04 ± 0,6	14,43 ± 0,5	14,28 ± 0,6	14,39 ± 0,6	14,15 ± 0,6	14,19 ± 0,8	14,42 ± 0,4	14,38 ± 0,1	14,16 ± 0,5
Ancho articulaciones M-F	9,14 ± 0,5	8,78 ± 0,1	8,89 ± 0,3	9,12 ± 0,3	9,27 ± 0,3	9,34 ± 0,2	9,52 ± 0,4	9,52 ± 0,5	9,18 ± 0,3	9,84 ± 0,5
Ancho del talón	6,65 ± 0,2	6,30 ± 0,4	6,39 ± 0,3	6,29 ± 0,2	6,31 ± 0,3	6,34 ± 0,2	6,44 ± 0,3	6,17 ± 0,4	6,28 ± 0,2	6,79 ± 0,5
Altura del tobillo	6,38 ± 0,9	6,65 ± 0,5	6,56 ± 0,7	6,44 ± 0,3	6,67 ± 0,5	6,86 ± 0,7	6,69 ± 0,3	6,63 ± 0,6	6,78 ± 0,4	6,70 ± 0,2
Altura del empeine	6,83 ± 0,8	7,49 ± 0,4	7,44 ± 0,8	7,36 ± 0,3	7,81 ± 0,3	7,70 ± 0,5	7,71 ± 0,6	7,72 ± 0,5	7,78 ± 0,1	7,70 ± 0,2
Altura Bóveda Plantar	2,05 ± 0,2	1,82 ± 0,4	1,47 ± 0,6	1,68 ± 0,4	1,88 ± 0,4	1,86 ± 0,6	1,83 ± 0,5	1,75 ± 0,9	1,98 ± 0,2	2,00 ± 0,3
Altura del primer dedo	2,53 ± 0,1	2,45 ± 0,2	2,49 ± 0,2	2,65 ± 0,4	2,59 ± 0,2	2,64 ± 0,1	2,64 ± 0,3	2,65 ± 0,3	2,85 ± 0,1	2,70 ± 0,2
Altura dedo del quinto dedo	2,13 ± 0,1	2,12 ± 0,2	2,26 ± 0,2	2,23 ± 0,3	2,22 ± 0,2	2,26 ± 0,1	2,33 ± 0,2	2,35 ± 0,2	2,30 ± 0,3	2,50 ± 0,2
Altura del Talón	5,55 ± 1,0	5,53 ± 0,6	5,96 ± 1,2	5,78 ± 0,8	6,00 ± 0,7	6,18 ± 0,6	5,85 ± 0,5	6,42 ± 0,8	6,33 ± 0,5	6,28 ± 0,7
Altura del recio	4,63 ± 0,7	5,01 ± 0,6	4,88 ± 0,8	4,73 ± 0,8	4,69 ± 0,5	4,81 ± 0,8	4,71 ± 0,6	4,17 ± 0,7	4,43 ± 0,5	4,26 ± 0,4
Perímetro metatarsal	21,33 ± 0,1	21,85 ± 0,1	22,35 ± 0,1	22,75 ± 0,1	23,18 ± 0,1	23,66 ± 0,1	24,12 ± 0,2	24,49 ± 0,1	25,08 ± 0,0	25,38 ± 0,2
Perímetro del empeine	24,15 ± 1,3	24,69 ± 1,3	24,24 ± 0,9	24,65 ± 0,8	24,83 ± 1,4	24,64 ± 1,0	24,75 ± 0,7	24,92 ± 1,0	25,04 ± 0,4	25,54 ± 0,6
Perímetro Talón-empeine	31,10 ± 0,8	30,75 ± 0,7	30,29 ± 0,7	31,06 ± 0,9	31,08 ± 1,4	30,79 ± 1,7	31,44 ± 0,8	30,94 ± 1,1	30,82 ± 0,6	31,58 ± 0,5
Perímetro maleólos	26,57 ± 0,7	25,19 ± 1,8	25,44 ± 1,4	26,36 ± 1,2	25,86 ± 1,9	25,01 ± 1,3	26,26 ± 1,3	25,92 ± 1,4	26,24 ± 1,4	26,99 ± 2,2
Perímetro del mediopí	22,64 ± 1,6	21,87 ± 0,7	22,14 ± 0,8	22,76 ± 0,7	22,91 ± 0,9	22,96 ± 0,7	23,23 ± 1,0	23,79 ± 1,6	23,90 ± 0,2	24,29 ± 0,9
Ángulo del quinto dedo (grados)	11,63 ± 7,8	9,26 ± 4,7	10,63 ± 4,5	11,94 ± 2,9	13,11 ± 4,7	13,26 ± 4,4	13,82 ± 3,6	12,40 ± 2,6	14,60 ± 4,4	15,02 ± 3,9
Ángulo del primer dedo (grados)	9,03 ± 2,6	6,00 ± 4,1	11,22 ± 2,6	10,76 ± 4,9	6,72 ± 3,4	8,93 ± 5,8	9,46 ± 4,9	10,41 ± 3,4	4,14 ± 4,1	9,60 ± 3,1
Ángulo de los flancos (grados)	79,31 ± 0,7	79,45 ± 6,6	76,03 ± 5,0	77,20 ± 7,1	74,56 ± 2,8	73,49 ± 4,4	75,80 ± 5,5	74,62 ± 2,7	77,47 ± 3,3	73,88 ± 7,4
Estatura (cm)	158,3 ± 2,6	164,8 ± 4,7	160,9 ± 4,3	162,3 ± 5,1	163,5 ± 4,7	163,1 ± 6,0	162,8 ± 3,5	164,8 ± 3,3	163,3 ± 3,8	166,6 ± 3,4
Peso (kg)	52,75 ± 3,8	59,50 ± 8,7	56,50 ± 5,8	59,67 ± 6,4	59,00 ± 7,3	57,13 ± 6,4	60,79 ± 8,7	62,17 ± 19	62,25 ± 6,9	61,40 ± 4,3

Talla 39 Sistema Francés- Longitud del pie entre 25 cm y 25,67 cm.										
VARIABLE	DISTINTOS PERÍMETROS CONSIDERADOS (cm)									
	22,18	22,63	23,08	23,53	23,98	24,43	24,88	25,33	25,78	
	Porcentaje de la población									
	4%	4%	16%	20%	11%	24%	8%	4%	3%	
Longitud total del pie (promedio)	25,0 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2	24,97 ± 0,2
Longitud talón-cabeza 1 metatarsiano	18,39 ± 0,4	18,17 ± 0,5	18,56 ± 0,4	18,46 ± 0,6	18,39 ± 0,6	18,41 ± 0,6	18,53 ± 0,8	18,05 ± 0,2	18,59 ± 0,1	
Longitud Talón-Cabeza 5 metatarsiano	16,79 ± 0,2	16,17 ± 0,2	16,30 ± 0,4	16,57 ± 0,6	16,41 ± 0,7	16,09 ± 0,5	16,29 ± 0,6	15,92 ± 0,6	16,14 ± 0,4	
Longitud Ante pie	15,33 ± 0,5	15,13 ± 0,3	14,78 ± 0,5	14,37 ± 0,5	14,59 ± 0,3	14,38 ± 0,6	14,43 ± 0,3	14,60 ± 0,3	14,45 ± 0,1	
Ancho articulaciones M-F	8,96 ± 0,1	8,97 ± 0,2	9,22 ± 0,4	9,40 ± 0,4	9,51 ± 0,2	9,62 ± 0,3	9,80 ± 0,4	9,66 ± 0,3	9,59 ± 0,4	
Ancho del talón	6,42 ± 0,2	6,51 ± 0,1	6,31 ± 0,3	6,47 ± 0,3	6,33 ± 0,3	6,65 ± 0,4	6,89 ± 0,5	6,50 ± 0,2	6,95 ± 0,2	
Altura del tobillo	7,13 ± 0,2	6,87 ± 0,4	6,88 ± 0,7	6,61 ± 0,7	6,83 ± 0,9	6,81 ± 0,7	6,97 ± 0,7	6,97 ± 0,4	6,75 ± 0,8	
Altura del empeine	8,10 ± 0,2	8,13 ± 0,3	7,87 ± 0,7	7,57 ± 0,6	7,81 ± 0,8	7,64 ± 0,6	7,58 ± 1,0	8,03 ± 0,5	7,40 ± 0,7	
Altura Bóveda Plantar	1,73 ± 0,2	2,03 ± 0,2	1,76 ± 0,5	2,02 ± 0,3	1,80 ± 0,5	1,98 ± 0,4	1,42 ± 0,9	1,87 ± 0,3	2,15 ± 0,2	
Altura del primer dedo	2,67 ± 0,1	2,77 ± 0,1	2,56 ± 0,3	2,55 ± 0,3	2,64 ± 0,3	2,66 ± 0,3	2,65 ± 0,3	2,97 ± 0,3	2,95 ± 0,5	
Altura dedo del quinto dedo	2,10 ± 0,2	2,30 ± 0,0	2,18 ± 0,3	2,21 ± 0,2	2,28 ± 0,1	2,34 ± 0,3	2,40 ± 0,3	2,23 ± 0,3	2,35 ± 0,1	
Altura del Talón	5,33 ± 0,4	5,70 ± 0,8	6,43 ± 1,3	5,75 ± 0,6	6,51 ± 1,3	6,26 ± 1,1	6,50 ± 0,9	6,00 ± 0,0	5,95 ± 0,4	
Altura del recio	4,90 ± 0,1	4,77 ± 0,4	5,04 ± 0,5	4,79 ± 0,7	4,93 ± 1,1	4,98 ± 0,7	5,22 ± 0,8	4,57 ± 0,7	4,40 ± 1,4	
Perímetro metatarsal	21,58 ± 0,2	21,86 ± 0,2	22,42 ± 0,2	22,90 ± 0,1	23,30 ± 0,1	23,75 ± 0,1	24,19 ± 0,1	24,61 ± 0,1	25,12 ± 0,1	
Perímetro del empeine	23,42 ± 0,7	24,16 ± 1,0	24,29 ± 1,0	24,91 ± 0,7	24,89 ± 1,3	24,85 ± 1,2	26,16 ± 1,0	25,74 ± 1,0	25,97 ± 0,6	
Perímetro Talón-empeine	31,12 ± 0,4	31,12 ± 0,2	30,15 ± 1,5	31,95 ± 1,1	31,66 ± 1,4	31,84 ± 1,3	32,10 ± 1,3	32,00 ± 1,2	32,32 ± 1,0	
Perímetro maleólos	24,46 ± 0,9	25,74 ± 1,1	25,68 ± 1,8	27,38 ± 1,6	26,34 ± 1,9	26,50 ± 1,7	27,65 ± 1,8	26,02 ± 0,3	27,00 ± 0,3	
Perímetro del mediopí	21,95 ± 0,2	22,20 ± 0,4	22,12 ± 0,9	23,29 ± 1,1	23,49 ± 0,9	23,68 ± 0,9	24,71 ± 0,8	24,63 ± 1,1	25,47 ± 1,1	
Ángulo del quinto dedo (grados)	6,89 ± 3,8	7,49 ± 3,3	10,46 ± 5,1	13,43 ± 3,5	15,55 ± 4,4	15,38 ± 4,1	14,14 ± 6,1	12,35 ± 1,9	12,85 ± 0,9	
Ángulo del primer dedo (grados)	12,78 ± 5,8	12,61 ± 4,0	12,59 ± 4,0	7,74 ± 5,7	7,81 ± 4,4	8,79 ± 5,1	9,93 ± 5,3	9,27 ± 4,6	5,33 ± 2,7	
Ángulo de los flancos (grados)	79,71 ± 2,2	77,05 ± 3,6	75,65 ± 3,7	78,38 ± 4,6	78,01 ± 4,8	75,93 ± 4,8	76,71 ± 2,9	77,13 ± 5,0	75,11 ± 3,7	
Estatura (cm)	166,7 ± 3,2	166,3 ± 3,8	165,6 ± 4,3	167,0 ± 4,4	167,6 ± 4,2	166,3 ± 4,0	165,2 ± 3,1	166,3 ± 1,2	168,5 ± 2,1	
Peso (kg)	56,33 ± 2,5	56,67 ± 2,5	57,33 ± 4,7	70,53 ± 13	64,50 ± 11	63,75 ± 8,5	74,17 ± 15	59,83 ± 8	68,50 ± 2,1	

*Dimensiones en (cm)

Tabla 21. Tabla antropométricas en función del perímetro metatarsal, talla 40.

Talla 40 Sistema Francés- Longitud del pie entre 25,67 cm y 26,33 cm.					
VARIABLE	DISTINTOS PERÍMETROS CONSIDERADOS (cm)				
	22,74	23,19	23,64	24,09	24,54
	Porcentaje de la población				
	20%	17%	23%	14%	6%
Longitud total del pie (promedio)	25,6 ± 0,1	25,6 ± 0,1	25,6 ± 0,1	25,6 ± 0,1	25,6 ± 0,1
Longitud talón-cabeza 1 metatarsiano	18,63 ± 0,4	18,80 ± 0,6	18,49 ± 0,3	18,60 ± 0,4	18,34 ± 0,3
Longitud Talón-Cabeza 5 metatarsiano	16,79 ± 0,5	16,12 ± 0,3	16,40 ± 0,5	16,55 ± 0,4	15,94 ± 0,6
Longitud Ante pie	15,67 ± 0,6	14,68 ± 0,6	14,31 ± 1,8	13,63 ± 2,2	14,55 ± 0,5
Ancho articulaciones M-F	9,20 ± 0,2	9,39 ± 0,3	9,36 ± 0,2	9,53 ± 0,4	9,71 ± 0,1
Ancho del talón	6,49 ± 0,5	6,66 ± 0,2	6,48 ± 0,4	6,67 ± 0,3	6,67 ± 0,2
Altura del tobillo	6,96 ± 0,6	7,02 ± 0,6	6,60 ± 0,6	6,28 ± 0,2	7,45 ± 1,2
Altura del empeine	8,19 ± 0,3	7,82 ± 0,6	7,69 ± 0,4	7,68 ± 0,6	7,65 ± 0,5
Altura Bóveda Plantar	1,73 ± 0,6	1,88 ± 0,6	1,59 ± 0,5	2,00 ± 0,4	1,40 ± 1,0
Altura del primer dedo	2,70 ± 0,3	2,50 ± 0,2	2,60 ± 0,4	2,64 ± 0,5	2,95 ± 0,4
Altura dedo del quinto dedo	2,20 ± 0,2	2,20 ± 0,2	2,24 ± 0,2	2,32 ± 0,3	2,55 ± 0,1
Altura del Talón	5,53 ± 1,0	6,30 ± 0,9	6,29 ± 1,0	5,66 ± 0,6	6,50 ± 1,4
Altura del recio	5,33 ± 0,2	5,10 ± 0,4	4,74 ± 0,7	4,78 ± 0,6	5,45 ± 0,5
Perímetro metatarsal	22,50 ± 0,1	23,01 ± 0,1	23,34 ± 0,2	23,87 ± 0,2	24,15 ± 0,1
Perímetro del empeine	24,56 ± 1,5	24,90 ± 0,7	24,91 ± 0,6	25,26 ± 0,7	24,94 ± 0,8
Perímetro Talón-empeine	31,34 ± 1,9	32,34 ± 2,1	31,42 ± 1,5	32,43 ± 1,4	31,57 ± 2,6
Perímetro maleólos	26,15 ± 1,8	26,98 ± 2,1	26,61 ± 1,8	27,89 ± 2,4	26,09 ± 1,8
Perímetro del mediopié	22,19 ± 0,8	22,48 ± 0,4	23,07 ± 0,6	23,47 ± 0,7	24,01 ± 0,0
Ángulo del quinto dedo (grados)	8,41 ± 2,9	11,63 ± 4,5	10,02 ± 3,2	13,92 ± 3,5	11,95 ± 1,3
Ángulo del primer dedo (grados)	7,70 ± 3,3	7,88 ± 6,3	12,83 ± 8,5	10,13 ± 1,4	9,91 ± 1,3
Ángulo de los flancos (grados)	78,4 ± 2,5	73,3 ± 4,8	77,1 ± 2,5	77,5 ± 4,3	75,7 ± 1,6
Estatura (cm)	170,1 ± 5,0	171,7 ± 6,2	165,3 ± 4,0	167,6 ± 3,0	164,5 ± 3,5
Peso (kg)	59,57 ± 3,1	59,50 ± 5,7	60,75 ± 4,9	70,00 ± 14	76,50 ± 22

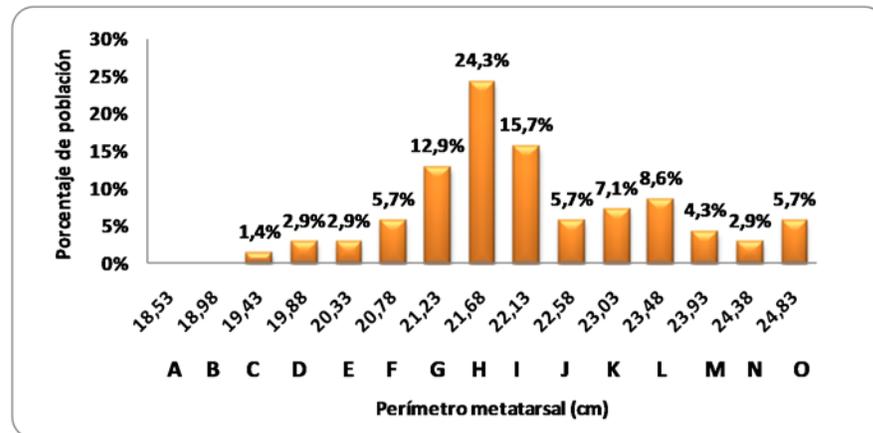
*Dimensiones en (cm)

Para apreciarlo mejor, en la Figura 67 se observa que para la talla 35 el perímetro con mayor frecuencia (24%) en este grupo es de 21,5 cm clasificado como 8(H) en la escala de 1-10 de “anchos” del sistema francés, el otro 21% de la población se ubica entre los perímetros 9(I) y 10 (J), y un porcentaje mayor que estos dos (29%) se encuentran fuera de la escala del 1 al 10, llegando hasta un ancho 15(O).

Para el resto de tallas faltantes hasta la 38, sucede algo similar, la tendencia es a que la frecuencia de perímetros es mayor que a la común utilizada en el calzado, sin embargo, en el caso de las tallas grandes 39 y 40, no se ve tan marcada esta diferencia porque los perímetros son más cercanos al ancho común utilizado.

No obstante se puede concluir que el pie de la mujer de la región es mucho más ancho que al que se le está fabricando calzado, y tal vez esta sea una de las razones por las cuales las mujeres tengan que usar una talla de más para que les calce mejor el zapato en esta parte.

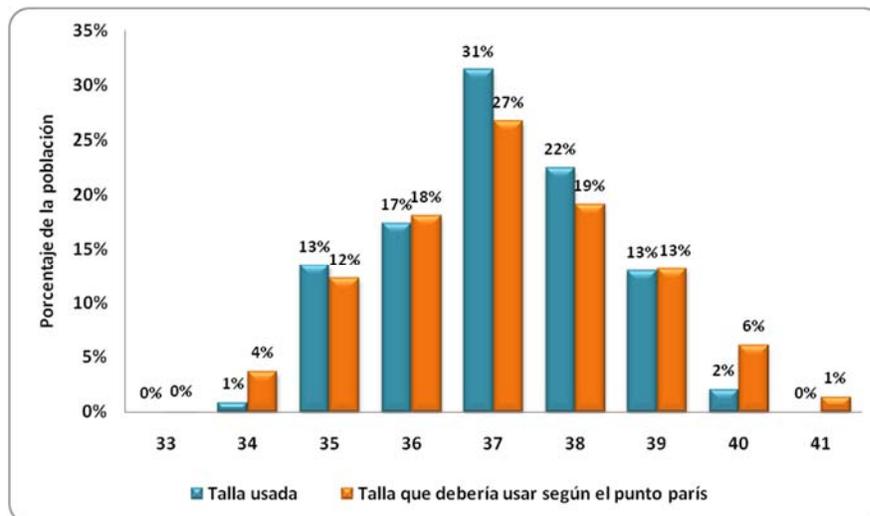
Figura 67. Frecuencia de perímetro metatarsal en la talla 35



En la Figura 68 se aprecia resumidamente la distribución del largo del pie y el perímetro metatarsal en la distribución y su respectiva frecuencia.

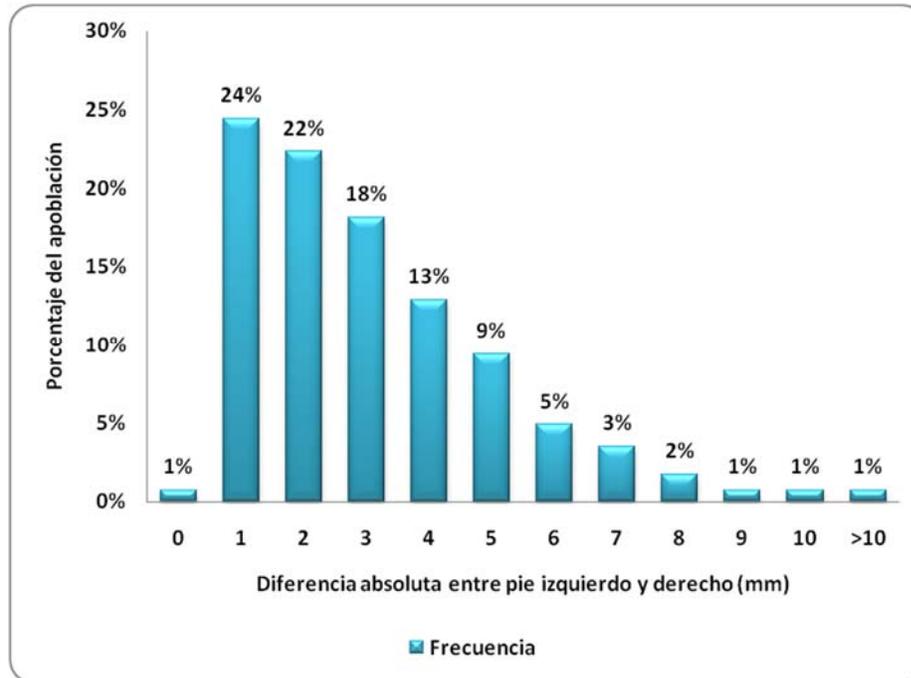
tener un pie más largo que otro lo cual indicaría que debe usar una talla diferente en cada pie según la magnitud de la diferencia y dado que esto no es posible usan una talla más chica o más grande en un pie que la que deberían. O también, puede ser el caso que estén usando una talla de más o de menos, no por el largo del pie sino por el ancho o contorno, como el caso de las personas con sobrepeso o con delgadez que prefieren que el zapato les quede grande o chico de largo pero que les ajuste bien en el ancho.

Figura 69. Talla usada por la población vs talla que debería usar según el punto París.



Esta diferencia de largo entre los dos pies se evidencia en la Figura 70, en donde se puede determinar que un 13% de la población tiene una diferencia entre 6 y más milímetros entre un pie y otro lo que es prácticamente la variación entre una talla y otra. El resto de la población en promedio tiene una diferencia de 2,6 mm entre un pie y otro. Además se existe una tendencia general del 61% de tener el pie izquierdo más largo que el derecho, y apenas el 1% de la población tiene sus pies simétricos.

Figura 70. Diferencia entre el largo del pie derecho y el izquierdo.



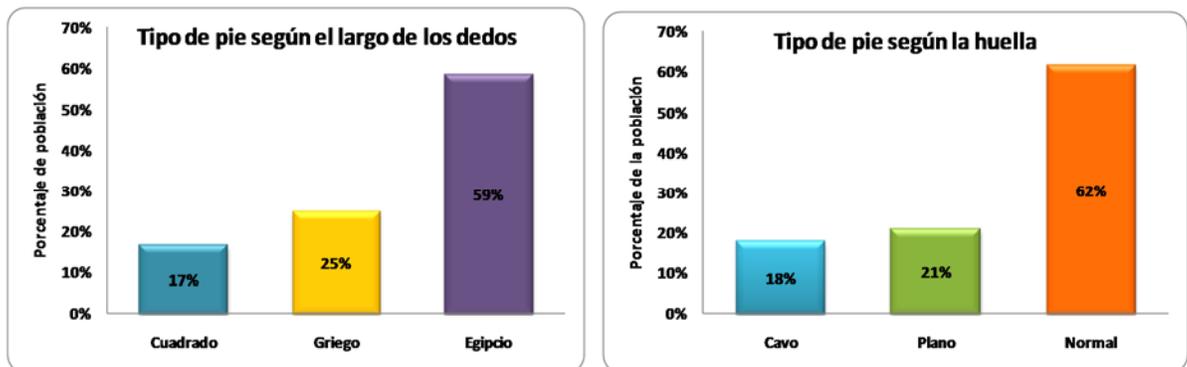
Acerca de la variación del largo de los de los dedos en el pie, y según la clasificación existente el 59% de las mujeres estudiadas tienen la tendencia a tener el primer dedo más largo que los demás presentando un tipo de pie egipcio, (Ver Figura 71) le siguen las mujeres con el segundo dedo más largo que el primero, con un 25% de pies griegos, y la población restante con un 17% con pie cuadrados. Aunque existe una gran tendencia al pie egipcio, se deben tomar en cuenta estas consideraciones de diferencias al diseñar hormas pues no todas se ajustan bien a todos estos tipos de pies.

Además, según la altura de la bóveda plantar se puede determinar que el 62% de la población posee unos pies normales (Figura 71), sin embargo, el otro porcentaje restante no es para nada despreciable, y a estas personas no les favorece todo tipo de calzado, en algunas ocasiones y dependiendo de la severidad del problema estas personas deberían tomar medidas de corrección tanto como adecuaciones para el calzado regular que utilizan o la utilización de calzado

ortopédico especializado para mejorar el estado de sus pies y disminuir el efecto negativo que generan estas condiciones.

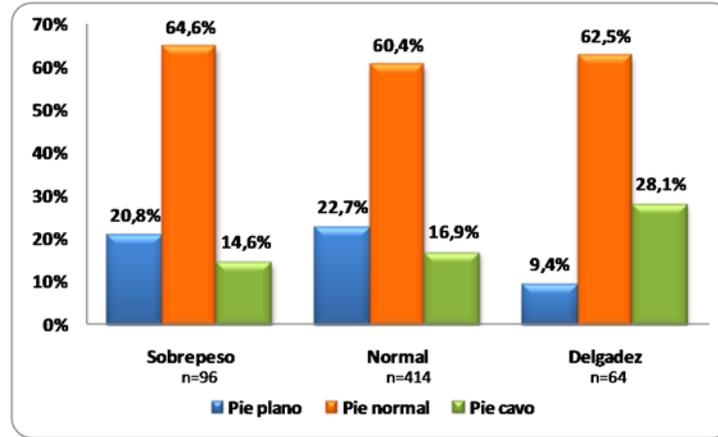
Se analizó además la incidencia del peso en la altura de la bóveda plantar, clasificando en grupos según la distribución del IMC, considerándose entre el rango de 18,5 y 24,9 personas con peso normal, y por encima y debajo de este rango con sobrepeso y delgadez respectivamente (Ver Figura 72), pues algunos estudios¹⁴⁶ asocian como un factor influyente del pie plano el sobrepeso pues debido a la sobrecarga existen mayores fuerzas verticales descendentes que conllevan al colapso del arco longitudinal medial; sin embargo, no se encontró que entre las personas con sobrepeso existiera una tendencia a sufrir de pie plano, pues las personas afectadas con este problema se distribuyen en todos los rangos de peso sin ninguna inclinación visible por algún rango de peso en especial.

Figura 71. Diferentes tipos de pie en la población.



¹⁴⁶ FARIA, Aurélio. Et al. The relationship of body mass index, age and triceps-surae musculotendinous stiffness with the foot arch structure of postmenopausal women, Clinical Biomechanics, Volume 25, Issue 6, July 2010, Pages 588-593.

Figura 72. Incidencia del peso en la altura de la bóveda plantar

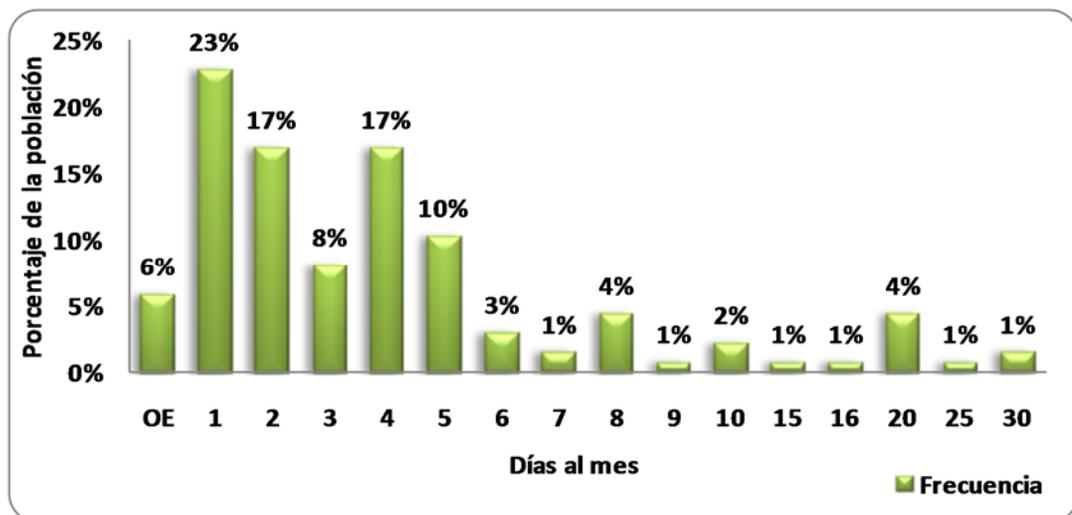


A pesar que el grupo de mujeres estudiadas no deberían presentar deformaciones en sus pies, se encontró un porcentaje significativo del 26% sobre la presencia de *hallux valgus*, conocido comúnmente como juanete, reconocido por presentar una desviación del primer dedo y una protuberancia en la cabeza del metatarsiano que aumenta con los años, asociándole varios factores causales como la predisposición genética, el uso inadecuado de calzado, en especial de tacón y punta angosta, entre otros.¹⁴⁷ Sin embargo, debido a que es un grupo relativamente joven y con poca frecuencia de uso de tacones, y de estudiar también la relación existente entre la presencia de juanete entre pies planos, cavos y normales y no encontrar una relación significativa, se puede concluir que la presencia de esta afección corresponde mayormente a una influencia genética y es mucho más común de lo que se cree; además se presentó en la mayoría de los casos en una fase temprana de deformación. Este factor afectaría significativamente el diseño de calzado pues conlleva a que las personas que sufren de esta condición necesiten un zapato con mayor ancho y perímetro metatarsal que una persona con pie normal.

¹⁴⁷ Paul J. Hecht, Timothy J. Lin, Hallux Valgus, Medical Clinics of North America, Volume 98, Issue 2, March 2014, Pages 227-232.

Respecto al uso de zapatos de tacón casi la mitad de las mujeres estudiadas (el 47%) los usan, sin embargo, la frecuencia de su uso es muy bajo (Ver Figura 73), el 75% de las mujeres los utilizan menos de 5 días al mes, correspondiendo mayormente al uso solo en los fines de semana y un 6% limita su uso sólo a ocasiones especiales como fiestas, reuniones, etc. Esta tendencia al bajo uso se puede deber a que la mayoría de la población encuestada son estudiantes universitarias las cuales necesitan estar cómodas durante sus actividades estudiantiles, y no existe un protocolo de vestimenta para asistir a clases, caso contrario al que ocurriría si la población estudiada trabajara, pues la mayoría se vería obligada a usar zapatos de tacón, para vestir más formales al asistir a sus oficinas y sitios de trabajo.

Figura 73. Frecuencia de uso de tacones en la población estudiada



4.2.5. Estandarización de medidas

4.2.5.1. Análisis de conglomerados (*cluster*): Se realizó un análisis *cluster*, mediante el software InfoStat¹⁴⁸ teniendo en cuenta el largo del pie que es la medida más representativa para determinar la talla de calzado y se tuvo en cuenta los 2 largos del pie por persona.

Este análisis *cluster* conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre estos¹⁴⁹; Se aplicó con el fin de clasificar por grupos los datos, sin necesidad de relacionarlos con un sistema de numeración. Se aplicó mediante el método jerárquico aglomerativo que parte de que hay tantos grupos como individuos en el estudio, y a partir de ahí se van agrupando hasta llegar a tener todos los datos en un mismo grupo. El método utilizado fue *Average Linkage* (Promedio) calculado con distancia Euclidiana al cuadrado.

Como primera medida se hizo la detección de *outliers* o valores atípicos de los datos mediante la aplicación de la distancia de Mahalanobis cuya utilidad radica en que es una forma de determinar la similitud entre 2 o más variables aleatorias multidimensionales. Una mayor distancia de Mahalanobis (D^2) indica que los datos tienen un menor grado de semejanza. Estas 2 variables determinadas para el análisis son el largo del pie y el perímetro metatarsal pues son las variables más influyentes en la realización de calzado.

¹⁴⁸ DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

¹⁴⁹ DE LA FUENTE, Santiago. Análisis por conglomerados. Universidad Autónoma de Madrid. 20011. <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>

Para identificar los datos, se creó un código que diferenciaba los pies de las mujeres, según el número correspondiente a la lista de datos, así, para la persona 160 de la lista, los datos del pie izquierdo se designaron con 160,0 y los datos del pie derecho con 160,1 pudiendo distinguir de esta manera que correspondían a la misma persona pero se diferenciaban entre derecho e izquierdo.

En la Tabla 22 se pueden apreciar las 10 mayores distancias D^2 . Para verificar que estos datos correspondían a valores atípicos se calculó la probabilidad p de la distribución Chi cuadrado¹⁵⁰ de la distancia de Mahalanobis D^2 en la cual los valores $p \leq 0,001$ corresponden a *outliers* y deben ser descartados de la muestra de estudio. En este caso se descartaron los datos de 3 personas, correspondientes a 6 pies.

Tabla 22. Mayores distancias D^2 de Mahalanobis calculadas.

Pie	D^2	p
30,0	10,12	0,0063
260,0	10,25	0,0059
194,1	10,92	0,0042
22,0	12,75	0,0017
50,0	15,76	0,0004
99,0	16,55	0,0003
99,1	18,50	0,0001
50,1	21,12	0,0000
94,1	22,74	0,0000
94,0	24,72	0,0000

Posterior al descarte de datos, se aplicó el análisis *cluster* que arrojó 8 grupos de conglomerados asociados al largo del pie.

En la Tabla 23 se aprecian los grupos de conglomerados, el promedio del largo del pie, el número de datos y los pies incluidos en cada grupo.

¹⁵⁰ Hace referencia a una distribución de probabilidad continua.

Tabla 23. Resultado de análisis por conglomerados.

Conglomerado	n	Longitud total del pie	Pies incluidos por conglomerado																																																																																																																																																						
1	77	22,51 ± 0,19	1,0	1,1	4,0	4,1	14,1	25,1	28,0	28,1	46,0	46,1	51,0	51,1	55,0	55,1	57,0	57,1	63,0	64,1	75,1	77,0	80,0	80,1	95,0	95,1	97,0	97,1	98,1	101,0	101,1	106,1	109,0	116,1	126,0	126,1	127,1	131,0	134,0	134,1	145,1	153,1	161,0	161,1	170,1	171,0	171,1	172,0	172,1	174,1	182,0	186,1	193,0	193,1	199,0	199,1	201,0	201,1	204,0	206,0	209,0	223,1	224,0	224,1	225,0	227,0	237,0	237,1	241,1	243,1	244,0	248,0	263,0	263,1	264,1	270,1	286,0	286,1	290,1																																																																										
2	87	23,10 ± 0,16	11,0	11,1	12,0	14,0	15,1	25,0	27,1	34,0	34,1	35,0	35,1	36,0	36,1	41,1	64,0	68,1	73,0	75,0	81,0	81,1	86,0	86,1	90,0	90,1	108,0	108,1	109,1	110,0	110,1	113,0	113,1	114,0	114,1	128,0	128,1	131,1	133,0	133,1	136,0	136,1	141,0	149,0	153,0	154,0	154,1	157,0	157,1	165,1	173,1	174,0	178,0	178,1	184,0	184,1	185,0	186,0	197,0	197,1	200,1	202,0	202,1	204,1	206,1	209,1	214,0	214,1	219,0	225,1	231,1	242,0	242,1	243,0	244,1	254,1	256,0	256,1	264,0	266,0	266,1	269,0	270,0	273,1	277,0	277,1	287,1	290,0																																																																	
3	33	21,77 ± 0,30	13,0	13,1	22,0	22,1	30,0	30,1	63,1	98,0	106,0	116,0	118,0	118,1	120,0	120,1	135,0	135,1	143,0	143,1	145,0	155,0	155,1	170,0	179,0	179,1	182,1	227,1	246,0	246,1	248,1	262,0	262,1	283,0	283,1																																																																																																																						
4	80	24,93 ± 0,18	2,0	3,1	6,0	6,1	7,0	17,0	17,1	19,0	19,1	23,0	29,0	29,1	40,0	42,0	42,1	44,0	44,1	45,0	49,1	52,1	54,1	58,0	58,1	67,1	82,1	102,0	102,1	105,0	105,1	111,1	117,0	129,0	129,1	140,0	140,1	144,0	146,1	147,1	148,0	148,1	150,0	150,1	151,0	151,1	156,1	163,0	163,1	164,0	166,0	166,1	167,0	167,1	188,0	194,1	198,0	198,1	207,0	207,1	215,0	215,1	216,1	217,0	217,1	229,0	229,1	233,0	233,1	239,0	239,1	247,0	255,0	255,1	257,0	257,1	268,1	275,0	275,1	284,0	285,0	285,1																																																																							
5	102	24,28 ± 0,15	2,1	7,1	9,0	9,1	18,1	21,1	26,1	32,0	32,1	37,0	37,1	40,1	45,1	47,0	47,1	49,0	59,0	59,1	61,0	61,1	65,0	65,1	66,0	67,0	69,0	71,0	71,1	72,0	72,1	74,0	78,0	78,1	83,0	83,1	87,0	87,1	92,0	92,1	93,0	93,1	100,0	100,1	103,0	104,0	104,1	111,0	112,0	115,0	115,1	117,1	119,0	119,1	122,0	123,0	144,1	146,0	152,1	164,1	168,0	168,1	169,1	183,0	183,1	187,0	187,1	188,1	189,1	190,1	194,0	196,1	205,0	205,1	210,0	211,0	216,0	221,1	222,0	232,0	235,0	238,0	238,1	245,0	245,1	249,0	252,0	258,0	259,0	267,1	271,0	271,1	274,0	274,1	276,0	276,1	280,1	281,0	281,1	284,1	288,0	288,1	289,0	291,0																																																	
6	151	23,69 ± 0,19	5,0	5,1	8,1	10,0	10,1	12,1	15,0	16,0	16,1	18,0	20,0	20,1	21,0	24,0	24,1	26,0	27,0	31,0	31,1	38,0	38,1	39,0	39,1	41,0	56,0	56,1	60,0	60,1	62,0	62,1	66,1	68,0	69,1	70,0	70,1	73,1	74,1	76,0	76,1	77,1	79,0	79,1	88,0	88,1	89,0	89,1	91,0	91,1	96,0	96,1	103,1	107,0	107,1	112,1	121,0	121,1	122,1	123,1	125,0	125,1	127,0	130,0	130,1	132,0	132,1	137,0	137,1	138,0	138,1	139,0	139,1	141,1	149,1	152,0	158,0	158,1	162,0	162,1	165,0	169,0	173,0	175,0	175,1	176,0	176,1	177,0	177,1	181,0	181,1	185,1	189,0	190,0	191,0	191,1	192,0	192,1	195,0	195,1	196,0	200,0	203,0	203,1	208,0	208,1	210,1	211,1	212,0	212,1	218,0	218,1	219,1	220,0	220,1	221,0	222,1	223,0	226,0	226,1	228,0	228,1	231,0	232,1	235,1	249,1	250,0	250,1	251,0	251,1	252,1	253,0	253,1	254,0	258,1	259,1	261,0	261,1	265,0	265,1	267,0	269,1	273,0	278,0	278,1	279,0	279,1	280,0	282,0	282,1	287,0	289,1	291,1
7	38	25,59 ± 0,17	23,1	33,0	33,1	43,0	43,1	48,0	48,1	52,0	53,0	53,1	54,0	82,0	85,0	85,1	124,0	124,1	142,0	142,1	147,0	156,0	159,1	160,0	160,1	180,0	180,1	213,0	213,1	230,0	230,1	234,0	234,1	236,0	236,1	240,0	240,1	241,0	241,1	247,1	268,0																																																																																																																
8	8	26,43 ± 0,24	3,0	84,0	84,1	159,0	260,0	260,1	272,0	272,1																																																																																																																																															

A estos conglomerados seguidamente se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar qué tan significativas son las diferencias entre grupos. Sin embargo, para aplicar este análisis se debió cumplir con algunos requerimientos previamente.

Como primera medida se necesitó equilibrar el tamaño de la muestra de cada *clúster*, pues todos los conglomerados presentaban diferentes números de datos (n). Para esto se seleccionaron 33 muestras de cada conglomerado, con el método de muestreo aleatorio con reposición, en el cual un elemento de la población (conglomerado) puede aparecer más de una vez en la muestra. El número de la muestra seleccionada corresponde al número de datos del *clúster* más pequeño (3), pues el *clúster* 8 no fue tenido en cuenta por presentar número de datos poco significativos. Se realizaron 3 ciclos de muestreo distintos para hacer el análisis de varianza triplicado con el fin de minimizar el error asociado al muestreo.

Otro de los requerimientos para realizar el análisis de varianza es cumplir con los parámetros de normalidad (Distribución simétrica de Gauss) y homocedasticidad (cuando la varianza del error de la variable es constante) en los grupos de datos.

Para esto se aplicaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov & Shapiro-Wilk para determinar la normalidad, y el Test de Levene para la homocedasticidad mediante el software estadístico SPSS Statistics 22 (Windows).

En la Tabla 24 se muestran los resultados de las pruebas de normalidad, las cuales dieron como resultado que la distribución de los grupos de datos no era normal. En la Tabla 25 se aprecia también los datos de la prueba de Levene donde el p -valor es mayor que α , por lo tanto se aprueba la hipótesis de homogeneidad de varianzas, por lo tanto existe homocedasticidad en los grupos de datos de los 3 ciclos de muestreo.

Los resultados de estas pruebas implican que no es posible realizar un ANOVA paramétrico sino una prueba no paramétrica como la de Kruskal Wallis. Sin embargo, el ANOVA solamente informa si hay diferencias o no entre medias, pero no de cuáles son estas. En la Tabla 26 se aprecian los resultados de estas pruebas en las cuales el $p\text{-valor} < \alpha$ lo que indica que la hipótesis de que al menos una de las muestras (grupos) provienen de diferentes poblaciones distintas es verdadera, es decir, que al menos uno de los conglomerados tiene diferencias significativas a los otros. Por tanto es preciso aplicar un test a-posteriori (después del ANOVA) para averiguar dónde radican estas diferencias, en este caso se aplicó el test de Dunn-Bonferroni. (SPSS)

Como se mencionó anteriormente el análisis de varianza se utiliza para analizar si existen o no diferencias significativas entre grupos. En este caso particular, cada grupo contiene pies de distintos largos. Lo que se desea saber aquí es si se pueden utilizar las medias del largo de cada grupo para clasificar por tallas. Las tallas de calzado, evidentemente, son significativamente diferentes entre sí desde un punto de vista estadístico, es por eso que cada persona cuando compra un zapato lo adquiere de una talla en particular. De manera que si se desea usar la media de cada grupo para tallas diferentes, los grupos deben ser significativamente diferentes entre sí. En la Tabla 27 se encuentran los resultados del test de Dunn-Bonferroni del ANOVA Kruskal Wallis donde se observa que no existen grupos que tengan una letra de significancia en común (cada grupo tiene una letra distinta) por lo tanto los grupos tienen largos significativamente diferentes y se pueden proponer como largos de un sistema de tallas. Se llevaron a cabo tres ANOVA, uno por cada uno de los tres ciclos de muestreo y todos llegaron al mismo resultado.

Del resultado del Análisis de Conglomerados y del ANOVA Kruskal Wallis se obtuvieron 7 grupos de pies significativamente diferentes entre sí, a cada grupo se

le asignó una talla según el largo del pie, Tallas I II III IV V VI VII VIII IX X, se utilizaron las medias aritméticas para cada una de las variables, y se ordenaron según a la talla que correspondían (Tabla 28). Se analizaron los saltos de variación para cada una de las tallas resultantes del análisis por conglomerado y se encontró que para el largo del pie, la variación promedio para cada talla es igual a 0,64 cm muy similar al punto París en el cual la variación por talla es 0,66 cm; y para el perímetro metatarsal es de 0,31 cm \pm 0,21 en la cual la alta desviación estándar demuestra la gran variabilidad de perímetros en una misma talla analizada anteriormente.

Al comparar los datos obtenidos por la clasificación de conglomerados con los datos conseguidos al clasificar los datos por tallas según el largo del pie por punto París, y promediar los valores de cada variable no se encuentran diferencias significativas entre unas medidas y otras, lo que lleva a concluir que el Sistema Francés utilizado en el sector calzado de la región, para establecer las tallas de calzado, se adecúa bien para el tipo de pies de la población, sin embargo, si se desea brindar un mejor confort y satisfacer a mayor población se hace necesario una clasificación de perímetros del pie diferentes.

Tabla 24. Resultados de pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad							
Conglomerado	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Muestreo 1	1,00	,122	33	,200 [*]	,944	33	,090
	2,00	,133	33	,145	,941	33	,073
	3,00	,166	33	,021	,914	33	,013
	4,00	,170	33	,016	,930	33	,035
	5,00	,116	33	,200 [*]	,957	33	,214
	6,00	,116	33	,200 [*]	,936	33	,051
	7,00	,205	33	,001	,875	33	,001
Muestreo 2	1,00	,148	33	,063	,915	33	,013
	2,00	,148	33	,063	,911	33	,011
	3,00	,190	33	,004	,899	33	,005
	4,00	,108	33	,200 [*]	,953	33	,167
	5,00	,153	33	,048	,894	33	,004
	6,00	,152	33	,050	,942	33	,078
	7,00	,171	33	,016	,870	33	,001
Muestreo 3	1,00	,140	33	,100	,925	33	,026
	2,00	,122	33	,200 [*]	,925	33	,025
	3,00	,142	33	,087	,921	33	,020
	4,00	,098	33	,200 [*]	,967	33	,395
	5,00	,120	33	,200 [*]	,947	33	,112
	6,00	,123	33	,200 [*]	,943	33	,081
	7,00	,218	33	,000	,850	33	,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 25. Resultados Test de Levene

Muestreo	gl	p-valor
1	6	>0,9999
2	6	>0,9999
3	6	>0,9999

Tabla 26. Resultados ANOVA Kruskal Wallis

Variable	Conglomerado	N	Medias	D.E.	Medianas
Largo 1	1	33	22,54	0,18	22,57
	2	33	23,15	0,15	23,18
	3	33	21,76	0,28	21,87
	4	33	24,91	0,19	24,88
	5	33	24,29	0,14	24,28
	6	33	23,69	0,21	23,68
	7	33	25,58	0,18	25,51
			gl	H	p
			6	225,31	<0,0001
Largo 2	1	33	22,49	0,2	22,52
	2	33	23,14	0,17	23,2
	3	33	21,74	0,31	21,8
	4	33	24,90	0,2	24,88
	5	33	24,23	0,15	24,19
	6	33	23,69	0,16	23,65
	7	33	25,56	0,16	25,49
			gl	H	p
			6	225,31	<0,0001
Largo 3	1	33	22,51	0,2	22,57
	2	33	23,1	0,17	23,14
	3	33	21,78	0,29 ^{n n_s}	21,87
	4	33	24,93	0,19	24,9
	5	33	24,27	0,14	24,27
	6	33	23,66	0,19	23,66
	7	33	25,61	0,2	25,53
			gl	H	p
			6	225,31	<0,0001

gl= Grados de libertad H= Estadístico de K-W

Tabla 27. Resultados de la prueba de Dunn-Bonferroni

Comparaciones múltiples por Método de Dunn							
	Conglomerado	Rangos	Letras de significancia				
				B	C	E	G
Muestreo 1	1	50		B			
	2	83			C		
	3	17	A				
	4	182				F	
	5	149				E	
	6	116			D		
	7	215					G
Muestreo 2	1	50		B			
	2	83			C		
	3	17	A				
	4	182				F	
	5	149				E	
	6	116			D		
	7	215					G
Muestreo 3	1	50		B			
	2	83			C		
	3	17	A				
	4	182				F	
	5	149				E	
	6	116			D		
	7	215					G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 28. Clasificación de las medidas promedio del pie según análisis clúster

VARIABLE	Tallas por conglomerados					
	I	II	III	IV	V	VI
	Porcentaje de la población					
	6%	13%	15%	26%	18%	14%
Longitud total del pie (promedio)	21,8 ± 0,3	22,5 ± 0,2	23,1 ± 0,2	23,7 ± 0,2	24,3 ± 0,2	24,9 ± 0,2
Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano	16,1 ± 0,5	16,7 ± 0,5	17,1 ± 0,5	17,5 ± 0,6	17,8 ± 0,6	18,4 ± 0,5
Longitud Talón-Cabeza 5° metatarsiano	14,3 ± 0,6	14,7 ± 0,6	15,0 ± 0,6	15,4 ± 0,6	15,6 ± 0,7	16,3 ± 0,6
Longitud Ante pie	12,8 ± 0,6	13,2 ± 0,6	13,5 ± 0,6	13,9 ± 0,6	14,2 ± 0,6	14,5 ± 0,6
Ancho articulaciones	8,7 ± 0,4	8,9 ± 0,5	8,9 ± 0,4	9,1 ± 0,4	9,3 ± 0,5	9,5 ± 0,4
Ancho del talón	6,0 ± 0,5	6,1 ± 0,4	6,2 ± 0,4	6,3 ± 0,4	6,4 ± 0,3	6,5 ± 0,4
Altura del tobillo	6,6 ± 0,7	6,5 ± 0,7	6,6 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,8 ± 0,7
Altura del empeine	7,3 ± 0,5	7,3 ± 0,5	7,4 ± 0,5	7,4 ± 0,6	7,6 ± 0,6	7,8 ± 0,6
Altura Bóveda Plantar	1,6 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,8 ± 0,5	1,9 ± 0,5
Altura del primer dedo	2,5 ± 0,3	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,3	2,6 ± 0,3	2,7 ± 0,3
Altura dedo del quinto dedo	2,2 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2
Altura del Talón	5,7 ± 0,8	5,8 ± 0,8	5,8 ± 0,8	5,8 ± 0,8	6,0 ± 0,8	6,1 ± 1,0
Altura del recio	4,7 ± 0,7	4,6 ± 0,7	4,7 ± 0,6	4,7 ± 0,6	4,7 ± 0,7	4,9 ± 0,7
Perímetro de las articulaciones	21,8 ± 1,4	22,1 ± 1,2	22,3 ± 1,0	22,6 ± 1,1	23,3 ± 1,2	23,4 ± 1,2
Perímetro del empeine	23,2 ± 1,2	23,4 ± 1,3	23,6 ± 1,1	24,1 ± 1,2	24,7 ± 1,1	24,8 ± 1,1
Perímetro Talón-empeine	28,6 ± 1,2	29,1 ± 1,4	29,7 ± 1,6	30,2 ± 1,6	30,9 ± 1,2	31,6 ± 1,4
Perímetro maleólos	24,1 ± 1,9	24,5 ± 1,8	24,7 ± 1,7	25,5 ± 1,7	25,9 ± 1,6	26,5 ± 1,8
Perímetro del mediopíe	21,5 ± 1,1	21,8 ± 1,3	22,1 ± 1,1	22,6 ± 1,1	22,9 ± 1,2	23,4 ± 1,3
Ángulo del quinto dedo (grados)	12,1 ± 3,6	12,3 ± 4,7	12,2 ± 4,2	12,0 ± 4,5	12,2 ± 4,8	13,0 ± 4,9
Ángulo del primer dedo (grados)	8,9 ± 3,9	8,2 ± 4,2	8,9 ± 4,8	9,4 ± 4,9	8,9 ± 4,5	9,2 ± 4,9
Ángulo de los flancos (grados)	78,4 ± 4,3	77,2 ± 4,3	76,6 ± 4,5	76,8 ± 4,6	76,0 ± 5,2	77,0 ± 4,3

Tabla 29. Clasificación de las medidas promedios del pie según punto París.

VARIABLE	Tallas Sistema Francés					
	35	36	37	38	39	40
	Porcentaje de la población					
	12%	18%	27%	19%	13%	6%
Longitud total del pie (promedio)	22,4 ± 0,2	23,0 ± 0,2	23,7 ± 0,2	24,3 ± 0,2	25,0 ± 0,2	25,6 ± 0,2
Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano	16,6 ± 0,4	17,0 ± 0,5	17,5 ± 0,6	17,9 ± 0,6	18,4 ± 0,5	18,6 ± 0,4
Longitud Talón-Cabeza 5° metatarsiano	14,7 ± 0,6	15,0 ± 0,6	15,4 ± 0,6	15,6 ± 0,7	16,3 ± 0,5	16,4 ± 0,5
Longitud Ante pie	13,2 ± 0,7	13,5 ± 0,6	13,9 ± 0,6	14,3 ± 0,6	14,5 ± 0,6	14,6 ± 1,4
Ancho articulaciones	8,8 ± 0,5	8,9 ± 0,4	9,1 ± 0,4	9,3 ± 0,5	9,5 ± 0,4	9,4 ± 0,3
Ancho del talón	6,0 ± 0,3	6,1 ± 0,4	6,3 ± 0,4	6,4 ± 0,3	6,5 ± 0,4	6,6 ± 0,4
Altura del tobillo	6,4 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,6 ± 0,6	6,8 ± 0,7	6,8 ± 0,6
Altura del empeine	7,3 ± 0,5	7,4 ± 0,5	7,4 ± 0,6	7,6 ± 0,6	7,7 ± 0,6	7,8 ± 0,5
Altura Bóveda Plantar	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,8 ± 0,5	1,9 ± 0,5	1,8 ± 0,5
Altura del primer dedo	2,5 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,3	2,6 ± 0,3	2,6 ± 0,3
Altura dedo del quinto dedo	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2
Altura del Talón	5,7 ± 0,7	5,8 ± 0,8	5,8 ± 0,8	6,0 ± 0,8	6,1 ± 1,0	6,1 ± 0,9
Altura del recio	4,6 ± 0,7	4,7 ± 0,6	4,7 ± 0,6	4,7 ± 0,7	4,9 ± 0,7	4,9 ± 0,7
Perímetro de las articulaciones	22,0 ± 1,2	22,3 ± 1,0	22,6 ± 1,1	23,3 ± 1,2	23,4 ± 1,1	23,7 ± 1,3
Perímetro del empeine	23,4 ± 1,3	23,6 ± 1,1	24,1 ± 1,2	24,7 ± 1,1	24,8 ± 1,1	25,0 ± 1,0
Perímetro Talón-empeine	29,0 ± 1,4	29,7 ± 1,5	30,2 ± 1,6	31,0 ± 1,2	31,6 ± 1,4	31,8 ± 1,8
Perímetro maleólos	24,5 ± 1,9	24,6 ± 1,7	25,5 ± 1,7	25,9 ± 1,6	26,6 ± 1,8	26,8 ± 2,0
Perímetro del mediopié	21,6 ± 1,3	22,1 ± 1,1	22,6 ± 1,1	22,9 ± 1,2	23,4 ± 1,2	23,1 ± 1,0
Ángulo del quinto dedo (grados)	12,3 ± 4,7	12,1 ± 4,1	12,0 ± 4,5	12,2 ± 4,7	13,1 ± 4,9	11,3 ± 3,5
Ángulo del primer dedo (grados)	8,3 ± 4,4	8,8 ± 4,6	9,4 ± 4,9	8,7 ± 4,5	9,5 ± 4,9	9,6 ± 5,8
Ángulo de los flancos (grados)	77,5 ± 4,1	76,6 ± 4,6	76,7 ± 4,4	76,0 ± 5,2	77,0 ± 4,2	76,2 ± 3,8

4.2.5.2. Regresiones lineales múltiples: Con el fin de no limitar el análisis de la información a los promedios de medidas de las variables se aplicó un método de regresión lineal múltiple desarrollado por el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC, México)¹⁵¹, que permite a partir de los datos antropométricos de una muestra determinar las proporciones del pie de una población. Es decir, a través de ecuaciones matemáticas estimar los valores de una población basados en los valores de una muestra.

Como primera medida se parte de que según los principios de proporcionalidad de la antropología existen dos factores claves como la base de medida, uno simple que es la medida del largo del pie, y otro compuesto que es el IMC; y a partir de éstos se debe estimar el resto de medidas del pie a través de sistemas de

¹⁵¹ CHICO Op cit., p.129-136

ecuaciones en donde estos intervengan como valores independientes o predictoras (x), y las medidas a estimar sean la variables dependientes (y).

Las ecuaciones son determinadas por ciclos sucesivos de aplicación del método de regresión lineal múltiple. Los modelos matemáticos que arroja este método para cada variable dependiente (y) tienen la forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_nx_n$$

Donde β_0 a β_n son coeficientes de ajuste; x_1 a x_n son las variables predictoras.

Las variables dependientes e independientes para cada ciclo de regresión múltiple se muestran en la Tabla 30. Cada modelo está acompañado de un valor de significancia estadística F y un valor de Durbin Watson (DW). El valor F indica si el modelo tiene un ajuste significativo a los datos, por otro lado el DW actúa como un detector de presencia de autocorrelación. Un modelo de regresión lineal múltiple es negativamente afectado si existe autocorrelación. Según CIATEC, el modelo es aprobado si el valor $F > 3,23$ y el valor de $DW > 1,40$.

Tabla 30. Sistema de variables para las regresiones lineales múltiples

Variable independiente (x)	Variable dependiente (y)	F	DW
Perímetro metatarsal	Longitud del pie	66,46	1,89
	IMC		
Ancho de las articulaciones M-F	Longitud del pie	165,83	1,89
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
Perímetro del Empeine	Longitud del pie	99,19	1,69
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
Ancho del talón	Longitud del pie	47,32	1,93
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
Longitud talón-cabeza 1° metatarsiano	Longitud del pie	255,70	2,06
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
	Ancho de las articulaciones		
Longitud talón-cabeza 5° metatarsiano	Longitud del pie	120,67	1,96
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
	Perímetro del empeine		
Longitud del antepié	Longitud del pie	80,65	2,02
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
	Ancho de las articulaciones		
Altura del empeine	Longitud del pie	7,99	1,87
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
	Perímetro del empeine		
	Long. talón- cabeza 1° metatarsiano		
	Long. talón-cabeza 5° metatarsiano		
Altura del recio	Longitud del pie	17,22	1,92
	IMC		
	Perímetro metatarsal		
	Ancho de las articulaciones		
Perímetro talón-empeine	Longitud del pie	86,71	2,16
	IMC		
	Perímetro del Empeine		
	Ancho del talón		

CIATEC recomienda dividir la muestra según IMC (Peso normal, delgadez y obesidad). Sin embargo, debido a la poca cantidad de datos para obesidad y delgadez, se procedió a hacer las regresiones para el grupo de peso normal (n=414 pies).

Las ecuaciones modelo obtenidas para cada una de las variables predicen algunas de las dimensiones del pie más útiles y necesarias para el diseño de hormas para la elaboración de calzado, como el perímetro y ancho de las articulaciones metatarsales, el perímetro del empeine, el ancho del talón, el perímetro del talón a empeine, la longitud del talón a la cabeza del 1° y 5° metatarsiano, la longitud del antepié, la altura del empeine y del recio, todas estas se muestran en la Tabla 31 acompañadas de su error estimado mediante una validación interna.

Tabla 31. Ecuaciones predictoras obtenidas por regresión lineal múltiple

Variable	Ecuación	Error
A Longitud del pie	Variable independiente inicial	N/A
B IMC	Variable independiente inicial compuesta	N/A
X₁ Perímetro metatarsal	= A(0,53)+ B(0,13) + 7,43	±0,5
X₂ Ancho de articulaciones	= A(0,04)+ B(0,01)+ X ₁ (0,25) + 2,18	±0,3
X₃ Perímetro del Empeine	= A(0,30)+ B(0,11)+ X ₁ (0,43) + 4,96	±0,6
X₄ Ancho del talón	= A(0,09)+ B(0,04)+ X ₃ (0,09) + 1,20	±0,2
X₅ Perímetro talón-empeine	= A(0,51)+ B(0,05)+ X ₃ (0,41) + X ₄ (0,91) +1,39	±1,0
X₆ Long. talón-cabeza 1° met.	= A(0,69)+ B(0,02)+ X ₁ (0,08) - X ₂ (0,20)+ 0,77	±0,3
X₇ Long. talón-cabeza 5° met.	= A(0,56) - B(9,89E-05)-X ₁ (0,17) + X ₃ (0,14) +2,54	±0,4
X₈ Longitud del antepié	= A(0,54)+ B(0,01) - X ₁ (0,02) - X ₂ (0,09)+ 2,28	±0,5
X₉ Altura del empeine	= A(0,02)+ B(0,02) + X ₁ (0,03) + X ₃ (4,68E-03)+ X ₆ (0,07) +X ₇ (0,10) + 2,96	±0,3
X₁₀ Altura del recio	= A(0,10)+ B(0,06)- X ₁ (0,27) - X ₂ (0,59)+1,90	±0,4

*Dimensiones en cm

4.3. ETAPA 3: DISEÑO, MODELADO Y FABRICACIÓN DE MODELOS DE COMPROBACIÓN.

4.3.1 Diseño, modelado y fabricación de hormas.

4.3.1.1 Aplicación de resultados a la fabricación de hormas: Para la determinación de las medidas del pie que iban a ser utilizadas en la fabricación de las hormas, se utilizaron las ecuaciones predictoras del método de regresiones lineales múltiples propuestas anteriormente. Debido a que la talla más común en la población es la talla 37, se determinó utilizar el promedio del largo del pie para esta talla (22,7 cm), y el promedio del IMC (22,5 kg/m²). En la Tabla 32 se describen las dimensiones del pie utilizadas para la construcción de las hormas, las demás medidas fueron las correspondientes a las establecidas anteriormente para la talla 37 en la tabla 29.

Tabla 32. Dimensiones del pie calculadas para la talla 37

Variable	Dimensiones (cm)
Longitud total del pie	23,7
Perímetro Metatarsal	22,8
Ancho de las articulaciones	9,1
Perímetro del Empeine	24,3
Ancho del talón	6,3
Perím. Talón-Empeine	30,3
Long Talón Cab. 1°Metarsial	17,5
Long Talón Cab. 5°Metarsial	15,4
Long.del antepie	13,9
Alt. Empeine	7,5
Altura del recio	4,8

4.3.1.2. Determinación de las medidas para horma: Como las hormas para calzado no son una copia exacta de las medidas del pie, hay que realizar algunos ajustes a estas medidas para poder ser aplicadas en el diseño de hormas para calzado aunque siempre los puntos referenciales de una horma deben coincidir de

alguna manera con los puntos referenciales del pie. Sin embargo, además de las medidas del pie se debe tener en cuenta un factor muy importante que influye en el diseño y estilo de la horma y es la moda. Según las características con las que se desee el calzado la horma varía. A continuación se describen en la Tabla 33, las medidas del pie correspondientes a las de las hormas y los ajustes necesarios que deben efectuarse y en la Tabla 34 se describen las dimensiones de cada horma. Cada una de las medidas de la horma y del pie fueron descritas anteriormente. Estos parámetros están basados en los propuestos por el Instituto Biomecánica de Valencia¹⁵² y el CIATEC¹⁵³ sin embargo, no existen parámetros exactos para la construcción de las hormas, ni normalización existente, que permita estandarizar este proceso. Para la elaboración de las hormas se tuvo que determinar primero el estilo de zapato que se quería fabricar para calcular los ajustes correspondientes.

Tabla 33. Dimensiones del pie a la horma

MEDIDA SOBRE LA HORMA	DIMENSIÓN DEL PIE CORRESPONDIENTE	DESCRIPCIÓN
Longitud Calzable	Largo total del pie	Esta medida debe ser mayor a la longitud del pie y según el estilo de la puntera se le añadirán factores de corrección.
Recio o perímetro de las articulaciones	Contorno de las articulaciones metatarsofalángicas	La medida de la horma debe ser inferior a la del pie entre 4,5-3%
Empeine o circunferencia del empeine	Perímetro del empeine	Esta medida debe ser igual o mayor a la del pie.
Perímetro de entrada	Perímetro talón-Empeine	Esta dimensión debe ser superior a la medida del pie.
Ancho de talón o Pestaña	Ancho del talón	Esta medida debe aumentarse 1,1% de la medida del pie.
Longitud del talón al flanco exterior	Longitud del talón a la cabeza del 5º metatarsiano	Esta medida debe ser igual a la del pie.
Longitud del talón al flanco interior	Longitud del talón a la cabeza del 1º metatarsiano	Esta medida debe ser igual a la del pie.
Longitud de la pala	Longitud del antepie	Esta longitud no debe sobrepasar la del pie.
Altura del talón	Altura del talón	Es igual a la medida del pie
Altura de la puntera	Altura del dedo más alto	Esta longitud es mínimamente mayor que la de los dedos del pie, pero depende también del diseño de la puntera.
Ancho de los flancos o cara plantar	Ancho de las articulaciones	Debe ser igual a la del pie
Ángulo de los flancos	Ángulo de los flancos	Es igual a la correspondiente del pie

¹⁵² RAMIRO, Op. cit., p.135- 151

¹⁵³ CHICO, Op. cit., p.109-116

Tabla 34. Dimensiones de la horma

DIMENSIÓN	HORMA PROPUESTA (cm)	HORMA COMERCIAL (cm)
Longitud de la horma	24,7	24,3
Perímetro de articulaciones	22,5	22,3
Ancho de articulaciones	8,4	8,1
Ancho talón cara plantar	5,7	5,6
Altura Talón	5,7	5,7
Perímetro del Empeine	24,1	24,2
Entrada	32,1	35
Ancho de la puntera	1,9	1,9
Longitud talón flanco exterior	17,6	17,4

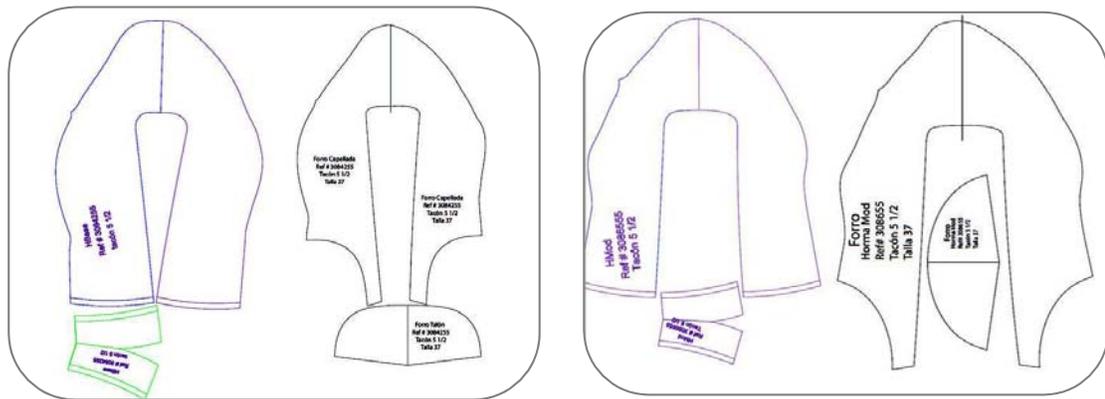
4.3.1.3. Determinación del estilo y referencia de horma: Para determinar el estilo y referencias de las hormas se tomó como base, 2 referencias comerciales diferentes, para zapato estilo ballerina y zapato cerrado de punta ovalada de 5 ½ cm de tacón, de la empresa HORMA PLAST S.A. de la ciudad de Bucaramanga, con referencias 3082100 y 3084255 respectivamente (Figura 74). A partir de éstas se realizaron las modificaciones de manera artesanal de acuerdo a las mediciones resultantes de la investigación, ya que en la ciudad ninguna empresa prestaba el servicio de prototipado automático.

Figura 74. Hormas comerciales de referencia



4.3.2. Diseño, modelado y fabricación de calzado. Para el diseño del calzado se optó por un diseño sencillo de acuerdo al estilo urbano y al modelo más común utilizado por las mujeres. El modelado de los patrones de corte se realizó a través del software Rhinoceros 4.0. En la Figura 75 se pueden apreciar a manera de referencia. Los resultados de la fabricación se pueden apreciar en la Figura 76, este calzado fue elaborado en una empresa de la industria local, con materiales sintéticos.

Figura 75. Moldes para la fabricación de calzado



Moldes para calzado de tacón

Moldes para calzado tipo Ballerina

Figura 76. Zapatos fabricados para pruebas de usabilidad



Ballerina con horma propuesta



Ballerina con horma comercial



Zapato de tacón con horma propuesta



Zapato de tacón con horma comercial

4.4. ETAPA 4: VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS DE COMPROBACIÓN.

4.4.1. Pruebas de usabilidad y proceso de comprobación de resultados: Con el objetivo de validar la información recolectada en el estudio antropométrico y su aplicación en la propuesta de hormas para calzado, y establecer si los hallazgos en el proceso investigativo en cuanto a sus dimensiones son realmente significativos y por tanto se adaptan mejor al pie de las mujeres de la región mejorando el ajuste del zapato, se llevaron a cabo pruebas de usabilidad para determinar el confort y calce de los zapatos fabricados y determinar las diferencias existentes entre los zapatos fabricados con las hormas propuestas y las hormas comerciales existentes en el mercado.

No obstante, se tuvo en cuenta que el confort derivado del uso de un calzado es una sensación individual que depende de muchos factores y conlleva a que su medición sea difícil pues es una sensación subjetiva que no permite una fácil cuantificación o interpretación.¹⁵⁴

Además, se ha determinado que el ajuste entre el zapato y el pie es uno de los tipos de interacción entre usuario y calzado más importantes para el confort¹⁵⁵, el cual viene definido por las diferencias de forma entre el pie y el calzado¹⁵⁶.

En consecuencia, se decidió utilizar una metodología previamente utilizada en la ergonomía que tiene como ventaja proporcionar información sobre las sensaciones del usuario, que es precisamente sobre lo que se quiere intervenir.

Esta metodología propuesta por Shackel¹⁵⁷ plantea la utilización de cuestionarios durante y al final del uso de los productos que permita:

1. Evaluar el confort general por medio de preguntas que permitan cuantificar su nivel.
2. Evaluar el confort por partes, mediante la utilización de diagramas del pie dividido en zonas, donde el sujeto indique el nivel de molestias en cada una de ellas de acuerdo a una escala que va desde la ausencia de molestias al dolor.
3. Evaluar los juicios subjetivos sobre las características del calzado. Tras un periodo de prueba, y después de realizar las pruebas anteriores, los usuarios deberán responder un cuestionario acerca de su opinión sobre determinadas características del objeto.

¹⁵⁴ OLASO, Op cit., p. 63

¹⁵⁵ CHANNA, Witana. Op cit.

¹⁵⁶ GOONETILLEKE, Op cit.

¹⁵⁷SHACKEL, B & CHIDSEY, K.D., Shipley, P. (1969). The assessment of chair comfort. Ergonomics, 12(2), p. 296-306.

Y a partir de las respuestas obtenidas, y comparadas con productos semejantes se puede establecer rasgos generales, el nivel de confort del objeto ensayado.

4.4.1.1. Prueba de usabilidad N° 1: Prueba de calce.

- Descripción de la prueba.

Para la prueba se hizo necesaria la participación de 16 voluntarias diferentes a las incluidas en el estudio de mediciones, las cuales debían cumplir con el requisito de calzar talla 37.

La prueba consistió en que cada una de las participantes (llamadas individualmente), se midiera el primer par de zapatos sugerido, lo calzara, caminara, y evaluara llenando un cuestionario en donde plasmara su criterio. Posterior a esto, se le facilitaba el otro par de zapatos para que hiciera lo mismo, y por último, comparara y evaluara los dos pares.

Estas participantes, llenaban los cuestionarios mientras terminaban de calzar sus zapatos, cada procedimiento no tomó más de 3 minutos. Cabe resaltar que las participantes en ningún momento tuvieron conocimientos acerca de las diferencias existentes entre cada par, solo se les pidió valorarlos teniendo en cuenta su criterio.

Además, cada participante antes de comenzar la prueba firmó un consentimiento informado donde se le describía a grandes rasgos en qué consistía la prueba y qué tenía que hacer.

Al inicio de la prueba se registraron sus datos generales, se pesaron, midieron, y se les hicieron observaciones generales respecto a sus pies. En la Tabla 35, se describen las características generales de las participantes de la prueba.

Tabla 35. Descripción de las participantes de la prueba.

TOTAL PARTICIPANTES	EDAD PROMEDIO	PESO PROMEDIO (kg)	ESTATURA PROMEDIO (cm)	IMC PROMEDIO (kg/m ²)	PIE EGIPCIO	PIE GRIEGO	PIE CUADRADO	PIE HUELLA NORMAL	PIE PLANO
16	20,31	53,09	160,25	20,66	26%	44%	31%	69%	13%

En general, fue un grupo homogéneo de participantes, con un total de 16 participantes, en un rango de edad entre 17 y 27, donde la ocupación sobresaliente es la de estudiante. Todas las participantes poseían pies saludables, en una calificación de normales, a excepción de un 13% que padecía de pie plano, y un 6% de juanete.

Se utilizaron 2 formatos diferentes para cada tipo de calzado, el calzado de tacón y el calzado tipo ballerina. Los formatos de encuesta utilizados se encuentran detallados en los ANEXOS A y B.

- Resultados de la prueba.

En la primera pregunta se le solicitó a cada participante evaluar la comodidad que sentía en sus pies en cada una de las zonas (Figura 78) donde el zapato tenía contacto con este, como puntera, ancho de las articulaciones y talón en vista lateral y plantar.

Debía utilizar una escala ordinal de 1 al 5 para que cada participante pudiera evaluar la comodidad de su calzado, donde 1 significaba muy incómodo y 5 muy cómodo. (Figura 77)

Figura 77. Escala de medición de comodidad

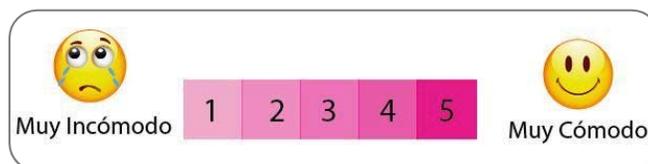


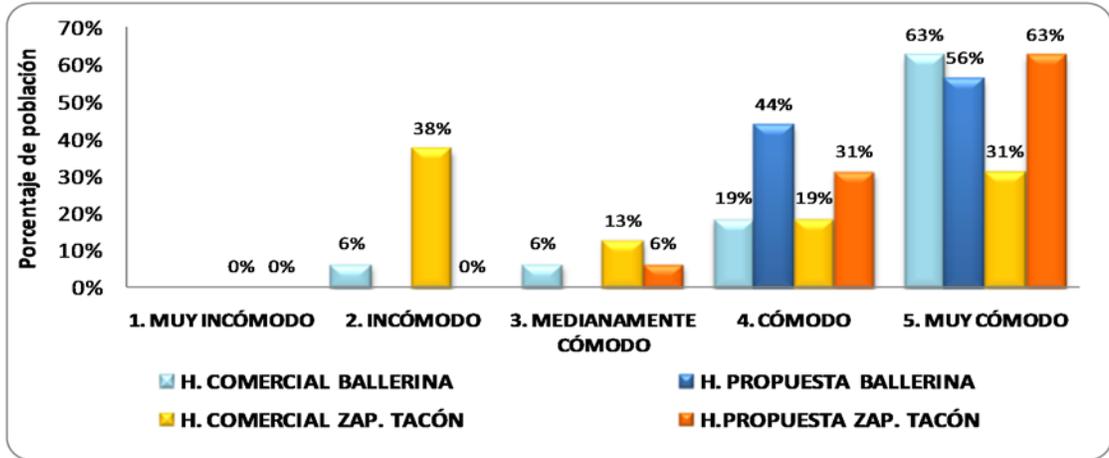
Figura 78. Zonas del zapato a evaluar



Los resultados de esta primera parte se encuentran en Figura 79, donde se observa que aunque no existe una diferencia marcada, la puntera del zapato tipo ballerina con la horma propuesta tiene más aceptación por generar más comodidad comparada con la horma comercial que aunque tuvo el mayor porcentaje (63%) de la más alta calificación de comodidad tuvo calificaciones negativas. En general la forma de puntera de este tipo de calzado permite una adecuada distribución de los dedos, y holgura entre el zapato y el pie.

De igual manera la puntera del zapato de tacón fabricado con la horma propuesta tuvo una mejor calificación que los zapatos con horma comercial en donde un 51% de la población lo calificaron entre medianamente cómodo e incómodo. A pesar de que el estilo de zapato presenta una forma de punta angosta, se tuvo en cuenta dejar la suficiente holgura para que no se ejerciera ningún tipo de presión en los dedos.

Figura 79. Evaluación de la comodidad en la puntera del zapato



En la zona del contorno (Figura 80) y ancho (Figura 81) de las articulaciones no se encuentran diferencias significativas en las evaluaciones dadas por las participantes entre los zapatos tipo ballerina, en general los 2 pares de zapatos presentan buenas calificaciones en estas zonas. En los zapatos de tacón un gran porcentaje de las encuestadas (88%) apreció como “cómodos” y “muy cómodos” los zapatos de la horma propuesta, a diferencia de los zapatos de la horma comercial que a pesar de tener un 44% de altas calificaciones presentó un descontento entre el 12% de la población en el ancho, y 6% en el contorno de las articulaciones.

Figura 80. Evaluación de la comodidad en el contorno de las articulaciones.

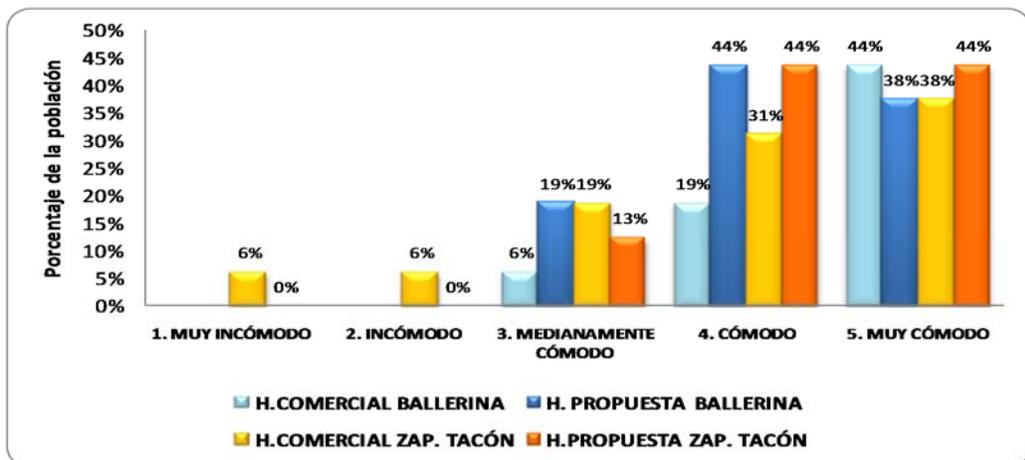
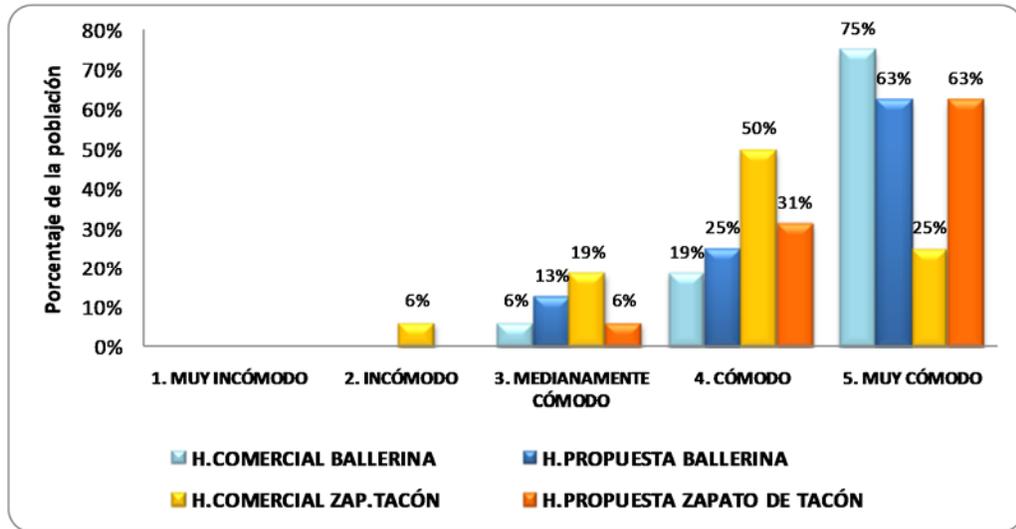


Figura 81. Evaluación de la comodidad en el ancho de las articulaciones



La zona del talón (vista plantar) (Figura 82) para los dos pares de zapatos tipo ballerina posee una evaluación pareja, por lo tanto se considera en general una zona cómoda. No obstante, en la zona del talón en vista lateral, los zapatos con la horma comercial tienden a ser más cómodos debido a que el otro par se descalza un poco en algunas participantes.

Para los dos pares de zapatos de tacón en la comparación de las evaluaciones de comodidad del talón en la vista plantar hay una tendencia a una evaluación favorable ya que nadie califica en el rango de incomodidad ninguno de los 2 pares, sin embargo, existe una mejor calificación para el par de zapatos de la horma propuesta pues un porcentaje mayor (63% vs 50%) lo califica como “muy cómodo”. No obstante, los zapatos de hormas comerciales presentan una mejor evaluación respecto a la comodidad del talón en vista lateral (Figura 83), pues todas sus evaluaciones son positivas a diferencia de los de horma propuesta que presenta un 6% de inconformidad para las participantes. Pese a que este par tuvo una calificación de 44% de “muy cómodo” comparado con un 38% del otro par. Estas evaluaciones desfavorables se debieron a la incomodidad presentada por el descalce del zapato más no por maltratar en sí el pie.

Figura 82. Evaluación del talón (vista plantar).

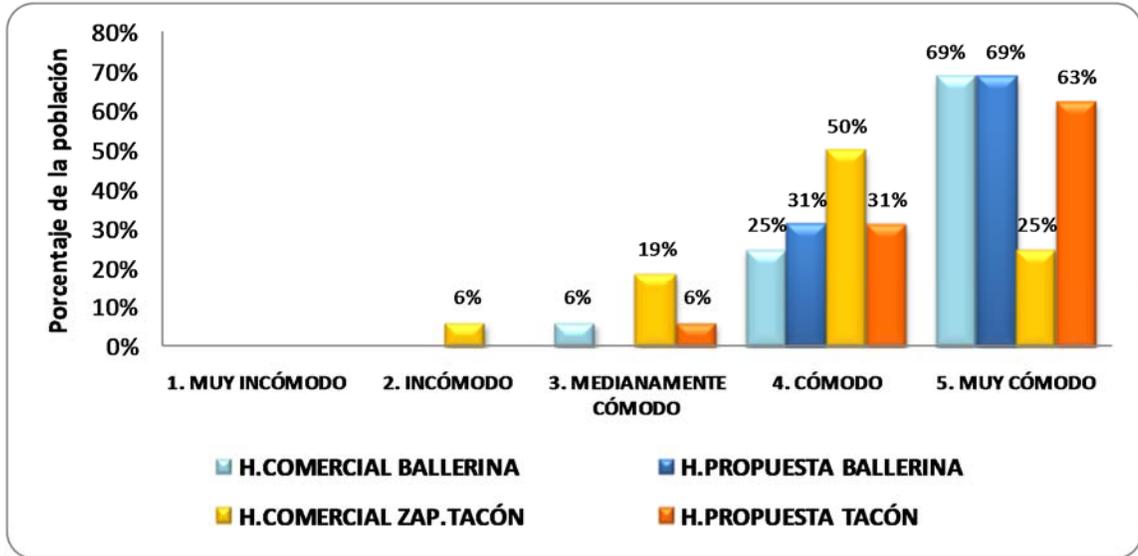
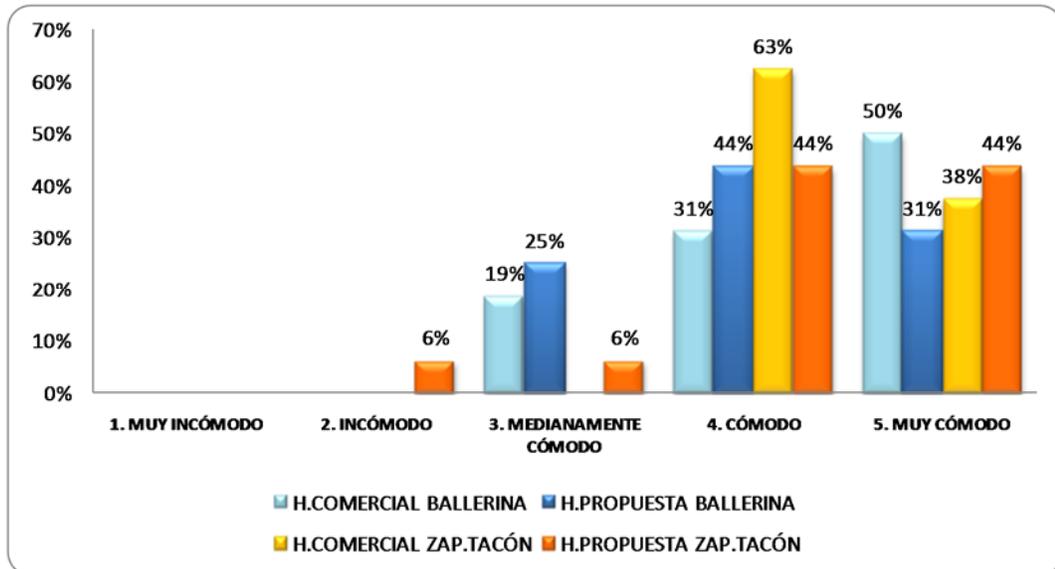


Figura 83. Evaluación del talón (vista lateral).



En general, las evaluaciones por zonas para cada par de zapatos por estilo (ballerina y de tacón) no presentan diferencias muy notorias entre sí, sin embargo, los zapatos de hormas comerciales presentan más evaluaciones negativas que los zapatos con las hormas propuestas.

Para la segunda parte de la encuesta las participantes debían señalar dónde y qué problemas de calce habían tenido en sus zapatos y de qué tipo de problema se trataba, en la Tabla 36, se resumen los problemas encontrados.

En el calzado tipo ballerina de manera general se observa que las 4 personas que afirman que les quedan grandes los zapatos tienen un IMC entre 17,5 y 19,2, relativamente bajo al promedio general que se encontró en la población de talla 37 de 22,5 kg/m². 7 personas tienen problemas en ambos pares de zapatos de las cuales 6 tienen los mismos problemas en ambos pares y 3 de ellas son las que aseguran que les quedan grandes lo que muy probablemente signifique que no sea la talla correcta que deben usar. De éstas 6 a una misma persona le aprietan los pies en la puntera de ambos pares, y a otra le quedan sueltos los 2 pares en los laterales. Además, varios de los problemas encontrados se presentaron de una forma más significativa en un pie que en otro.

En general, no es fácil determinar de acuerdo a los resultados una tendencia en la cual se establezcan los problemas más comunes en cada tipo de horma, sin embargo, la longitud calzable de la horma propuesta parece ser más larga que la que debería, y el problema que resalta en los zapatos de horma comercial es que hay una tendencia a quedar apretado en las articulaciones, aunque cabe notar que una de estas personas presentaba juanete.

Tabla 36. Determinación de los problemas de calce en calzado tipo ballerina

ZONA	PROBLEMA	Porcentaje de población	
		H. PROPUESTA	H. COMERCIAL
Articulaciones	Apretado	0%	13%
Talón	Talla	6%	0%
Largo	Se descalza	19%	19%
	Apretado	0%	0%
Puntera	Dedos apretados	6%	19%
Laterales	Sueltos	6%	6%
Grandes en general	Largos y anchos	19%	6%
N/A	Ninguno	25%	31%

Después de la evaluación y determinación de problemas de calce realizado por las usuarias para los zapatos de tacón se pueden evidenciar a grandes rasgos los problemas más significativos en cada par (Tabla 37).

Sin duda el más notable es en el par de zapatos de horma comercial pues la puntera aprieta los dedos y el contorno de las articulaciones, además en una proporción mucho menor se evidencia un mal ajuste en el talón. A diferencia del par de zapatos con la horma propuesta que evidencia un problema en el largo de la horma pues tiende a descalzarse o lo que demuestra también que debido a la altura del tacón el pie tiende a deslizarse hacia adelante faltando un ajuste en el antepié. Sin embargo, una tercera parte de la población no presentó ningún tipo de problema al calce.

Tabla 37. Determinación de los problemas de calce en calzado de tacón.

ZONA	PROBLEMAS PRESENTADOS	Porcentaje de población	
		H. COMERCIAL	H. PROPUESTA
Talón	Apretado	13%	6%
Puntera	Apretado	63%	13%
Largo	Se descalza	19%	38%
Articulaciones	Ancho	6%	6%
General	Grandes	0%	6%
	Apretados	13%	6%
N/A	Ningún problema	6%	31%

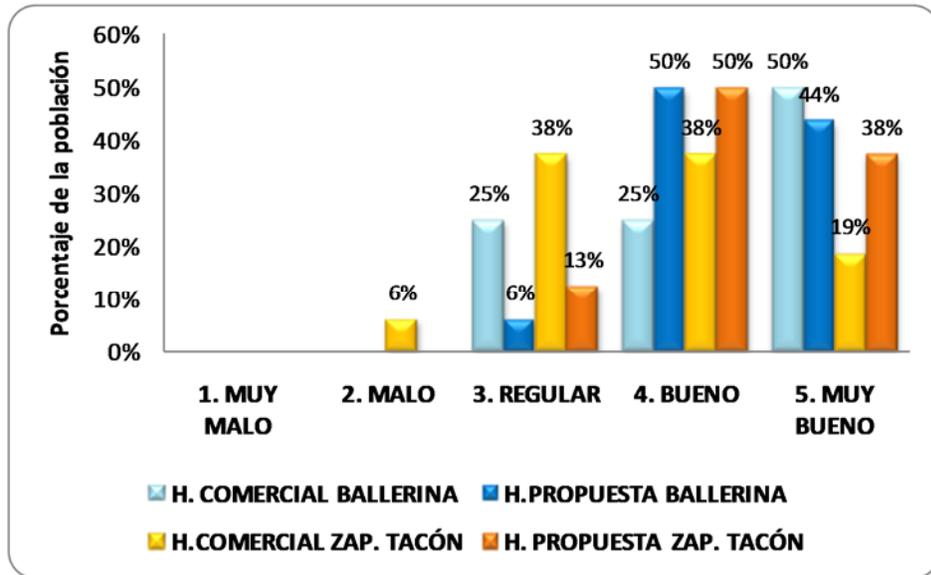
En la tercera parte de la encuesta se pretendió determinar de manera general la percepción de las usuarias respecto al confort del zapato, en una escala nominal donde se evaluaba este factor desde muy malo a muy bueno.

En la Figura 84 se observa que para el calzado tipo ballerina de la horma comercial un 25% de la población clasificó su confort como “regular” en comparación con un 6% que obtuvo el calzado de horma propuesta.

Sin embargo, en la clasificación de “bueno” y “muy bueno” para ambos pares la evaluación obtiene porcentajes similares, lo que evidencia que los dos pares de zapatos son aceptables en cuanto al confort, aunque el de horma propuesta posee una mayor aceptación en general.

En cuanto al confort de los zapatos de tacón es notable que el par de zapatos de la horma propuesta tiene una mejor evaluación ya que no presenta ninguna calificación negativa a diferencia del 6% de calificación que presenta el par con la horma comercial (Figura 84). Además, un 88% de las participantes considera como “bueno” y “muy bueno” el confort del primero, sin embargo el segundo par no tiene un porcentaje para nada despreciable para este mismo rango, con un 57% compitiendo por el puesto del mayor confort.

Figura 84. Percepción del confort del calzado



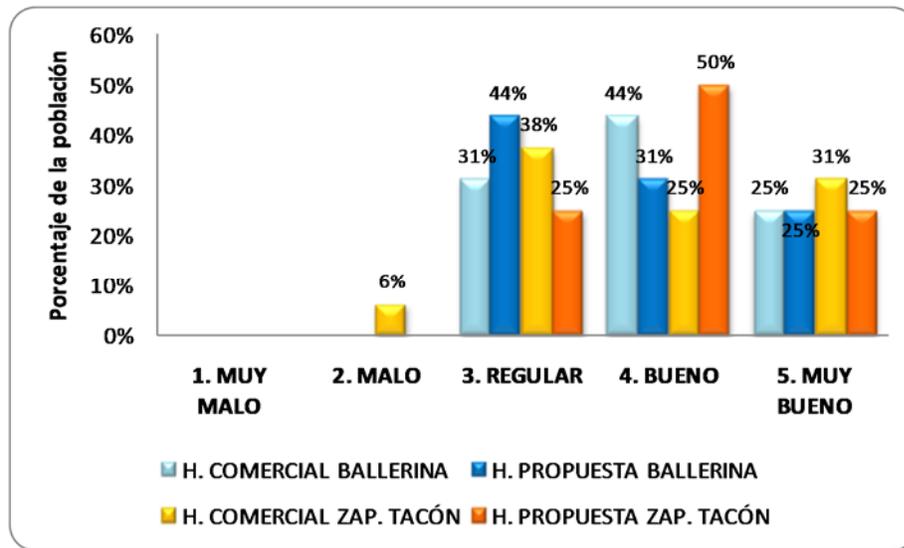
Seguidamente además de evaluar el confort percibido por las usuarias se quiso evaluar la aceptación del calce o ajuste del zapato al pie; para esto también se utilizó una escala nominal en la cual se clasificaba entre “muy malo” a “muy bueno” el ajuste del calzado.

En la evaluación del ajuste (Figura 85) el calzado tipo ballerina en ambos pares presenta una evaluación favorable al calce, sin embargo, el calzado con la horma comercial presenta un 69% de clasificación entre “bueno” y muy “bueno” comparado con un 56% que presenta el calzado con la horma propuesta. Este fenómeno se debe a que a algunas participantes se les descalzaba el zapato debido a largo de la horma y descalificaron su ajuste.

Respecto a la evaluación del calzado de tacón (Figura 85) se pudo evidenciar que los valores negativos en el par de zapatos con horma comercial se debe que el mayor problema presentado es que los dedos quedaban apretados en la puntera, sin embargo, un 56% de la población presenta un alto índice de porcentaje

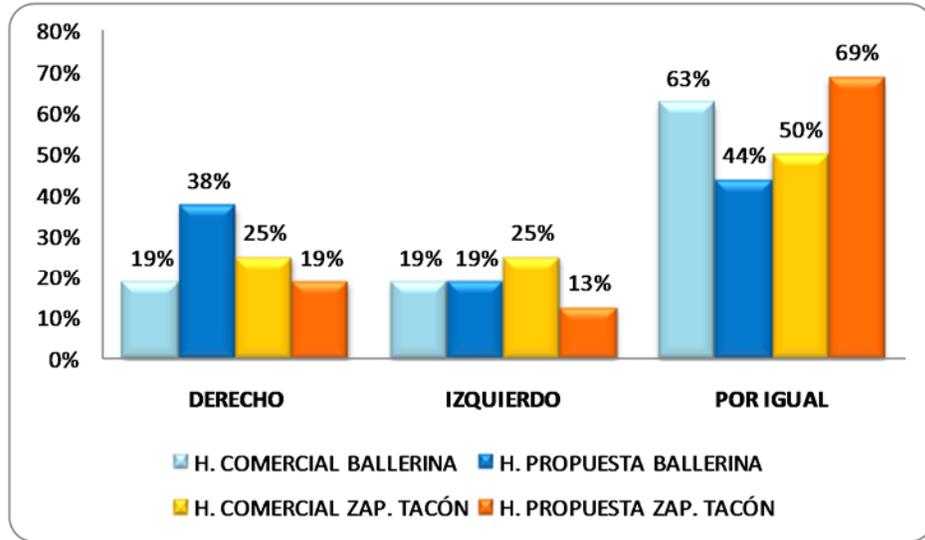
favorable al ajuste, por debajo del 75% que califican favorablemente al calzado con la horma propuesta.

Figura 85. Percepción del ajuste en el calzado



Según los resultados de la investigación el 86% de la población posee un pie más largo que otro entre 1 y 5mm, es por esto que se quiso conocer la incidencia de este factor en el ajuste del calzado. Para esto se les indicó que determinararan en qué pie les calzaba mejor el zapato, dando como resultado que para casi todos los pares de zapatos solo a la mitad de las personas los zapatos le calzaban por igual Figura 86; en el calzado tipo ballerina el de horma comercial se adaptó mejor a ambos pies, y en el de calzado de tacón fue el de horma propuesta, sin embargo cabe resaltar que para la mayoría de las participantes el criterio de evaluación para este factor fue el ajuste del largo del zapato lo cual es una evaluación muy subjetiva que depende más de la anatomía del pie que del diseño de la horma.

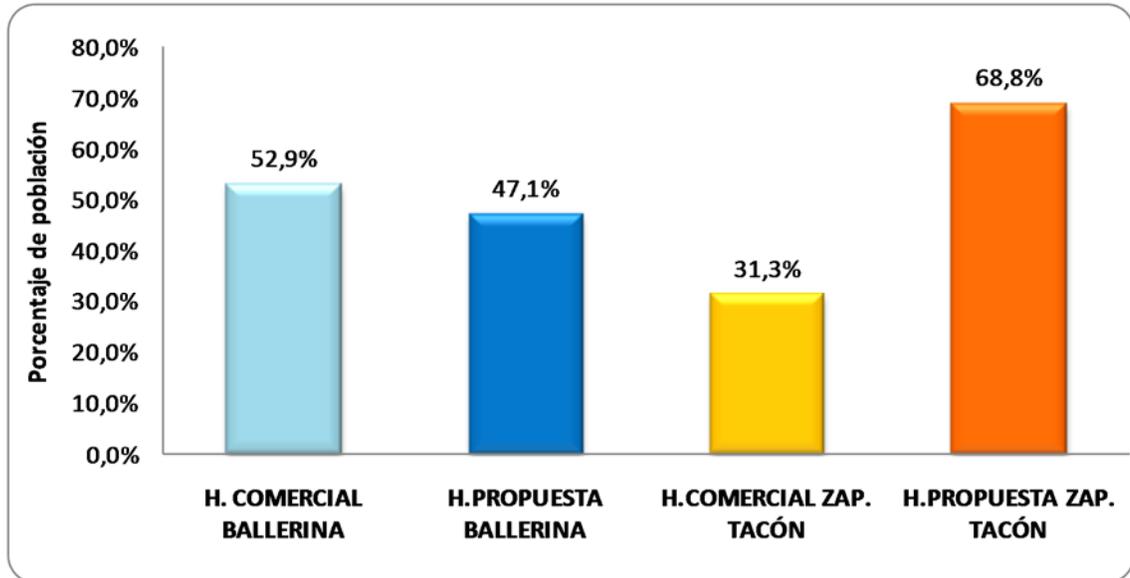
Figura 86. Diferencias de ajuste entre pie izquierdo y derecho



Por último, después de que cada participante se terminaba de calzar los 2 pares de zapatos de cada tipo, se les preguntó acerca de la preferencia por un par de ellos (Figura 87) y el porqué de su elección. En el calzado tipo ballerina la evaluación de la preferencia no denota una diferencia significativa entre los dos pares, pues varían por la opinión de 1 persona, además, una persona determinó que no elegía ningún par en especial si no se quedaba con los dos, lo que permite determinar que no hay una tendencia clara en cuanto a la aceptación o rechazo de un par determinado.

En cambio, en el calzado de tacón sí se evidencia una clara tendencia a preferir el calzado de la horma propuesta argumentando que era un calzado más cómodo y que se adaptaba mejor al pie.

Figura 87. Preferencias de calzado



De manera general esta prueba de usabilidad emula la actividad de comprar calzado en una tienda, en donde se evalúa el confort a corto plazo que siente el usuario al probarse un calzado, el cual se debe basar en estos criterios para tomar una decisión acerca de su preferencia por un tipo específico de zapato. Excluyendo factores como moda y precio, los criterios principales para elegir un determinado tipo de calzado son dos, el que se le adapte el zapato correctamente al largo del pie, y el que no le apriete en los dedos; esta zona en particular tuvo gran influencia en la percepción de confort, mostrando que las usuarias prefieren un tipo de ajuste preciso en esta zona, y una zona de ajuste más suelto, en la zona metatarsal.

Sin embargo, en algunas ocasiones estas decisiones son difíciles de llevar a cabo ya que el poco tiempo de prueba de calce no es determinante para tomar una decisión, y sólo después de un tiempo prolongado del uso del calzado las usuarias se dan cuenta si tomaron o no la decisión correcta evaluando el confort que les da el calzado a largo plazo.

Es por esta razón, que se decidió hacer una segunda prueba de usabilidad para evaluar el calzado con un uso más prolongado, y así evaluar el confort a largo plazo.

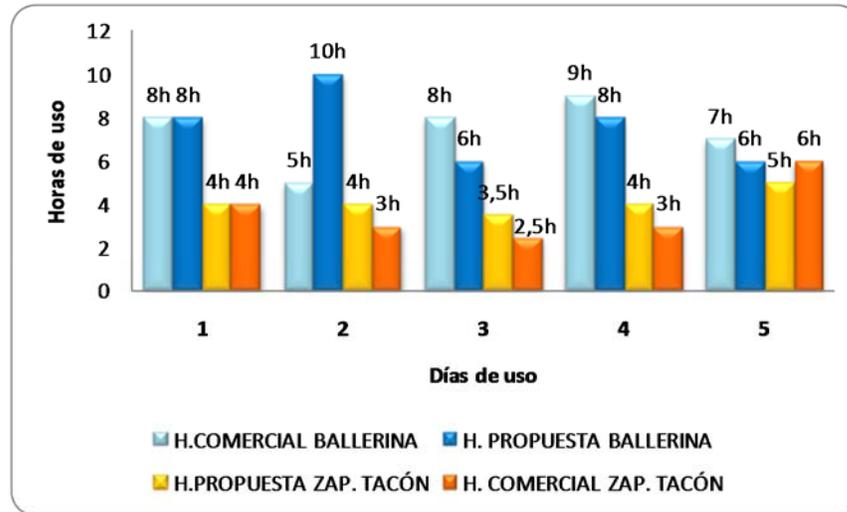
4.4.1.2. Prueba de usabilidad N° 2: Para esta prueba se escogieron 2 participantes al azar de la anterior prueba, una para calzado tipo ballerina y otra para calzado de tacón. En la Tabla 38 se describen las características generales de cada participante. A cada una se les pidió que usaran cada par de zapatos mínimo 4 horas al día, por 5 días cada uno, alternando su uso diario. Además se les pidió que fueran registrando en el formato dado las variaciones diarias respecto al calzado y a sus pies. El formato de encuestas utilizado se encuentra en el ANEXO C y D.

Tabla 38. Descripción general de las participantes de la prueba.

PARTICIPANTE	CALZADO	EDAD	PESO (kg)	ESTATURA (cm)	IMC (kg/m ²)	TIPO PIE SEGÚN DEDOS	TIPO PIE SEGÚN HUELLA
1	Tipo Ballerina	18	58	162	22,1	Griego	Plano
2	De tacón	28	59	165	21,7	Egipcio	Normal

Como primera medida las participantes debían reportar el número de horas que había usado los zapatos durante cada día. En la Figura 88, se observan las horas de uso de cada par de zapatos referenciada por cada participante, en donde quien más horas de uso utilizó los zapatos fue la participante del tipo calzado ballerina. El calzado de tacón con la horma propuesta fue el que menos tiempo de uso tuvo, con un total de 15,5 horas.

Figura 88. Horas de uso de cada calzado



Cada día se reportaron los problemas ocasionados por el calzado, en la Tabla 39, se resumen los problemas presentados para la participante del calzado tipo ballerina en donde asegura no haber tenido ningún tipo de problema con el calzado de horma propuesta. En el otro tipo de calzado reporta problemas en un solo pie (derecho) para el dedo pulgar en donde siente presión, además, asegura haber sentido que se le descalzaba el zapato, pero que con el paso de los días dejó de descalzarle. En ningún día reportó el uso de medias o la necesidad de usar curitas para los problemas ocasionados.

En la Tabla 40, se describen los problemas señalados por la segunda participante respecto al uso de calzado de tacón. En donde sus principales problemas en el uso del calzado con la horma de referencia se concentraron en la zona de los dedos, y en general los describe como apretados para sus pies, asegurando también que la sensación empeora al usar medias (veladas), y además, tuvo la necesidad de usar curitas para cubrir las ampollas ocasionadas por el calzado, y por esta razón se hizo más incómodo usarlos con el pasar de los días. Para los zapatos de tacón reportó molestias en la zona de las articulaciones en los primeros días, sin embargo al final de los días dejó de sentir molestias aun cuando

decidió usar medias. Estas molestias pueden ser debido al estilo del zapato cuya puntera es estrecha.

Tabla 39. Problemas presentados con el uso en el calzado tipo ballerina

	Ballerina con horma comercial	Ballerina con horma propuesta
Día	Problema	Problema
1	Dedo Pulgar: Acentó el del pie derecho	Ninguno
	Talón: Se descalzaba	
2	Talón: Se descalzaba	Ninguno
3	Se descalzaba en ocasiones, pero menos que antes	Ninguno
4	Molestó el dedo pulgar derecho	Ninguno
5	Ninguna	Ninguno

Tabla 40. Problemas presentados con el uso en el calzado de tacón.

	Zapato de tacón con horma comercial	Zapato de tacón con horma propuesta
Día	Problema	Problema
1	Ampollas en dedos meñiques y talón	Articulaciones dedos: Apretaba
	Ajustado en general	
2	Los mismos problemas anteriores pero peor con el uso de medias	Dedos meñiques: apretados
3	Apretados en dedos y talón	Parte superior del zapato: Le incomodó un poco
4	Apretados	
5	Incómodos de usar	Ninguna (usó medias)
	Apretan peor con medias	Ninguna

Además, las participantes evaluaron cada día el confort sentido por cada par de zapatos (Figura 89). Notándose que con el pasar de los días la evaluación de los zapatos tipo ballerina se mantuvo constante, entre “bueno” y “muy bueno” para calzado de horma comercial, y horma propuesta respectivamente. Fenómeno que no ocurrió con los zapatos de tacón en donde los de horma comercial descendieron de categoría de “malo” a “muy malo” con el paso de los días como consecuencia de las lesiones ocasionadas en los pies, sin embargo se aprecia que desde un principio no tuvo un confort suficiente; los de horma propuesta contrariamente mejoraron su evaluación de “bueno” a “muy buenos” pareciendo adaptarse mejor con el paso de los días.

Y de la misma manera que las participantes evaluaron el confort, se les solicitó evaluar el ajuste del calzado cada día (Figura 90), observándose que en el calzado tipo ballerina la calificación se mantuvo constante durante los días entre “regular” y “bueno” para el calzado de horma comercial y propuesta respectivamente, sin embargo, el último día de uso, la participante asegura haber sentido un cambio en el ajuste, mejorando su calificación de regular a buena para este primer par de zapatos.

Para el calzado de tacón, al de horma comercial no le fue muy bien pues desde el principio su calce fue denominado como malo, para con el paso de los días bajar su calificación a muy malo, evidenciando un alto inconformismo de la participante hacia este tipo de calzado.

Caso contrario al calzado con la horma propuesta en el que el ajuste pasó de ser “bueno” a “muy bueno” demostrando así su preferencia por este tipo de calzado.

Figura 89. Evaluación del confort del calzado en los días de uso.

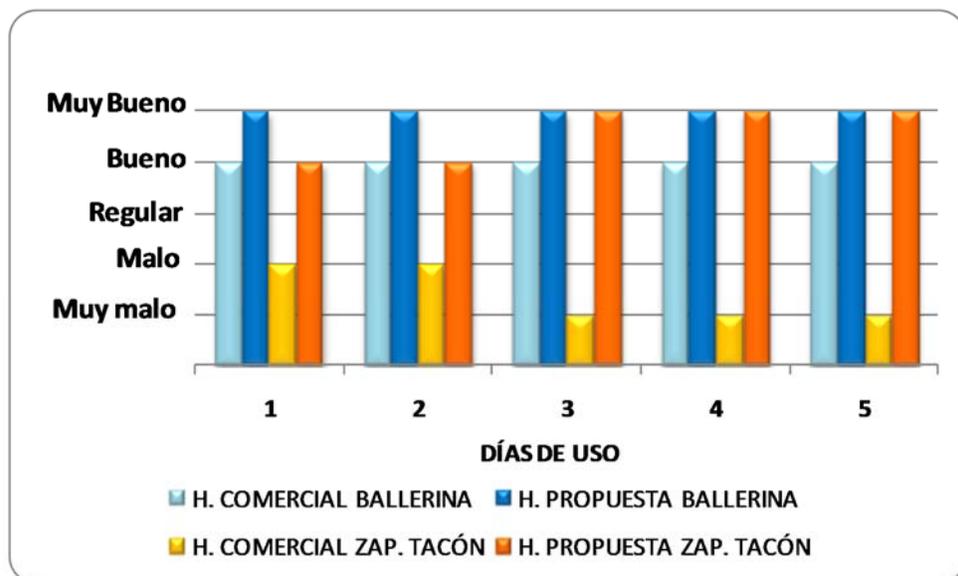
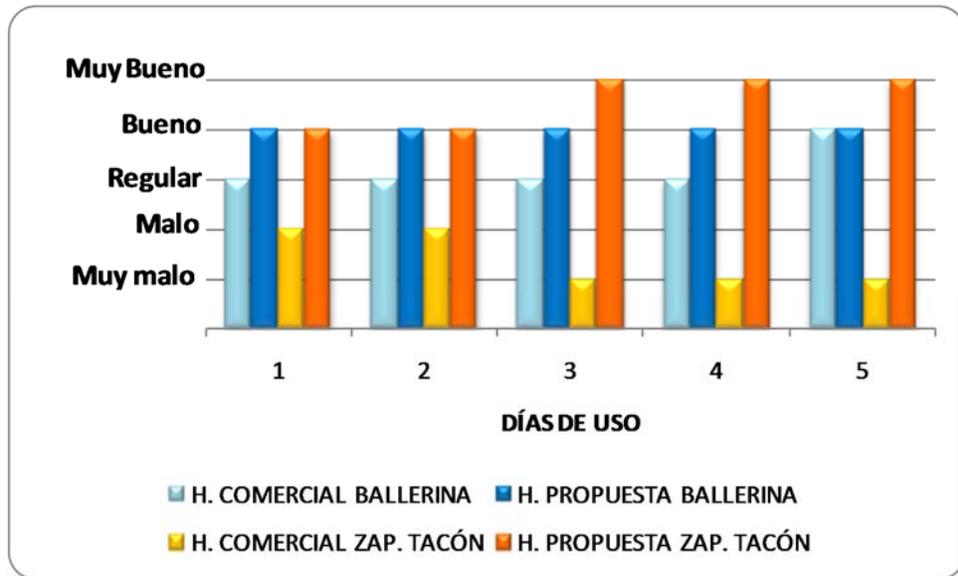


Figura 90. Evaluación del ajuste del calzado en los días de uso.



Así mismo, con la hipótesis de que la sensación de comodidad de un calzado se ve aumentada a través de los días de uso, se les solicitó a las participantes que compararan la comodidad sentida respecto al día anterior (Figura 91), para el calzado tipo ballerina entre el primer y segundo día de uso, la comodidad se percibió de igual manera, sin embargo, a partir del tercer día, hubo una tendencia a la mejoría, no obstante, cabe aclarar que la participante no se atrevió a dar la máxima calificación de comodidad lo que conduce a pensar que la sensación de cambio entre un día otro respecto a la comodidad a pesar de que es positiva fue mínima.

De la misma manera la participante # 2 comparó la comodidad en función de cada día de uso, y determinó que con el paso de los días, los zapatos de horma comercial se mantenían entre igual y más incómodos que el día anterior, contrariamente a los zapatos de horma propuesta que tendieron a mejorar con el paso de los días.

Esto conduce a pensar que desde un primer momento si un zapato se siente incómodo, con el paso de los días esta percepción empeorará, en cambio, si desde el principio la comodidad del zapato es buena, tenderá a mejorar.

No obstante, no queda determinado si el mejoramiento de comodidad y de ajuste con el paso de los días se debe al buen diseño de la horma, o a los materiales con los que están fabricados los zapatos, los cuales terminan por tomar la forma del pie o en el caso contrario, los pies se acostumbran a la forma del zapato.

Como medida final, las participantes después de haber usado los dos pares de zapatos debieron comparar señalando cuál de los 2 pares prefería, cuál tuvo mejor ajuste a sus pies y cuál según su percepción y experiencia había sido más cómodo, en la Tabla 41 se puede apreciar que las 2 participantes, se inclinan totalmente por los zapatos fabricados con la horma propuesta, lo que permite concluir que en este caso la adaptación propuesta para las hormas fueron exitosas.

Figura 91. Evaluación de la comodidad en función de los días de uso.

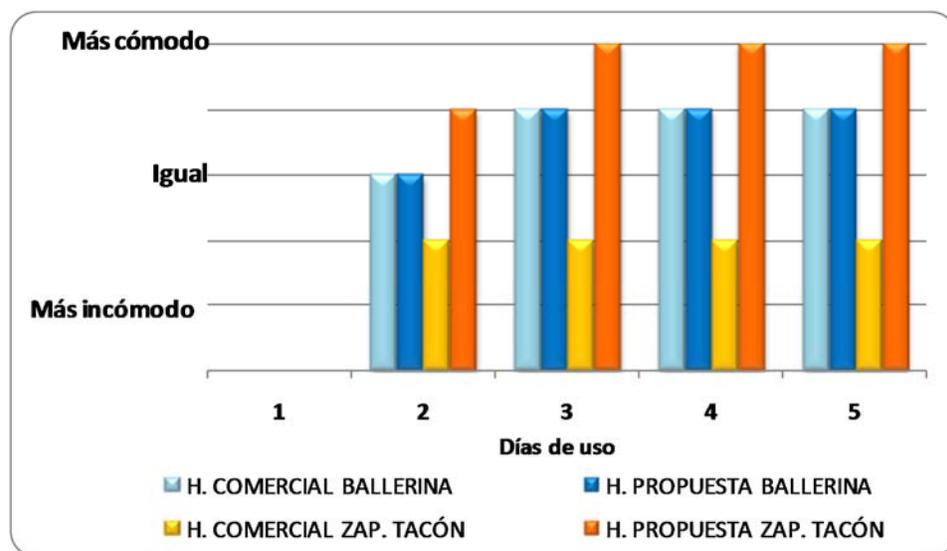


Tabla 41. Evaluación comparativa entre calzados.

EVALUACIÓN	H. COMERCIAL BALLERINA	H. PROPUESTA BALLERINA	H. COMERCIAL ZAP. TACÓN	H. PROPUESTA ZAP. TACÓN
¿Cuál de los dos pares tuvo mejor ajuste a sus pies?		X		X
¿Cuál par es más cómodo?		X		X
¿Cuál par prefiere?		X		X

Aunque en estas pruebas se quiso evaluar el ajuste y la comodidad respecto al calce experimentada por las usuarias, cabe resaltar que estas afirmaciones son personales y subjetivas y dependen de las preferencias individuales de cada usuaria, su antropometría, y los cambios de la forma del pie derivados de su movimiento durante el desarrollo de la marcha.

Sin embargo, existen otros factores influyentes en la comodidad percibida que no se tuvieron en cuenta en estas pruebas, como lo son, los materiales, el tipo de construcción de calzado y el grosor de la plantilla interna. Queda abierta la posibilidad de evaluar el confort y ajuste percibido con diferentes combinaciones de estos factores que ayuden a determinar su importancia, y el equilibrio necesario entre ellos para maximizar el confort.

De manera general se pudo observar, que la zona más crítica y voluble a generar discomfort es la zona metatarsal, donde las preferencias tienden a una holgura en esta zona que permita la flexión del pie sin ningún tipo de presiones, de igual manera, otra de las zonas importantes es la zona de los dedos, donde no se permite ningún tipo de presión en especial en el quinto dedo que tiende a ser el más susceptible a dolor o lesiones. En estas 2 zonas el discomfort experimentado se produjo a la molestia o dolor ocasionado en estos puntos.

No obstante, existe otra zona en la que el discomfort se manifestó no por el dolor o molestia ocasionados, sino por la incomodidad generada por la amplia holgura en la zona del talón, relacionada con la longitud total de la horma, lo que conlleva a replantear esta medida además influenciada por el estilo de puntera que poseía el zapato, sin embargo cabe aclarar que este fenómeno solo se presentó en el calzado tipo ballerina.

La zona del empeine, fue la única zona que no pudo ser evaluada debido a que el diseño de los zapatos no lo permitió.

CONCLUSIONES.

Se logró estandarizar en tablas antropométricas del pie a la población analizada mediante el riguroso análisis estadístico llevado a cabo en el presente estudio. Se reportaron tablas específicas por tallas para que puedan ser utilizadas como punto de partida para fabricantes de calzado en la elaboración de sus productos.

Los resultados de pruebas de usabilidad a largo plazo revelan que las usuarias prefieren el calzado elaborado con la horma propuesta por el presente trabajo de tesis sobre los elaborados con la horma comercial, gracias a que experimentaron un mejor confort y ajuste en el uso continuado.

Con este resultado se refuerza el concepto de que es fundamental que las hormas se diseñen en concordancia con la anatomía de la estructura del pie de la población, por lo que aportar tablas estandarizadas de medidas antropométricas del pie de Bucaramanga y su área metropolitana permite a la industria de Santander en un futuro cercano orientar de un mejor modo la fabricación del calzado dando mayor relevancia a factores como el confort y el ajuste del zapato, proporcionando un mayor bienestar y salud para los pies.

No obstante, aunque la horma representa las dimensiones del pie, definiendo en gran medida el calce y el confort del calzado, su forma está muy influenciada por la estética y moda del zapato, por lo cual se debe ser muy precavido a la hora de diseñar calzado, al impedir que el afán por una determinada estética afecte de alguna manera la comodidad del pie. El diseño de la horma debe ser un diseño inteligente que combine las tendencias de la moda y requerimientos estéticos del calzado, con las dimensiones del pie que generen mayor confort y ajuste del calzado. Así, se logra un producto que resalta por su buen diseño exterior y al mismo tiempo genera bienestar y comodidad al usuario.

Otro aspecto muy importante que se pudo evidenciar en esta investigación es que el índice de masa corporal (IMC) es un factor muy influyente en la morfología del pie, y por tanto, un factor determinante para la talla de calzado. Si bien, la industria del calzado tiene en cuenta las características más comunes de una persona con estándares “normales” para el diseño de calzado, se hace necesario la inclusión de las características de personas salidas de este rango, que aunque son minoría en la población no se le están satisfaciendo sus necesidades y son inducidas a usar la talla incorrecta de calzado pues las existentes no cubren sus requerimientos.

Por tal razón, uno de los requerimientos de diseño de calzado que se debería mejorar en la industria es la implementación de diversos anchos de calzado para una misma talla, como mínimo deberían existir tres: para pies angostos, normales y anchos. De esta manera se lograría satisfacer a mayor número de población y además mejorar el confort del calzado.

Dadas las características de la población analizada (todas mujeres jóvenes) la incidencia de *Hallux valgus* es un aspecto preocupante a tener en cuenta considerando que la frecuencia de uso de tacones es muy baja. Esta peculiaridad puede revelar que la población de la capital santandereana y sus municipios contiguos poseen predisposición genética a este tipo de deformación y refuerza el logro de tener registrada la información de las dimensiones de estos pies femeninos orientado a la fabricación de calzado específico con estándares locales.

Sin embargo, después de analizar todos los pies de la muestra de la población se puede evidenciar lo difícil que es establecer un patrón morfológico del pie de las mujeres de la región, pues existen diferentes factores influyentes en la anatomía podológica como lo son la genética, los hábitos de alimentación, las actividades a las cuales se ocupan y las costumbres de uso de diferentes tipos de calzado.

Con esta investigación se abre camino a un sector del mercado poco explorado en la región como lo es el calzado personalizado, y si bien el hecho no es construir un tipo de horma para cada persona, con la personalización en masa se da la oportunidad a empresas que quieran experimentar con el diseño preestablecido de hormas basadas en el perfil antropométrico de la región, para que sus clientes puedan determinar cuál se adecua mejor a sus pies, y así proceder a fabricar el calzado según estos parámetros.

Con el desarrollo de este proyecto se hizo evidente la necesidad del diseñador industrial en el sector del calzado, no solo como el individuo que propone la estética del calzado y su apariencia exterior, sino como aquel que se preocupa por el bienestar del usuario y la satisfacción de sus necesidades, analizando y estudiando las características influyentes para el diseño del producto, haciendo uso de la ergonomía como uno de los pilares en el proceso de diseño de este, logrando así, productos con un valor agregado de calidad y competitividad.

RECOMENDACIONES.

Se sugiere la ampliación de este estudio y las validaciones de las medidas resultantes de la investigación con la fabricación de más hormas, en diferentes modas y estilos de zapatos, que permitan la evaluación del calzado en más mujeres de la región. Además, para la evaluación del confort, se hace necesario el estudio y comparación de distintos diseños de calzado y uso de materiales en una misma horma.

Es importante que estudios como este se repliquen en varias zonas del país y en diferentes edades, para así tener un perfil antropométrico de las mujeres colombianas pues actualmente no existe una base de datos antropométrica a la cual se pueda consultar para distintos fines (diseño, ergonomía, calzado, ortopedia, etc.). Y no solo limitar los estudios a la antropometría sino complementarlos estudiando toda la biomecánica del pie. Además, es importante tener en cuenta incluir otras medidas como contorno de gemelos, altura de pantorrilla, etc. útiles para el diseño de botas y botines.

En estos estudios futuros se propone la inclusión o diseño de un software que automatice la toma de dimensiones del pie ya digitalizado, agilizando así esta tarea y minimizando por ende el error humano.

Aunque la horma es una parte fundamental influyente en el confort del calzado, se hace imperioso el análisis de otros factores influyentes como lo son el diseño de plantillas, suelas y desarrollo de materiales con mejores propiedades.

Se hace necesario concientizar al sector calzado de la región, la importancia no sólo del diseño exterior del zapato, sino del estudio y diseño de la horma, y por ende del pie del usuario, incluyendo la ergonomía como parte importante en el

proceso de diseño de calzado lo que conlleva a una mejor salud y confort para los pies, generando así aún más satisfacción al consumidor.

Hay una necesidad de incluir más tecnología en las empresas fabricantes de hormas en la región, pues ninguna de ellas maneja el modelado automatizado o CNC que permite que desde el diseño digital de hormas por software especializados se pueda dar paso a la fabricación directamente sin tener la necesidad de modelar manualmente las hormas.

En Bucaramanga hay ausencia de laboratorios de evaluación de calzado y desarrollo de nuevos productos, así como de centros de investigación que creen nuevas tecnologías y brinden asistencia técnica a empresarios de la región e incentiven la competitividad en el sector.

Crear normativas y modelos de estandarización para la creación y desarrollo de hormas para calzado, que evite que cada empresa use sus propios lineamientos para la fabricación de estos componentes del calzado pues en Colombia y en general la región carece de esta regulación de procedimientos.

Es preciso que las mujeres conozcan el tipo de hormas y por tanto, el diseño de puntera del zapato que más les convenga según el tipo de pie que posean (Egipcio, Griego, cuadrado), y que esto sea se convierta en un factor de preferencia de calzado y no solo la moda y el estilo del zapato sea un factor determinante, ya que no a todos los tipos de pie se le ajustan bien todos los tipos de punteras de calzado.

BIBLIOGRAFÍA.

ABSOLUT GRECIA. Historia del calzado griego. [En línea] Disponible en: <<http://www.absolutgrecia.com/historia-del-calzado-griego/>> [Citado 23-08-2013]

ALONSO, Félix. El calzado en el antiguo Egipto. [En línea] Disponible en: <<http://www.egiptologia.com/medicina/2387-calzado-y-afeccion-podalica-en-el-antiguo-egipto.html>> [Citado 23-08-2013]

ALTAHONA, Teresa y SANTISTEBAN, Diego. Análisis de las empresas productoras y comercializadoras de calzado en Santander. Bucaramanga, 2008. Universitaria de Investigación y Desarrollo. Trabajo de Grado (Administrador de Empresas). [En línea] Disponible en: <<http://www.udi.edu.co/paginas/investigacion/isbn/paloseco/13/comercializadora.pdf>> [Citado 1-06-2013]

AMAT, José. El calzado en la época del Barroco. [En línea] Disponible en: <<http://suite101.net/article/la-moda-del-calzado-para-hombre-y-mujer-en-el-periodo-barroco-a84820>> [Citado 23-08-2013]

_____ El calzado en la época del Renacimiento. [En línea] Disponible en: <<http://suite101.net/article/la-moda-en-el-uso-del-calzado-en-la-epoca-del-renacimiento-a83786>> [Citado 23-08-2013]

ARCE, Carlos. Defectos posturales de miembros inferiores. [En línea] Disponible en: <<http://www.arcesw.com/dpmi.htm>> [Citado 23-08-2013].

Asociación Internacional de Ergonomía (IEA). Definición. [En línea] Disponible en: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>> [Citado 2-11-2013]

BARRETO, Silvia. Diseño de Calzado Urbano. Editorial Nobuko. Buenos Aires, Argentina. 2005

BARROSO, Mónica. *et al.* 2005. Anthropometric study of portuguese workers. International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 35 p.401-410. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814104002069>> [Citado 18-08-2013]

BAXTER, Marian - BAXTER, David. Anthropometric characteristics of feet of soldiers in the New Zealand Army. School of Preventive and Social Medicine, University of Otago. Dunedin, New Zeland, 2010. [En línea] Disponible en: <http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3912/is_201104/ai_n57428808/> [Citado 18-08-2013]

BLOG DEL CALZADO. Tabla de conversión de tallas de calzado de dama y caballero. [En línea] Disponible en: <<http://blogdelcalzado.com/2012/03/14/nueva-tabla-de-conversion-de-calzado-de-dama-y-caballero-adult-mens-and-womens-shoe-size-conversion-table/>> [Citado 16/10/2013]

CALZADO ROSI. Partes de zapato [En línea] Disponible en: <<http://www.calzadosrosi.com/blog/27-conoce-las-partes-del-zapato>> [Citado 23-08-2013]

CÁMARA DE LA INDUSTRIA DEL CALZADO DEL ESTADO DE GUANAJUATO. Compendio de normativas aplicables al calzado. [En línea] Disponible en: <<http://www.ciceg.org/GUIAS%20DE%20EXPORTACION%20DE%20CALZADO/10%20Normativas%20aplicables%20a%20calzado.pdf>> [Citado 16/10/2013]

CARDONA, Juan Diego. Calzado y Bienestar. En: Ciencia Aplicada, Revista del Cuero. [En línea] Disponible en: <<http://www.acicam.org/documents/CienciaAplicada.pdf>> [Citado 22-03-2013]

CASTILLO, Juan. Ergonomía cognitiva. [En línea] Disponible en: <<http://ergonition.blogspot.com/>> [Citado 2-11-2013]

CHAKTOURA, Julia. Historia del zapato femenino. [En línea] Disponible en: <<http://ellastienenlapalabra-ellas.blogspot.com/2011/04/historia-del-zapato-femenino.html>> [Citado 23-08-2013]

CHANNA, Witanna. *et al.* 2006. Foot measurements from three-dimensional scans: A comparison and evaluation of different methods, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 36. p.789-807. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814106001260>> [Citado 18-08-2013]

CHENG, F.T. and D.B. PERNG, 1999. A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design. Taiwan. International Journal of Industrial Ergonomics. Volume 25. p.171-185. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814198000985>> [Citado 18-08-2013]

CHICO RUIZ, Fernando y colaboradores. Pie y calzado: Diseño Biomecánico. Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC). México D.F, México. 2008.

_____. Biomecánica del Pie. [En línea] Disponible en: <http://www.concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/21042007_BIOMECANICA_PIE.pdf> [Citado 23-11-2013]

CUERO NET. Las hormas simétricas y asimétricas. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma3.htm>> [Citado 22-08-2013]

_____. Características de las hormas. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma8.htm>> [citado 16/10/2013]

_____. Elaboración manual de hormas.[En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma5.htm>> [citado 16/10/2013]

_____. Numeración de anchos. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/numeracionancho.htm>> [citado 16/10/2013]

_____. Para qué sirven las hormas. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma1.htm>> [citado 16/10/2013]

_____. Zapatero a tus zapatos. [En línea] Disponible en: <<http://www.cueronet.com/zapatos/horma2.htm>> [citado 16/10/2013]

DANE. Proyecciones de población total por sexo y grupos de edad de 0 hasta 80 y más años (2005-2020). [En línea] Disponible en: <<http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>> [Citado 18-08-2013]

DE LA FUENTE, Santiago. Análisis por conglomerados. Universidad Autónoma de Madrid. 2011. [En línea] Disponible en: <<http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>> [Citado 02-02-2014]

DEIRA, José María. La horma de su zapato. [En línea] Disponible en: <<http://unalupasobrelahistoria.blogspot.com/2013/03/la-horma-de-su-zapato.html>> [Citado 22-08-2013]

DINERO, revista. Las mujeres marcan el paso. 16/02/2010. . [En línea] Disponible en: <<http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/las-mujeres-marcan-paso/41370>> [Citado 23-08-2013]

EL TIEMPO. ¿Está usted dentro del rango de estatura promedio de los colombianos? [En línea] Disponible en: <http://www.eltiempo.com/vida-de-hoy/salud/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-13128617.html> [Citado 23-11-2013]

ESTAÑ, Cristina. Historia de la moda, siglo XVII. [En línea] Disponible en: <<http://calzadomh2010.files.wordpress.com/2010/02/siglo-xvii.pdf>> [Citado 23-08-2013]

ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Manejo estadístico de datos antropométricos. Edit. Universidad de Antioquia. Medellín, 2001.

GARCÍA, Jesús. Las medias y zapatos del siglo XVIII. [En línea] Disponible en: <<http://museodeltraje.mcu.es/popups/06-2006%20pieza.pdf>> [Citado 23-08-2013]

GARZÓN ÁVILA, Myriam Stefany. Método para el diseño de hormas y suelas para calzado, caso específico de aplicación: calzado infantil. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2010. Trabajo de Grado (Diseñador Industrial). [En línea] Disponible en: <<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>> [Citado 18-08-2013]

GONZÁLEZ MAESTRE, Diego. Ergonomía y psicología. FC Editorial, España. p. 124

GOONETILLEKE, Ravindra - CHEUK FAN HO, Edmond. Foot Anthropometry in Hong Kong. Department of Industrial Engineering & Engineering Management, Hong Kong University of Science and Technology. Hong Kong, 2008. [En línea] Disponible en: <<http://ihome.ust.hk/~imhcf/papers/aseanfoo.pdf>> Citado [18-08-2013]

GOONETILLEKE, Ravindra. Designing to minimize discomfort. Department of Industrial Engineering and Engineering Management, Hong Kong University of Science and Technology. Hong Kong. Ergonomics in Design, Vol. 6, No. 3, July 1988, pp. 12-19.

GUTIÉRREZ & DE LA VARA. Análisis y diseño de experimentos. Editorial Mc Graw-Hill, 2^{da} edición. 2008

INSTITUTO BIOMECÁNICO DE VALENCA. Estudio antropométrico y morfológico 3d de los pies de la población española para su aplicación al diseño de calzado y componentes. España, 2005. [En línea] Disponible en: <http://laboral.ibv.org/index.php/es/proyecto/show_project/21/9> Citado [18-08-2013]

INSTITUTUTO BIOMECÁNICO DE VALENCIA-MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Estudio antropométrico de la población femenina española. España, 2008. [En línea] Disponible en: <<http://antropometria.ibv.org/>> [Citado 18-08-2013]

J.M. Kanaani, S.B. Mortazavi, A. Khavanin, R. Mirzai, Y. Rasolzadeh and M. Mansurizadeh, 2010. Foot Anthropometry of 18-25 Years Old Iranian Male Students. Asian Journal of Scientific Research, 3: 62-69.M. [En línea] Disponible en: <<http://scialert.net/fulltext/?doi=ajsr.2010.62.69&org=11>> Citado [27-12-2013]

LEE AU, Emily. GOONETILLEKE, Ravindra. (2007). A qualitative study on the comfort and fit of ladies dress shoes, Applied Ergonomics, Volume 38, p. 687-696. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687007000051>> [Citado 2-11-2013]

LUXIMON, Ameersing, *at el.* 2009. Shoe-last design innovation for better shoe fitting, Computers in Industry, Volume 60, p.621-628. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361509001365>> [Citado 18-08-2013]

LUXIMON, Ameersing, *at el.* 2009. Shoe-last design innovation for better shoe fitting, Computers in Industry, Volume 60, p.621-628. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361509001365>> [Citado 18-08-2013]

MARADEI, ESPINEL y PEÑA. Manual de ergonomía UIS. 1 ed. Bucaramanga. Publicaciones UIS, 2008.

MAZZA, Juan C. Mediciones antropométricas: Estandarización de las técnicas de medición actualizada según parámetros internacionales. PubliCE Standard, 1993. [En línea] Disponible en: <<http://www.sobrentrenamiento.com/publicce/Articulo.asp?ida=197>> [Citado en 01-08-2013]

MOGOLLÓN, Marco. La Antropometría. [En línea] Disponible en:<<http://iepfv.files.wordpress.com/2008/07/la-antropometria.pdf>> [Citado 2-11-2013]

MONDELO, Pedro. Ergonomía 1: Fundamentos. 3 ed. Barcelona: Mutua Universal, 1994.

MONTGOMERY & RUNGER. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. Edit. McGraw-Hill, 2da Edición. 2004.

MORALES, Pedro. Estadística aplicada a las Ciencias Sociales. Universidad Pontificia Comillas .Madrid. [En línea] Disponible en: <<http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1omuestra.pdf>> [Citado 18-01-2013]

NATIONAL GEOGRAPHIC. El calzado de los romanos. [En línea] Disponible en:<http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/historia/secciones/7066/calzado_los_romanos_bota_sandalia.html> [Citado 23-08-2013]

NEMETH, Christopher. Human Factors methods for design. CRC Press. Boca Ratón. FL. USA. 2004

NORMAN, Donald A. La psicología de los objetos cotidianos. Editorial Nerea Madrid. 1988. Tit. Original: The psychology of everyday things.

OLASO MELIS, José. Predicción del confort a partir de prototipos virtuales de calzado y modelos de ingeniería asistida por ordenador. Valencia, España 2010. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. [En línea] Disponible en: <<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7730/tesisUPV3241.pdf?sequence=1>> [Citado 18-08-2013]

ORGILÉS César, GASCÓN M^a José, DEVESA Joaquín. Confort: Un argumento de ventas. [En línea] Disponible en: <http://www.lavirtu.com/eniusimg/enius4/2006/02/adjuntos_fichero_114650.pdf> [Citado 22-08-2013]

PANERO, Julius y ZELNIK Martin, Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. Barcelona (España), Editorial Gilí, 1983.

PAUL J. HECHT, TIMOTHY J. LIN, HALLUX VALGUS, Medical Clinics of North America, Volume 98, Issue 2, March 2014, Pages 227-232.

PÉREZ, Juanjo. El zapato y los sexos. [En línea] Disponible en: <<http://inspirastic.com/los-zapatos-y-los-sexos/>> [Citado 23-08-2013]

PIE SALUD. Pie cavo. [En línea] Disponible en:< <http://www.piesalud.net/pie-cavo.html>> [Citado 23-08-2013]

_____. Pie plano. [En línea] Disponible en:< <http://www.piesalud.net/pie-plano.html> > [Citado 23-08-2013]

PORTAFOLIO. Hombres colombianos tienen cinco pares de zapatos, dice estudio.16/02/11. [En línea] Disponible en:<<http://www.portafolio.co/hombres-colombianos-tienen-cinco-pares-zapatos>> [Citado 23-08-2013]

Portal del consumidor de la comunidad de Madrid. [En línea] Disponible en: <<http://www.madrid.org>> [Citado 23-08-2013]

RAMIRO; José. Guía de Recomendaciones para el Diseño de Calzado, Instituto de Biomecánica de Valencia, España, 1995.

RAMOS, Javier. Pies calzados en la Antigua Roma. [En línea] Disponible en: <<http://arquehistoria.com/pies-calzados-en-la-antigua-roma-8369>> [Citado 23-08-2013]

REVISTA DE ARTES N° 7 Julio 2007. El calzado desde la prehistoria hasta Grecia. [En línea] Disponible en: <<http://www.revistadeartes.com.ar/revistadeartes%207/prehistoriagrecia.html>> [Citado 23-08-2013]

REVISTA DEL CUERO. La horma el alma del calzado. [En línea] Disponible en: <<http://www.calzawebperu.com/PDF/Horma%20el%20alma%20del%20calzado.pdf>> [citado 16/10/2013]

RINCÓN BECERRA, Ovidio. Ergonomía y procesos de diseño. Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2010.

RODRÍGUEZ JAUME, María José; MORA CATALÁ, Rafael. Análisis de regresión múltiple. En: Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS. Universidad de Alicante, 2001. pp. 109-123 [En línea] Disponible en: <<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/12077/1/Capitulo7.pdf>> [Citado 11-11-2013]

RODRÍGUEZ, Waldo. *et al.* Estudio antropométrico del pie del niño y púber peruano con vistas a la normalización industrial en la confección de calzado en el Perú. Lima, 2005. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas. [En línea] Disponible en: <http://www.fiis.uni.edu.pe/iifiis/proyectos/pdfs/proyectos_investigacion_aplicada/estudioantropometrico.pdf> [Citado 18-08-2013]

RUBIN, J. Handbook of Usability testing. Jhon Wiley and sons. New York, USA.1994.

S. Rawangwong, J. Chatthong, and W. Boonchouytan. Foot Anthropometry of Primary School children in the South of Thailand. World Academy of Science, Engineering and Technology 60 2011. [En línea] Disponible en: <<http://www.academia.edu/4376158/V60-76>> Citado [17-11-2013]

SALUD Y CALZADO INFANTIL. Partes del calzado [En línea] Disponible en:<<http://saludycalzadoinfantil.wordpress.com/2013/04/10/partes-del-calzado/>> [Citado 23-08-2013]

SHENG, Luo & ZHENBANG, Gong. (2013) Customize last from multiple foot images by a little interaction, Computers & Electrical Engineering. [En línea] Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045790613002553>>[Citado 16-12-2013]

SILVA, Luis. El zapato, diseño e innovación durante el siglo XX. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5674/1/23120_1.pdf> [Citado 23-08-2013]

SOLER, Elena. Diseño y Gestión de Calzado. [En línea] Disponible en: <<http://calzadoumh2010.files.wordpress.com/2010/02/anatomia.pdf>> [Citado 16/10/2013]

SOLUCIONES ANTROPOMÉTRICAS. Automatización del modelado de hormas a partir de la captura digitalizada en 3d de las características antropométricas del pie en una población aleatoria de individuos. España, 2001. [En línea] Disponible en:

<http://www.solucionesantropometricas.com/pdfs/dossiers/dos_horma.pdf>
[Citado 18-08-2013]

TRIANA BELTRÁN, Nathaly. El calzado y su impacto económico en la sociedad colombiana. [En línea] Disponible en: <<http://www.poligran.edu.co/cicre/pdfs/nataly%20 triana%2023%20nayo%20 revista%20dinero.pdf>> [Citado 01-06-2013]

VANGUARDIA LIBERAL. La mitad del consumo de calzado está llegando de China y Panamá. [En línea] Disponible en: <<http://www.vanguardia.com/historico/91783-la-mitad-del-consumo-de-calzado-esta-llegando-de-china-y-panama>> [Citado 1-06-2013]

VARELO, Esperanza. Antropometría. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España. [En línea] Disponible en: <<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20pu esto/DTEAntropometriaDP.pdf>> [Citado 2-11-2013]

VILADOT, Antonio. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona: Springer, 2001. Capítulos 15 y 16.

VT BOLETIN ONLINE VIGILANCIA TECNOLÓGICA N°42. Sistemas internacionales de tallaje de calzado. [En línea] Disponible en: <http://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Boletines/Calzado/opticalz0213.pdf> [citado 16/10/2013]

ZAMBRANO, Luis. Conocimientos generales para el montaje de calzado. Servicio Nacional de Aprendizaje. SENA.

ANEXOS

ANEXO A. Evaluación de calce y confort calzado ballerina



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
 GRUPO DE INVESTIGACION EN ERGONOMIA, PRODUCTO Y SIGNIFICADO



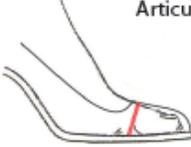
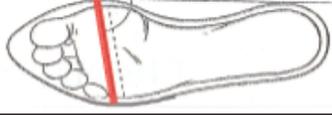
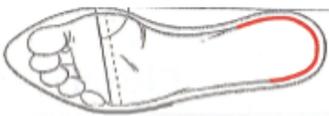
Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Nombre _____ Edad _____ Peso _____ Estatura _____

Tipo de pie según dedos: _____ Según huella: _____

1. Marque con una X en la escala el grado de comodidad o incomodidad del zapato según la zona donde se le indique

Par # 1

Zona del Zapato	Escala
Puntera 	 Muy Incómodo 1 2 3 4 5  Muy Cómodo
Articulaciones 	 Muy Incómodo 1 2 3 4 5  Muy Cómodo
Ancho Articulaciones Plantar 	 Muy Incómodo 1 2 3 4 5  Muy Cómodo
Talón Planta del pie 	 Muy Incómodo 1 2 3 4 5  Muy Cómodo
Talón Vista Lateral 	 Muy Incómodo 1 2 3 4 5  Muy Cómodo

2. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato al momento de calzarlo. Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



3. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios: _____

4. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios: _____

5. En qué pie le calzó mejor el zapato?

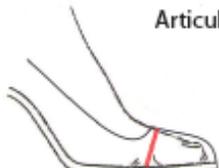
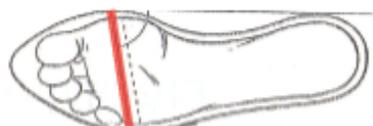
Derecho ____ Izquierdo ____ Por igual ____

Observaciones Generales:

Segundo par

6. Marque con una X en la escala el grado de comodidad o incomodidad del zapato según la zona donde se le indique

Par # 2

Zona del Zapato	Escala
<p>Puntera</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Articulaciones</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Ancho Articulaciones Plantar</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Talón Planta del pie</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Talón Vista Lateral</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>

7. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato al momento de calzarlo. Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



8. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1)Muy Mal____ 2) Mal ____ 3) Regular____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios:_____

9. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1)Muy Mal____ 2) Mal ____ 3) Regular____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios:_____

10. En qué pie le calzó mejor el zapato?

Derecho____ Izquierdo____ Por igual ____

Observaciones:

11. Después de haberse calzado los 2 pares de zapatos, ¿Cuál prefiere?

Par #1 (color salmón) ____ Par # 2 (color negro) ____

¿Por qué?_____

ANEXO B. Evaluación de calce y confort calzado de tacón.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
 GRUPO DE INVESTIGACION EN ERGONOMIA, PRODUCTO Y SIGNIFICADO



Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Nombre _____ Edad _____ Peso _____ Estatura _____

Tipo de pie según dedos: _____ Según huella: _____

1. Marque con una X en la escala el grado de comodidad o incomodidad del zapato según la zona donde se le indique

Par # 1

Zona del Zapato	Escala
<p>Puntera</p>	<p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy Cómodo</p>
<p>Articulaciones</p>	<p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy Cómodo</p>
<p>Ancho Articulaciones Plantar</p>	<p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy Cómodo</p>
<p>Talón Planta del pie</p>	<p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy Cómodo</p>
<p>Talón Vista Lateral</p>	<p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy Cómodo</p>

2. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato al momento de calzarlo. Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



3. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios: _____

4. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios: _____

5. En qué pie le calzó mejor el zapato?

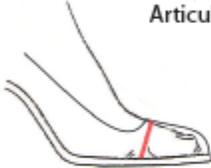
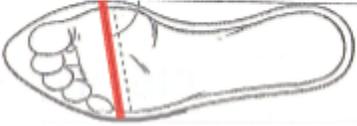
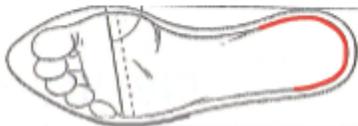
Derecho ____ Izquierdo ____ Por igual ____

Observaciones Generales:

Segundo par.

6. Marque con una X en la escala el grado de comodidad o incomodidad del zapato según la zona donde se le indique

Par # 2

Zona del Zapato	Escala
<p>Puntera</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Articulaciones</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Ancho Articulaciones Plantar</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Talón Planta del pie</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>
<p>Talón Vista Lateral</p> 	 <p>Muy Incómodo</p> <p>1 2 3 4 5</p>  <p>Muy Cómodo</p>

7. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato al momento de calzarlo. Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



8. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios: _____

9. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

Comentarios: _____

10. En qué pie le calzó mejor el zapato?

Derecho ____ Izquierdo ____ Por igual ____

Observaciones:

11. Después de haberse calzado los 2 pares de zapatos, ¿cuál prefiere?

Par #1 (color salmón) ____ Par # 2 (color negro) ____

¿Por qué? _____

Especificaciones sobre la zona del zapato a evaluar:

Puntera: es la parte delantera de la horma, permite el ajuste de los dedos, esta debe permitir que los dedos se ajusten perfectamente y no se haya presión sobre ellos de ningún tipo.

Articulaciones: es la zona del contorno de articulaciones, aquí el pie debe calzar perfectamente en la horma, sin quedar presionado o sin que el pie se salga del zapato.

Ancho de las articulaciones plantar: En esta zona se requiere que la huella plantar quede exactamente y perfectamente distribuida sobre la plantilla del zapato, para que haya comodidad.

Talón planta del pie: Es la zona del talón que no debe quedar comprimido dentro del zapato.

Talón vista lateral: Esta zona es la parte que sujeta el talón, para que el zapato no talle en esta zona, se requiere que el ajuste sea adecuado.

Especificaciones sobre la zona del zapato a evaluar:

Puntera: es la parte delantera de la horma, permite el ajuste de los dedos, esta debe permitir que los dedos se ajusten perfectamente y no se haya presión sobre ellos de ningún tipo.

Articulaciones: es la zona del contorno de articulaciones, aquí el pie debe calzar perfectamente en la horma, sin quedar presionado o sin que el pie se salga del zapato.

Ancho de las articulaciones plantar: En esta zona se requiere que la huella plantar quede exactamente y perfectamente distribuida sobre la plantilla del zapato, para que haya comodidad.

Talón planta del pie: Es la zona del talón que no debe quedar comprimido dentro del zapato.

Talón vista lateral: Esta zona es la parte que sujeta el talón, para que el zapato no talle en esta zona, se requiere que el ajuste sea adecuado.

ANEXO C. Evaluación de seguimiento zapatos tipo ballerina.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
GRUPO DE INVESTIGACION EN ERGONOMIA, PRODUCTO Y SIGNIFICADO



Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Nombre _____ Edad _____ Peso _____ Estatura _____

Tipo de pie según dedos: _____ Según huella: _____ Fecha: _____

Día 1

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.



5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 2

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.



5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal ____ 2) Mal ____ 3) Regular ____ 4) Bien ____ 5) Muy Bien ____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Igual

Más Cómodo 

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 3

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.



5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo 1 2 3 4 5  Más Cómodo

Igual

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 4

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.



5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo 1 2 3 4 5  Más Cómodo

Igual

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 5

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)





4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.

5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Ígual

Más Cómodo 

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Encuesta comparativa

1. Después de haber usado los dos pares de zapatos, el que mejor se ajustó a la medida de su pie fue:

Par salmón_____ Par Negro_____

2. ¿Cuál de los dos pares la lastimo menos?

Par salmón_____ Par Negro_____

3. ¿Cuál diría usted que es más cómodo?

Par salmón_____ Par Negro_____

4. ¿Cuál de los pares prefiere?

Par salmón_____ Par Negro_____

Nota: Es necesario documentar cada día con una fotografía

ANEXO D. Evaluación de seguimiento zapatos de tacón.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
GRUPO DE INVESTIGACION EN ERGONOMIA, PRODUCTO Y SIGNIFICADO



Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Nombre _____ Edad _____ Peso _____ Estatura _____

Tipo de pie según dedos: _____ Según huella: _____ Fecha: _____

Día 1

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)



4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.



5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 2

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)





4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.

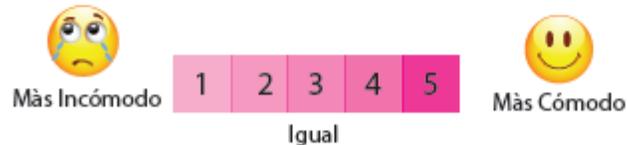
5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:



Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 3

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)





4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.

5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Más Cómodo 

Igual

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 4

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)





4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.

5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo 1 2 3 4 5  Más Cómodo

Igual

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Día 5

Par color salmón

1. ¿Cuántas horas usó el par de zapatos hoy?

2. ¿Hoy usó medias para calzar el zapato? Si _____ No _____

3. Indique con una x en la gráfica qué problemas tuvo con el zapato en el transcurso del día
Especifique el problema (apretado, suelto etc.)





4. El zapato la lastimó a tal punto de necesitar usar curitas para evitar ampollas? _____
Si su respuesta es SI por favor indique la zona donde tuvo que usar curitas.

5. De manera general, ¿cómo evaluaría el confort del zapato?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

6. En general, respecto al ajuste del zapato en su pie, ¿cómo lo evaluaría?

1) Muy Mal _____ 2) Mal _____ 3) Regular _____ 4) Bien _____ 5) Muy Bien _____

7. Con respecto al día de ayer, usted sintió el par de zapatos:

 Más Incómodo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Más Cómodo 

Igual

Prueba de Calce y uso del zapato en función de la horma utilizada en su fabricación

Encuesta comparativa

1. Después de haber usado los dos pares de zapatos, el que mejor se ajustó a la medida de su pie fue:

Par salmón_____ Par Negro_____

2. ¿Cuál de los dos pares la lastimo menos?

Par salmón_____ Par Negro_____

3. ¿Cuál diría usted que es más cómodo?

Par salmón_____ Par Negro_____

4. ¿Cuál de los pares prefiere?

Par salmón_____ Par Negro_____

Nota: Es necesario documentar cada día con una fotografía