

Proyecto de grado

Diseño y Construcción de un periférico* de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores

Autor:
Oscar Salazar Olivella
c.u. 2030773

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño Industrial
Facultad de Ingenierías Físico mecánicas
Bucaramanga
2009

* Hardware

Proyecto de grado

Diseño y Construcción de un periférico* de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores

Autor:
Oscar Salazar Olivella
c.u. 2030773

Director de Proyecto:
D.I. Juan Carlos Moreno Muñoz

Proyecto de grado como requisito para optar al título de
Diseñador Industrial

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño Industrial
Facultad de Ingenierías Físico mecánicas
Bucaramanga
2009

* Hardware

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Título	14
2. Origen del Proyecto	14
3. Justificación	16
4. Objetivos	17
4.1 Objetivo general	
4.2 Objetivo específico	
5. Desarrollo de proyecto	18
5.1 Recopilación de la información.	18
5.1.1 Investigación de mercados exploratoria.	18
5.1.2 Marco teórico.	21
5.1.2.1 La discapacidad física.	21
-Inclusión de los discapacitados.	
- Tipos de inserción al trabajo.	
- Estadísticas.	
5.1.2.2 Estado del arte de ayudas técnicas (mouse).	25
5.1.2.3 Anatomía y fisiología del pie humano.	30
- Huesos y músculos.	31
- Movimientos del pie.	40
5.1.2.4 Biomecánica pie humano.	43
- Estática.	43
- Capacidad de movimiento angular miembro inferior.	44
- Motricidad fina del miembro inferior.	49
- Clasificación de las actividades motoras.	47
- Fatiga.	48
5.1.2.5 Antropometría.	50
5.1.3 Necesidades del usuario.	51
5.1.4 Requerimientos y parámetros.	51
5.1.5 Materiales y procesos de manufactura.	52
5.2 Análisis de costos	55

	Pág.
5.2.1 Materiales y procesos de manufactura	55
5.2.2 Costo materiales	59
5.3 Desarrollo de alternativas	59
5.3.1 Síntesis experiencia previa	59
- Aproximación previa	60
- Alternativa A	61
- Alternativa B	62
- Alternativa C	63
- Modelos experimentales	64
- Modelo A	64
- Modelo B	65
- Modelo Final	66
5.3.2 Requerimientos y parámetros de diseño	67
5.3.2.1 Requerimientos de uso	67
5.3.2.2 Requerimientos de función	68
5.3.2.3 Requerimientos de estructura	68
5.3.2.4 Requerimientos de forma	69
5.3.3 Bocetos	70
5.3.4 Modelado CAD de alternativa experimentales	72
- Alternativa 01	73
- Alternativa 02	75
5.4 Construcción	79
5.4.1 Construcción de modelos funcionales	79
-Alternativa 01	79
-Alternativa 02	80
5.5 Comprobaciones	80
5.5.1 Comprobaciones técnicas	80
5.5.2 Comprobación de usabilidad	81
5.5.2.1 Variables de experimento y jerarquización	81
-Variables independientes	81
-Variables dependientes	84

	Pág.
-VARIABLES CONTROLADAS	84
5.5.2.2 Diseño de experimento de usabilidad	85
5.5.2.3 Prueba piloto	90
5.5.2.4 Correcciones del experimento	91
5.5.2.5 Experimento	94
-Participantes	96
-Cuadros de resultados	95
5.5.2.6 Conclusiones	107
5.6 Ajustes y mejoras	109
5.6.1 Aspectos ergonómicos	110
5.6.2 Aspectos técnicos	110
5.6.3 Aspectos formal-estéticos	111
5.6.4 Construcción prototipo	112
5.7 Propuesta de lanzamiento de producto	113
5.7.1 Desarrollo de la propuesta de comercialización	113
-Imagen corporativa	113
-Diagrama	114
-Empaque	114
-Desarrollo plegable	115
-Renders	116
6. Conclusiones y recomendaciones	119
7. Bibliografía	120
ANEXOS	
No 01 Datos antropométricos	121
No 02 Formatos de pruebas de usabilidad	125
No 03 Marco legal	128
No 05 Documento Diseño Industrial VII	CD
No 06 Planos técnicos	CD
No 07 Exposición	CD

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mouse ocular FPF	26
Figura 2. Esquema Mouse ocular FPF	26
Figura 3. Bili Inc Foot mouse	27
Figura 4. NoHands mouse	28
Figura 5. JOUSE2	28
Figura 6. EyeTech M3	29
Figura 7. Anatomía del pie humano	30
Figura 8. Anatomía del pie humano	31
Figura 9. Anatomía del pie humano	32
Figura 10. Compartimiento anterior	33
Figura 11. Compartimiento lateral	34
Figura 12. Compartimiento posterior	35
Figura 13. Compartimiento posterior	36
Figura 14. Compartimiento posterior	37
Figura 15. Músculos dorsales del pie	38
Figura 16. Músculos plantares del pie	39
Figura 17. Movimientos del pie	40
Figura 18. Movimientos del pie	41
Figura 19. Movimientos del pie	41
Figura 20. Movimientos del pie	42
Figura 21. Estática del pie	43
Figura 22. Capacidad angular de miembros	44
Figura 23. Capacidad angular de miembros	46
Figura 24. Capacidad angular de miembros	46
Figura 25. Aproximación previa	61
Figura 26. Aproximación previa	61
Figura 27. Aproximación previa	62
Figura 28. Aproximación previa	62
Figura 29. Aproximación previa	63
Figura 30. Aproximación previa	64
Figura 31. Modelo experimental A	65
Figura 32. Modelo experimental B	66
Figura 33. Modelo	67
Figura 34. Bocetos	71
Figura 35. Bocetos	72
Figura 36. Planos técnicos alternativa 01	73
Figura 37. Planos técnicos alternativa 01	74
Figura 38. Propuesta gráfica	75
Figura 39. Planos técnicos alternativa 02	76
Figura 40. Planos técnicos alternativa 02	76
Figura 41. Planos técnicos alternativa 02	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 42. Propuesta gráfica	78
Figura 43. Alternativa 01	79
Figura 44. Alternativa 02	80
Figura 45. Alternativa 01	82
Figura 46. Alternativa 02	83
Figura 47. Curva de actividad Microsoft WORD	97
Figura 48. Curva de actividad Microsoft PAINT	98
Figura 49. Efectividad promedio	99
Figura 50. Calificación del movimiento del cursor	100
Figura 51. Calificación del click principal	102
Figura 52. Calificación del click secundario	103
Figura 54. Calificación de confort-comodidad	104
Figura 53. Calificación de facilidad de uso	104
Figura 55. Promedios	106
Figura 56. Medianas	106
Figura 57. Prototipo	110
Figura 58. Prototipo	111
Figura 59. Prototipo	112
Figura 60. Prototipo	113
Figura 61. Imagen corporativa	114
Figura 62. Diagrama	115
Figura 63. Empaque	115
Figura 64. Renders	116
Figura 65. Render	116

LISTA DE TABLAS

TABLA 01	58
TABLA 02	58
TABLA 03	59
TABLA 04	94
TABLA 05	95
TABLA 06	96
TABLA 07	100
TABLA 08	100
TABLA 09	105
TABLA 10	106

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01 Datos antropométricos	121
ANEXO 02 Formatos de pruebas de usabilidad	125
ANEXO 03 Marco legal	128
ANEXO 04 Documento Diseño Industrial VII	CD
ANEXO 05 Planos técnicos	CD
ANEXO 06 Exposición	CD

RESUMEN EJECUTIVO

Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores

AUTOR: OSCAR SALAZAR OLIVELLA

CONTENIDO: Ayuda técnica, periférico de entrada para manejo y control de datos.

El periférico de entrada que permite la interacción del usuario con la computadora, más conocido como mouse o ratón, es un dispositivo indispensable que permite navegar alrededor del sistema, y apuntar, seleccionar, acceder, mover, etc. cualquier elemento dentro del mismo.

El ratón MOPPI (Acrónimo de mouse para pies), es una herramienta que les permite a los individuos con presencia de alguna limitación en los miembros superiores, poder operar y ejecutar las mismas acciones que realiza un mouse manual, con sus miembros inferiores. Los seres humanos que no poseen brazos desarrollan sus actividades diarias con los pies, vistiendo un calzado fácil de remover, por lo tanto el proceso de diseño apuntó a que el dispositivo fuera controlado con el pie desnudo.

Las cavidades de forma orgánica que conforman el dispositivo (ratón MOPPI), permiten que el pie del ser humano se acople cómoda y eficazmente al mismo tiempo, para que así se puedan realizar acciones como el click sencillo, doble, derecho y el movimiento del cursor, sin atentar contra el bienestar del usuario. Además propone una alternativa económica comparable con las de los ratones manuales y muy por debajo del precio de aquellos que se operan con los pies, disponibles en el mercado.

Facultad: Ingenierías Físico Mecánicas **Escuela:** Diseño Industrial

Director: Juan Carlos Moreno Muñoz DI

SUMMARY

Design and Construction of an entry peripheral (mouse), directed to individual with physical disabilities in the upper limbs.

AUTHOR: OSCAR SALAZAR OLIVELLA

CONTENT: Technical aid, entry hardware that permits data management and control.

The hardware that permits the basic interaction between the user and the computer, commonly known as mouse, it is a indispensable device that allows the navigation around the system, pointing, selecting, accessing, moving, etc. any object inside itself.

The MOPPI mouse (“Mouse para pies” in spanish), is a tool that lets individuals with limitations on the upper limbs, the possibility to operate and execute the same actions that a manual mouse provides, using its lower limbs.

The cavities with organic forms allows the perfect foot coupling to the surface, therefore the user can perform actions such as simple click, double click, right click, left click and the cursor movement, without attempting the user’s health. Besides the proposal is a cheaper choice compared to the technical aids available in the market, and very competitive with the manual mouse.

Faculty: Physic-Mechanic Engineering **School:** Industrial Design

Director: Juan Carlos Moreno Muñoz DI

1. Título

“Diseño y Construcción de un periférico* de entrada (Mouse*), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores”

2. Origen del Proyecto

En cuanto a patologías congénitas, tal vez la más representativa es el síndrome de focomelia, el cual es un desorden congénito que afecta el desarrollo de los miembros superiores, las estructuras óseas de los brazos son severamente disminuidas e incluso ausentes en su totalidad, este síndrome es consecuencia directa de la ingestión de un fármaco, llamado talidomida, el cual fue comercializado entre 1958 y 1963 como sedante y calmante para las mujeres en los 3 primeros meses de embarazo, el fármaco aún es utilizado para el tratamiento de la lepra y condiciones que requieran disminuir el dolor (obviamente en escenarios de desinformación, pobreza y control por parte de las autoridades), por lo tanto se siguen registrando casos de focomelia en países como Brasil y Etiopía¹. En Colombia no existen estadísticas al respecto, que especifiquen la población exacta de casos de amelia y focomelia.

También existe un conflicto armado en Colombia, que ocurre desde hace 50 años hasta nuestros días, que ha originado un sinnúmero de víctimas civiles y militares, las cuales han quedado en situación de discapacidad debido a la pérdida de alguna parte de su cuerpo o uno de sus sentidos; privándolos así de lograr un desarrollo pleno y total de sus vidas. Por lo tanto es imperativo el desarrollo de ayudas técnicas que permitan a estas víctimas una reincorporación digna a la sociedad.

* Hardware

¹ British Columbia Health Guide

La anterior situación es tal vez la más impactante en los medios de comunicación, debido a los constantes enfrentamientos y tragedias en la zona rural y urbana de Colombia, pero existen otras situaciones que no atraen tanto la mirada de la sociedad, pero que son de igual importancia, tales son las situaciones de discapacidad por diversos factores, podemos discernir patologías, accidentes laborales, etc.

Las patologías más comunes relacionadas con el trabajo, son los síndromes de: tendinitis del flexor (dedos), tendinitis del extensor (dedos), tenosinovitis estenosante (pulgares), túnel carpiano (mano), túnel de Guyana (mano), túnel cubital, túnel radial, epicondilitis lateral (codo), epicondilitis medial (codo) , tendinitis bicipital (codo)². Todas las anteriores ocasionan dolor y adormecimiento de los músculos, impidiendo el correcto trabajo del ser humano en las tareas que se desempeñe.

En cuanto los accidentes laborales, los miembros superiores sufren en tareas de alto riesgo, como labores metalmeccánicas, transformación de la madera, transformación de metales, conducción de vehículos, etc. En muchas ocasiones el individuo no puede seguir desempeñando su labor después del accidente, pero su capacidad de producción puede enfocarse a otros campos.

Entonces entran las ayudas técnicas, las cuales son medios y herramientas creados por el hombre para permitir o facilitar la realización de determinadas acciones, que minimicen esfuerzos en personas con discapacidades. Este tipo de herramientas actúan como elementos de accesibilidad a entornos físicos o artificiales presentes en nuestra sociedad³. Logrando de esta manera, no sólo la integración social plena de las personas discapacitadas, sino que a su vez se genera un determinado servicio o producto.

² Universidad Virtual de Salud de Cuba, Dr. Juan Vicente Quesada Musa.

³ Basado en la definición de la Organización Internacional de Normalización

3. Justificación

Los recientes resultados del CENSO 2005, del DANE, arrojaron cifras preocupantes en torno a la población discapacitada, los resultados indican a nivel nacional que existen 390.178 individuos con limitación en el uso de brazos y manos (representan el 0,01% de la población nacional, y el 15% de la población discapacitada)⁴, de los cuales 19.042 se encuentran en el departamento de Santander, y 4,394 en la ciudad de Bucaramanga.

Los programas de cobertura para los discapacitados están lejos atender el sector en su totalidad, sí existen planes de acción por parte del gobierno, pero la cifras de individuos beneficiados por estos programas es irrisoria, por ejemplo, en cobertura de salud, al año 2005, el 38% de la población discapacitada no es parte del sistema, y es más grave la situación en algunas regiones.⁴

Por tales razones se ha decidido realizar un aporte a este sector de la sociedad, que muchas veces es dejado a un lado; tal aporte es contribuir al desarrollo digno de las vidas de estos individuos. Es una tarea dispendiosa abarcar todo el problema, para este caso se ha decidido el enfocar específicamente a aquellas personas que posean discapacidad motriz en sus brazos y manos, brindándoles la oportunidad de manejar una herramienta como el computador personal.

Para el manejo del computador personal, se ha optado por proponer un periférico de entrada para el PC, que realice las operaciones del ratón (Mouse), el cual será accionado con el movimiento de las extremidades inferiores.

Los productos existentes en el mercado no se desarrollan en Colombia, y las personas con las discapacidades citadas no pueden acceder en masa a los

⁴ DANE, Dirección de Censos y Demografía. Aplicación del Registro Único para la Localización y caracterización de personas con discapacidad. 2002-2005.

productos existentes, en su mayoría por dificultades económicas. Por lo tanto la contribución al desarrollo de la región estará dada por la reactivación de las personas con discapacidades a la vida laboral, en cargos administrativos donde sea necesario el manejo de un computador personal, asimismo el computador personal puede convertirse en una herramienta poderosa para comunicar y producir conocimiento, lo cual enriquece tanto el ser de la persona discapacitada, como el de las personas a su alrededor, en pocas palabras el individuo discapacitado se convierte en un miembro activo de la sociedad.

4. Objetivos

Objetivo general

- Generar una ayuda técnica⁶ que permita a personas con discapacidades físicas en miembros superiores manipular de forma autónoma un computador personal.

Objetivos Específicos

- Incursionar en el campo de las ayudas técnicas, proponiendo una herramienta que favorezca la integración de individuos discapacitados a las actividades cotidianas del ser humano.
- Complementar la experiencia académica adquirida como diseñador industrial, brindando una labor social al sector poblacional de discapacitados.
- Mejorar la calidad de vida de individuos discapacitados, a través de una herramienta que permita el manejo de un ordenador personal.
- Contribuir a la inclusión del individuo discapacitado en el mercado laboral y actividades de tipo personal, en tareas que involucren el manejo de un ordenador, brindando autonomía y bienestar en el trabajo.

⁶ **Organización Internacional de Normalización.** Ayuda técnica: Productos, instrumentos, equipos o sistemas técnicos utilizados por una persona con discapacidad, fabricados especialmente, o disponibles en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una deficiencia, discapacidad o minusvalía.

5.1 Recopilación de la Información

5.1.1 Investigación de mercados.

A nivel internacional, existe la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de la ONU, la cual fue aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 13 diciembre del 2006, y quedaron abiertos a la firma el 30 de marzo de 2007, en tal fecha 81 estados miembros y la comunidad europea firmaron la convención⁷.

En Colombia existen diferentes organizaciones que agrupan y ayudan a los individuos discapacitados, ya sean gubernamentales o particulares. En las de tipo gubernamental se encuentran 3 principales, FRAPON (Fraternidad de personas con discapacidad Policía Nacional), CREMIL (Caja de retiro de las fuerzas militares), y el Ministerio de la protección social.

La efectividad de las anteriores organizaciones es contrastante, ya que los organismos de la fuerza pública si cuidan a los suyos, a diferencia del Ministerio de la protección social, que está lejos de ayudar a toda la población civil en estado de discapacidad. Esto sucede a pesar de que exista una ley muy completa al respecto, la Ley 361 de 1997, allí en 73 artículos, divididos en 5 títulos (1.Principios generales, 2.Prevenición, educación y rehabilitación, 3.Bienestar social, 4.Accesibilidad, 5.Disposiciones varias) donde se especifican los parámetros a seguir para incluir a la población discapacitada en la sociedad.

Los mayores atropellos a la Ley 361 de 1997⁸, y por lo tanto a los discapacitados, ocurren en el servicio de salud, (donde algunos procedimientos quirúrgicos son

⁷ <http://www.un.org/spanish/disabilities/>

⁸ Ver anexo

negados por el alto costo), y la estructura de nuestras ciudades, allí el transporte y acceso a los diferentes lugares es tedioso y complicado para estos individuos.

En cuanto al desarrollo de ayudas técnicas, el nivel es muy bajo, si existen ideas de desarrollo, generalmente de origen académico, pero ocurren problemas al momento de ejecutar masivamente las ideas, principalmente por cuestiones económicas, tal vez si el estado financiara fácilmente el desarrollo de este tipo de ayudas, se podría democratizar el acceso a éstas, ya que en la actualidad, el acceso a las ayudas técnicas depende de la capacidad económica del individuo.

Para realizar los experimentos futuros del proyecto, se realizó un recorrido por diferentes organizaciones en la ciudad de Bucaramanga, en primera instancia se consultó la oficina de Desarrollo Social, con sede en la Gobernación, allí la funcionaria Maritza Prieto, tras una breve explicación del presente proyecto, brindó información sobre diferentes lugares que encajaban con la discapacidad en discusión (miembros superiores), fueron los siguientes:

- FRAPON (Fraternidad de personas con discapacidad Policía Nacional, contacto Luis Antonio Pérez)
- ACNUR (Contacto Giovanni Rojas)
- ASODISPIE (Asociación de discapacitados de Piedecuesta)
- Proyecto Girón Discapacidad (UDES-ACNUR) (Contacto Lina Maria Carreño)

El señor Luis Antonio Pérez, es un funcionario de FRAPON, posee una sola mano, y amputación de la otra por debajo del codo, al hablar con él se indagó sobre la posibilidad de manipular objetos con los pies, pero en su situación no aplicaría, ya que las labores las realiza con su mano sana, y una prótesis de pinza, de cualquier forma se mostró interesado en probar el futuro prototipo, ya que también conoce sobre la fatiga en el miembro superior y el síndrome del túnel del carpo. También dio a conocer, que en el momento no existen individuos con

discapacidad de los dos miembros superiores afiliados a la entidad, la totalidad son de discapacidad en miembros inferiores.

En las oficinas de ACNUR-B/manga, el Sr Giovanni Rojas, a pesar de su condición (amputación por encima del codo brazo izquierdo, amputación por debajo del codo brazo derecho), realiza todo tipo de actividades, escribir, manejar un libro, celular, etc. y en particular los mouse convencionales, al discutir sobre éstos, dijo que no veía problema en controlar los mouse convencionales, pero que al momento de cansancio o una eventual lesión de los miembros superiores, el manejo supondría un beneficio, por lo tanto estaría dispuesto a probar el futuro prototipo. Cabe resaltar que él nunca ha contemplado utilizar sus pies para manejar objetos que maneja con los muñones (acciones como recoger pequeños objetos las realiza con los pies).

En la ciudad de Bogotá se contactaron 2 individuos con el perfil óptimo (ausencia de miembros superiores), esta condición les ha guiado a controlar e interactuar con el entorno, utilizando sus miembros inferiores, los cuales deben estar descubiertos al momento de ejecutar alguna acción (levantar, coger, etc). Al discutir con ellos el proyecto manifestaron el no uso de los mouse manuales, porque les supone un dolor en los pies al momento de un uso prolongado, por lo tanto su interacción en el entorno informático la realizan con la tecla TAB, la cual permite ir pasando de objeto en objeto en el entorno informático, además los dispositivos que conocen no llenan sus expectativas debido a la complejidad (muchos objetos) y elevado precio de los mismos.

Para las pruebas que soportarán decisiones de diseño, se contará con la colaboración de Diego Usme y Diana Gutiérrez (jóvenes, artista y estudiante con focomelia) y 30 individuos de la ciudad de B/manga y área metropolitana, cuyos miembros inferiores se encuentren en buen estado. Esto permitirá el contraste de datos entre individuos con habilidades desarrolladas y no desarrolladas en miembros inferiores. Este contraste y análisis de datos tiene origen en la siguiente hipótesis: Si un individuo que no ha desarrollado la capacidad de mover sus miembros inferiores a total voluntad se le facilita el uso del dispositivo, aquel que si posea la capacidad encontrará en el uso del dispositivo un confort, eficiencia y facilidad muy elevados.

Este acercamiento se utiliza en el desarrollo de muchos productos, como el de aplicaciones digitales y su usabilidad, donde se diseña para el que menos

entiende y sabe, así por ejemplo en el diseño de las PALM, se diseña para los usuarios de mayor edad que no son afines con la tecnología, por lo tanto los de menor edad que si lo son podrán acceder fácilmente al producto. Otro ejemplo claro son los diseños de la información en los celulares de la casa NOKIA, la finlandesa a sabido aportar una singular simplicidad en sus menús, de tal forma que el menos capacitado en el manejo de un celular pueda manipularlo.

5.1.2 Marco teórico

5.1.2.1 La discapacidad física

Para definir la situación de los individuos discapacitados, se cita a la OMS, una discapacidad "es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano."⁹

Con el fin de establecer lo normal para un ser humano, se deben observar las actividades cotidianas del mismo, que incluyen el dormir, levantarse, comer, transportarse, trabajar, descansar, entretenerse, etc., al existir una deficiencia física o mental, se obstruye el normal desarrollo de las actividades anteriores. Por lo tanto el individuo es excluido de diferentes entornos y se bloquea el desarrollo pleno del mismo.

Entonces el problema es realmente grande, y para enfrentarlo se deben establecer soluciones puntuales a los distintos componentes del mismo, para lograrlo el primer paso es entender las causas de la discapacidad, que son diversas, entre las cuales encontramos de tipo congénito, enfermedad, accidentes e incluso mutilaciones derivadas de un conflicto armado.

De cualquier manera al intentar definir cualquier tipo de discapacidad, es necesario enfocar también las aptitudes que esta persona posee, en lugar de enfatizar solamente lo que ella no puede hacer o tiene dificultad de hacer sola.

⁹ Según la OMS en su Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM), publicada en 1980.

La Inclusión de los Discapacitados

Las leyes que promueven la inclusión de las personas con discapacidad reflejan el momento que vivimos, que valora el compromiso ético de promocionar la diversidad, respetar la diferencia y reducir las desigualdades sociales. Estos valores están presentes en la legislación de prácticamente todos los países de la región de Latinoamérica y Caribe y encuentran respaldo en Convenciones y Declaraciones de organismos internacionales, como la Convención 159 (de 1983) y el Code of practice on the disability management in the workplace (2002) de OIT - Organización Internacional del Trabajo, la Declaración de Salamanca (1994), el Tratado de Ámsterdam (1997), la Convención Interamericana para la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra las Personas Portadoras de Discapacidad (1999) y el Congreso Europeo sobre Discapacidad (2003), para mencionar algunos marcos referenciales.

Esa situación anima a las empresas que están tan solo cumpliendo una ley a apoyar activamente la inserción de las personas con discapacidad, ofreciendo cursos preparatorios y propagando la importancia de esa acción ante otros empleadores, ante sus empleados, proveedores, consumidores, sindicatos y ante la sociedad en general.

Al fin y al cabo, los portadores de discapacidad no podrán ser capacitados de la noche a la mañana, así como ocurre con las personas sin discapacidades. Los resultados que empezamos a observar hoy son fruto de inversiones y de movimientos sociales que empezaron hace años y de la valoración de las potencialidades de las personas con dificultades motoras, mentales y sensoriales.

Tipos de inserción en el trabajo encontrados en el área de la discapacidad

Informaciones sobre las diferentes formas de capacitación y contratación utilizadas en las empresas:

▪ Taller cerrado

A través de contrato con empresas, la institución especializada mantiene talleres en sus propias instalaciones, fuera del verdadero local de trabajo. En general, la persona con discapacidad pasa por una selección y es insertada en este taller sin tener un vínculo de empleo formal, por lo tanto no tiene los derechos asegurados a los demás trabajadores.

En esta evaluación se seleccionan personas sin perspectiva de inserción en el mercado competitivo, sea por el nivel de dependencia resultante de la discapacidad, sea por estar en proceso de aprendizaje y adquisición de habilidades para futuro ingreso en el mercado, o aún por las dificultades de las instituciones de ofrecer otro tipo de modalidad.

▪ Empleo apoyado

La persona con discapacidad es insertada en el mercado competitivo y cuenta con soporte técnico para acompañamiento y aprendizaje de las tareas y habilidades necesarias para el ejercicio de la actividad laboral.

Esta modalidad trasciende los requisitos del puesto de trabajo en sí, ya que incluye el aprendizaje en la locomoción al local de trabajo, uso de dinero, postura profesional, entre otros aspectos. Se espera que, con el pasar del tiempo, este apoyo pueda ser retirado reflejando un crecimiento de la independencia y autonomía de la persona con discapacidad.

▪ Empleo inclusivo

La persona con discapacidad es colocada en el mercado competitivo, sin apoyo técnico en el local, pero con un trabajo previo de preparación del ambiente organizacional, en el cual la persona es capacitada para la tarea en el propio ejercicio de la misma, o sea, "aprende haciendo".

- **Tele trabajo**

La persona no necesita trasladarse a la empresa, ejecutando las tareas a distancia, sea en su propio domicilio o no. Incluye también la flexibilización del horario de trabajo de manera que la persona administre sus tareas, de acuerdo a otras actividades cotidianas.

Con el desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación, el tele trabajo viene creciendo como tendencia de mercado, pudiendo muchas veces determinar la inserción de una persona con discapacidad en alguna actividad productiva.

- **Práctica interna**

Modalidad ofrecida en la cual la persona con discapacidad pasa por práctica en algún sector dentro de la propia institución especializada, con perspectiva de inserción futura en el mercado.

- **Equipo de prestación de servicio**

La institución forma equipos de personas con discapacidad para prestación de servicio en empresas de carácter temporal, como jardinería, manutención y tecleo. La institución especializada actúa como intermediaria, ofreciendo el servicio y administrando el pago.

- **Cooperativa**

Modalidad que involucra la organización de un grupo alrededor de una determinada actividad productiva, de forma que los propios cooperados ejecuten

actividades de producción y gestión de la empresa. Implica en conceptos de autogestión, compromiso y participación.

Estadísticas

Se estima que 500 millones de personas en el mundo, es decir alrededor del 10% de la población tiene algún tipo de discapacidad¹⁰. Además en la mayoría de países en conflicto se calcula que esta cifra podría alcanzar el 18% de la población total.

En América Latina, el porcentaje de población con deficiencia o limitación varían entre el 1,8% y 14,5%, en cifras reales esta tendencia se muestra así: Venezuela (3,9%), México (1,8%) y Chile (2,2%); Ecuador (4,6%); Brasil (14,5%) y Colombia (6,4%).¹⁰

El 6.4% representa 2.632.255 colombianos que presentan alguna limitación permanente. De los cuales 387.598 poseen limitaciones permanentes en los brazos y manos, es equivalente al 0,9408% de la población, y específicamente en Santander existen 19.042 individuos con este tipo de discapacidad.¹¹

5.1.2.2 Estado del arte AYUDAS TECNICAS

Las ayudas técnicas son medios y herramientas creadas por el hombre para permitir o facilitar la realización de determinadas acciones, que minimicen esfuerzos en personas con discapacidades; Este tipo de herramientas actúan como elementos de accesibilidad a entornos físicos o artificiales presentes en nuestra sociedad.

Actualmente existe un número considerable de ayudas técnicas, generadas en función de suplir necesidades para discapacitados físicos de miembros superiores; gracias a estas la población con discapacidad tiene la posibilidad de aumentar su

¹⁰ OMS DISABILITY AND REHABILITATION WHO ACTION PLAN 2006-2011

¹¹ DANE Censo General 2005

nivel de autonomía en la vida cotidiana y a ejercer sus derechos en igualdad de condiciones.

En el marco de este proyecto he aquí algunas de las ayudas técnicas, que suplen el mouse y se dominan con diferentes partes del cuerpo humano:

MOUSE OCULAR

Desarrollo: FPF Fundação Desembargador Paulo Feitoza.



Figura 01
Mouse Ocular FPF

12

El usuario emite señales al mover los ojos y parpadear, las cuales son adquiridas por electrodos ECG, y son enviadas a la unidad computarizada que las interpreta y codifica, así el software ejecuta las acciones solicitadas.

ROCC

Desarrollo: FPF Fundação Desembargador Paulo Feitoza.

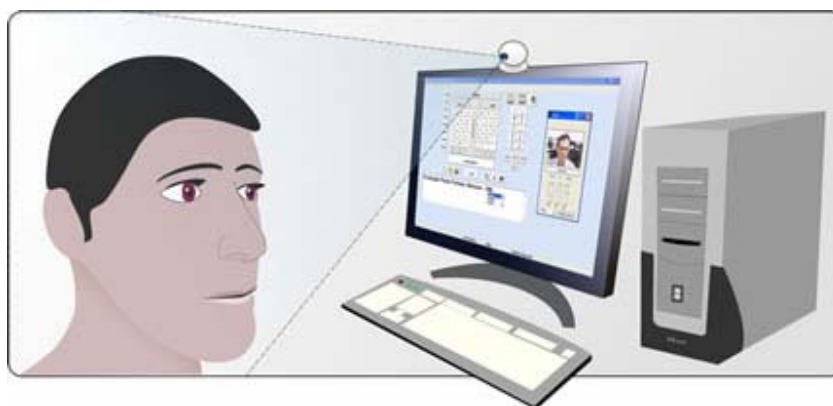


Figura 02
Esquema
Mouse Ocular FPF

13

12 FPF http://www.fpf.br/images/mouse_ocular_esquema.jpg

Utilizando técnicas avanzadas de procesamiento digital de imágenes o ROCC, se identifica automáticamente el punto central situado entre los ojos y el arco del la nariz de una persona, en tiempo real. Este sistema posibilita diversas aplicaciones, controles de movimiento y clic de un Mouse, a través de movimientos de la cabeza y pequeñas aberturas de la boca.

El precio de los anteriores dispositivos no está disponible a la fecha, por encontrarse en etapa de desarrollo.

Bili Inc Foot Mouse

Desarrollo: Bili Incorporated



Figura 03
Bili Inc Foot Mouse

14

El Footime™ Mouse consta de 2 dispositivos, el primero realiza el movimiento del cursor, y el segundo las acciones de clic, cada uno controlado por un pie.

PRECIO: 199 \$ US.

¹³ FPF <http://www.fpf.br/images/rocc.jpg>

¹⁴ <http://visualtechnology.info/wp-content/uploads/2007/10/footime-foot-mouse.jpg>

NOHANDS MOUSE
Desarrollo: Hunter Digital



Figura 04
NoHands Mouse

15

El Nohands Mouse consta de 2 dispositivos, los cuales funcionan como pedales, uno realiza la función de clic y el otro el movimiento del cursor, estos pedales funcionan pivotados en el centro de la estructuras, semejando el funcionamiento de un joystick, por lo tanto son estacionarios.

PRECIO: 350 \$US

JOUSE2



Figura 05
JOUSE2

16

15 <http://www.fentek-ind.com/ftmse>

16 http://www.infogrip.com/images/products/jouseweb_lg.jpg

Este sistema consta de una palanca de mando, que es controlada con la boca del usuario, para realizar los clics se ejecutan inhalando o exhalando a diferentes presiones.

PRECIO: 1495 \$ US

EyeTech TM3

Figura 06
EyeTech M3



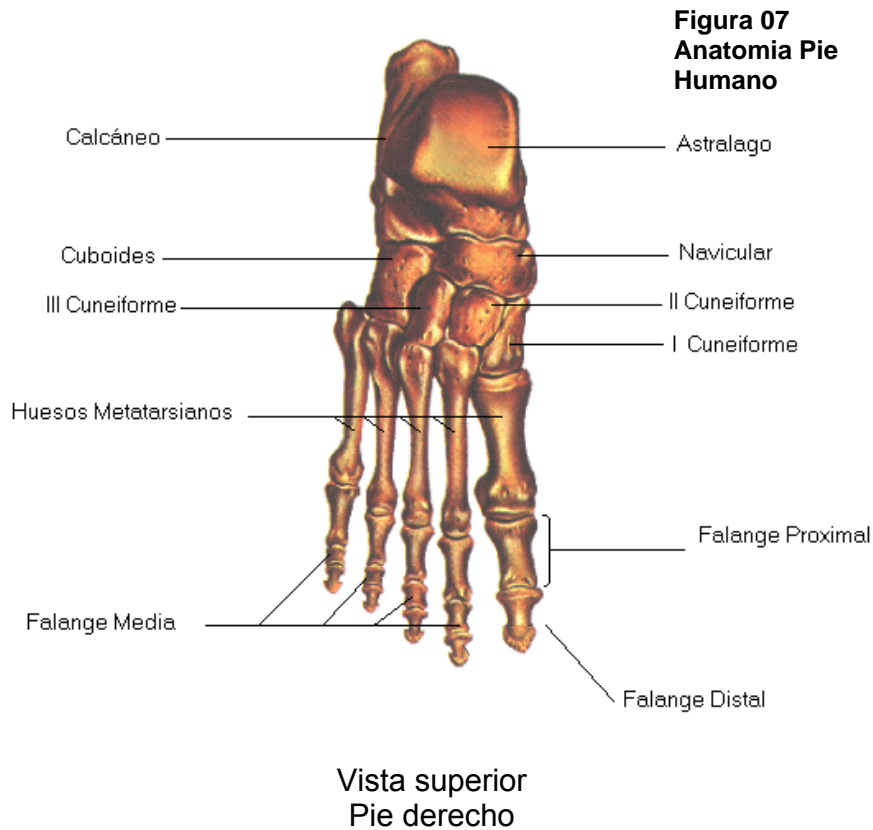
17

Este dispositivo es de los más avanzados en el mercado, se monta sobre el portátil o pantalla a usar, funciona mediante el rastreo del movimiento de los ojos, con una exactitud de un grado de error, puede funcionar con los dos o un solo ojo, y el clic se realiza con un suave parpadeo, o designarlo a la operación de un botón externo.

PRECIO: 7480 \$ US (no incluye el portátil)

17 http://www.eyetechds.com/images/TM3-laptop-CamFront_med.jpg

5.1.2.3 Anatomía y fisiología del pie humano.



18

El ser humano usa sus piernas y pies para la marcha bípeda. Las estructuras del pie y la mano humanas son variaciones en la anatomía de los mismos cinco dígitos, en común con muchos otros vertebrados, y una de las estructuras óseas más complejas del cuerpo.

El pie se divide en tres secciones:

- * Tarso: 7 huesos.
- * Metatarso: 5 huesos.
- * Falanges: 14 huesos.

18 <http://pcivilbailen.iespana.es/pie.gif>

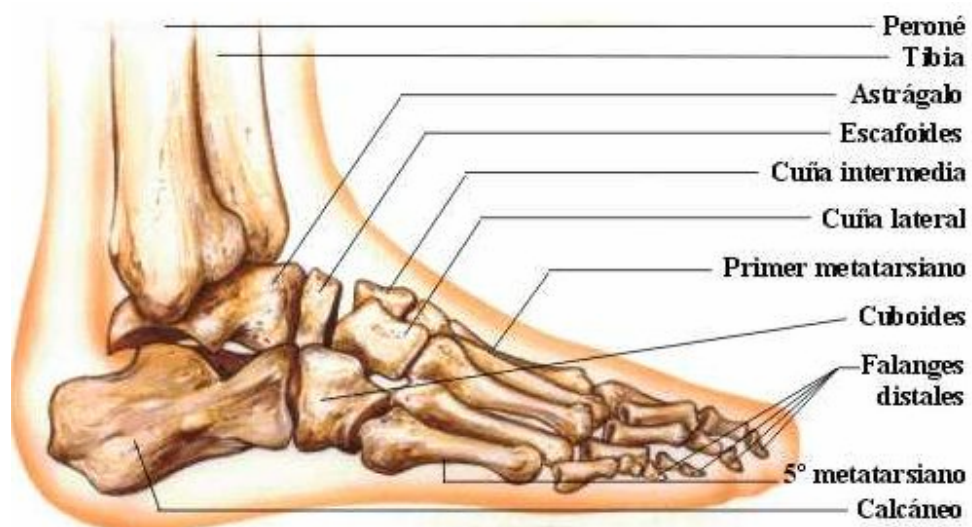


Figura 08
Anatomía Pie
Humano

19

El tarso se ubica en la parte posterior del pie, entre los huesos de la pierna y los metatarsianos; comprende siete huesos dispuestos en dos hileras, astrágalo y calcáneo en la primera, escafoides, cuboides y las tres cuñas (cuneiformes), en la segunda.

El metatarso se compone de 5 huesos metatarsianos, que se enumeran desde la cara medial del pie. El primer metatarsiano es más corto y duro que los demás. El segundo es el más largo. Cada metatarsiano posee una base proximal, un cuerpo y una cabeza distal. La base de cada metatarsiano es el extremo proximal de mayor tamaño. Sus bases se articulan con la cuña y el cuboides, y las cabezas, con las falanges del pie proximales.

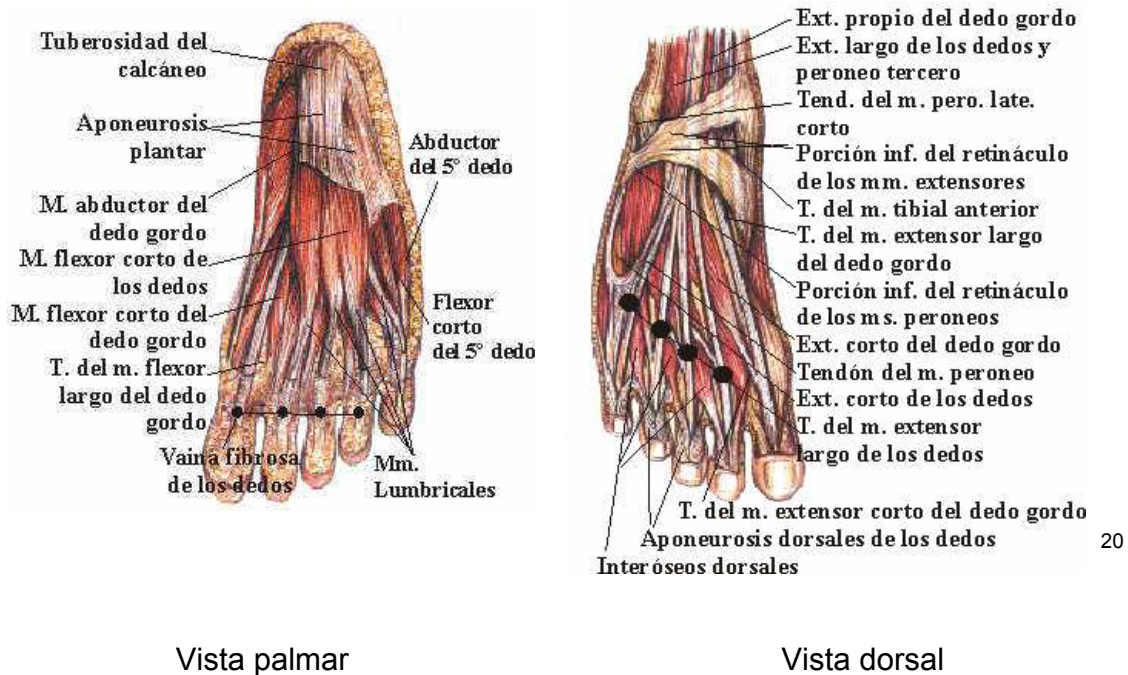
Las falanges del pie (Phalanges digitorum pedis) son huesos largos, en número de tres para cada dedo (excepto el gordo, que tiene sólo dos), denominados 1, 2 y 3 o falange proximal, falange media y falange distal respectivamente.

Los huesos de los miembros inferiores están unidos principalmente por articulaciones sinoviales, con menos movilidad que en los miembros superiores,

¹⁹ http://bp2.blogger.com/_G_GGHH559UA/RwJucOzy0NI/AAAAAAADuE/9bQqRDa6TTs/s1600-h/PIE.jpg

cuando se consideran aisladamente, pero en conjunto aumentan la amplitud de los movimientos de esta región porque además de la marcha, tienen que soportar y distribuir el peso del cuerpo en la posición bípeda.

**Figura 09
Anatomía Pie
Humano**



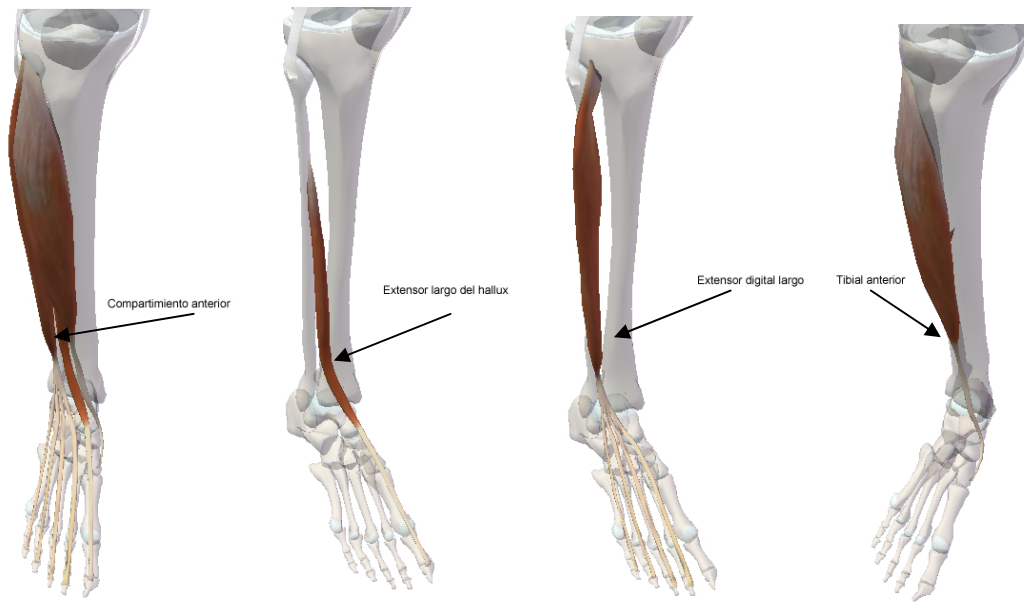
Gracias a **las articulaciones** del pie se pueden realizar diversos movimientos, que se ejecutan diariamente por las personas, a veces sin tener conciencia de ellos, como son la flexión, extensión, separación, aproximación, rotación lateral, y rotación medial.

Los músculos de la pierna inferior actúan principalmente sobre el pie y sus dedos. Se encuentran 3 compartimentos principales:

²⁰ <http://www.trainermed.com/palmar.jpg> <http://www.trainermed.com/dorsal.jpg>

-Compartimiento anterior: (Frontal de la espinilla) Se hallan el tibial anterior, extensor digital largo, y extensor largo del hallux (dedo gordo). Estos músculos en conjunto permiten la dorsiflexión del pie.

Figura 10
Compartimiento anterior



21

-Compartimiento lateral: Parte exterior lateral de la pierna, contiene el peroneo largo y peroneo brevis, juntos realizan la flexion plantar.

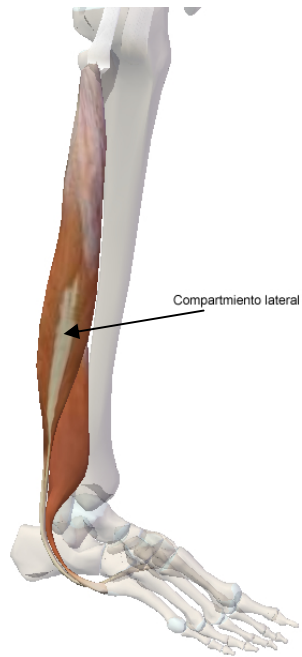
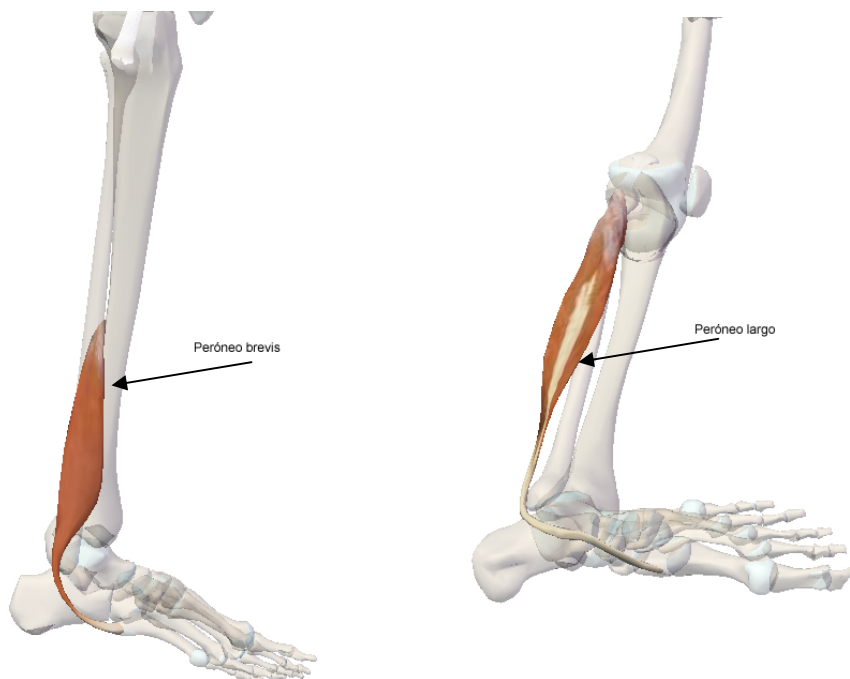


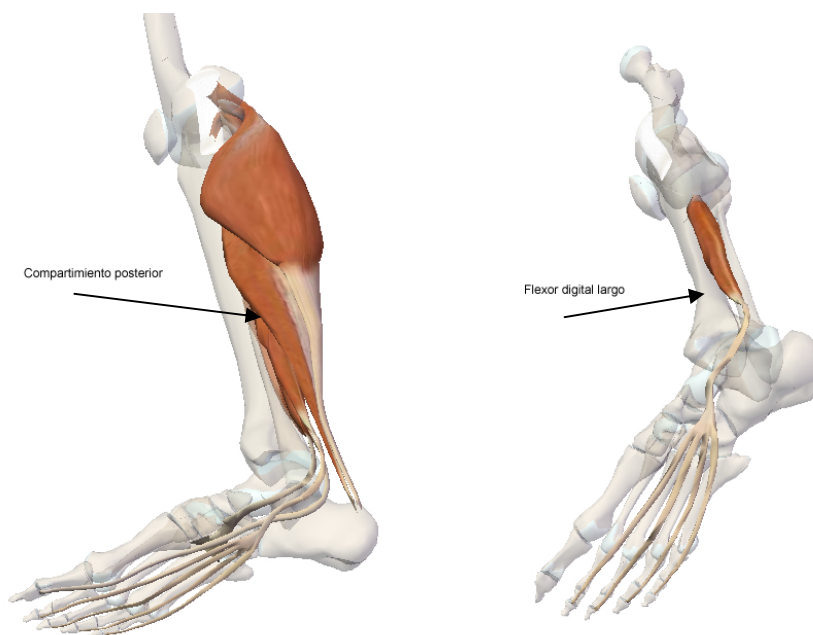
Figura 11
Compartimiento lateral



22

-Compartimiento posterior: Parte trasera de la pierna, comúnmente referida como gemelos, estos son los músculos robustos de la pierna inferior, que se componen de el gastrocnemius y detrás de el, el sóleo, ellos se unen al tendón de aquiles y ayudan a la flexion plantar. Pero además se encuentran otros músculos largos que intervienen en los movimientos del pie, ellos son: tibial posterior, flexor digital largo y flexor largo del hallux; el tibial posterior realiza la supinación (flexion hacia adentro) del pie, y los flexores doblan los dedos respectivamente.

Figura 12
Compartimiento posterior



23

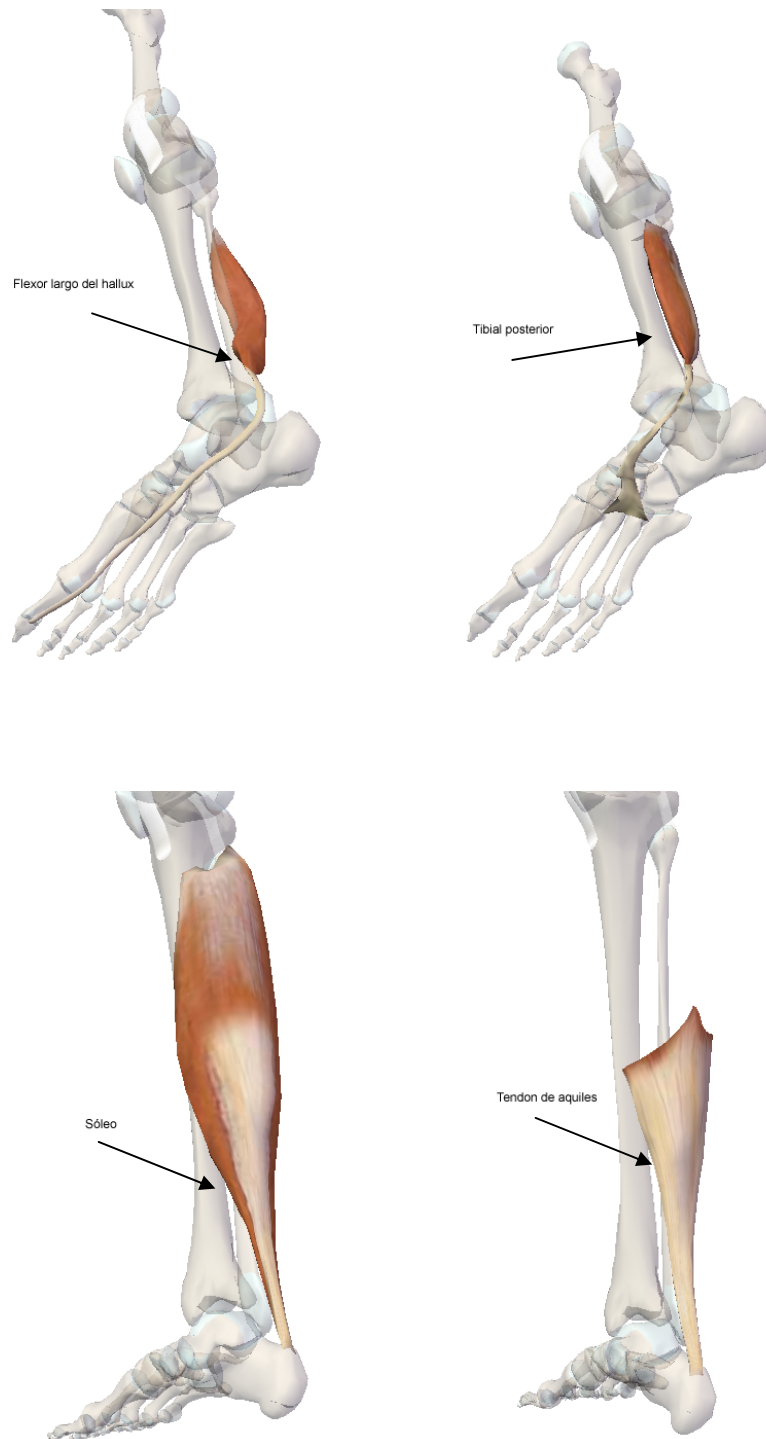


Figura 13
Compartimiento posterior

24

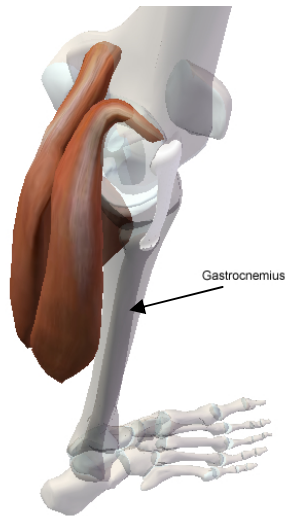


Figura 14
Compartimiento posterior

25

Músculos del pie: Son clasificados en 2 grupos, intrínsecos y extrínsecos, los extrínsecos se ubican en la pierna inferior, los cuales ya han sido desglosados previamente, y los intrínsecos se encuentran a continuación:

Cabe anotar que los músculos intrínsecos poseen 2 funciones, mover los dedos (extensión, flexión, aducción y abducción) y mantener los arcos plantares. Se dividen en 2 grupos, los dorsales y plantares.

Los dorsales (extensor corto del hallux y extensor corto de los dedos) son músculos íntimamente relacionados, que llegan a considerarse como uno solo. Se extienden en el dorso del pie, por debajo de los tendones del músculo extensor digital largo, procedentes del compartimiento anterior de la pierna y van desde el calcáneo hasta las falanges proximales de los dedos, actúan como sus nombres indican, como extensores de los dedos.

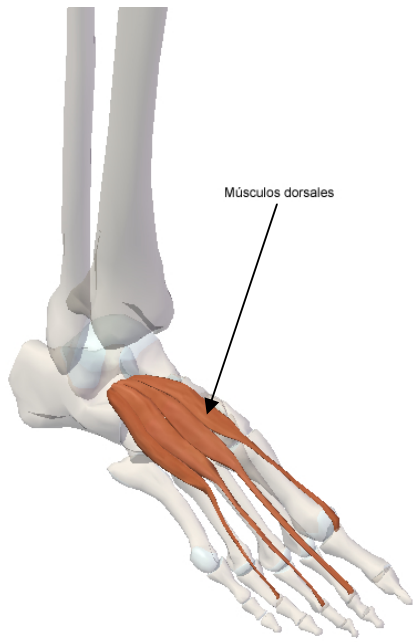
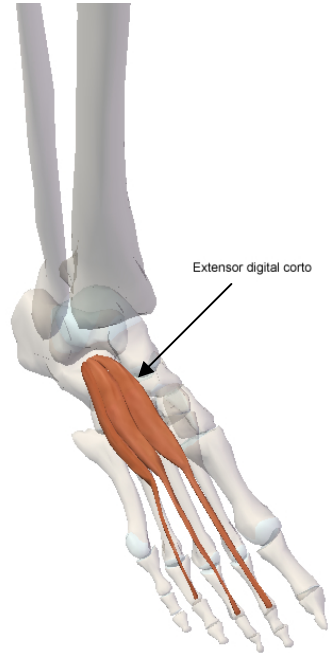
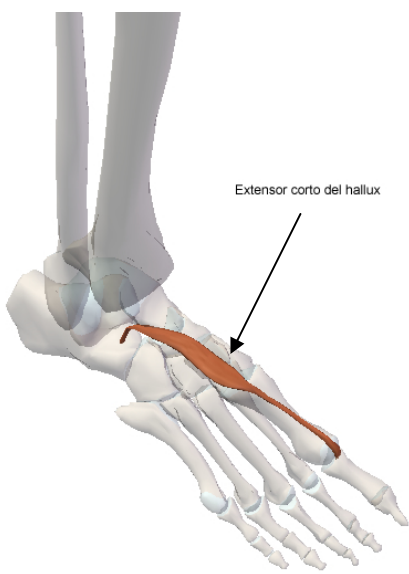


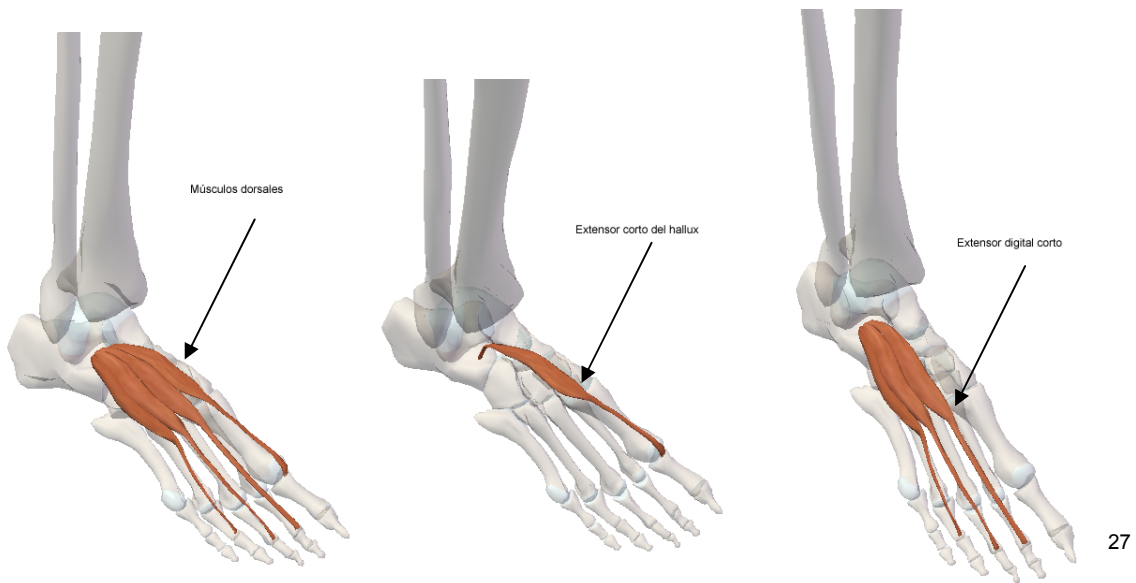
Figura 15
Músculos dorsales
del pie



26

Los plantares son: Flexor digital corto, abductor del hallux y abductor del dedo menor, el flexor digital corto actúa sobre los dedos 2 al 5, y los abductores actúan sobre los respectivos dedos. Además realizan la mayor parte del esfuerzo para mantener los arcos plantares.

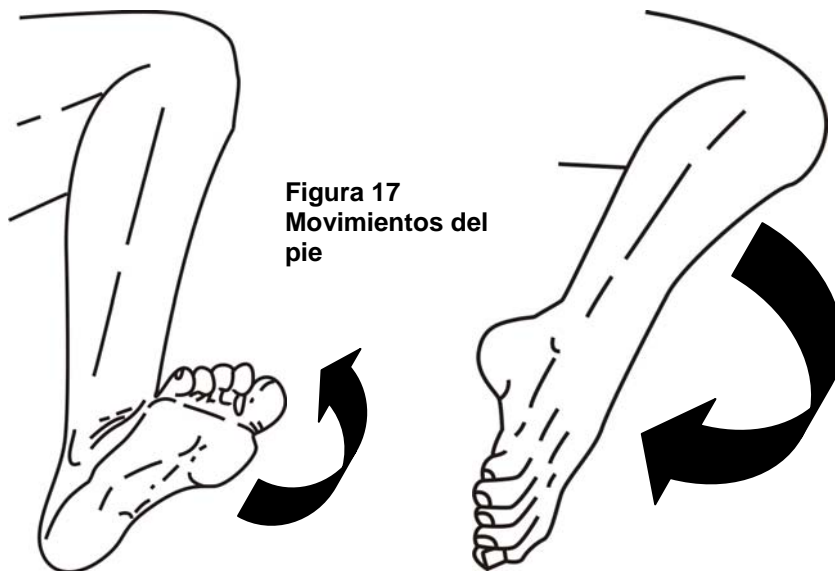
Figura 16
Músculos plantares del pie



MOVIMIENTOS DEL PIE

Flexión dorsal o extensión

Flexión plantar o flexión



Movimiento hacia el dorso del pie

Movimiento hacia la planta del pie



La amplitud de la flexión dorsal es mayor cuando la rodilla está en flexión y limitada cuando está en extensión. Esto se debe a la tensión mayor o menor de los músculos posteriores de la pierna inferior.

²⁸ Fuente: Autor

²⁹ Fuente: Autor

Supinación



Orientación de la planta del pie hacia adentro.

Pronación



Orientación de la planta del pie hacia fuera.

Figura 18
Movimientos del pie

30

Abducción



La parte delantera del pie se mueve hacia afuera.

Aducción



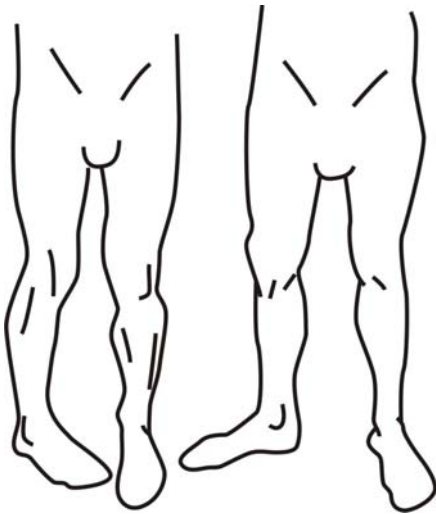
La parte delantera del pie se mueve hacia adentro.

Figura 19
Movimientos del pie

31

³⁰ Fuente: Autor

³¹ Fuente: Autor



La abducción y aducción del pie, pueden ser confundidas con la rotación de cadera, si la pierna se encuentra en extensión.

Inversión



Aducción, supinación y flexión plantar se asocian para lograr la inversión.

Eversión



Abducción, pronación y flexión dorsal se asocian para lograr la eversión.

Figura 20
Movimientos del pie

32

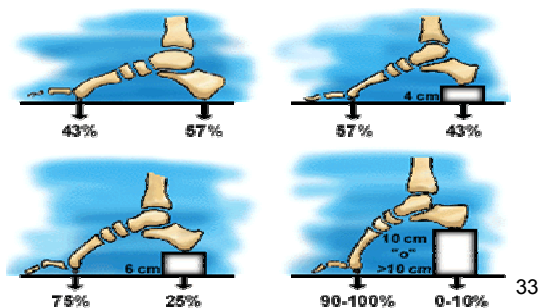
³² Fuente: Autor

5.1.2.4 Biomecánica

Los componentes del pie se relacionan entre sí para determinar puntos de referencia, ejes, ángulos, planos, arcos o bóvedas. Se destaca la disposición de los elementos óseos para formar arcos o bóvedas, gracias a la acción de los diferentes músculos, tendones y ligamentos, resultando en una solución mecánica-arquitectónica eficaz y eficiente para sostener el peso del cuerpo, tanto en posición estática como en marcha.

ESTÁTICA DEL PIE. El pie en reposo soportando el peso del cuerpo distribuye las fuerzas que se ejercen sobre él en tres puntos fundamentales, creando un triángulo que va desde el calcáneo hacia el primer y quinto metatarsiano.

En condiciones normales, estando el calcáneo en el mismo plano que los metatarsianos, alrededor del 50% del peso cae sobre el talón. Pero cuando el pie se encuentra en un calzado con tacón que eleva el plano del talón, desplaza proporcionalmente hacia delante según la altura que exista entre el talón y el plano del suelo.



Se observa el cambio de la distribución del peso, según la altura del talón.

Figura 21
Estática del pie

Consideraciones sobre el uso del miembro inferior humano y sus articulaciones:

El miembro inferior humano posee 3 articulaciones principales, en la cadera, rodilla y tobillo, la combinación de la 3 permiten un variado rango de movimientos,

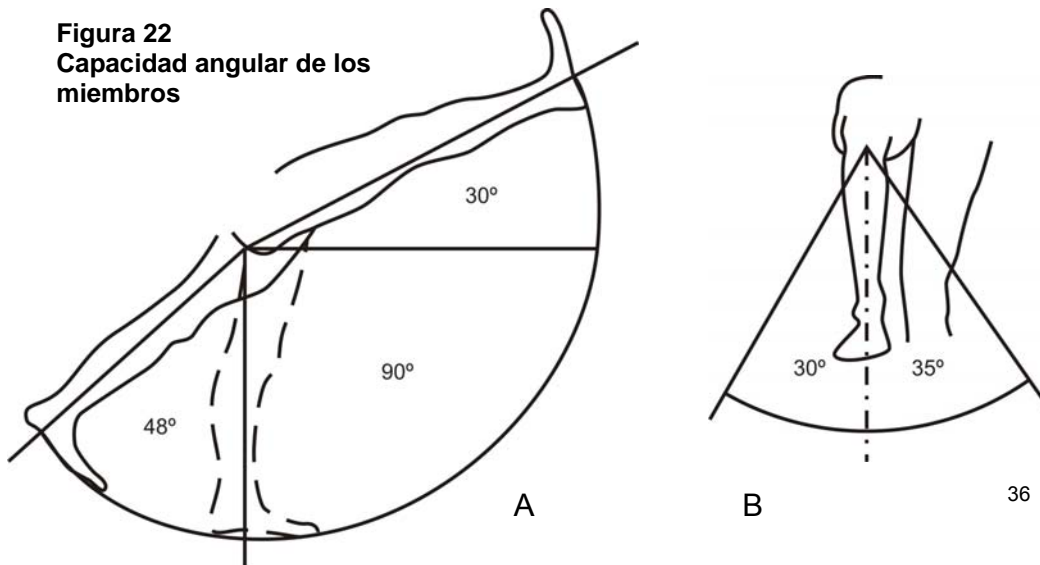
³³ http://www.podoortosis.com/a_introduccion/a01f.htm

a continuación de desglosan algunos aspectos que fundamentarán el diseño futuro del producto.

Las acciones de trabajo deberían ser ejercidas únicamente por miembros cuyas articulaciones están en posición intermedia (midway position)³⁴. Esto se debe a la acción refleja de los ligamentos de las articulaciones que actúa como segundo protector para evitar el daño de las mismas. También ocurre que el esfuerzo que un músculo puede ejercer es mayor en la primera fase de su contracción que al final³⁵.

Diagramas: Capacidad de movimiento angular de los miembros

Figura 22
Capacidad angular de los miembros



Se observan los alcances en la flexión(A), la rotación (B) medial y lateral de la misma.

³⁴ Antropometría para diseñadores, John Croney. Pág. 121.

³⁵ Antropometría para diseñadores, John Croney. Pág. 122.

³⁶ Antropometría para diseñadores, John Croney. Pág. 127.

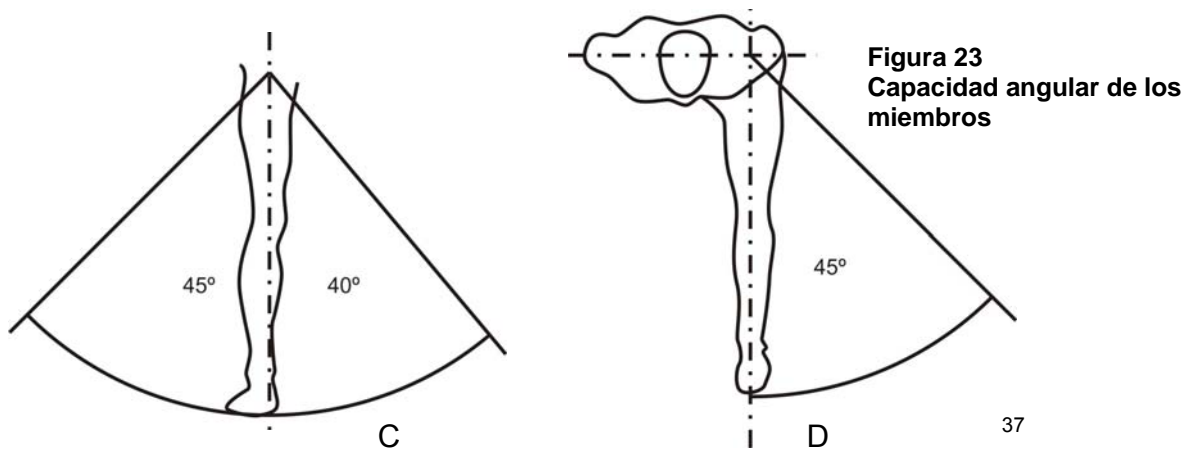


Figura 23
Capacidad angular de los miembros

Aducción y abducción de la cadera (C), balanceo lateral y medial de la cadera.

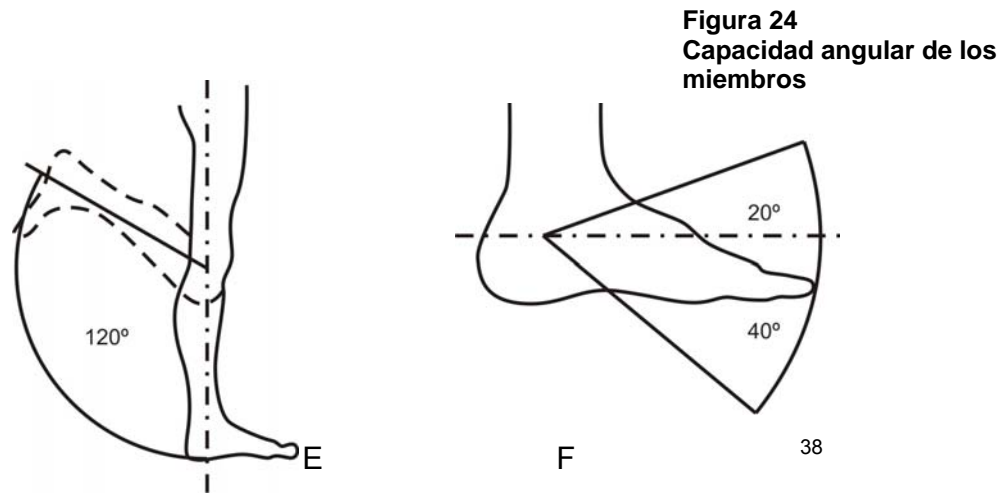


Figura 24
Capacidad angular de los miembros

Flexión de la rodilla (E), flexión dorsal y plantar del tobillo (F).

Es necesario resaltar que los ángulos previamente enunciados son resultados de diversos estudios, y no significan la última palabra, pero son guía para establecer el correcto diseño de los artefactos, para tareas críticas y muy específicas, se requerirá una prueba con los usuarios respectivos.

³⁷ Antropometría para diseñadores, John Croney. Pág. 128.
³⁸ Antropometría para diseñadores, John Croney. Pág. 128.

MOTRICIDAD FINA DEL MIEMBRO INFERIOR

En general los controles de precisión de los artefactos diseñados por y para el hombre, no son controlados por los miembros inferiores, ya que las características de las fibras musculares y terminaciones nerviosas, disminuyen el control efectivo para acciones de este tipo.

Es decir los miembros inferiores son mejores en labores que requieran fuerza, pero es posible que el ser humano desarrolle una motricidad fina en sus miembros inferiores si existe una condición que lo obligue, como en el caso de impedimento o ausencia de miembros superiores. Pues al igual que las personas que carecen de un sentido y desarrollan más los otros, el individuo al no poder usar sus manos y brazos, desarrolla el control preciso de sus miembros inferiores.

El mayor inconveniente es educar los músculos, ya que el miembro inferior posee músculos diseñados para soportar e impulsar el cuerpo en la marcha, pero es posible aumentar el control sobre ellos, si existe un entrenamiento continuo, ejemplos reales existen donde hay personas que no poseen miembros superiores, y llegan a ejecutar acciones de alta precisión como tocar una guitarra, pintar, maquillarse, lavarse los dientes, etc., son ejemplo de perseverancia y éxito. Tales hazañas son posibles, porque el entrenamiento modifica la constitución de las fibras de los músculos, existen 3 tipos, fibras 1A, 2A y 2B, cada una con ciertas características, destacando la de tipo 2A, ya que son inusuales en el ser humano común, son propias de atletas de alto rendimiento³⁹.

Además las terminaciones nerviosas que controlan los miembros inferiores se desarrollan para lograr un control mas preciso de los mismos.

³⁹ Brian MAC Sports Coach

CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES MOTORAS

Movimientos de Posición

Son aquellos que designan el movimiento de los miembros del cuerpo de una posición específica a otra⁴⁰. Es decir cuando el usuario aproxima sus miembros para ejecutar un control, por ejemplo encender el monitor de un ordenador o los parlantes del mismo. Tales movimientos pueden ser acompañados por el control visual o no, más complejidad requiere control visual y más tiempo ejecución.

Movimientos repetitivos

En éstos el movimiento debe hacerse en forma sucesiva, como en el martillar, apretar un tornillo, teclear una máquina de escribir, escribir con un instrumento, entre otros⁴¹. La balanza velocidad-exactitud se ve inclinada hacia la primera en este tipo de movimientos.

Movimientos en serie

Son movimientos independientes, relativamente espaciados, que se ejecutan en una secuencia donde el tiempo de desplazamiento de la parte del cuerpo que lo ejecuta, se ve afectado por la naturaleza de la operación y especialmente por el movimiento anterior y posterior⁴². Por ejemplo el teclear en una calculadora o un tablero de controles. El inconveniente de este movimiento es el patrón repetitivo de movimientos, lo cual podría llegar a distraer al operario.

Movimiento de ajuste estático

En realidad hay ausencia de movimiento, pues se trata de mantener la posición de un miembro del cuerpo por un período prolongado⁴³. Encontramos ejemplos como el mantener frenado un vehículo, subir el volumen a los parlantes, etc. Este tipo de

⁴⁰ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 94

⁴¹ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 95

⁴² Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 96

⁴³ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 96

movimiento se debe evitar en lo posible, pues requieren un gasto energético mayor, ocasionando una fatiga realmente rápida.

Movimiento continuo

Este movimiento se presenta cuando se dispone de un control que en forma permanente se está operando para hacer ajustes, de acuerdo con el cambio de situación que observe el operador, en un proceso de retroalimentación de los estímulos⁴⁴. En los software encontrados en el mercado, donde el mouse es clave para el manejo de los mismos, este movimiento es el más utilizado, ya que dependiendo de la situación el usuario decide que hacer moviendo el cursor con el mouse.

FATIGA

El actuar del ser humano con las máquinas, puede conllevar a un estado de fatiga, el cual puede ser de dos tipos: Física (muscular) o General (Psíquica).

La fatiga física se refiere a la localización de la misma, en un tejido determinado, a diferencia de la general, donde existe un estado de ánimo, inapetencia para hacer cosas, etc., causado por diversos factores.

Modalidades de la fatiga (según Juan Kaplan⁴⁵):

Laxitud: Fatiga normal diaria que se acumula de la actividad laboral normal y desaparece con el reposo diario (sueño).

Agotamiento: Al llegar a este estado el fenómeno subjetivo de cansancio es acompañado por otros objetivos como la taquicardia, hipertensión y disminución de la capacidad de respuesta, se soluciona con un reposo adecuado y una buena alimentación.

⁴⁴ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 96

⁴⁵ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 183.

Surmenaje: Es una forma de agotamiento repetitiva e intensa, donde aparecen trastornos del sistema nervioso, como insomnio o irritabilidad, es preciso un descanso prolongado con una dieta alimenticia balanceada.

Esforzamiento: Esta forma de fatiga aparece cuando los sucesos descritos anteriormente son repetitivos en forma prolongada, originando perjuicios en el sistema cardiovascular, llegando incluso a la insuficiencia del mismo, causando la muerte. Este estado desaparece con un tratamiento medico, acompañado de reposo prolongado, buena alimentación y aislamiento de las actividades cotidianas.

En conclusión la fatiga no es una enfermedad, es una muestra de la alteración en el equilibrio fisiológico y psicológico del individuo⁴⁶. Funcionando como un indicador para establecer la interrupción de una actividad en el trabajo y evitar complicaciones futuras.

En cuanto a la resistencia del miembro inferior a las actividades con una maquina se establecen 3 zonas en orden descendente, en cuanto a la resistencia: el muslo, pierna inferior y pie.

El muslo es un conjunto de músculos que forman el sistema más fuerte del ser humano, y de alta resistencia, debido a las características de las fibras musculares. En la pierna inferior existen 2 tipos de músculos, los robustos en la parte posterior, extensores y flexores del pie y sus dedos, los primeros son de buena resistencia, debido a al labor que ejercen en la marcha diaria, los segundos son de menos resistencia a labores repetitivas o continuas, por la falta de entrenamiento, pero es posible mejorar sus prestaciones y ejecutar diversas tareas. En cuanto a los músculos del pie mismo, ellos son de muy poca

⁴⁶ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 183

resistencia, por su grosor y longitud, y el poco uso que se les da, pero con un entrenamiento es posible activarlos y mejorar sus características.

5.1.2.5 Antropometría

Como guía (para establecer un marco dimensional) es posible utilizar la tabla antropométrica de la población laboral colombiana, desarrollada en la Universidad de Antioquia, Medellín, en cabeza del Profesor Jairo Estrada, de allí es posible extraer dimensiones concernientes al miembro inferior (Ver anexo No 1). Es necesario comparar las dimensiones del anexo 01, con las dimensiones de los 2 individuos con limitaciones que servirán de apoyo al proyecto y los 30 individuos de la prueba.

Principios en la aplicación de datos antropométricos⁴⁷

-Diseño para la media poblacional: Poco usual, debido a que es una abstracción de la población, pero se usa cuando el costo de un equipo graduable no se justifica y el impacto no será grande en la población.

-Dimensiones para poblaciones extremas: Es el más común, bajo el principio de si un individuo puede, pueden todos, se utilizan los percentiles 5 y 95, por ejemplo en una puerta, donde la altura corresponderá al más alto.

-Diseño para franjas específicas de la población: Se establecen rangos en los percentiles para establecer medidas, por ejemplo 1-25; 26-50; 51-75; 76-100.

-Diseño específico para el individuo: En la especialización del trabajo en ocasiones es necesario que el espacio de trabajo se acomode a un solo individuo para mejorar el desempeño del mismo.

El principio a utilizar es el de poblaciones extremas, para poder ejecutar pruebas con personas diversas y dimensiones de pies diversas.

⁴⁷ Ergonomía, Jairo Estrada. Pág. 246

5.1.3 Necesidades del usuario

Las necesidades apuntan a un mismo objetivo, efectividad y confort, los usuarios demandan comodidad en el uso y descanso al utilizar el producto, necesitan una herramienta que les permita interactuar con el ordenador, la cual no requiera intermediario en su uso diario.

En la conversación con Giovanni Rojas (funcionario de la ACNUR, discapacitado de miembros superiores) el comentaba cómo se ha adaptado a diversos dispositivos que usamos a menudo, como lapiceros, borrador, teclado, mouse, control tv, etc), se resaltó la necesidad de remitirse a los objetos existentes en la metáfora de uso al momento de diseñar dispositivos (interpolar la interfaz existente en los mouse manuales a un mouse para pies), ya que esto facilitaría la interpretación y uso del futuro prototipo. También se discutió la naturaleza del movimiento de los miembros inferiores, los cuales son bruscos y gruesos, a diferencia de las manos, pero con el precedente de Tony Meléndez, el cual es prueba viva, de lo que el entrenamiento puede hacer en el ser humano, Él ha logrado desarrollar el manejo de todos los dedos de sus pies de manera individual. Tony es el ícono de los seres humanos con ausencia de miembros superiores, pero aquí en Colombia también existen casos de este tipo, se cita la colaboración de Diego Usme y Diana Gutiérrez, ambos de la ciudad de Bogotá, estos 2 jóvenes utilizan sus pies para realizar todo tipo de labores que significan su autonomía en la vida diaria, son la razón personal de este proyecto y fundamento de las propuestas a realizar con el mismo.

5.1.4 Requerimientos y parámetros

FORMA

- La forma del producto debe adaptarse al pie del usuario.
- Debe indicar cómo se usa.
- Debe facilitar el movimiento del objeto.
- Debe agradar visualmente al usuario
- Debe suponer fiabilidad de ser visto por el usuario.

COLOR

- Debe indicar la zonas de uso del producto
- Debe armonizar o contrastar para el entendimiento del producto.

CONTROLES

- Deben indicar como funcionan a la vista del usuario.
- Deben ser efectivos y eficientes tanto los clics como el movimiento del cursor.

UNIVERSABILIDAD

- El dispositivo debe poseer conexión USB, la cual es universal en los ordenadores actuales.
- El dispositivo debe remitirse a una metáfora (interpolar la configuración de los mouse manuales a un mouse para los pies) que indique como se usa, para la correcta interpretación por parte del usuario.

COSTOS

- El precio por unidad de producto no debe sobrepasar los 25 dólares, para competir en el mercado.

5.1.5 Materiales y procesos de manufactura

El prototipo constará de 2 partes principales: Interfaz de uso (carcasa, controles y comunicación del uso) y Componente electrónico.

En cuanto al componente electrónico, ya existen fabricantes, los cuales distribuyen las tarjetas electrónicas para ser montadas en el dispositivo (mouse), la tarjeta a

utilizar es la de tipo óptico, que reconoce los movimientos por medio de una mini cámara que procesa las imágenes, existen diversas referencias que serán escogidas por criterios de precio, calidad y tamaño.

Para efectos de construcción de la carcasa, los materiales a utilizar serán de tipo polimérico, y los procesos se enuncian y explican brevemente:

-Termoformado: Es el proceso de producir partes desde un lamina plana, aplicando presión y calor, ofrece tolerancias mínimas y alto detalle. En primera instancia se cuenta con un modelo a calcar, el cual se ubica dentro de una recamara, a su vez la lamina será calentada a la temperatura de fluencia, inmediatamente se crea un vacío en la recamara, lo cual fuerza la lamina a adoptar la forma del modelo, tras un enfriamiento se retira el modelo y se procede a cortar la carcasa de la lamina utilizada.

Es útil y suple la inyección cuando el producto posee una cara plana y ángulo de salida optimo, por ejemplo un vaso, donde la boca es plana y de allí se parte para termoformar. Un molde de inyección no justificaría cuando el molde para termoformar es ciento de veces de menor costo.

Los polímero a termoconformar deben ser termoplásticos, ya que es un requisito que el material ceda a la temperatura. Algunos polímeros usados con frecuencia son: Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno ABS, poliestireno de alto impacto HIPS, polietileno de alta densidad HDPE, polietileno de alto peso molecular HMWPE, polipropileno PP, PVC, Polimetilmeta-acrilato PMMA.

Se encuentran las siguientes empresas que realizan este proceso a nivel industrial:

Coex Colombiana LTDA Bogotá
Continental trade LTDA Bogotá

Termopet LTDA Bogotá

-inyección: El proceso de mayor calidad para obtener piezas de alta detalle y complejidad, existen muchos tipos de inyección, pero en síntesis el proceso es el mismo, donde el polímero en estado líquido es bombeado a alta presión por un pistón, que lo hace pasar por una boquilla, e ingresa al molde, el cual puede constar de 2 o más dados, dependiendo de la complejidad del objeto, tales moldes se encuentran sometidos a altas presiones, para evitar la filtración del polímero y disminuir la rebaba en las uniones de los dados. Al finalizar el llenado del molde, el polímero se endurece y finalmente es extraído del molde, para comenzar una nueva inyección.

El alto costo de los moldes y la maquinaria se justifica por el volumen de producción, millares de productos son necesarios para que sea rentable la inversión.

Prácticamente todos los polímeros pueden ser utilizados en este proceso, la Eficacia y efectividad del proceso dependerá entonces de las características físicas del fluido, viscosidad, resistencia a la fluidez, tensión superficial, velocidad de fraguado, etc.

Se encuentran las siguientes empresas que realizan este proceso a nivel industrial:

Rambal SA B/manga

Pladesán SA B/manga

Moldes AM Bogotá

Molding SA Bogotá

Tecnoplast LTDA Cali

5.2. Análisis de Costos

5.2.1 Materiales y procesos de manufactura.

Para la etapa experimental de modelos y prototipos, se procede a utilizar resina poliéster reforzada con fibra de vidrio en el desarrollo de las carcasas, secundariamente se utiliza lámina acrílica.

Proceso:

Se diferencian 2 tipos de procesos, prototipo y producto. En el desarrollo del proyecto académico se ejecuta el proceso del prototipo y se plantea el proceso para el producto.

- **Prototipo**

Para desarrollar y construir los modelos y prototipos que serán sometidos a pruebas tecno-ergonómicas se establecen primeramente los sistemas presentes:

-Carcasa: Construida en resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, y lámina acrílica. El proceso tiene 9 etapas:

1. Moldeado en plastilina
2. Copiado con resina poliéster y fibra de vidrio. MOLDE
3. Pulido de superficie del molde.
4. Aplicación desmoldante.
5. Copiado con resina poliéster y fibra de vidrio. CARCASA
6. Pulido de superficie de carcasa
7. Corte de botones.
8. Corte de base de apoyo.
9. Instalación de pines, apoyos para botones y tarjeta electrónica.

-Tarjeta electrónica: Las tarjetas electrónicas prediseñadas de los ratones para los ordenadores son posibles conseguirlas en la red y el mercado local, su precio varía en la cantidad a adquirir. Para los presentes prototipos de utilizaron 2 tarjetas de la casa GENIUS Corp. Ref: Xscroll/USB/G5 31010826101. Son de funcionamiento óptico, lo cual significa que las señales de la superficie son enviadas a un procesador digital, el cual interpreta el cambio de movimiento exacto, evitando acumulación de polvo y brindando eficaz respuesta al usuario.

- **Producto comercial**

La línea de producción se divide en 3 secciones: Carcasa, tarjeta electrónica y empaque.

La organización es de tipo virtual, donde las funciones de la misma son el diseño y control en el outsourcing. Por lo tanto todos los componentes físicos del producto son hechos por entes ajenos a la organización, entonces la función de la misma acapara todo el componente intelectual para llevar a cabo el diseño, desarrollo y comercialización del producto.

CARCASA:

Material: ABS

Proceso: Moldeo por inyección

Empresa: FUNDIMOLDES LTDA Bogotá, Colombia.

Unidades: 20.000

Costo: \$ 20.000.000 pesos MCTE Costo unidad: \$1000

Tiempo: 30 días

TARJETA ELECTRÓNICA

Casa de origen: GENIUS Corp.

Referencia: Xscroll/USB/G5 31010826101

Unidades: 20.000

Costo: \$ 18.000.000 pesos MCTE Costo unidad: \$900

Tiempo: 10 días

EMPAQUE

Material: PET y cartón microcorrugado

Proceso: Termoformado y troquelado.

Empresa: Multi-Pack Envase LTDA

Unidades: 20.000

Costo: \$ 5.450.000 MCTE Costo unidad: \$272.5

Tiempo: 12 días

PROCESO DE ENSAMBLE

Se estima un período de 90 segundos para ensamblar el producto. Es decir un operario podría ensamblar 320 dispositivos si trabajara sin descanso o error en una jornada de 8 horas. Estimando que la efectividad mínima sea de 70%, se llegan a 224 dispositivos diarios por operario, lo cual significa 5376 mensuales por operario.

Entonces para establecer un ensamble de 20000 dispositivos durante un mes de trabajo, se requieren 4 operarios en turnos de 8 horas diarias.

Cada operario ensambla un dispositivo a \$115, lo cual significa un salario de \$618240 mensual. Esto se traduce en \$2'472.960 destinados a los 4 operarios requeridos.

TIEMPO DE FABRICACIÓN

Para el desarrollo del proyecto en cuanto a manufactura del producto previa a la colocación en tiendas se estima en 20 días hábiles, es decir alrededor de 30 días totales. El modo de venta será a tiendas mayoristas especializadas que se interesen en el dispositivo y se sugerirá un precio al consumidor.

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

Item	Valor Producción
Carcasa ABS	\$ 20.000.000
Tarjeta electrónica	\$ 18.000.000
Empaque	\$ 5.450.000
Apoyos de teflón	\$ 400.000
Tornillo	\$ 500.000
Proceso de ensamble	\$ 2.472.960
	\$ 46.822.960

Tabla 01
Costo producción

COSTO UNIDAD DE PRODUCTO:

Item	Valor
Carcasa ABS	\$1000
Tarjeta electrónica	\$900
Empaque	\$272,5
Apoyos de teflón	\$20
Tornillo	\$25
Proceso de ensamble	\$115
	\$2332,5

Tabla 02
Costo unidad de Producto

El valor de la unidad de producción masiva en cuanto a procesos de manufactura y ensamble es de \$23332,5 MCTE, al cual hay que añadirle costos de transporte, almacenamiento, personal, etc. Además este costo tan bajo permite invertir seriamente en la publicidad y promoción del producto, sin afectar en demasía el precio final en comparación con los dispositivos encontrados en el mercado.

De cualquier manera es un costo muy competitivo que puede permitir entrar al mercado y captar rápidamente a usuarios con limitaciones en la miembros superiores, ya que ofrece un aspecto agradable, funciones básicas de un mouse, mejor control por el hecho de desnudar el pie para su uso, y un precio similar a un mouse manual, y muy lejos de los altos precios de los productos existentes en el mercado.

5.2.2 Costo de materiales.

Para desarrollar el par de modelos de prueba y el modelo final se requieren los siguientes materiales:

ITEM	Unidad	Costo unitario	Unidades	Valor
Resina Poliéster	Kg	7500	2	15000
Fibra de vidrio	Kg	8000	2	16000
Pegante acrílico	ml	50	60	3000
Acrílico	Lámina	95000	0,1	9500
Tarjeta electrónica Genius Xscroll/USB/G5 31010826101	Tarjeta	12500	2	25000
Pintura acrílica	m2	50000	0,35	17500
Pintura poliuretano	m2	90000	0,2	18000

Tabla 03
Costo prototipos

Costo total	104000
--------------------	--------

5.3. Desarrollo de Alternativas

5.3.1 Síntesis experiencia previa

Para el desarrollo del presente proyecto existe una experiencia previa en el diseño de este tipo de producto, realizada durante el curso de la asignatura DISEÑO INDUSTRIAL VII, que es parte del programa DISEÑO INDUSTRIAL, UIS.

Director de DISEÑO INDUSTRIAL VII: Juan Carlos Moreno DI.

Proyecto: MOPPI Mouse para pies hábiles.

Autores: Any Alejandra Niño – Oscar Salazar Olivella.

Síntesis experiencia previa: DISEÑO INDUSTRIAL VII

APROXIMACION PREVIA

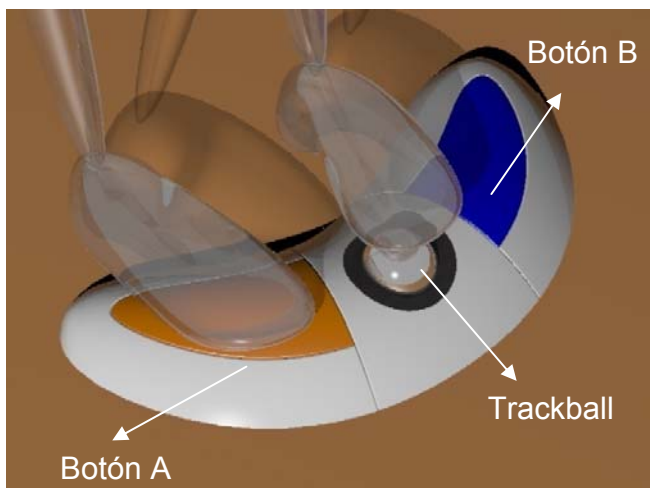


Figura 25
Aproximación previa

Previo al proceso de diseño, se hicieron aproximaciones sobre cómo sería el producto final, el fin de dicha actividad es originar ideas sin preconcepciones sobre el problema. A la izquierda se aprecia una propuesta, que consta de 2 botones y un trackball para el movimiento del cursor, su forma permite el manejo ambidiestro para el usuario.

Otra propuesta fue la de establecer zonas para los controles, en este caso, la pierna izquierda del usuario controla los botones, y la pierna derecha el joystick para el movimiento del cursor.

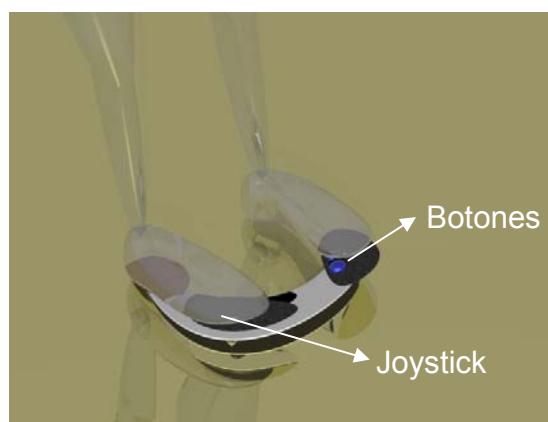


Figura26
Aproximación previa

Tras un estudio de la biomecánica del pie humano, y la definición de requisitos y parámetros de diseño se procedió a plantear las siguientes propuestas

⁴⁸ Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

ALTERNATIVA A

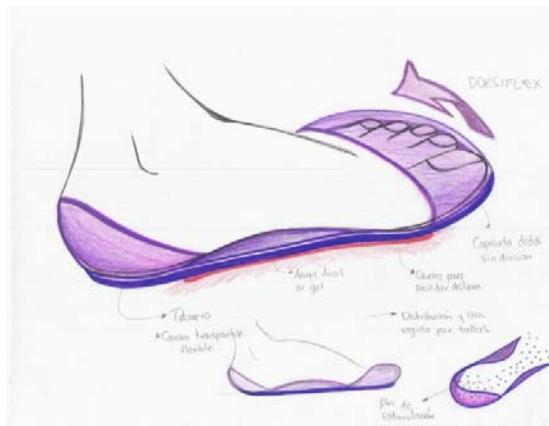
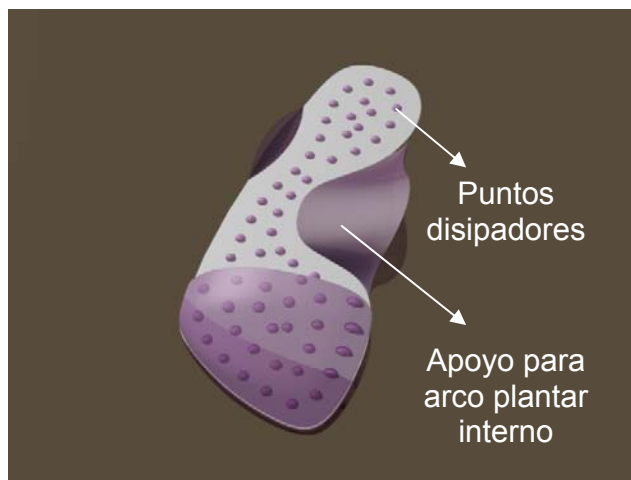


Figura 27
Aproximación previa

49

Se plantea un calzado que posea las funciones de un mouse, donde el mover el pie con la pierna produce el movimiento del cursor, en este movimiento trabajan los músculos del muslo de la pierna. Para los clic es necesaria la dorsiflexión del pie, donde trabaja el tibial anterior, los flexores digitales y del hallux.

Aquí se observa la alternativa modelada virtualmente, se aprecian puntos disipantes de energía sobre la base del calzado, con la disposición de apoyos para los arcos plantares.

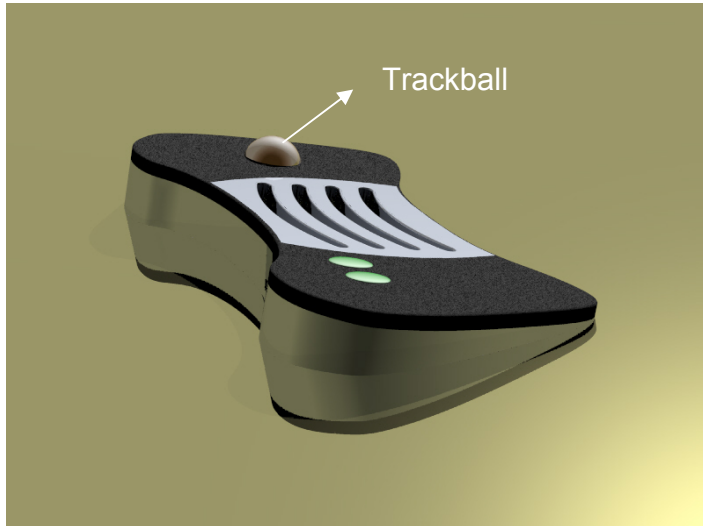


49

Figura 28
Aproximación previa

⁴⁹ Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

ALTERNATIVA B

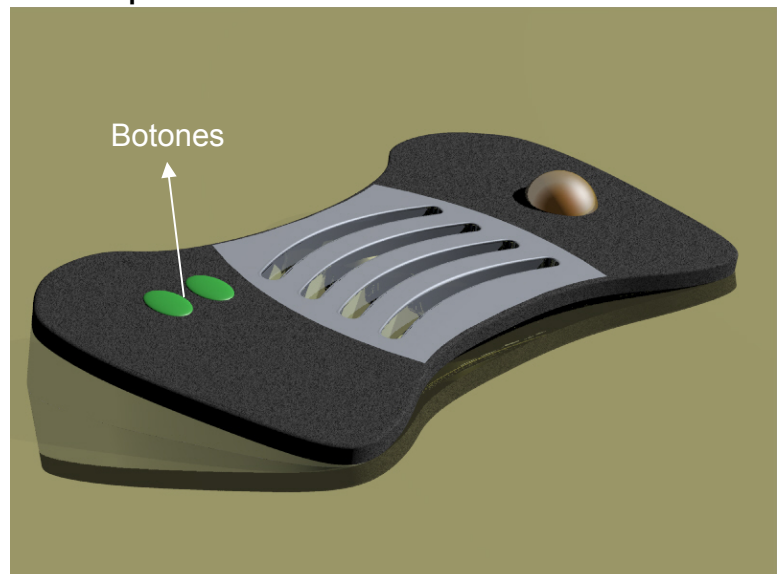


La alternativa B, es un dispositivo en el cual se disponen los botones al lado izquierdo del usuario, y el trackball al lado derecho, de esta manera, el control del cursor se ejecuta con la pierna derecha y los clics con la pierna izquierda.

50

Figura 29
Aproximación previa

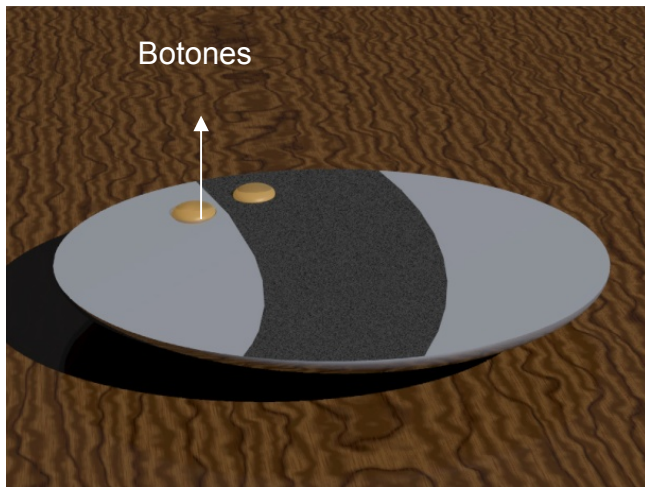
La forma se asemeja a unos apoyapiés común, orientando al usuario como posicionar sus pies al controlar el dispositivo.



50

⁵⁰ Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

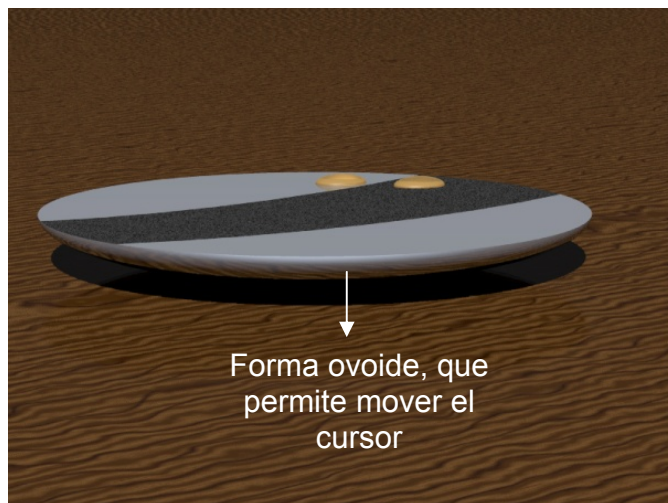
ALTERNATIVA C



Esta propuesta integra todas las funciones a un solo miembro, es decir con el movimiento circundante de la pierna se mueve el joystick que controla el cursor, y el hallux realiza los clics con los botones.

Figura 30
Aproximación previa

El funcionamiento del joystick es resultado de la forma ovoide de la parte inferior, que permite movimientos en todos los sentidos requeridos para el movimiento del cursor.



⁵¹ Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

MODELOS EXPERIMENTALES

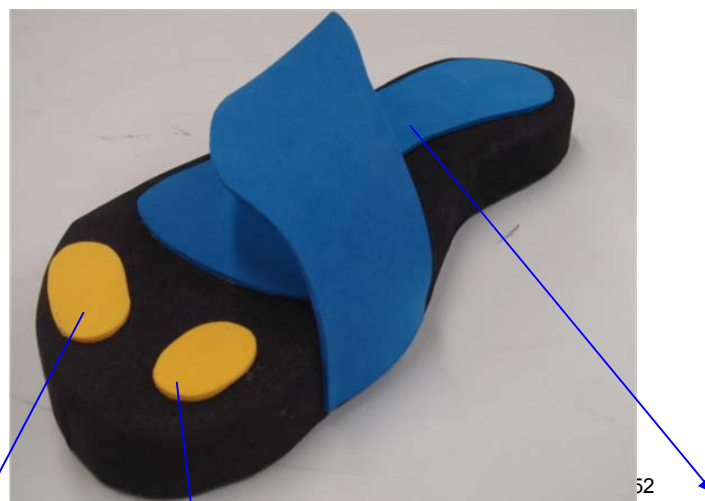
Para ejecutar las decisiones de diseño se construyeron modelos experimentales, para determinar las fortalezas y debilidades de los controles planteados en los dispositivos.

Se realizaron experimentos con 2 tipos de dispositivos: Alternativa A y B. La alternativa C fue excluida debido a los movimientos requeridos por el pie para manipular el joystick, los cuales atentan contra el usuario, pudiendo causar daños a largo plazo.

MODELO A

- Movimiento cursor: se realiza con el movimiento circundante de la pierna.
- Click primario: se efectúa flexionando el hallux en forma descendente.
- Click secundario: se efectúa flexionando los dedos (2 al 5) con el flexor común a estos.

Figura 31
Modelo experimental A



Click secundario
ubicado bajo los
dedos 2,3 y 4.

Click primario,
ubicado bajo el
hallux.

Superficie de apoyo
del pie y elemento
de sujeción, que
permiten deslizar el
calzado y mover el
CURSOR.

⁵² Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

MODELO B

-Movimiento cursor: se realiza con el movimiento circundante de la pierna, sobre una esfera ubicada bajo el arco plantar en posición natural.

-Click primario: se efectúa presionando con el metatarso del hallux

-Click secundario: se efectúa flexionando el hallux en forma descendente, ejerciendo presión con la falange primaria.



RESULTADOS-CONCLUSIONES⁵³

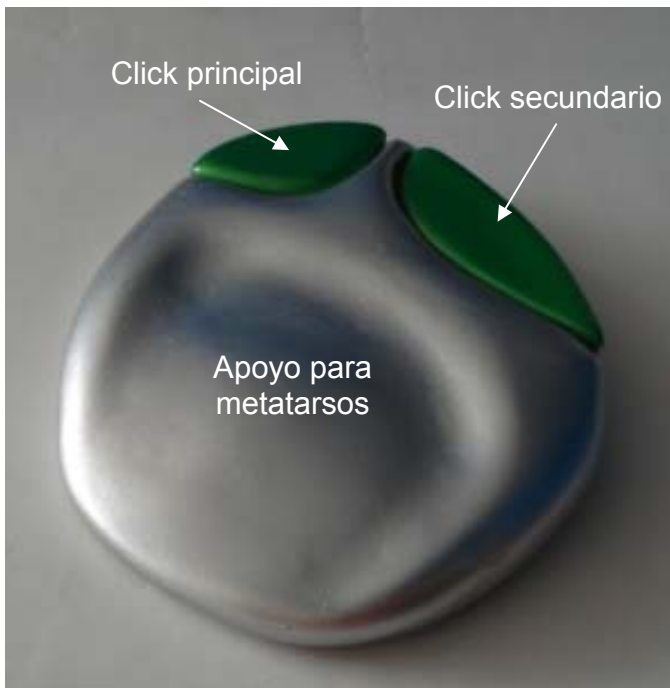
1. Los elementos como el color y textura que afectan la percepción visual de los objetos, generaron la confianza esperada en los usuarios, permitiendo la detección rápida de los elementos de interacción.
2. El calzado deslizante (Alternativa 1) supera al trackball apoyapiés (Alternativa 2) en todos los aspectos de la encuesta, exceptuando el click secundario, por lo tanto es necesario modificar el mismo para satisfacer el confort del usuario.
3. Durante el reconocimiento del objeto, el calzado deslizante tuvo la mejor puntuación, ya que es una metáfora más cercana al mouse que todos conocemos.
4. Los tiempos demuestran la facilidad mayor que existe para manipular el calzado deslizante, tanto en habilidades de dibujo como en escritura.
5. Respecto a la relación velocidad-precisión es posible decir que los 33 segundos obtenidos como menor tiempo en la simulación B, en la cual cada

⁵³ Diseño y Construcción de un periférico de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

tecla se pulso a un promedio de 1,94 segundos; genera un estímulo de potencial mejora al recordar que nuestros usuarios objetivos poseen una notable habilidad motora.

Se concluye que la curva de aprendizaje más corta la arroja la alternativa de calzado deslizante. (Ver anexo 05)

MODELO FINAL



La inclinación actúa como ángulo de descanso de la superficie plantar.

La curvatura presente en la parte superior del modelo permite que los metatarsos descansen en ella, y mantengan una postura natural.



Los músculos de la pierna son quienes intervienen para efectuar el movimiento del dispositivo, por lo tanto estos manejan un umbral de fatiga alto, respecto a los músculos cortos propios del pie, presentes en la supinación y pronación.

Figura 32
Modelo



54

⁵⁴ Diseño y Construcción de un periférico* de entrada (Mouse), dirigido a personas con discapacidades físicas en miembros superiores. Proyecto Diseño Industrial VII

REDISEÑO

Existiendo una trayectoria y experimentación (realizada en el proceso de la asignatura Diseño Industrial VII, ver anexo) en el desarrollo del mouse para individuos con ausencia de miembros superiores, es posible establecer una ruta a seguir. Es decir definir el tipo de controles y sistemas que se van a requerir en el producto, por lo tanto es concluyente que el dispositivo debe remitirse a la forma y uso de los mouse convencionales, para que el usuario pueda usar el producto cómoda y eficazmente (conclusión tomada de la experiencia previa en Diseño Industrial VII, mirar anexo).

Por lo tanto el proceso de rediseño se remite a realizar propuestas de la interfaz, la cual se compone de una carcasa, controles y la comunicación del uso. Donde la primera se adapte ergonómicamente a los arcos y curvaturas del pie humano, los segundos permitan una fácil acción de los pulsadores, y el tercero permita la correcta interpretación del dispositivo

5.3.2 REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

5.3.2.1 Requerimientos de uso

PRACTICIDAD

1. Debe permitir el control del cursor en la pantalla por medio de los principios de funcionamiento del mouse óptico.
2. Debe permitir señalar y acceder a cualquier archivo, icono, menú y demás opciones del sistema operativo, por medio del diseño de la interfaz (dispositivo).

ANTROPOMETRÍA

1. Debe adaptarse a la forma del pie humano, brindando una posición natural de sus partes.
2. Las acciones de clic y movimiento del cursor no deben fatigar al usuario.

ERGONOMÍA

1. La forma debe permitir una posición intuitiva en el usuario al momento de manipular el dispositivo.
2. Reducir la carga tensional producida por largos periodos de trabajo a través de la disminución de movimientos.

PERCEPCIÓN

1. Debe producir los mismos efectos de retroalimentación auditiva que el ratón convencional.

MANTENIMIENTO

1. Debe ser de fácil reparación, por medio del uso de componentes electrónicos asequibles en el mercado local.
2. Debe estar fabricado en materiales de la industria local.
3. Debe permitir un ensamble sencillo por medio de uniones simples y bajo número de piezas.

SEGURIDAD

1. Debe acatar las normas técnicas para electrodomésticos en Colombia. Norma NTC 2800.
2. Normas técnicas colombianas NTC 2088

5.3.2.2 Requerimientos de función

CONFIABILIDAD

1. Debe brindar respuestas inmediatas a las acciones del usuario.
2. Debe estar a la vanguardia tecnológica para este tipo de periféricos.

RESISTENCIA

1. Debe soportar choques y esfuerzos a compresión para evitar daños el ser pateado o pisado por el usuario.

5.3.2.3 Requerimientos de estructura

CARCASA

1. Debe proteger los componentes electrónicos

UNIVERSALIDAD

1. Debe poseer compatibilidad con puertos USB o en lo posible sistemas inalámbricos bluetooth.

5.3.2.4 Requerimientos de forma

ESTILO

1. Debe estar a la vanguardia de la tendencia actual en la moda del hardware.

UNIDAD

1. Debe poseer simplicidad en la forma mediante un número mínimo de piezas
2. Debe ser coherente en la proporción de su configuración formal.

INTERÉS

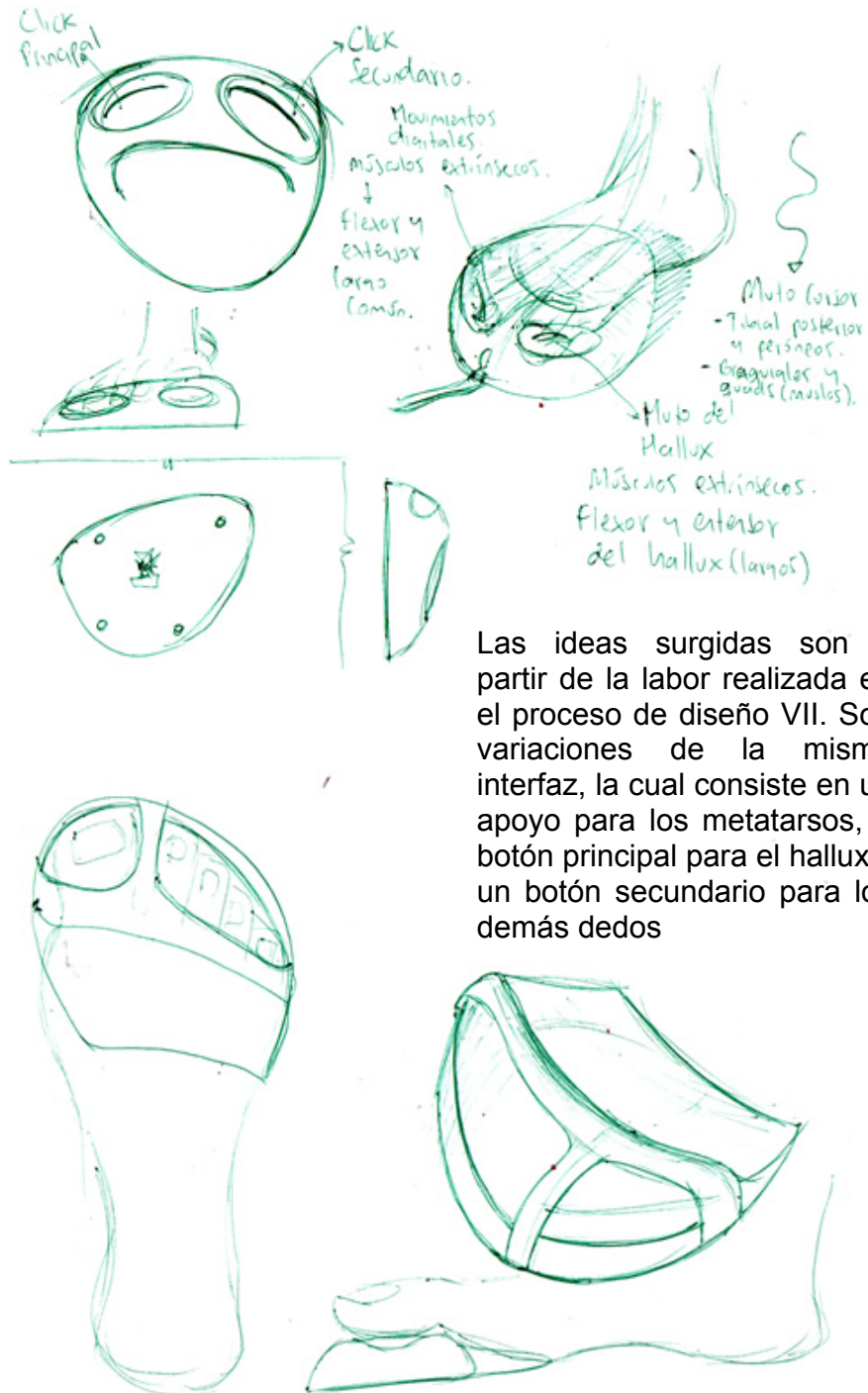
1. Debe tener un valor estético emocional, utilizando conceptos de diseño como contraste y ritmo.

5.3.2.5 Parámetros de diseño

1. No debe pesar más de 250g.
2. No debe necesitar software de instalación para los diferentes sistemas operativos.
3. No debe incluir sistemas invasivos en el pie del usuario.
4. Incluir un manual de usuario para el uso del periférico.

5.3.3 BOCETOS

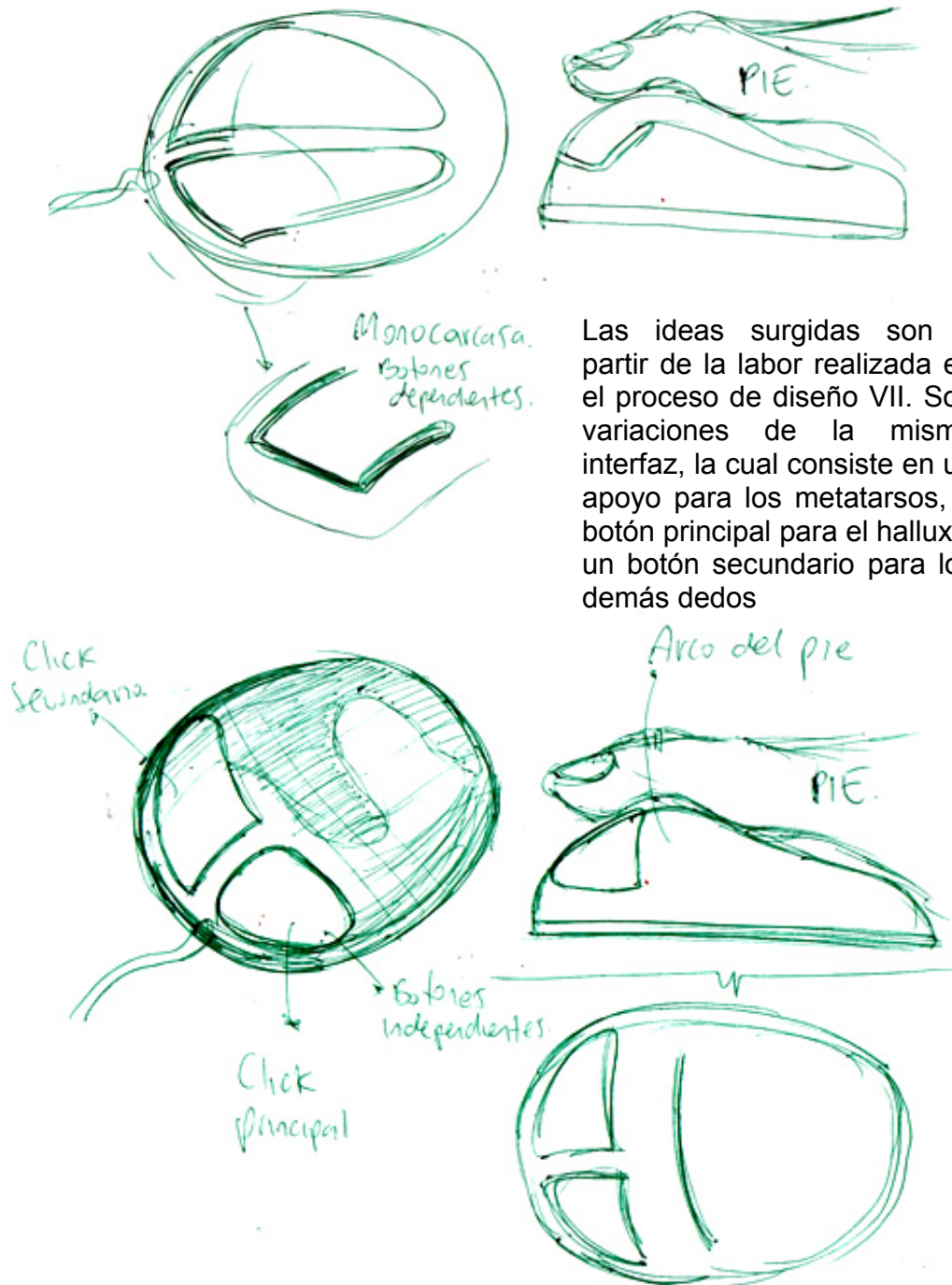
Figura 34
Bocetos



Las ideas surgidas son a partir de la labor realizada en el proceso de diseño VII. Son variaciones de la misma interfaz, la cual consiste en un apoyo para los metatarsos, 1 botón principal para el hallux y un botón secundario para los demás dedos

⁵⁵ Fuente: Autor

Figura 35
Bocetos



Las ideas surgidas son a partir de la labor realizada en el proceso de diseño VII. Son variaciones de la misma interfaz, la cual consiste en un apoyo para los metatarsos, 1 botón principal para el hallux y un botón secundario para los demás dedos

⁵⁶ Fuente: Autor

5.3.4 Modelado CAD de alternativas experimentales.

Alternativa No 01

Pieza: Carcasa

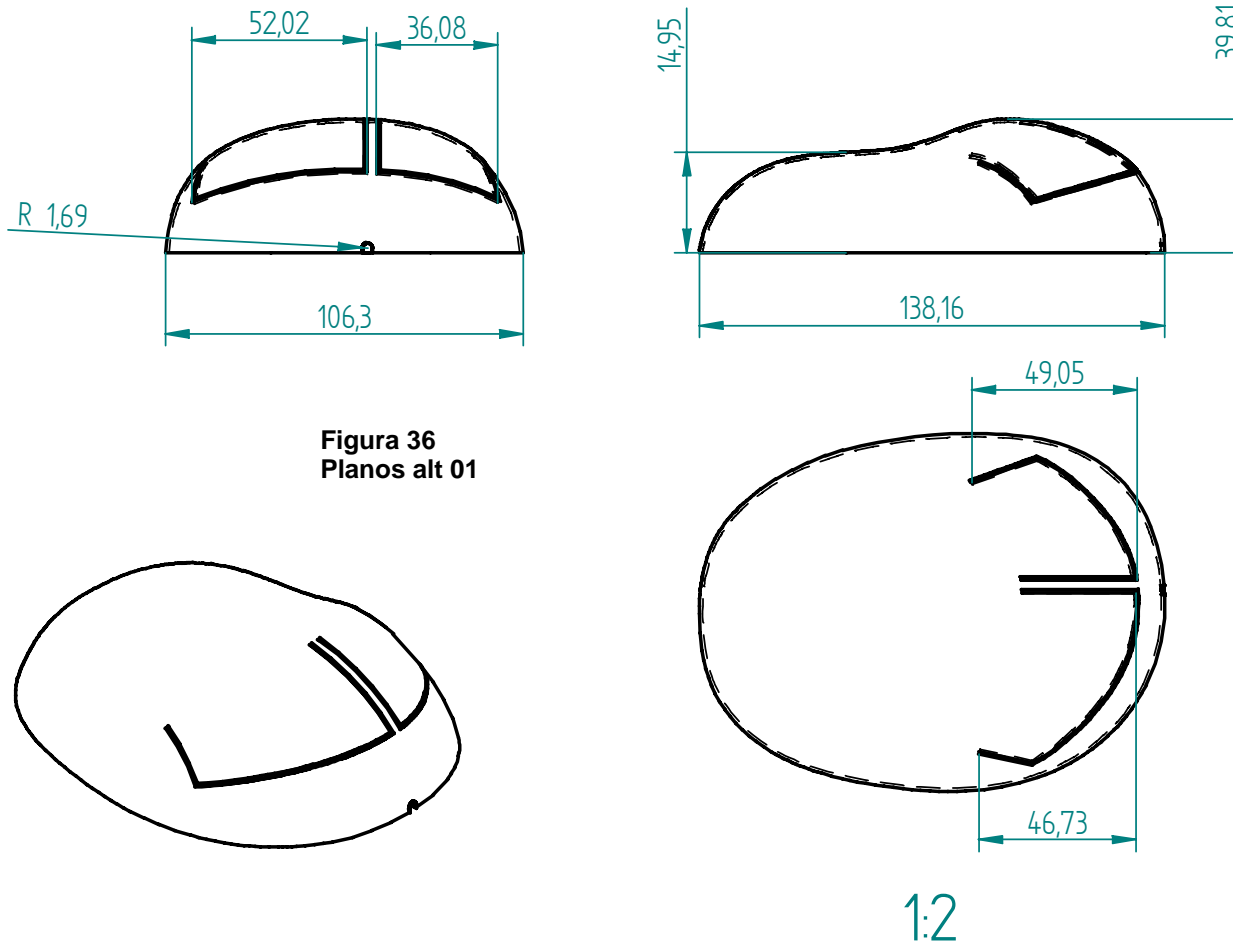


Figura 36
Planos alt 01

Medidas en milímetros

⁵⁷ Fuente: Autor

Pieza: Base

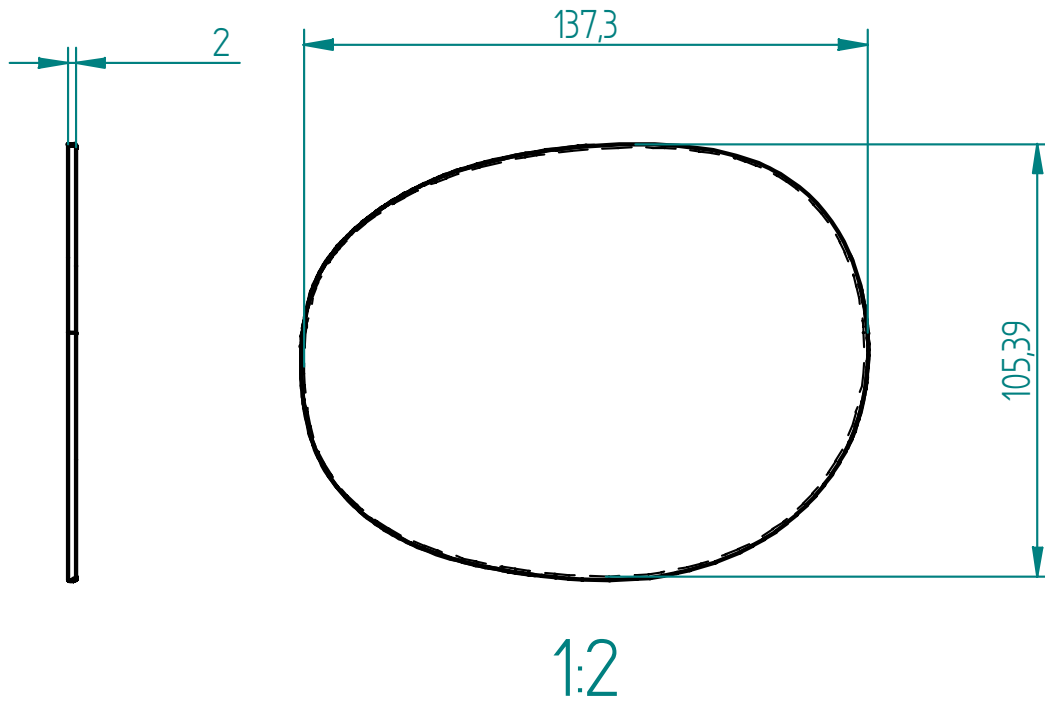


Figura 37
Planos alt 01

58

Medidas en milímetros

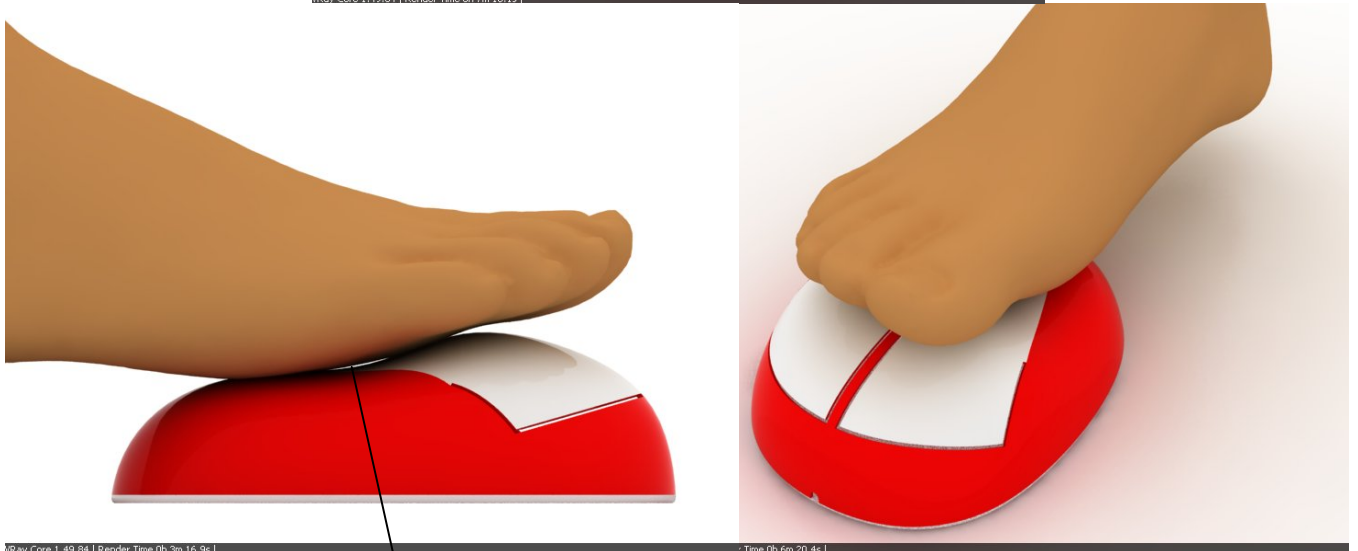
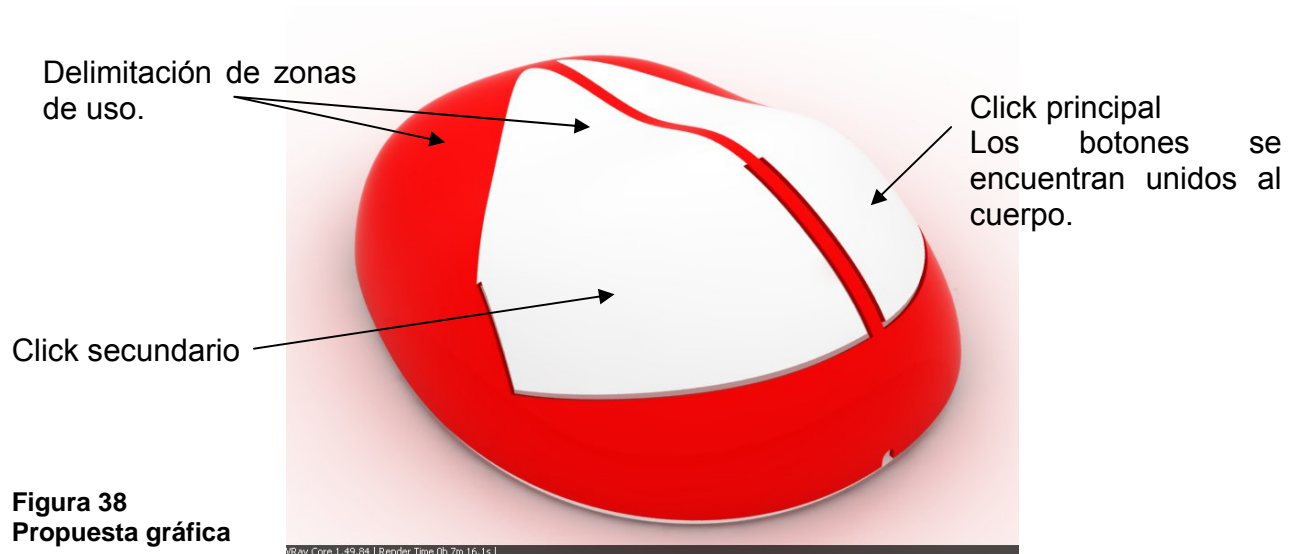
Materiales:

Carcasa: Resina poliéster 852 reforzada con fibra de vidrio.

Base: Lamina acrílica calibre 4 mm

⁵⁸ Fuente: Autor

Propuesta gráfica:



Horma para metatarsos

59

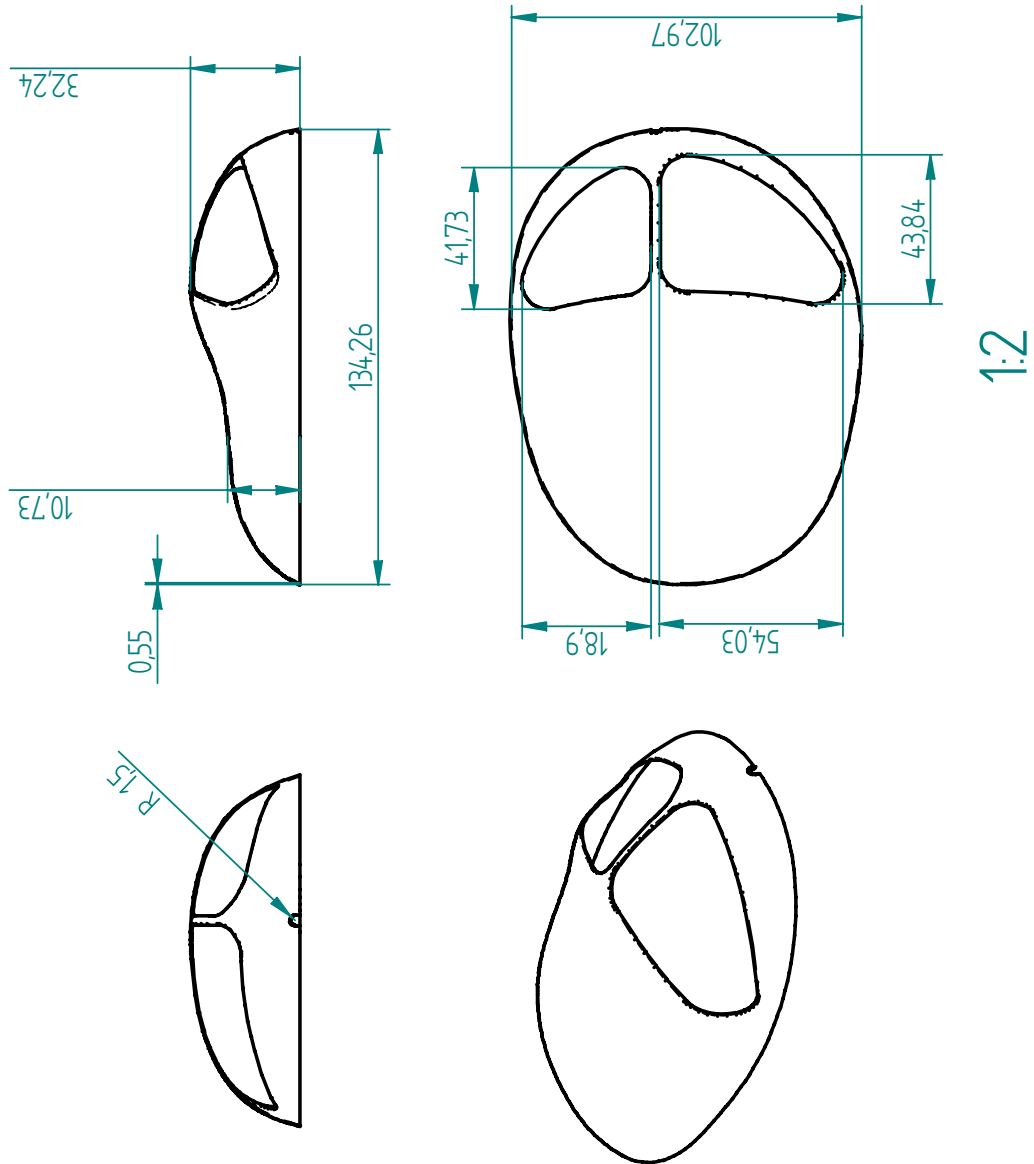
Se necesita el uso del pie desnudo, ya que los individuos que utilizan sus pies para labores de motricidad fina (escribir, pintar, cepillar, etc.) lo requieren. Además permite la unión y simplificación de la interfaz, propuesta a un solo pie, la comunicación del uso está dada principalmente por la delimitación de zonas con el contraste del color rojo y blanco, además de las superficies que indican como disponer el pie al usuario.

⁵⁹ Fuente: Autor

Alternativa No 02

Carcasa

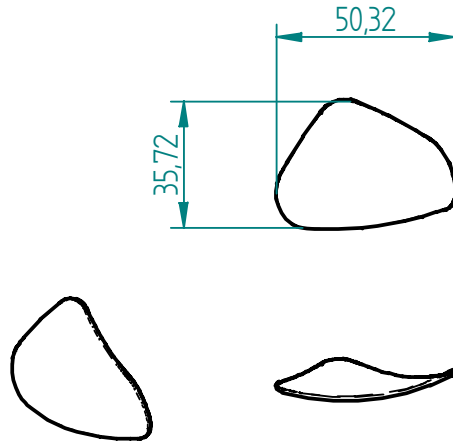
Figura 39
Planos alt 02



Medidas en milímetros

⁶⁰ Fuente: Autor

Botón principal

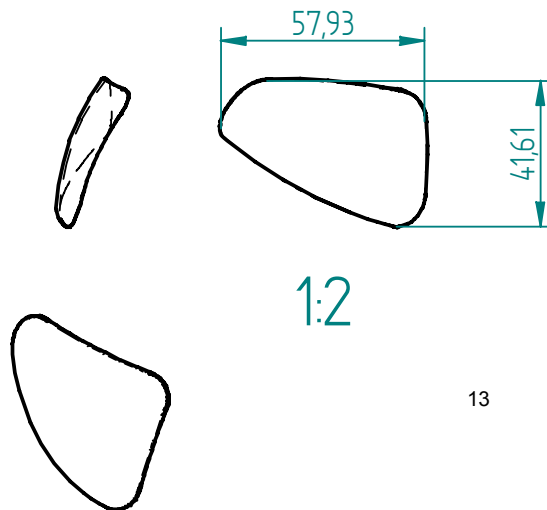


61

1:2

Botón secundario:

Figura 40
Planos alt 02



13

1:2

Medidas en milímetros

⁶¹ Fuente: Autor

Base

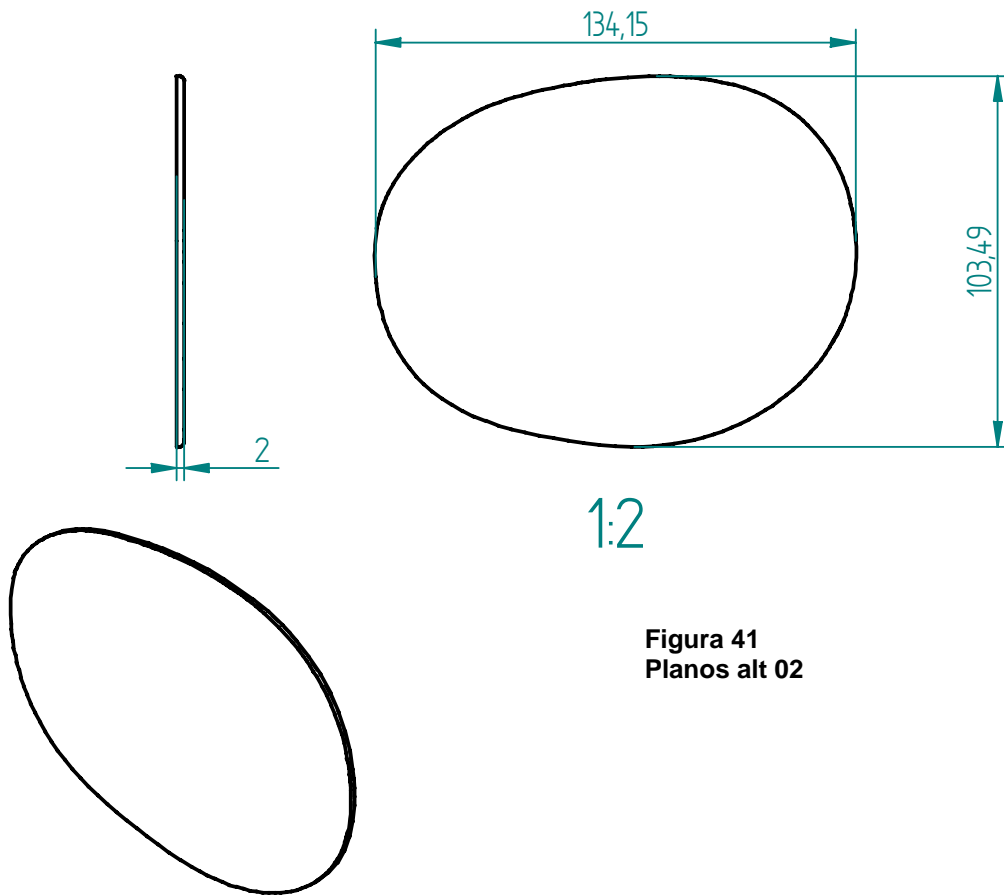


Figura 41
Planos alt 02

62

Medidas en milímetros

Materiales

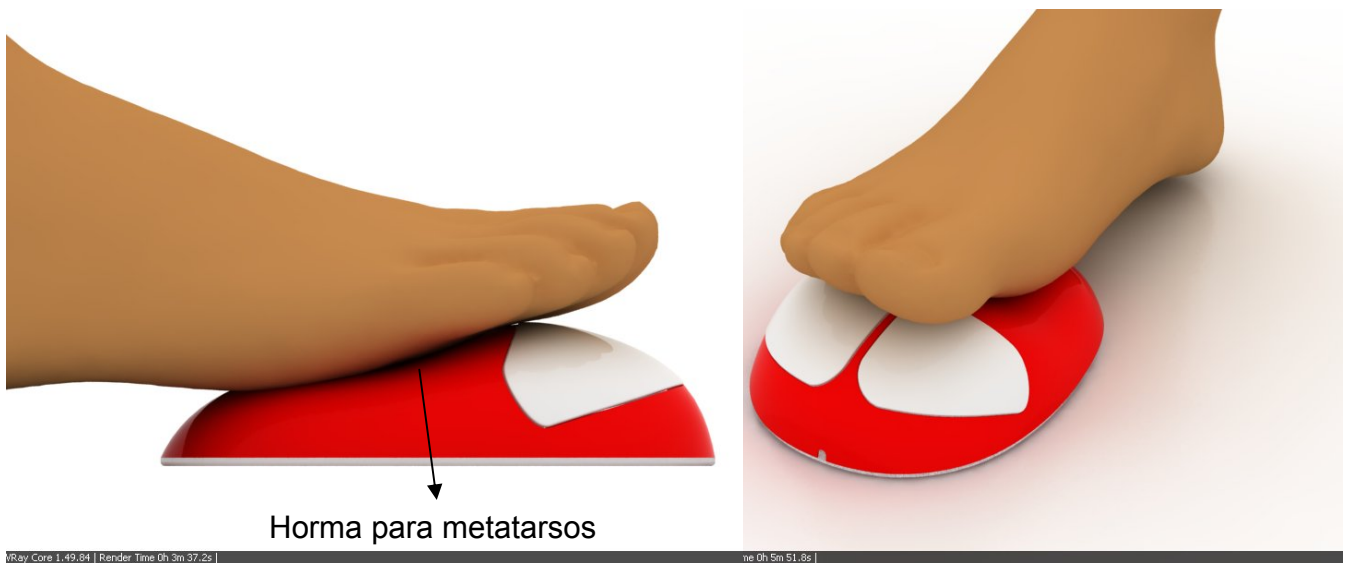
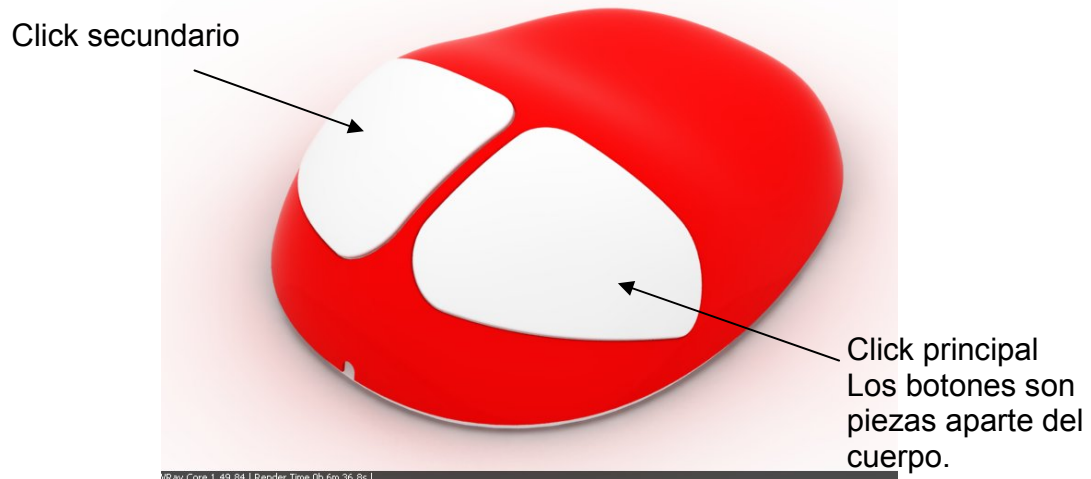
Carcasa: Resina poliéster 852 reforzada con fibra de vidrio.

Base: Lamina acrílica calibre 4 mm

⁶² Fuente: Autor

Propuesta gráfica

Figura 42
Propuesta gráfica



63

Los modelos a probar se diferencian en la delimitación de las zonas de uso, altura del apoyo metatarsial, y la fuerza requerida para activar los botones.

⁶³ Fuente: Autor

5.4 Construcción

Se construyen 2 prototipos para realizar las respectivas pruebas y evaluaciones de usabilidad con usuarios.

Materiales:

Carcasa: Resina poliéster 852 reforzada con fibra de vidrio.

Base: Lamina acrílica calibre 4 mm

Adhesivos: Pegadit Resina acrílica.

Elementos varios: Madera balsa.

Tarjeta electrónica Genius Xscroll/USB/G5 31010826101

5.4.1 Construcción de modelos funcionales

ALTERNATIVA 01



Figura 43
Alternativa 01

64

⁶⁴ Fuente: Autor

ALTERNATIVA 02



Figura 44
Alternativa 02

65

5.5. Comprobaciones

5.5.1 Comprobaciones técnicas

Para determinar el equipo electrónico se realiza un sondeo en las tiendas locales y en la web, y bajo criterios de precio, marca, fidelidad y tamaño, se determina que la tarjeta electrónica a usar es:

Casa de origen: GENIUS Corp.

Referencia: Xscroll/USB/G5 31010826101

⁶⁵ Fuente: Autor

5.5.2 Comprobación de Usabilidad

5.5.2.1 Variables de experimento y jerarquización.

La prueba experimental posee como objetivo evaluar el desempeño de las diferentes alternativas propuestas como solución a un determinado caso, por lo tanto es necesario determinar variables que faciliten esta valoración:

VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLES AMBIENTALES

-Temperatura: 18 °C

VARIABLES PERSONALES

-Edad: 16 – 30 años

-Nro. Calzado: 37-40

-Ocupación: Estudiantes y profesionales

-Conocimientos básicos de Microsoft PAINT y Microsoft WORD (manejo de lápiz y escritura).

-Usuarios con ausencia de miembros superiores.

Nota:

La prueba se realizará con dos usuarios objetivo (ausencia de miembros superiores) y 30 individuos sin limitación alguna para contrastar resultados.

VARIABLES DEL SISTEMA

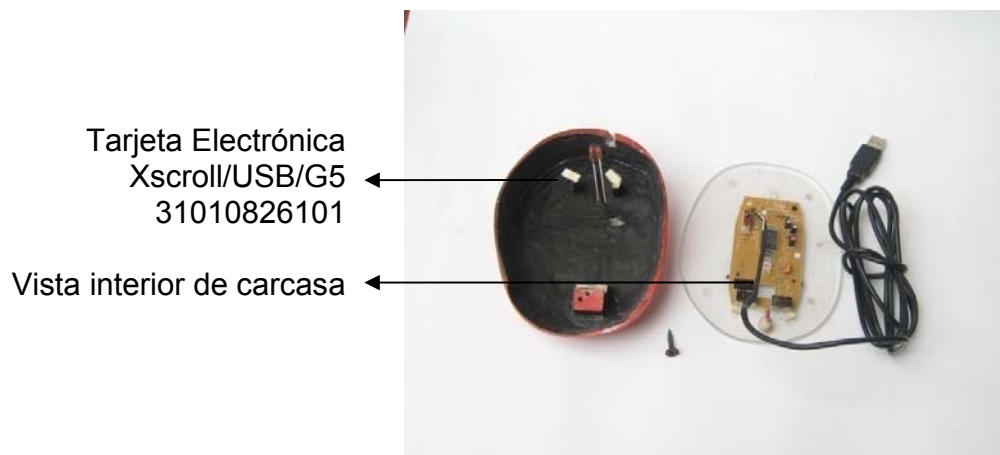
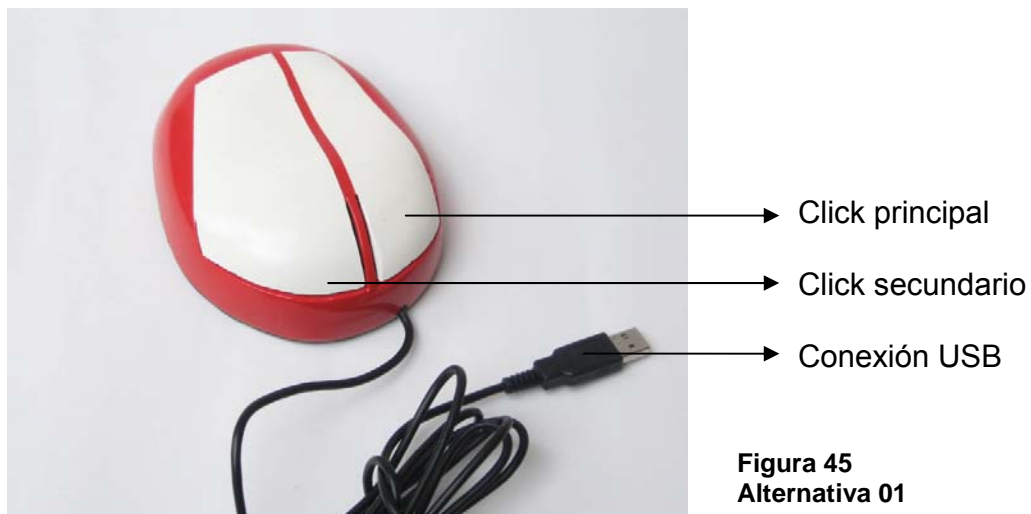
Presenta la configuración de los objetos en valoración:

Alternativa 1 (botones dependientes):

Movimiento cursor: se realiza con el movimiento circundante de la pierna. Actúan los músculos del muslo (braquiales y cuádriceps principalmente).

Click primario: se efectúa con la flexión del dedo gordo (hallux), actuando el flexor y extensor del mismo.

Click secundario: se efectúa flexionando los dedos 2 hasta el 4, actuando el flexor y extensor común de los dedos.



66

Alternativa 2 (botones dependientes):

Movimiento cursor: se realiza con el movimiento circundante de la pierna. Actúan los músculos del muslo (braquiales y cuádriceps principalmente).

Click primario: se efectúa con la flexión del dedo gordo (hallux), actuando el flexor y extensor del mismo.

Click secundario: se efectúa flexionando los dedos 2 hasta el 4, actuando el flexor y extensor común de los dedos.



Click principal

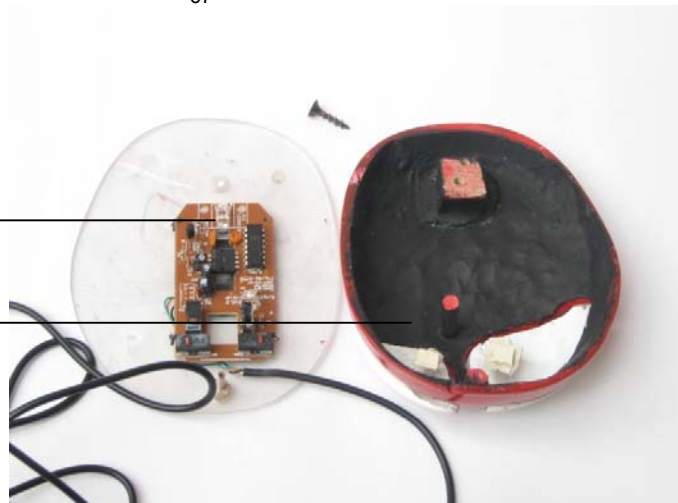
Click secundario

Conexión USB

67

Tarjeta Electrónica
Xscroll/USB/G5
31010826101

Vista interior de carcasa



67

⁶⁷ Fuente: Autor

VARIABLES DEPENDIENTES

-Reconocimiento del lenguaje de uso

Variables independientes asociadas:

Color

Texturas

Disposición de controles

Sonidos

La manipulación de estas variables permitirán al usuario entender o no el producto, asimilar sus funciones y ejecutarlas correctamente.

-Curva de aprendizaje

Variables independientes asociadas:

Velocidad del cursor

Velocidad doble-click

Errores en las acciones a ejecutar

Configuración del objeto (color, texturas, disposición controles, sonidos)

Estas variables determinarán la eficiencia y efectividad del usuario al manipular las alternativas en el entorno informático.

VARIABLES CONTROLADAS

-Explicación previa al usuario sobre los procedimientos del experimento: Para asegurar datos fiables en la experimentación, se le informa al usuario sobre la rutina a seguir durante la experimentación.

-Lugares: Sala de informática 1er Piso, Edificio Mamitza Bayer, UIS.

Secretaria Pastoral, Universidad La Gran Colombia. Bogotá

Secretaria Asociación de pintores con la boca y con el pie. Bogotá

-Aplicaciones en uso: asegurar que ninguna aplicación ajena al experimento este en curso durante el uso del ordenador.

-Ubicación de brazos: para simular individuos carentes de extremidades superiores, los usuarios mantendrán los brazos sobre los apoyabrazos.

- Personas en el lugar del experimento: en el lugar del experimento solo pueden estar presentes los 2 evaluadores (autor del proyecto y asistente).
- Omisión de celulares, música: para evitar distracciones durante la prueba, se impedirá el uso de celulares o reproductores de música.
- Todos los usuarios realizarán el experimento sin medias.
- Inhibir reloj de PC y muñeca.
- Los usuarios realizaran el experimento con camisa manga corta y pantalón a la altura de los gemelos.
- Silla rimax con espaldar y apoyabrazos fijos.
- Limpieza constante sobre los modelos a evaluar.
- Altura de la mesa: 70 cms
- Los usuarios poseen una visión óptima.
- Tamaño del lienzo durante la prueba en Microsoft PAINT: 1024 X 768 Px
- Velocidad cursor: establecida al 40% de la velocidad máxima.
- Velocidad doble-click: establecida al 40% de la velocidad máxima.
- Resolución de pantalla: 1024 X 768 Px.
- Tamaño de la pagina durante la prueba en Microsoft Word: Tamaño carta
- Fuente y tamaño del tipo durante la prueba de Microsoft Word: Arial 18 normal.
- Los usuarios son diestros.

5.5.2.2 Diseño de experimento de usabilidad

1. Usuarios “Tipo”

Para el desarrollo de la prueba experimental involucraremos usuarios “tipo”, además de la colaboración de dos personas con ausencia de miembros superiores.

El perfil de nuestro usuario debe cumplir con conocimientos básicos en el manejo de software gráfico PAINT y el software procesador de palabras de Microsoft Office WORD. La talla de su calzado debe estar en el rango 37-40.

2. Equipo Experimental

Como equipos para el desarrollo de la prueba se requieren específicamente un computador con sistema operativo Windows, las alternativas No 1 y 2, un cronómetro y software específico (click n type).

COMPUTADOR: Dell Inspiron

CRONÓMETRO: Aplicación presente en el teléfono móvil NOKIA 1100

Tipo: RH-36 Modelo: 1100b ID: QTKRH-36

SOFTWARE:

- Gráfico: PAINT - Aplicación de Microsoft Windows
- Procesador de Palabras: Microsoft Office WORD

Para simular el teclado en este, es necesario descargar el siguiente Freeware: Teclado Virtual Click – N – Type de Lake Software.

www.lakefolks.org/cnt/es-intro.htm

3. Toma de Datos

La prueba experimental se llevará a cabo en tres etapas, las cuales van antecedidas por la toma de datos personales del participante.

1. Reconocimiento del Objeto
2. Simulación
3. Cuestionario

1. Reconocimiento del Objeto

Esta etapa será la inducción y primera aproximación del usuario al objeto en valoración; Para tal efecto se dejará al usuario por 30 segundos con la alternativa

(1 o 2) instaladas, para que este infiera mediante sus preconceptos y el lenguaje de uso de los elementos, como será el funcionamiento del mismo.

* Tiempo: 30 segundos

* Software: Escritorio principal del sistema operativo WINDOWS

* Lista de Verificación: Esta se llenará tipo cuestionario mediante la indagación al usuario, concluido 30 sg.

LISTA DE VERIFICACIÓN

Logró identificar como se efectúa el movimiento del cursor

Detectó el click primario
 Desempeñó su función

Detectó el click secundario
 Desempeñó su función

2. Simulación

Esta se llevará a cabo en dos sesiones guiadas en las cuales el usuario entrará a interactuar con dos tipos diferentes de software los cuales pertenecen al entorno informático de WINDOWS. Para efectuar esta simulación se ubicará directamente el usuario en el programa específico y se le indicará la tarea a realizar.

a. -Software: Microsoft PAINT

-Tiempo: según usuario

-Tarea: Con la herramienta lápiz realice un cuadrado, un círculo y un triángulo (No interesan las dimensiones).

Lista de Verificación: Esta será resuelta por uno de los experimentadores mediante información basada en su observación.

LISTA DE VERIFICACIÓN

- Accedió a la herramienta de dibujo especificada (Lápiz)
- Dibujó el cuadrado
- Dibujó el círculo
- Dibujó el triángulo

b. -Software: Microsoft Word, procesador de palabras

-Tiempo: según usuario

-Tarea: Ubicado en un espacio específico, la persona debe reescribir una frase observable, mediante el teclado virtual ubicado en ese mismo espacio de trabajo. La fuente y tamaño de letra está predeterminadas; por lo tanto el usuario tiene como tarea teclear y reproducir exactamente la frase asignada. Si el usuario se equivoca no puede borrar, debe seguir escribiendo la frase hasta terminarla.

*Frase: **escuela de diseño**

Número de caracteres: 15 Números de teclas usadas: 17

LISTA DE VERIFICACIÓN

- Completo satisfactoriamente la frase

Caracteres tecleados

Teclas Pulsadas

3. Cuestionario

Para concluir la prueba experimental, realizadas las dos actividades anteriores con cada una de las alternativas a evaluar; se entrega al usuario el siguiente formato,

Confort: |-----|-----|
0 50 100

5. Califique facilidad de uso experimentado en el uso de la alternativa 1:

Facilidad de uso: |-----|-----|
0 50 100

6. Califique facilidad de uso experimentada en el uso de la alternativa 2:

Facilidad de uso: |-----|-----|
0 50 100

5.5.2.3 Prueba piloto

Se ejecuta una prueba piloto con 2 individuos, para depurar el proceso de la toma de datos, y poder obtener datos medibles, contrastables y verificables.

Conclusiones:

El discurso de introducción a cada usuario debe conservar igualdad y uniformidad en la información brindada, conservando el tono de voz y la actitud en el tiempo.

El orden de las figuras dibujadas en PAINT, no es relevante, es relevante el tiempo que en que realizan la actividad.

Incluir casillas en la hoja de verificación que indique tiempo, la frase escrita y calificación de las figuras.

Click principal: | _____ | _____ |

Click secundario: | _____ | _____ |

7. Califique la comodidad o confort experimentada en el uso de la alternativa 1:

Confort: | _____ | _____ |
0 50 100

8. Califique la comodidad o confort experimentada en el uso de la alternativa 2:

Confort: | _____ | _____ |
0 50 100

9. Califique facilidad de uso experimentado en el uso de la alternativa 1:

Facilidad de uso: | _____ | _____ |
0 50 100

10. Califique facilidad de uso experimentada en el uso de la alternativa 2:

Facilidad de uso: | _____ | _____ |
0 50 100

HOJA No 2

<p><u>LISTA DE VERIFICACIÓN</u></p> <p><input type="checkbox"/> a. Logró identificar como se efectúa el movimiento del cursor</p> <p><input type="checkbox"/> b. Detectó el click primario <input type="checkbox"/> c. Desempeñó su función</p> <p><input type="checkbox"/> d. Detectó el click secundario <input type="checkbox"/> e. Desempeñó su función</p>	<p>Alternativa 1</p>
<p>PAINT</p> <p><input type="checkbox"/> f. Accedió a la herramienta lápiz</p> <p><input type="checkbox"/> g. Dibujó el cuadrado</p> <p><input type="checkbox"/> h. Dibujó el círculo</p> <p><input type="checkbox"/> i. Dibujó el triángulo</p> <p>Tiempo <input type="text"/></p>	<p>WORD</p> <p><input type="checkbox"/> j. Completó la frase</p> <p>Frase <input type="text"/></p> <p>k. # Caracteres tecleados <input type="text"/></p> <p>l. # Teclas pulsadas <input type="text"/></p> <p>Tiempo <input type="text"/></p>
<p><u>LISTA DE VERIFICACIÓN</u></p> <p><input type="checkbox"/> a. Logró identificar como se efectúa el movimiento del cursor</p> <p><input type="checkbox"/> b. Detectó el click primario <input type="checkbox"/> c. Desempeñó su función</p> <p><input type="checkbox"/> d. Detectó el click secundario <input type="checkbox"/> e. Desempeñó su función</p>	<p>Alternativa 2</p>
<p>PAINT</p> <p><input type="checkbox"/> f. Accedió a la herramienta lápiz</p> <p><input type="checkbox"/> g. Dibujó el cuadrado</p> <p><input type="checkbox"/> h. Dibujó el círculo</p> <p><input type="checkbox"/> i. Dibujó el triángulo</p> <p>Tiempo <input type="text"/></p>	<p>WORD</p> <p><input type="checkbox"/> j. Completó la frase</p> <p>Frase <input type="text"/></p> <p>k. # Caracteres tecleados <input type="text"/></p> <p>l. # Teclas pulsadas <input type="text"/></p> <p>Tiempo <input type="text"/></p>

5.5.2.5 Experimento

Participantes

Usuarios tipo:

No de prueba	Nombre	Ocupación	Edad	Calzado
1	Oscar Castro	Diseño Industrial	19	37
2	Andrés Caballero	Ing. Civil	21	40
3	Juan Felipe Martínez	Diseño Industrial	20	39
4	Lorena Acevedo	Diseño Industrial	23	36
5	Leidy Susana Herrera	Diseño Industrial	23	36
6	Katherine Higuera	Lic. Idiomas	21	37
7	Camilo Macías	Admón. De empresas	26	40
8	Orlando Jaimes	Diseño Industrial	25	41
9	Karen Lizarazo	Filosofía	19	36
10	Carlos Puerto Galvis	Química	21	37
11	Carolina Barbosa	Ing. Civil	22	37
12	Oscar Acevedo	Diseño Industrial	23	39
13	Fabio Reyes	Técnico Computación	31	40
14	Natalia Prada	Diseño Industrial	23	35
15	Juan Carlos Torrens	Diseño Industrial	23	39
16	María Fernanda García	Diseño Industrial	19	38
17	Jennifer Monclue	Diseño Industrial	20	36
18	Julián García	Diseño Industrial	21	43
19	Roberto Sarmiento	Diseño Industrial	22	40
20	Fabián Alzate	Ing. Mecánica	22	41
21	Carlos Alberto Espinoza	Diseño Industrial	23	41
22	Jorge Arias	Ing. Industrial	20	39
23	Fidel Fiallo	Ing. Industrial	20	43
24	Oscar Ramírez	Ing. Electrónica	22	41
25	José Luis Figueroa	Diseño Industrial	23	40
26	Erika Vallejo	Ing. Industrial	21	37
27	Adriana Gómez	Diseño Industrial	20	37
28	Efraín Manote	Ing. Mecánica	19	39
29	Fidel Jiménez	Ing. Sistemas	22	41
30	Daniel Mutis	Diseño Industrial	22	41

Usuarios objetivo (Ausencia de miembros superiores)

Tabla 04
Participantes experimento

No de prueba	Nombre	Ocupación	Edad	Calzado
31	Diana Carolina Gutiérrez	Derecho	22	39
32	Diego Usma	Artista (oleo, acuarela, lápices)	25	37

5.5.2.6 Análisis estadístico de experimento.

Resultados

CUADRO DE VERIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y TIEMPO DE ACTIVIDADES ALTERNATIVA No 01

Tabla 05

Cuadro verficiación 01

Alt. 01	Cuadro verficiación 01													
Usuario/Item	a	b	c	d	e	f	g	h	i	Tiempo PAINT	j	k	l	Tiempo WORD
1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	83	√	12	17	75
2	√	√	√	√	√	√	√	x	√	18	√	12	17	41
3	√	√	√	x	x	x	√	√	√	59	√	12	17	47
4	√	√	√	x	x	√	√	x	x	28	x	13	18	80
5	√	√	√	√	√	√	x	√	√	37	x	12	19	88
6	√	√	√	√	√	√	√	√	√	21	x	13	18	36
7	√	√	√	√	√	√	x	√	√	46	√	12	17	49
8	√	x	√	x	√	√	√	x	√	80	√	12	17	66
9	√	√	√	x	x	√	√	x	√	40	√	12	17	40
10	√	√	√	√	√	√	√	x	√	45	x	11	16	42
11	√	√	√	x	√	√	√	x	x	36	x	13	19	58
12	√	√	√	√	√	√	√	x	√	47	x	13	18	52
13	√	√	√	√	√	√	√	√	√	28	x	13	19	61
14	√	√	√	x	x	√	√	x	x	121	x	12	15	104
15	√	√	√	√	√	√	x	x	x	47	x	12	15	100
16	√	√	√	√	√	√	√	x	√	31	x	13	19	75
17	√	√	√	x	√	√	√	√	√	90	x	12	18	61
18	√	√	√	√	√	√	√	√	√	33	√	12	17	31
19	√	√	√	√	√	√	√	√	√	20	√	12	17	38
20	√	√	√	√	√	√	√	√	√	45	√	12	17	48
21	√	√	√	√	√	√	√	√	√	23	x	12	18	90
22	√	√	√	√	√	√	√	√	√	65	√	12	17	50
23	√	√	√	x	x	√	√	√	√	21	x	12	18	74
24	√	√	√	x	x	√	√	x	x	131	√	12	17	78
25	√	√	√	√	√	√	√	√	√	50	√	12	17	37
26	√	√	√	x	x	√	√	x	√	45	x	12	19	91
27	√	√	√	√	√	√	x	x	√	52	x	14	19	124
28	√	√	√	√	√	√	√	x	√	99	√	12	17	59
29	√	√	√	√	√	√	√	√	√	54	x	14	19	68
30	√	√	√	√	√	√	√	x	√	80	√	12	17	52
31*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	17	√	12	17	6**
32*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	20	√	12	17	8**

Promedio	100	97	100	69	78	97	88	56	84	50,375	50	12	17	63,83333333
----------	-----	----	-----	----	----	----	----	----	----	--------	----	----	----	-------------

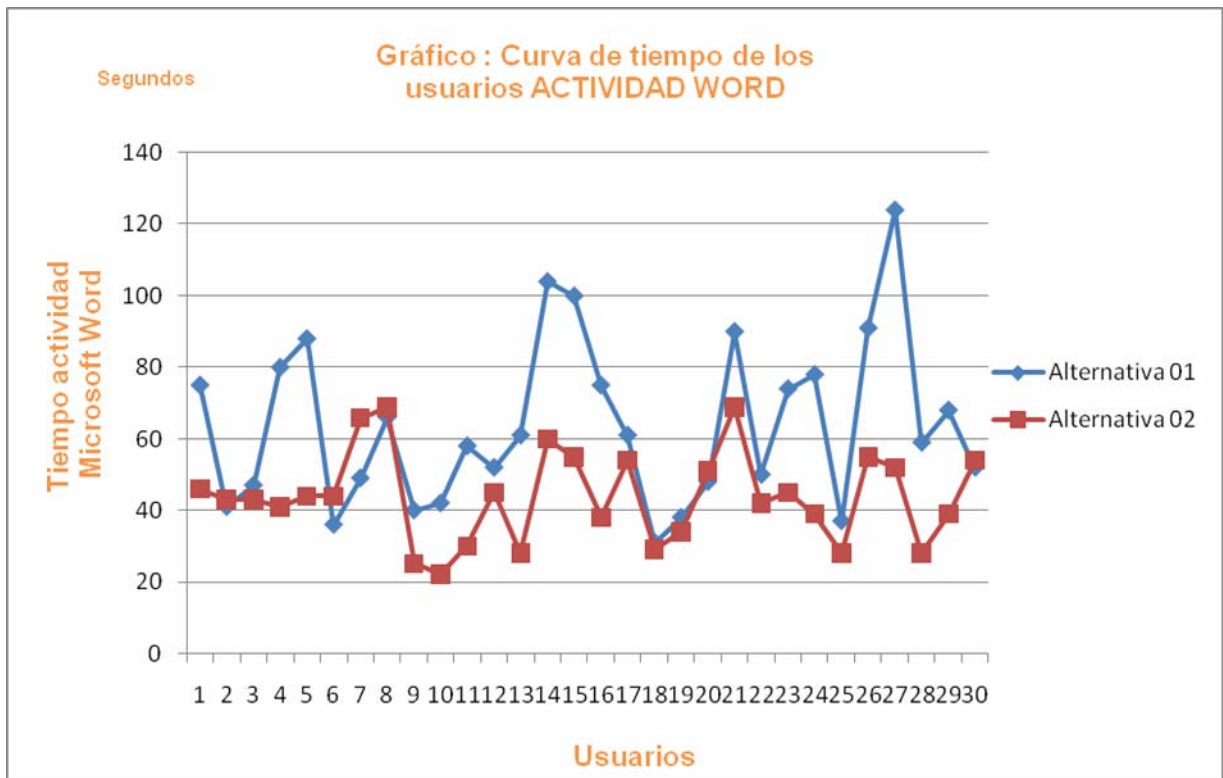
Convenciones: √ Aprobado x Reprobado * Usuario discapacitado **Tiempo en teclado físico

CUADRO DE VERIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y TIEMPO DE ACTIVIDADES ALTERNATIVA No 02

Tabla 06
Cuadro verficiación 02

Alt. 02														
Usuario/Item	a	b	c	d	e	f	g	h	i	Tiempo PAINT	j	k	l	Tiempo WORD
1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	31	√	12	17	46
2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	18	x	12	19	43
3	√	√	√	√	√	√	√	x	√	37	x	12	18	43
4	√	√	√	√	√	√	√	√	√	18	√	12	17	41
5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	43	x	12	19	44
6	√	√	√	√	√	√	√	√	√	19	x	13	19	44
7	√	√	√	√	√	√	√	√	√	29	x	13	17	66
8	√	√	√	√	√	√	√	√	√	63	√	12	17	69
9	√	√	√	x	x	√	√	x	√	81	x	12	16	25
10	√	√	√	√	√	√	√	√	√	25	x	13	18	22
11	√	√	√	√	√	√	√	x	√	20	x	12	18	30
12	√	√	√	√	√	√	√	√	√	16	x	14	20	45
13	√	√	√	√	√	√	√	√	√	40	x	12	18	28
14	√	√	√	√	√	√	√	√	√	23	x	13	18	60
15	√	√	√	√	√	√	√	√	√	45	x	12	16	55
16	√	√	√	√	√	√	√	√	√	43	√	12	17	38
17	√	√	√	√	√	√	√	√	√	28	x	12	17	54
18	√	√	√	√	√	√	√	√	√	29	√	12	17	29
19	√	√	√	√	√	√	√	√	√	23	√	12	17	34
20	√	√	√	√	√	√	√	√	√	56	√	12	17	51
21	√	√	√	√	√	√	√	√	√	31	x	11	17	69
22	√	√	√	√	√	√	√	√	√	25	x	12	16	42
23	√	√	√	√	√	√	√	√	√	22	x	11	16	45
24	√	√	√	x	x	√	√	x	X	27	√	12	17	39
25	√	√	√	√	√	√	√	√	√	35	√	12	17	28
26	√	√	√	√	√	√	√	√	√	25	x	11	15	55
27	√	√	√	√	√	√	√	x	√	26	x	12	18	52
28	√	√	√	√	√	√	√	√	√	48	x	12	18	28
29	√	√	√	√	√	√	√	√	√	28	x	11	16	39
30	√	√	√	√	√	√	√	x	√	39	√	12	17	54
31*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	28	√	12	17	6**
32*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	16	√	12	17	8**
Promedio	100	100	100	94	94	100	100	81	97	32,40625	38	12	17	43,93333333

Convenciones: √ Aprobado x Reprobado * Usuario discapacitado **Tiempo en teclado físico



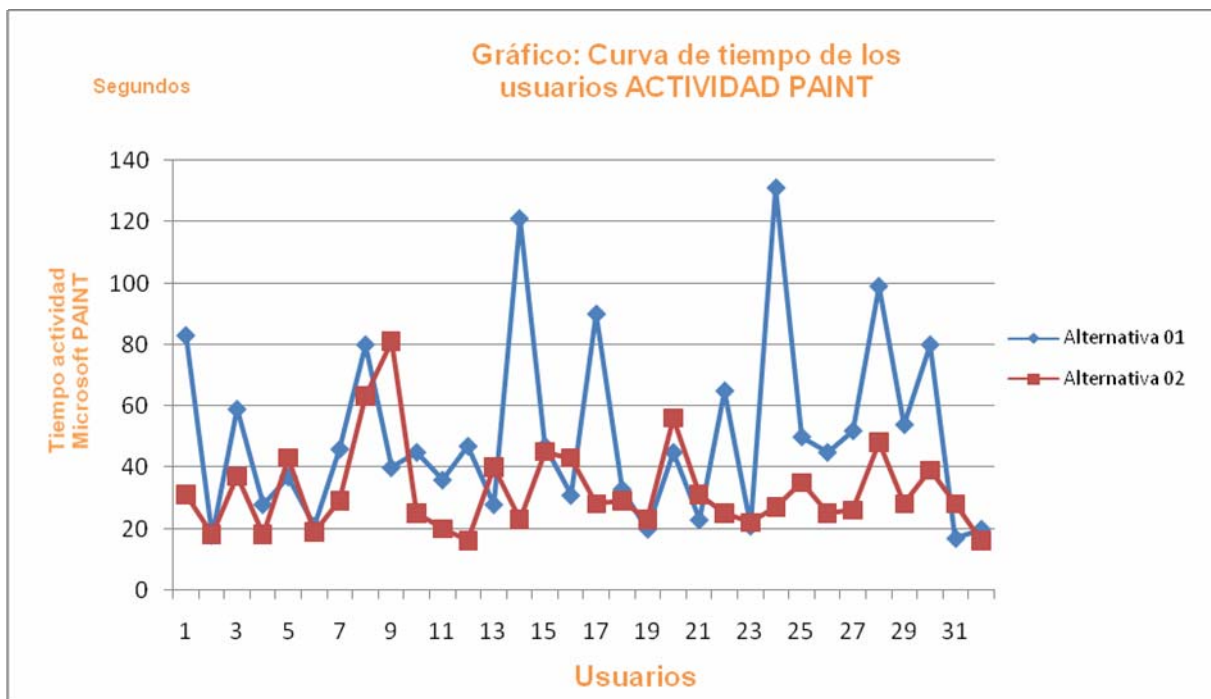
68

Figura 47
Curva de actividad WORD
01

Claramente la curva que describe los tiempos ejecutados con la alternativa 02 en Microsoft Word, se ubica por debajo de aquellos ejecutados con la alternativa 01.

Esto indica que el movimiento con clicks alternos, es más fácil en la alternativa 02. Además muy pocos usuarios lograron mejor tiempo con la alternativa 01, aquellos que lo lograron en su mayoría son de calzado igual o mayor a 40.

⁶⁸ Gráfico 01, Fuente: Autor



69

Figura 48
Curva de actividad PAINT
01

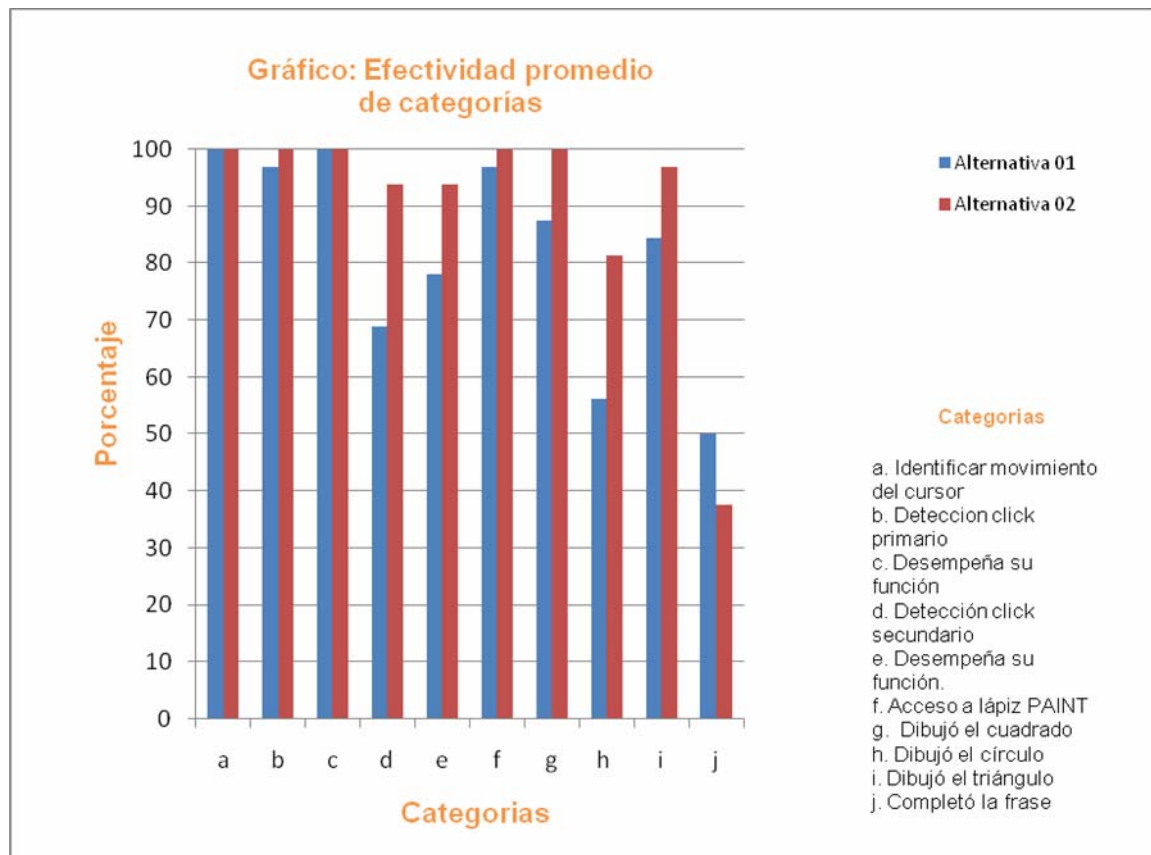
La actividad en paint, que requiere una motricidad fina con click sostenido, produjo esfuerzos mayores en los usuarios, no acostumbrados a este tipo de movimientos.

De igual manera que en la actividad en Microsoft Word, podemos observar que la curva de que describe los tiempos de la alternativa 02, se encuentra por debajo, y en ocasiones bastante lejos, de la alternativa 01.

Por lo tanto le es más fácil a los usuarios, realizar clic principal sostenido con movimiento en la alternativa 02. Esto se debe a la altura del dispositivo que es menor en la alternativa 02. Tal altura permite menos fatiga en los músculos involucrados en las acciones. En especial el flexor largo del hallux, y los cuádriceps y braquiales del muslo.

⁶⁹ Gráfico 02, Fuente: Autor

Figura 49
Efectividad promedio



70

En la verificación de eventos (categorías en la prueba de usabilidad), la competencia es más nivelada pero aún es superior la alternativa 02, la única categoría en la cual se impone la alternativa 01. Es la J, "Completó la frase", es decir si escribió bien la frase sin errores.

Esto puede interpretarse como algo positivo para la alternativa 01, pero si se observa la prueba y se detallan los prototipos, se concluye que esta situación se dio debido a la alta sensibilidad de los botones en la alternativa 02, lo cual resultó inconveniente para los movimientos involuntarios de los dedos del pie. En cambio los botones de la alternativa 01, se encuentran en el otro extremo, son realmente fuertes, y requieren mayor esfuerzo para piernas menos desarrolladas.

⁷⁰ Gráfico 03, Fuente: Autor

Tabla: Evaluación de características por parte de los usuarios.

ALTERNATIVA 01

ALT 01																																
Características/usuario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Movimiento del cursor	65	72	74	43	39	85	50	50	11	100	20	38	24	15	50	77	15	70	43	72	36	48	43	69	91	60	32	41	60	50	83	69
Click principal	54	99	28	59	25	84	82	100	25	91	98	94	50	66	85	30	50	88	84	65	88	48	42	50	73	42	82	61	65	67	88	50
Click secundario	23	39	29	44	13	55	50	100	17	90	4	85	9	75	35	10	42	96	17	57	87	58	40	50	50	43	34	0	83	28	81	27
Confort	70	43	50	25	34	85	70	65	17	100	63	41	24	50	24	20	47	58	56	67	86	50	44	50	82	96	80	77	50	50	89	62
Facilidad de uso	74	22	8	11	23	100	50	73	23	99	20	13	25	8	24	43	45	63	58	60	92	51	39	50	57	62	70	29	44	67	93	82

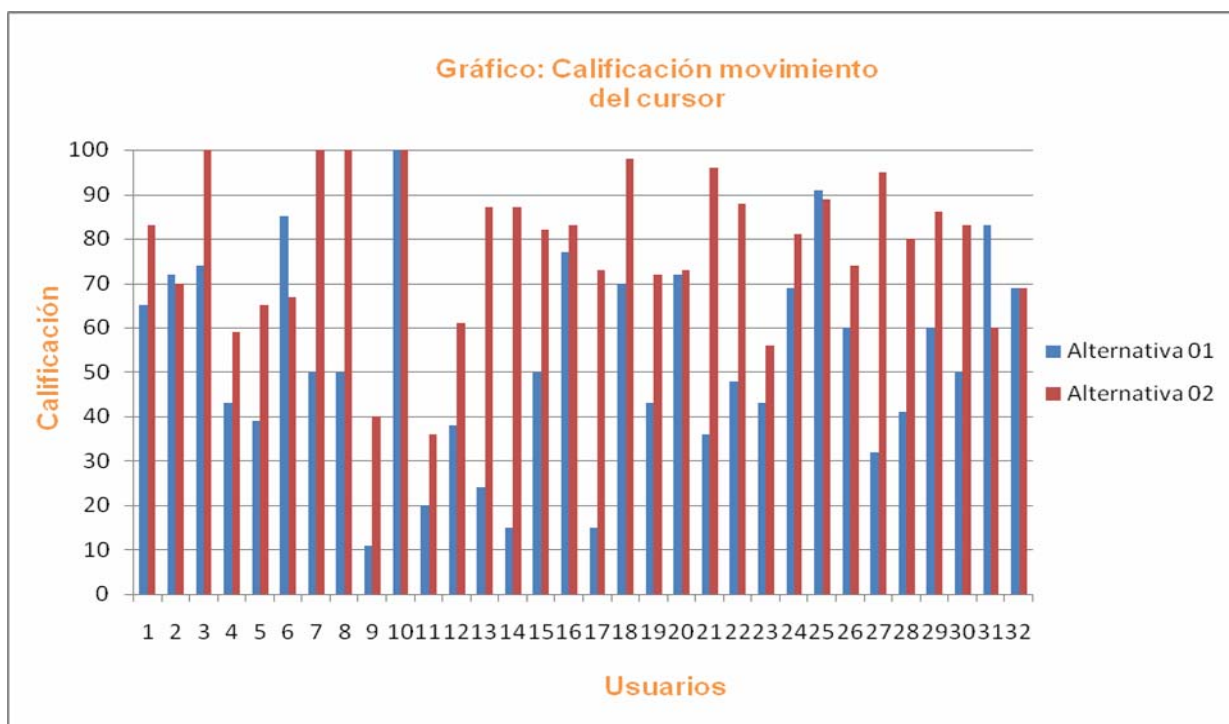
Tabla 07
Evaluación de usuarios 01

ALTERNATIVA 02

ALT 02																																
Características/usuario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Movimiento del cursor	83	70	100	59	65	67	100	100	40	100	36	61	87	87	82	83	73	98	72	73	96	88	56	81	89	74	95	80	86	83	60	69
Click principal	92	97	89	61	85	40	81	50	44	90	95	70	87	87	76	47	46	99	88	73	57	90	57	84	57	91	92	86	84	84	72	67
Click secundario	83	41	19	52	61	65	28	70	44	89	9	42	50	86	64	56	50	65	60	56	55	92	63	81	44	92	77	87	67	25	45	29
Confort	89	24	90	52	66	100	91	72	48	67	93	71	86	90	45	46	62	94	73	66	94	98	63	78	63	74	84	79	58	66	77	50
Facilidad de uso	84	24	70	64	80	50	88	93	43	50	42	59	88	86	75	56	50	88	75	62	73	96	60	80	68	78	71	81	45	81	78	85

Tabla 08
Evaluación de usuarios 02

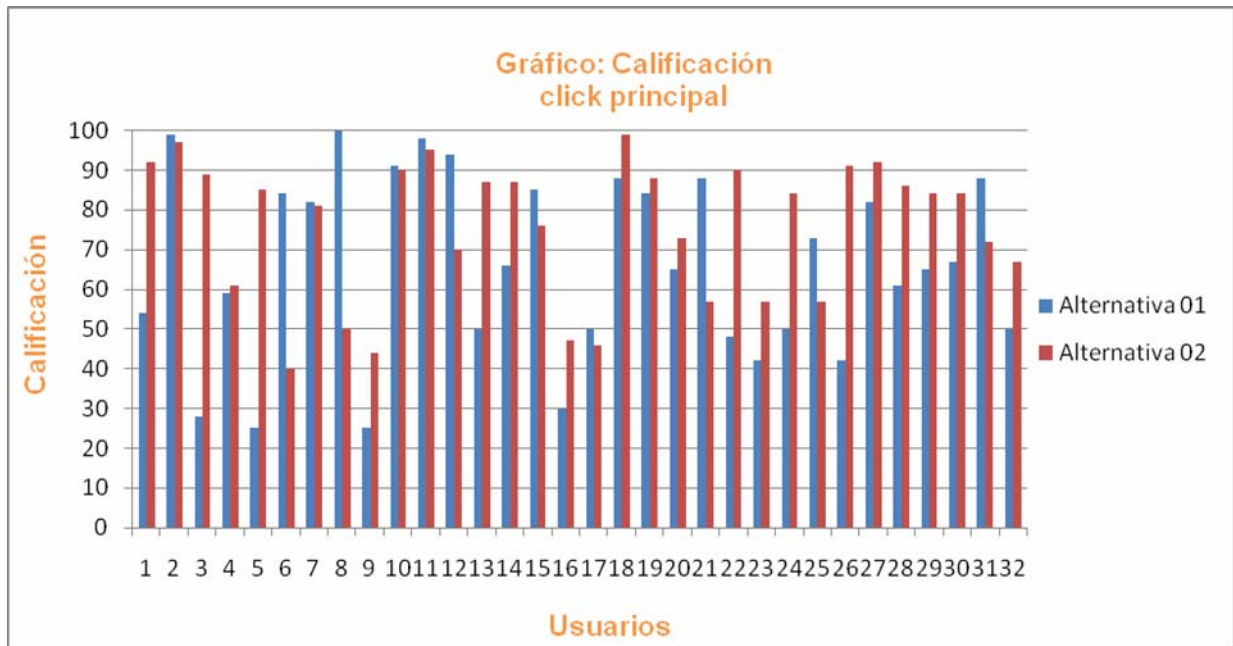
Figura 50
Calificación del movimiento del cursor



71 Gráfico 04, Fuente: Autor

La calificación de los usuarios confirma los tiempos ejecutados durante la prueba en Microsoft Paint. La mayoría de usuarios calificó muy por encima la alternativa 02, en cuanto a la acción de mover el cursor en el entorno informático.

Figura 51
Calificación del click principal

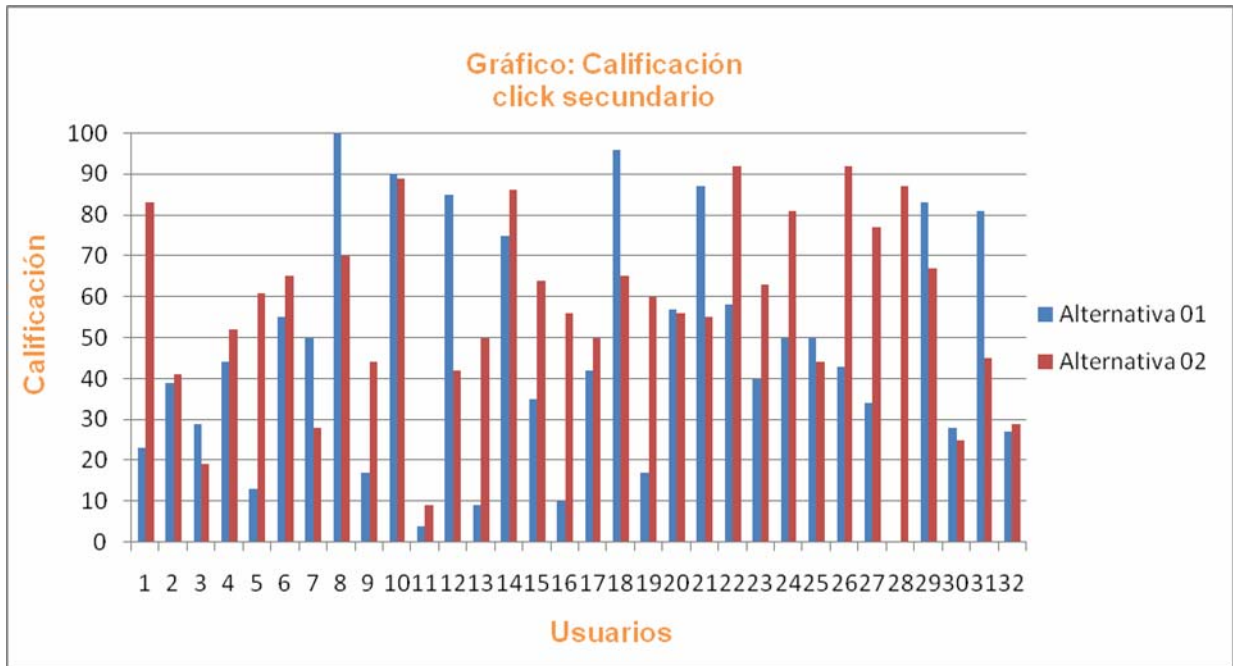


72

Le evaluación del click principal no arroja un resultado definitivo, ya que la preferencia por la alternativa 01 o 02 es casi simétrica para la muestra, inclusive para los usuarios discapacitados (usuarios 31 y 32). Esto se debe tal vez a la fuerza y fatiga que varía en cada usuario. Es pertinente proponer un botón que se posea un valor de fuerza y fatiga intermedio.

⁷² Gráfico 05, Fuente: Autor

Figura 52
Calificación del click secundario

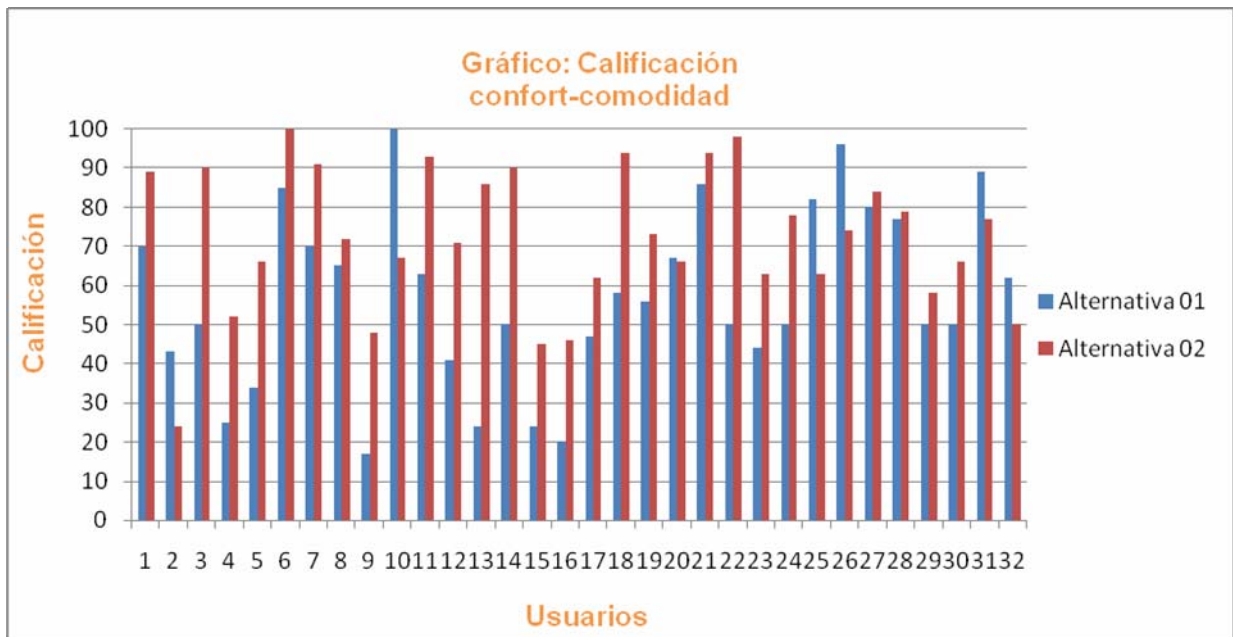


73

El click secundario es el que ocasiona más problemas para los usuarios, debido al alto grado de motricidad que se requiere para mover los dedos 2 al 4, independientes al hallux, también influye la posición del botón, cuya zona activa debe describir un arco más parecido al de los dedos 2 -4.

⁷³ Gráfico 06, Fuente: Autor

Figura 53
Calificación comfort-comodidad

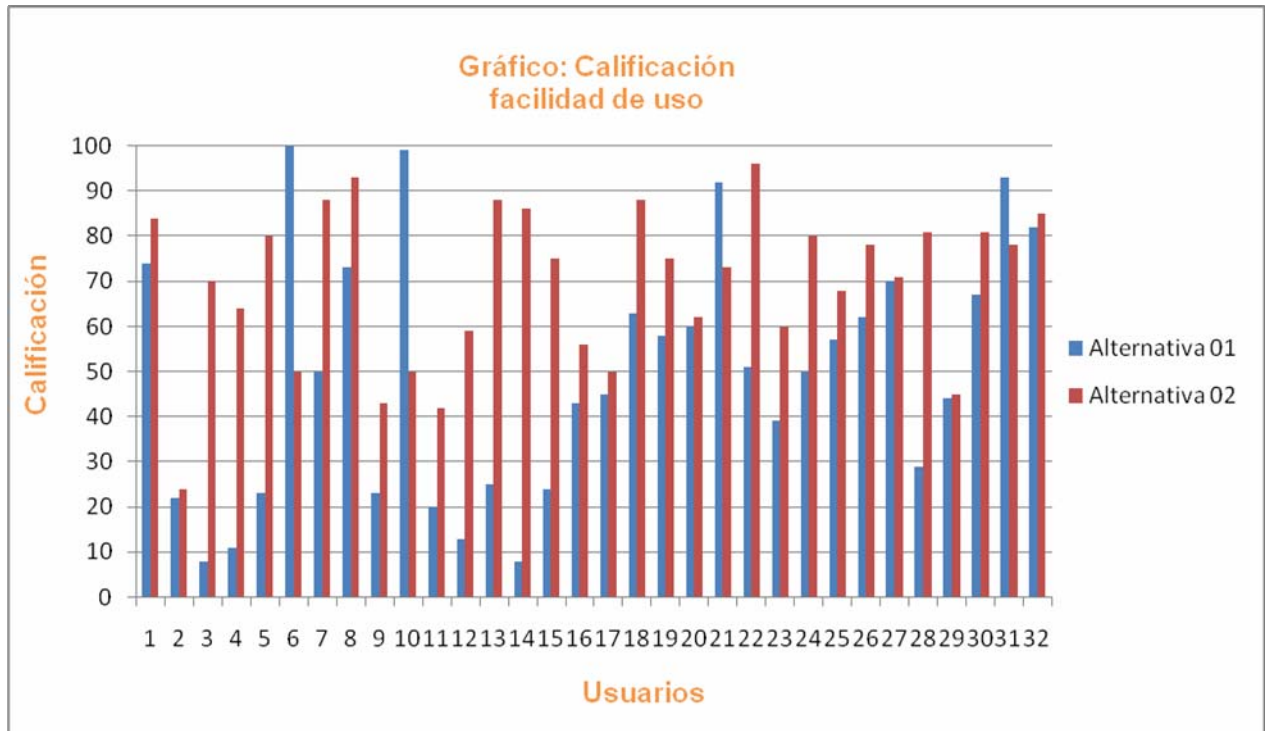


74

La alternativa 02, es claramente más cómoda para el pie de los usuarios, aquellos que optaron por la No 01, lo hicieron por la talla de su pie, alrededor de la talla 40. Pero es concluyente que mientras el dispositivo sea de menor altura, será más cómodo para ejecutar los movimientos.

⁷⁴ Gráfico 07, Fuente: Autor

Figura 54
Calificación de facilidad de uso



75

La facilidad de uso es casi proporcional a la comodidad percibida por los usuarios. Ya que es la sensación que deja el producto al ser usado, donde influye mucho la efectividad en los controles, es decir que el dispositivo realice las acciones solicitadas. Es interesante observar que en los usuarios discapacitados (usuarios No 31 y 32), es casi simétrica la evaluación, esto se debe a que por años, se han adaptado a un mouse manual, por lo tanto usar los prototipos probados les es más rápido y efectivo el proceso, ya que estos se acoplan mejor a sus pies, aunque aún falta optimizar la forma donde descansan los metatarsianos.

⁷⁵ Gráfico 08, Fuente: Autor

Tabla 09
Frecuencias de calificación alt. 01 y 02

ALT. 01	Mov. Cursor	Click principal	Click secundario	Confort	Facilidad uso
Intervalo	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
0 -- 10	0	0	4	0	2
11 -- 20	4	0	3	2	3
21 -- 30	1	4	4	3	6
31 -- 40	4	0	4	1	1
41 -- 50	9	7	6	10	5
51 -- 60	2	2	3	2	4
61 -- 70	4	5	0	6	4
71 -- 80	4	1	1	2	2
81 -- 90	2	8	5	4	1
91 -- 100	2	5	2	2	4

ALT. 02	Mov. Cursor	Click principal	Click secundario	Confort	Facilidad uso
Intervalo	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
0 -- 10	0	0	1	0	0
11 -- 20	0	0	1	0	0
21 -- 30	0	0	3	1	1
31 -- 40	2	1	0	0	0
41 -- 50	0	4	7	4	6
51 -- 60	3	3	5	2	3
61 -- 70	5	3	7	7	4
71 -- 80	5	3	1	7	8
81 -- 90	10	12	5	5	8
91 -- 100	7	6	2	6	2

La frecuencia de evaluación en todas las características de la alternativa 01, se encuentra en el intervalos 41 – 50. Coincidiendo con el promedio de las mismas. Por lo tanto es concluyente decir que la alternativa 01, está a medio camino de ser óptima.

En cuanto a la frecuencia en las características de la alternativa 02, no existe un patrón. Se deduce que:

El diseño de la carcasa y el click principal requieren correcciones.

El click secundario requiere correcciones importantes.

La comodidad y facilidad de uso serán consecuencia de las anteriores correcciones.

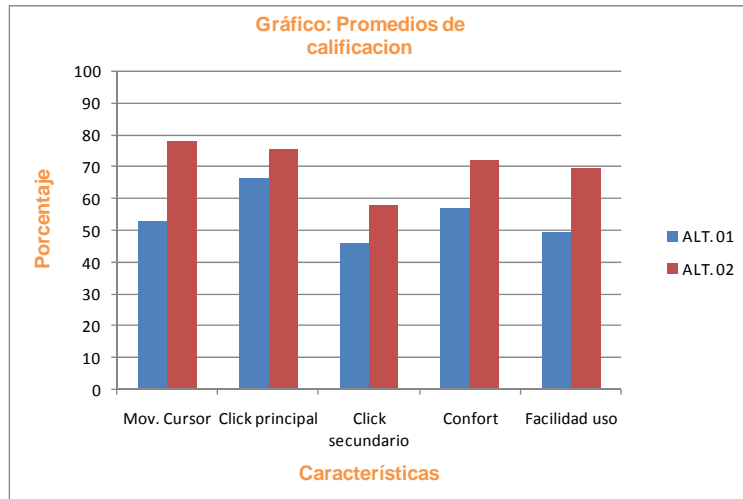
Tabla 10
Promedio y median de calificaciones

ALT. 01	PROMEDIO	MEDIANA	ALT. 02	PROMEDIO	MEDIANA
Mov. Cursor	52,96875	50	Mov. Cursor	77,90625	81,5
Click principal	66,03125	65,5	Click principal	75,5625	84
Click secundario	45,96875	42,5	Click secundario	57,71875	58
Confort	57,03125	53	Confort	72,15625	72,5
Facilidad uso	49,3125	50	Facilidad uso	69,46875	74

He aquí un resumen de la evaluación de los usuarios, utilizando el promedio y mediana de los datos adquiridos.

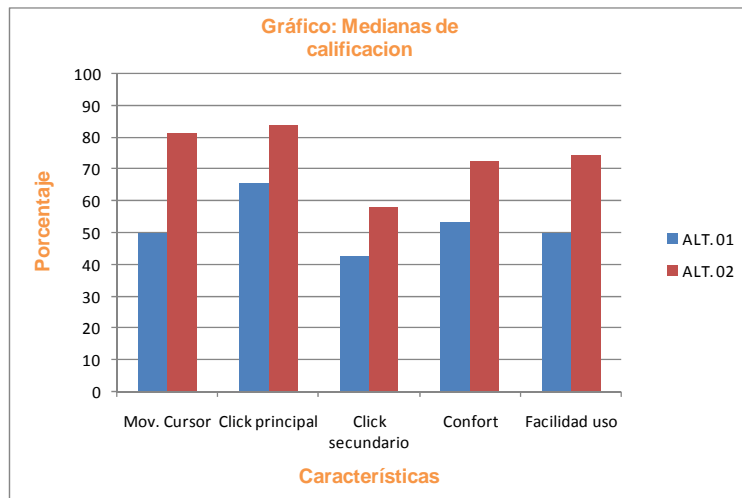
Es visible la superioridad de la alternativa 02 en todas la características. Donde la debilidad se encuentra en el click secundario, siendo necesario plantear un botón que le sea fácil al usuario de accionar.

Figura 55
Promedios



76

Figura 56
Medianas



77

Ya se observó numéricamente la superioridad de la alternativa 02, en el gráfico superior, se contempla visualmente la comparación.

⁷⁶ Gráfico 09, Fuente: Autor

⁷⁷ Gráfico 10, Fuente: Autor

5.5.2.7 Conclusiones.

- La horma planteada es adecuada para los usuarios, pero es necesario reducir al máximo posible, la altura del dispositivo. Ya que permite una posición más cómoda al usuario, sin embargo es importante recalcar que la altura del asiento es una variable que influye en el uso del dispositivo, por lo tanto, para condiciones óptimas, el asiento debe ser de altura regulable, para que se adapte a la altura poplíteica del usuario.
- La forma del botón principal debe cambiarse, su inclinación debe invertirse, para que el movimiento del hallux sea de menos dificultad.
- La forma del botón secundario necesita serias correcciones, en primer lugar la inclinación, la cual en lo posible debe ser invertida, y la disposición, es decir que posea el arco que describen la unión de los dedos al pie desde la vista superior.
- El componente electrónico no sufrió errores o daños, demostrando fidelidad en el uso y desempeño durante las 32 pruebas con usuarios.
- Los materiales de la carcasa son idóneos, pero aún falta reducir peso, por lo tanto es necesario disminuir el grosor de la misma.
- La suavidad al aplicar fuerza sobre los botones debe situarse en un rango medio, entre la alternativa 1 y 2, ya que la alta sensibilidad ocasionaba errores, y la baja resultó en estrés por parte del usuario.
- La forma del dispositivo debe concebirse como el negativo del pie humano, para que el mismo descansa allí y permita un manejo confiable.

- La delimitación de zonas de uso con el color no fue clara para algunos usuarios al momento de utilizar la alternativa 01.
- Las pruebas realizadas con usuarios de la población objetivo (individuos con ausencia de miembros superiores), confirman la teoría de la prueba con usuarios tipo, es decir si usuarios que usan sus pies solo para caminar entienden y utilizan el dispositivo periférico, entonces aquellos que las utilizan para labores de motricidad fina (escribir, pintar, cepillar, etc.) definitivamente lo harán.
- El hecho de que el usuario tenga que utilizar el dispositivo desnudo obedece a una necesidad fundamental del individuo que no posee brazos, pues sus pies continuamente los usa para interactuar con el entorno y esto requiere que los mismos estén descubiertos.
- La interfaz de uso es más sencilla y unificada en comparación con otros sistemas que utilizan muchas partes y controles.
- El dispositivo es un alternativa económica en comparación con la existentes en el mercado.

5.6. Ajustes y Mejoras

Terminadas las comprobaciones, son necesarios ajustes en diferentes aspectos, para lograr concebir un prototipo que brinde confort, funcionalidad, y estética al usuario.

5.6.1 Aspectos ergonómicos

Existen 3 aspectos principales en el producto: horma, botones y lenguaje de uso.

HORMA

Como resultado de las pruebas se concluye que la horma en general es cómoda para el usuario, siempre y cuando la altura se reduzca a un mínimo posible, este mínimo está dado por los componentes electrónicos al interior del dispositivo. También es importante la inclinación del plano de uso, el cual oscila entre 5 y 10 grados.

La tabla de dimensiones antropométricas citada se tomó como marco referencial solamente por la edad de los datos. Esto se contrastó con medidas de algunos usuarios de la prueba que se encontraban en los extremos del espectro dado por las tallas 36-40.

A continuación se especifican las medidas antropométricas utilizadas para dimensionar el dispositivo.

Anchura hallux: 3.5 cm (extremo talla 40)

Largo hallux: 5 cm (extremo talla 40)

Anchura del pie: 10.8 cm (extremo talla 40)

Distancia primer metatarso hasta final del hallux: 9.8 cm (extremo talla 40)



Figura 57
Prototipo

78

78 Fuente: Autor

5.6.2 Aspectos técnicos

La tarjeta electrónica Xscroll/USB/G5 31010826101 no presentó ningún inconveniente en el transcurso de las pruebas realizadas. Sin embargo si existieron inconvenientes en cuanto al ajuste de la misma al dispositivo, ya que el lente refractor de la luz no se encontraba en una posición completamente estática, y las vibraciones al utilizar el dispositivo ocasionan error en el movimiento de cursor, causando movimientos erráticos. Por lo tanto los apoyos y seguros de la tarjeta y el lente refractor, deben asegurar el total ajuste estático de dichos elementos.

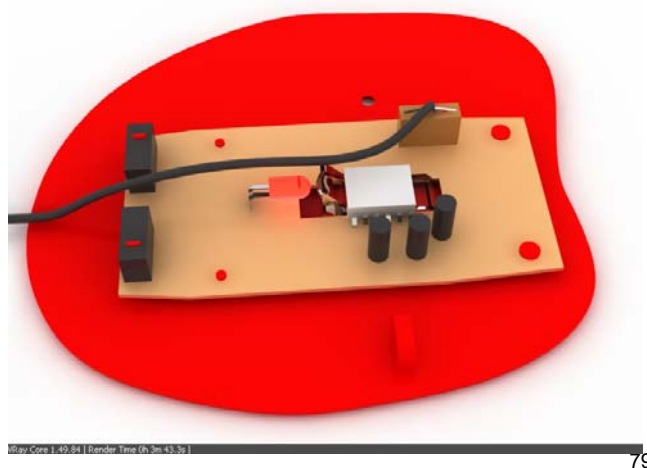


Figura 58
Prototipo

⁷⁹ Fuente: Autor

5.6.3 Aspectos formal-estéticos

En los dispositivos de prueba construidos se conservó la curvatura en los botones, similar a los mouse manuales, para mantener un ritmo en la forma del producto, pero ocasiona inconvenientes, ya que la forma de los dedos del usuario no se ajustan a esta forma, por lo tanto se corrige e invierte el sentido de la curvatura de los botones, para que estos se adapten al usuario, y permitan un confort en el uso de los mismos.

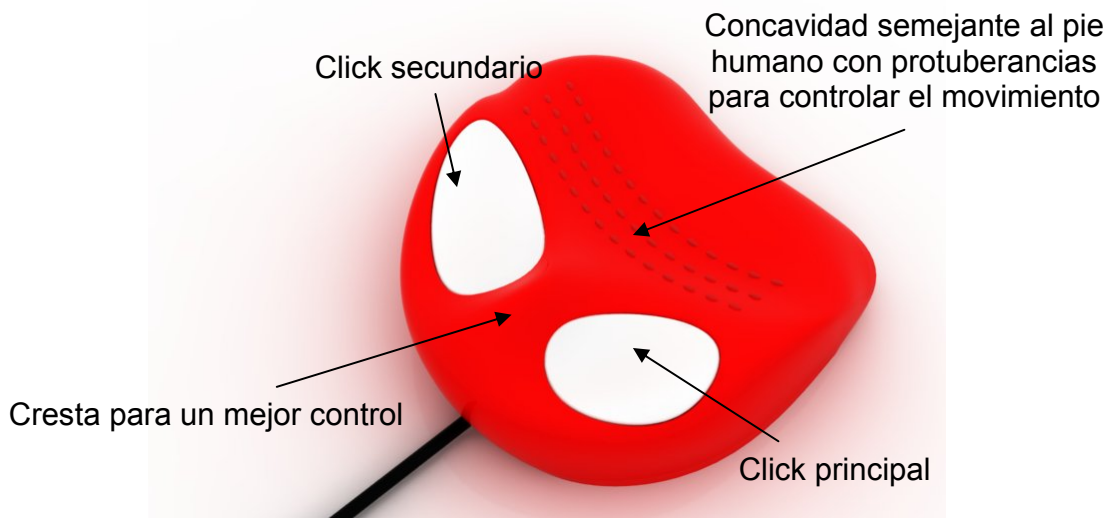
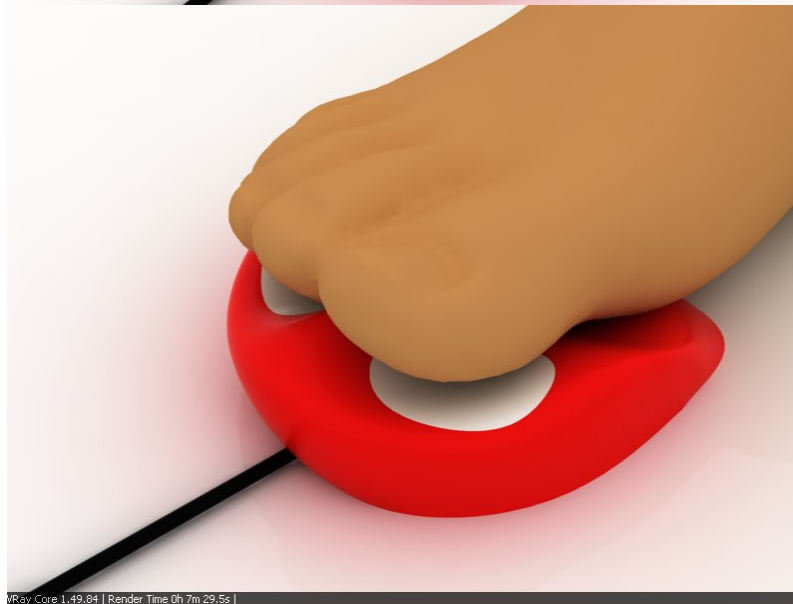


Figura 59
Prototipo



5.6.4 Construcción prototipo

Planos técnicos

Para ver los planos técnicos ir al anexo Nro 06

Prototipo

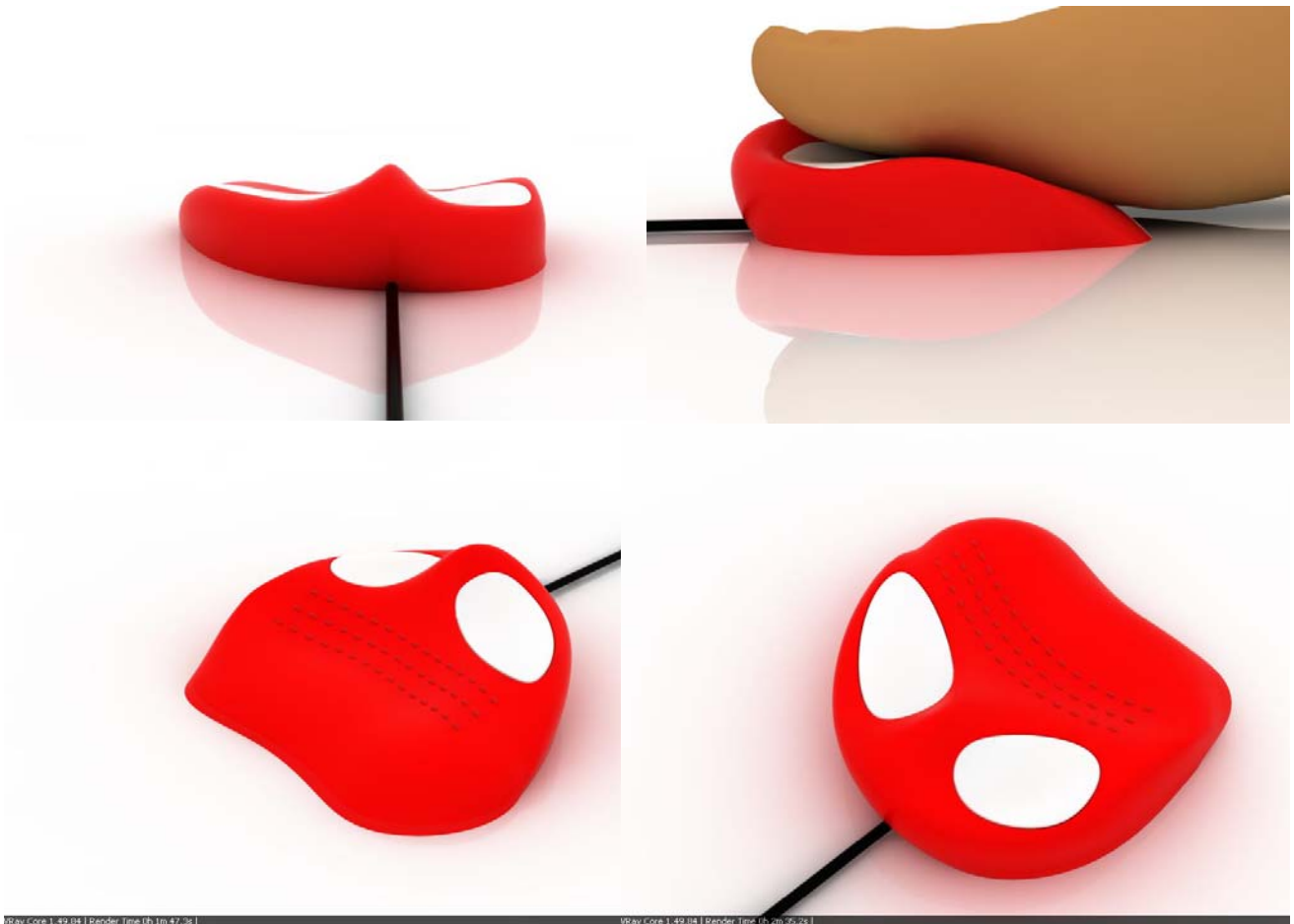


Figura 60
Prototipo

81

⁸¹ Fuente: Autor

5.7. Lanzamiento del Producto

Para introducir el producto en el mercado, es necesaria una propuesta de comercialización; esto implica una imagen corporativa, que represente el producto y se dé a conocer a los usuarios.

5.7.1 Desarrollo de la propuesta de comercialización

Imagen Corporativa



Figura 61
Imagen corporativa

82

Valores CMYK

ROJO: C: 0 M: 99 Y: 95 K: 0

NEGRO: C: 0 M: 0 Y: 0 K: 100

Fondo: BLANCO: C: 0 M: 0 Y: 0 K: 0

⁸² Fuente: Autor

Diagrama

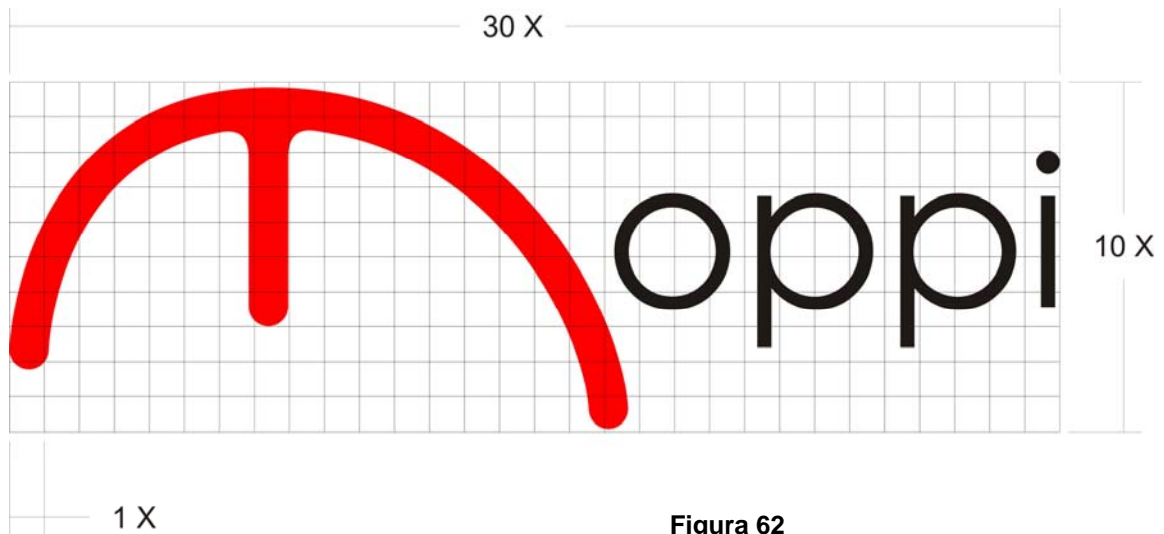


Figura 62
Diagrama

83

Tipografía: Century Gothic

Empaque:

El empaque propuesto y desarrollado es un contenedor de cartón que muestra la imagen y el producto que contiene de una manera atractiva y económica. Se manejan los colores de la imagen corporativa con sus respectivos valores, para mantener una coherencia en la composición estructural del mismo.

A continuación el desarrollo del plegable para el empaque y algunas vistas virtuales del mismo (renders).

⁸³ Fuente: Autor



Figura 63
Empaque

Desarrollo del empaque

84 Fuente: Autor

VISTAS VIRTUALES (RENDERS)



Figura 64
Renders

85

85 Fuente: Autor



86

Figura 65
Renders

Materiales: Cartón microcorrugado calibre E

Impresión: Armonía Propalcote

Resolución: 250 ppp

Colores: ROJO C: 0 M: 99 Y: 95 K: 0 BLANCO C: 0 M: 0 Y: 0 K: 0 NEGRO C:
0 M: 0 Y: 0 K: 100

⁸⁶ Fuente: Autor

6. Conclusiones y recomendaciones

- El diseño enfocado al campo de las ayudas técnicas no es muy popular en Latinoamérica, por lo tanto es misión de las instituciones educadoras, ciudadanos y estudiantes el desarrollo de este campo.
- La locación de individuos con ausencia de miembros superiores es de alta dificultad debido al largo y arduo proceso que se ejecuta con las instituciones que poseen información acerca de los mismos, sin embargo se logró experimentar con 2 usuarios que cumplen el perfil en su totalidad (individuos con focomelia), ambos utilizan su pies para suplir la ausencia de sus brazos.
- En el transcurso de la investigación hubo una experimentación con recursos tecnológicos locales que abrieron un abanico de posibilidades para el desarrollo de ayudas técnicas. De cualquier manera está claro que el presente proyecto beneficia a aquellos que posean un miembro inferior en buenas condiciones para manejar el dispositivo con los pies.
- El escepticismo por parte de las personas con limitaciones respecto al desarrollo de ayudas técnicas es común, lo cual es comprensible, por lo tanto como diseñadores debemos involucrarnos no sólo en el desarrollo físico, también es necesario involucrar el fortalecimiento de la percepción psicológica sobre las ayudas técnicas por parte de las personas con limitaciones, es decir demostrarle los beneficios de artefactos que se adaptan a sus necesidades y no a la inversa.
- Es necesario reconocer que durante el proceso de investigación, la colaboración de entidades e individuos interesados en los aspectos de la inclusión social e reactivación de ciudadanos discriminados fue satisfactoria. Sin embargo a pesar de la existencia de diversos grupos que dirigen sus esfuerzos a esta labor, no existe una base de datos que permita el fácil acceso a aquellos que queremos contribuir al desarrollo de la sociedad.
- El término discapacidad suscita controversia en la población con o sin limitación, se concluye que es más apropiado utilizar el término limitación, que pretende decir que el individuo tal vez tiene disminuido su potencial para una actividad, pero puede ser aumentado con artefactos que le permitan desarrollarse y efectuar tal actividad como cualquier persona.

BIBLIOGRAFIA

CRONEY John, Antropometría para diseñadores, Barcelona, Editorial Anova Books. 1978. Biblioteca central UIS.

ESTRADA, Jairo Muñoz, Ergonomía. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, 2001.

FUCCI, Sergio. Biomecánica del Aparato Locomotor Aplicada al Acondicionamiento Muscular. España: Ediciones DOYMA, 1993. Biblioteca salud UIS.

JOUVENCEL. M, Rodríguez. Ergonomía Básica: Aplicada a la medicina del trabajo. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1994. Biblioteca salud UIS.

KAPANDJI. Fisiología Articular. Quinta edición. España: Panamericana, 1999. Biblioteca salud UIS.

MCCORMICK, Ernest James. Ergonomía; Factores Humanos en Ingeniería y Diseño. Barcelona: Gustavo Gill, 1980. Biblioteca central UIS.

MIANGOLARRA PAGE, Juan Carlos. Rehabilitación Clínica Integral: Funcionamiento y discapacidad. Barcelona: Masson, 2003. Biblioteca salud UIS.

NORMAN, Donald A. La Psicología de los Objetos Cotidianos. Madrid: EDCA, S.A. Centro de Estudios, Escuela de Diseño Industrial, UIS.

PINZÓN RUEDA, Maria del Pilar. Psicóloga UPB. Directora Fundación Unicornio y creadora de la página Web: la discapacidad.com. Entrevista

Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM), OMS, 1980.

OMS DISABILITY AND REHABILITATION WHO ACTION PLAN 2006-2011

DANE Censo General 2005

E-GRAFIA

<http://www.fpf.br>

<http://visualtechnology.info/wp-content/uploads/2007/10/>

<http://www.fentek-ind.com/ftmse>

<http://www.infogrip.com/images/products>

<http://www.eyetechds.com/i>

<http://pcivilbailen.iespana.es>

<http://www.trainermed.com>

http://www.podoortosis.com/a_introduccion/a01f.htm

<http://www.un.org/spanish/disabilities/>

<http://www.visiblebody.com> Software: Visible Body™

ANEXOS
ANEXO No 1

Parámetros antropométricos población laboral colombiana
Resumen de medidas para sexo femenino

NOMBRE VARIABLE	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1, MASA CORPORAL	46,7	48,6	53,4	59,1	65,3	71,8	77,0
2, ESTATURA	146,7	148,7	151,7	155,6	159,6	163,7	166,2
3, ALCANCE VERTICAL MAXIMO	182,4	185,4	189,3	195,0	200,6	206,7	210,2
4, ALCANCE VERTICAL ASIMIENTO	169,6	172,1	175,9	181,5	187,3	192,4	196,1
5, ALTURA OJOS [PARADO]	136,2	138,6	141,3	145,1	149,1	153,1	155,2
6, ALTURA SENTADO NORMAL	76,5	77,6	79,6	81,7	83,8	85,6	86,7
7, ALTURA SENTADO ERGUIDO	78,5	79,5	81,1	83,0	84,9	86,6	87,7
8, ALTURA OJOS [SENTADO]	68,4	69,3	71,1	72,9	74,9	76,5	77,6
9, ALTURA ACROMIAL [PARADO]	119,1	120,8	123,6	127,1	130,8	133,9	136,2
10, ALTURA CRESTA ILIACA [PARADO]	85,3	86,8	89,3	92,3	95,4	98,7	100,5
11, ALTURA ACROMIAL [SENTADO]	51,2	52,1	53,3	55,2	56,7	58,1	58,9
12, ALTURA RADIAL [PARADO]	91,4	93,0	95,3	97,8	101,0	103,4	105,3
13, ALTURA MUNECA [PARADO]	69,7	70,8	72,9	75,0	77,5	79,4	80,8
14, ALTURA DEDO MEDIO [PARADO]	54,6	55,6	57,5	59,3	61,4	63,1	64,2
15, ALTURA RADIAL [SENTADO]	19,0	20,0	21,5	23,1	24,6	25,7	26,6
16, ALTURA MUSLO [SENTADO]	12,1	12,5	13,3	14,1	15,0	16,0	16,5
17, ALTURA RODILLA [SENTADO]	44,7	45,5	46,7	48,5	49,9	51,5	52,5
18, ALTURA FOSA POPLIT, [SENTADO]	35,1	35,7	36,8	38,3	39,7	41,1	42,0
19, ANCHURA BICIGOMATICA	12,4	12,6	12,9	13,3	13,7	14,1	14,3
20, ANCHURA TRANSVERS, CABEZA	14,0	14,2	14,5	14,8	15,2	15,6	15,9
21, ANCHURA BIACROMIAL	32,2	32,8	33,9	35,2	36,4	37,3	38,0
22, ANCHURA BDELTOIDEA	37,5	38,6	40,3	42,1	44,0	46,0	47,1
23, ANCHURA TRANSVERSAL TORAX	23,6	24,1	25,0	26,3	27,8	29,4	30,4
24, ANCHURA ANT, POST, TORAX	15,6	16,3	17,3	18,5	19,9	21,3	22,1

Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995

Jairo Estrada M.

Profesor, Facultad Nacional de Salud Pública
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

25, ANCHURA BICRESTAL	21,7	22,6	24,1	25,7	27,4	29,2	30,2
26, ANCHURA BITRONCANTEREA	28,8	29,6	30,8	32,1	33,5	35,3	36,0
27, ANCHURA CODO A CODO	33,9	35,4	37,5	40,6	44,0	47,4	49,5
28, ANCHURA CADERAS	32,6	33,5	35,1	37,3	39,4	41,5	42,6
29, ANCHURA CODO	5,5	5,6	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7
30, ANCHURA MUÑECA	4,5	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5
31, ANCHURA DE LA MANO	6,8	7,0	7,2	7,5	7,7	7,9	8,1
32, ANCHURA DE RODILLA	8,3	8,4	8,7	9,1	9,5	10,1	10,5
33, ANCHURA DEL TOBILLO	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	7,0	7,1
34, ANCHURA DEL TALON	5,4	5,6	5,9	6,2	6,5	6,9	7,0
35, ANCHURA DEL PIE	8,2	8,3	8,6	9,0	9,3	9,7	10,0
36, LARGURA ANT, POST, CABEZA	17,0	17,1	17,6	18,0	18,5	18,9	19,2
37, LARG, ALCANCE LAT, ASIMIENTO	65,1	66,2	68,1	70,1	72,2	74,2	75,3
38, LARG, ALCANCE ANT, ASIMIENTO	61,0	62,0	63,6	65,6	68,0	70,2	71,6
39, LARGURA DE LA MANO	15,4	15,7	16,1	16,6	17,2	17,7	18,1
40, LARGURA PALMA DE LA MANO	8,4	8,6	8,9	9,2	9,6	10,0	10,1
41, LARGURA NALGA A FOSA POPLITEA	42,0	43,0	44,4	46,1	47,8	49,5	50,4
42, LARGURA NALGA A RODILLA	51,0	51,8	53,3	55,0	56,7	58,4	59,5
43, LARGURA DEL PIE	21,3	21,6	22,2	22,9	23,7	24,3	24,7
44, LARGURA PLANTA DEL PIE	17,2	17,5	18,0	18,5	19,1	19,6	20,0
45, PERIMETRO CEFALICO	51,0	51,4	52,3	53,4	54,4	55,4	55,9
46, PERIMETRO DELTOIDEO	93,4	95,6	99,5	103,5	108,4	113,6	116,1
47, PERIMETRO MESOESTERNAL	78,9	81,2	84,1	88,4	92,7	97,2	100,1
48, PERIMETRO ABDOMINAL (CINTURA)	63,1	65,7	69,8	74,9	81,7	88,4	93,4
49, PERIMETRO ABDOM, (UMBILICAL)	71,5	74,5	79,4	85,4	91,9	99,3	103,5
50, PERIMETRO CADERA	87,0	89,0	92,4	96,6	101,6	106,7	110,1
51, PERIM, BRAZO FLEXION Y TENSO	23,5	24,4	26,0	27,7	29,9	30,0	33,8
52, PERIM, BRAZO MEDIO Y RELAJADO	23,3	24,2	25,9	27,8	30,1	32,3	33,6
53, PERIMETRO ANTEBRAZO	20,9	21,3	22,2	23,4	24,5	26,0	26,9
54, PERIMETRO MUÑECA	13,5	13,6	14,1	14,6	15,2	15,7	16,1
55, PERIMETRO METACARPAL	16,5	16,8	17,4	17,9	18,5	19,1	19,5
56, PERIMETRO MUSLO SUPERIOR	48,4	49,9	52,9	56,0	59,3	63,2	65,4
57, PERIMETRO MUSLO MEDIO	44,5	45,6	48,0	51,0	54,0	57,6	60,0
58, PERIMETRO RODILLA MEDIA	31,4	32,2	33,6	35,3	37,2	39,0	40,5
59, PERIMETRO PIERNA MEDIA	30,4	31,0	32,3	34,2	36,0	37,7	39,2
60, PERIMETRO TOBILLO	18,5	18,9	19,7	20,6	21,7	22,5	23,2
61, PERIMETRO METATARSIAL	20,5	20,9	21,6	22,3	23,2	24,0	24,5
62, PLIEGUE CUTANEO SUBESCAPULAR	11,5	13,6	18,3	24,2	31,5	38,9	42,7
63, PLIEGUE CUTANEO ILEOCRESTAL	9,3	11,5	16,0	22,7	30,7	39,3	44,5
64, PLIEGUE CUTANEO SUPRAESPINAL	9,3	11,2	15,1	21,2	29,6	37,8	43,1
65, PLIEGUE CUTANEO UMBILICAL	14,3	17,3	24,4	32,7	42,7	50,3	54,3
66, PLIEGUE CUTANEO TRICEPS	11,9	14,0	17,7	22,3	27,6	34,1	38,4
67, PLIEGUE CUTANEO BICEPS	4,3	5,5	7,2	10,0	14,6	19,9	24,1
68, PLIEGUE CUTANEO MUSLO ANT,	17,5	21,3	27,4	37,0	46,9	55,3	59,2
69, PLIEGUE CUTANEO PIERNA MEDIA	9,0	10,9	14,6	20,7	27,8	36,1	41,0
70, INDICE DE MASA CORPORAL	19,3	20,2	22,0	24,2	26,8	29,9	31,4
71, SUMATORIA 6 PLIEGUES CUTANEOS	88,0	99,8	126,0	162,7	200,2	233,0	258,6
72, RELACION PERIMETROS CINTURA/ CADERA	0,69	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,89

Parámetros antropométricos población laboral colombiana
Resumen de medidas para sexo masculino

NOMBRE VARIABLE	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1, MASA CORPORAL	53,7	56,8	62,4	69,1	76,8	83,0	87,9
2, ESTATURA	158,0	160,7	164,6	168,6	173,3	177,1	179,3
3, ALCANCE VERTICAL MAXIMO	198,0	202,1	207,4	213,1	219,8	225,3	229,4
4,ALCANCE VERTICAL ASIMIENTO	183,7	187,6	192,9	198,3	204,4	209,7	213,2
5, ALTURA OJOS [PARADO]	147,3	150,0	153,9	157,9	162,3	166,2	168,4
6, ALTURA SENTADO NORMAL	80,0	81,4	83,6	85,9	88,2	90,3	91,8
7, ALTURA SENTADO ERGUIDO	83,4	84,5	86,5	88,6	90,7	92,7	94,1
8, ALTURA OJOS [SENTADO]	73,1	74,4	76,3	78,4	80,5	82,6	83,6
9, ALTURA ACROMIAL [PARADO]	128,2	130,6	134,4	137,9	141,8	145,3	147,4
10,ALTURA CRESTAILIACA [PARADO]	92,4	94,3	97,4	100,7	104,0	106,8	108,6
11,ALTURA ACROMIAL [SENTADO]	54,2	55,3	57,0	58,8	60,7	62,4	63,3
12, ALTURA RADIAL [PARADO]	98,7	100,6	103,3	106,5	109,6	112,4	114,3
13, ALTURA MUNECA [PARADO]	74,8	76,3	78,8	81,4	84,0	86,5	88,0
14,ALTURA DEDO MEDIO [PARADO]	57,8	59,2	61,2	63,6	65,9	68,1	69,3
15, ALTURA RADIAL [SENTADO]	19,3	20,4	22,2	23,8	25,4	26,8	27,8
16, ALTURA MUSLO [SENTADO]	12,9	13,4	14,2	15,0	15,7	16,6	17,1
17, ALTURA RODILLA [SENTADO]	48,2	49,3	50,7	52,5	54,4	55,8	56,6
18,ALTURA FOSAPOPLITEA [SENTADO]	38,6	39,3	40,9	42,4	43,9	45,3	46,2
19, ANCHURA BICIGOMATICA	13,0	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,1
20, ANCHURA TRANSVERS, CABEZA	14,5	14,7	15,0	15,5	15,8	16,2	16,5
21, ANCHURA BIACROMIAL	36,3	37,1	38,3	39,6	41,1	42,3	43,2
22, ANCHURA BDELTOIDEA	41,7	42,6	44,3	46,1	48,1	49,9	50,9
23, ANCHURA TRANSVERSAL TORAX	25,4	26,3	27,5	29,1	30,9	32,6	33,7
24, ANCHURA ANT, POST, TORAX	17,4	18,0	19,1	20,3	21,6	23,0	23,8
25, ANCHURA BICRESTAL	24,3	25,1	26,3	27,8	29,4	30,8	31,7
26, ANCHURA BITRONCANTEREA	29,3	29,9	30,9	32,1	33,4	34,5	35,3
27, ANCHURA CODO A CODO	37,7	39,2	41,4	44,7	47,8	50,5	52,3
28, ANCHURA CADERAS	30,9	31,5	33,2	34,9	36,6	38,3	39,2
29, ANCHURA CODO	6,2	6,3	6,6	6,8	7,0	7,3	7,4
30, ANCHURA MUÑECA	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,0
31, ANCHURA DE LA MANO	7,7	7,9	8,1	8,4	8,7	8,9	9,1
32, ANCHURA DE RODILLA	8,8	9,0	9,3	9,7	10,1	10,4	10,7
33, ANCHURA DEL TOBILLO	6,8	6,9	7,1	7,4	7,6	7,9	8,0
34, ANCHURA DEL TALON	6,0	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,6
35, ANCHURA DEL PIE	9,0	9,2	9,5	9,9	10,3	10,6	10,9
36, LARGURA ANT, POST, CABEZA	17,6	17,9	18,4	18,9	19,5	19,9	20,2
37, LARG, ALCANCE LAT, ASIMIENTO	71,5	72,5	74,7	76,9	79,3	81,5	82,9
38, LARG, ALCANCE ANT, ASIMIENTO	66,1	67,2	69,2	71,4	73,6	76,0	77,2
39, LARGURA DE LA MANO	16,8	17,2	17,7	18,3	19,0	19,6	20,0
40, LARGURA PALMA DE LA MANO	9,3	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3
41,LARGURA NALGA A FOSA POPLITEA	42,7	43,6	45,2	46,8	48,5	50,0	50,9
42, LARGURA NALGA A RODILLA	52,7	53,7	55,3	57,0	58,7	60,3	61,3
43, LARGURA DEL PIE	23,2	23,6	24,4	25,2	26,1	26,8	27,3
44, LARGURA PLANTA DEL PIE	18,7	19,1	19,7	20,3	21,0	21,6	22,0
45, PERIMETRO CEFALICO	52,8	53,4	54,4	55,5	56,6	57,8	58,5

46, PERIMETRO DELTOIDEO	102,3	104,7	108,6	113,3	117,9	122,2	124,8
47, PERIMETRO MESOESTERNAL	85,9	88,0	91,9	96,3	100,7	104,7	107,3
48,PERIMETRO ABDOMINAL (CINTURA)	71,2	73,6	78,1	84,2	91,2	96,1	99,2
49,PERIMETRO ABDOM, (UMBILICAL)	73,7	76,7	81,1	87,7	94,4	100,0	10,8
50, PERIMETRO CADERA	84,8	86,5	90,6	94,5	99,0	102,8	105,3
51, PERIM, BRAZO FLEXION Y TENSO	27,0	27,8	229,4	31,1	32,9	34,4	35,6
52, PERIM, BRAZO MEDIO Y RELAJADO	25,2	26,3	27,8	29,6	31,3	33,0	34,2
53, PERIMETRO ANTEBRAZO	24,0	24,6	25,6	26,8	28,0	29,1	29,9
54, PERIMETRO MUNECA	15,1	15,7	15,9	16,4	17,0	17,6	18,0
55, PERIMETRO METACARPAL	18,7	19,1	19,7	20,3	21,1	21,7	22,1
56, PERIMETRO MUSLO SUPERIOR	47,9	49,2	51,8	55,0	58,0	61,0	62,7
57, PERIMETRO MUSLO MEDIO	45,3	46,8	49,1	52,0	54,7	57,1	59,3
58, PERIMETRO RODILLA MEDIA	32,9	33,5	34,8	36,4	38,1	39,7	40,6
59, PERIMETRO PIERNA MEDIA	31,7	32,5	34,1	35,1	37,7	39,2	40,2
60, PERIMETRO TOBILLO	19,7	20,1	21,0	21,9	22,8	23,7	24,2
61, PERIMETRO METATARSIAL	22,8	23,2	23,9	24,7	25,6	26,5	26,9
62,PLIEGUECUTANEO SUBESCAPULAR	9,2	10,2	13,6	19,4	25,9	32,7	37,1
63, PLIEGUE CUTANEO ILEOCRESTAL	7,6	9,0	13,5	21,7	29,7	37,1	42,5
64, PLIEGUECUTANEO SUPRAESPINAL	5,4	6,2	8,5	13,1	19,2	26,4	32,7
65, PLIEGUE CUTANEO UMBILICAL	7,4	9,4	16,2	27,6	37,8	46,8	51,2
66, PLIEGUE CUTANEO TRICEPS	5,3	6,1	7,9	10,7	14,2	18,7	2,5
67, PLIEGUE CUTANEO BICEPS	3,0	3,2	3,9	5,0	6,7	9,2	11,3
68,PLIEGUECUTANEO MUSLO ANT,	5,7	6,7	9,0	12,9	19,1	32,8	45,0
69,PLIEGUECUTANEO PIERNA MEDIA	3,9	4,4	5,5	7,5	11,0	16,6	23,0
70, INDICE DE MASA CORPORAL	19,5	20,5	22,1	24,4	26,6	28,5	29,8
71,SUMATORIA 6PLIEGUES CUTANEOS	40,4	45,5	64,6	95,9	126,1	164,4	189,5
72, RELACION PERIMETROS CINTURA/ CADERA	0,81	0,82	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99

Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995

Jairo Estrada M.

Profesor, Facultad Nacional de Salud Pública
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Anexo No 02 Formatos de investigación y comprobación

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Prueba de Usabilidad

Nombre:
Ocupación:

Edad:

1. Califique cada aspecto según su efectividad de 1 a 100 en la alternativa 1:

Movimiento del cursor: | _____ | _____ |
0 50 100

Click principal: | _____ | _____ |

Click secundario: | _____ | _____ |

2. Califique cada aspecto según su efectividad de 1 a 100 en la alternativa 2:

Movimiento del cursor: | _____ | _____ |
0 50 100

Click principal: | _____ | _____ |

Click secundario: | _____ | _____ |

3. Califique la comodidad o confort experimentada en el uso de la alternativa 1:

Confort: | _____ | _____ |
0 50 100

4. Califique la comodidad o confort experimentada en el uso de la alternativa 2:

Confort: | _____ | _____ |
0 50 100

5. Califique facilidad de uso experimentado en el uso de la alternativa 1:

Facilidad de uso: | _____ | _____ |
0 50 100

6. Califique facilidad de uso experimentada en el uso de la alternativa 2:

Facilidad de uso: | _____ | _____ |
0 50 100

LISTA DE VERIFICACIÓN

- a. Logró identificar como se efectúa el movimiento del cursor
- b. Detectó el click primario
 - c. Desempeñó su función
- d. Detectó el click secundario
 - e. Desempeñó su función

Alternativa 1

PAINT

- f. Accedió a la herramienta lápiz
- g. Dibujó el cuadrado
- h. Dibujó el círculo
- i. Dibujó el triángulo

Tiempo

WORD

- j. Completó la frase

Frase

k. # Caracteres tecleados

l. # Teclas pulsadas

Tiempo

LISTA DE VERIFICACIÓN

- a. Logró identificar como se efectúa el movimiento del cursor
- b. Detectó el click primario
 - c. Desempeñó su función
- d. Detectó el click secundario
 - e. Desempeñó su función

Alternativa 2

PAINT

- f. Accedió a la herramienta lápiz
- g. Dibujó el cuadrado
- h. Dibujó el círculo
- i. Dibujó el triángulo

Tiempo

WORD

- j. Completó la frase

Frase

k. # Caracteres tecleados

l. # Teclas pulsadas

Tiempo

ANEXO No 03

Marco legal

Las personas con discapacidad están expuestas a situaciones de discriminación y exclusión social que les impide ejercitar sus derechos y libertades al igual que el resto, haciéndoles difícil participar plenamente en las actividades ordinarias de las sociedades en que viven. En las 2 últimas décadas el enfoque hacia las personas con discapacidad ha cambiado, dejando atrás el enfoque médico, asistencial o caritativo para comenzar a ser vistas como sujetos portadores de derechos.

De los derechos fundamentales en nuestra constitución

Artículo 13. Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica. El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados. El Estado protegerá especialmente a aquellas personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan.

Artículo 16. Todas las personas tienen derecho al libre desarrollo de su personalidad sin más limitaciones que las que imponen los derechos de los demás y el orden jurídico.

Artículo 25. El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.

Artículo 47. El Estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran.

Artículo 49. La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.