



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS
ESCUELA DE DISEÑO

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Ergo Grip

Mangos para el cómodo uso de smartphone al jugar videojuegos

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador.

Alumno: Gianbruno Stefano Federici Carbone

Profesor guía: Luis Andueza

20 de Julio 2018, Santiago Chile



Gracias a mi familia por ser tan comprensiva durante este periodo de tiempo.

Gracias a Luis Andueza y Sebastian Negrete por guiarme en este proceso.

Índice

Índice	5-8
Contexto	11-20
-Tecnología Móvil y videojuegos	12
-Estadísticas sobre videojuegos móviles	12
-¿Hardware o Software?	13
-Aumento de dolencias en extremidades superiores a causa del uso de smartphone	14
- Antecedentes	15-20
¿Qué, Por qué, Para qué?	21-22
Objetivos	25-26
Usuario	29-30
Ergonomía	33-41
-Ergonomía de los brazos, muñecas y manos	34-35
-Riesgos de una mala postura	36
-Estudio de las manos	37-41
-Uusuario Pequeño	38
-Uusuario Mediano	39
-Uusuario Grande	40

Objetivos de diseño	43-49
-Objetivos Formales	45
-Objetivos Funcionales	46-47
-Objetivos Ergonómicos	48-49
Desarrollo y prototipos	51-86
-Variables de acción	52
-Poliedros de diseño	53-56
-Poliedro Formal	53
-Poliedro Funcional	54
-Poliedro Ergonómico	55
-Poliedro de diseño	56
-Método de fabricación	57
-Prototipo 1	59-71
-Especificaciones estructurales	
-Pruebas con usuarios y medición	
-Resultados	
-Prototipo 2	73-85
-Especificaciones estructurales	
-Prueba con usuarios	
-Resultados	
-Conclusión	86

Presentación de producto	89-91
Comercialización	93-96
-Etapa 1: Maquinario	94
-Etapa 2: Mercado de piezas a pedido, Etsy	95
-Etapa 3: Crédito Corfo	96
Bibliografía	99-100

Contexto

Tecnología móvil y videojuegos:

Desde finales del siglo XX ha existido un incremento en el acceso a tecnologías de carácter móvil(celulares, calculadoras y PDA), tecnología que gracias a los avances de hardware adquirió capacidades que aumentan la cantidad de funciones que estos pueden tener, entre estas funciones se encuentran los primeros videojuegos móviles, en forma de Snake(videojuego en el cual se utilizan las teclas de números en el celular como comandos direccionales) y otros. Este punto fue el comienzo del fenómeno llamado Mobile Gaming, fenómeno que, en la actualidad es uno de los tres pilares de plataformas para videojuegos (Consolas, PC, Mobile Gaming).

Estadísticas sobre videojuegos móviles:

Mobile Gaming es la plataforma de más rápido crecimiento según las estadísticas de Newzoo(plataforma de estadísticas sobre mercado, videojuegos móviles y E-Sports), en un mercado mundial de videojuegos que mueve 101 billones de dólares solo en 2016, Mobile Gaming controla el 29% del mercado, lo que equivale aproximadamente a 38,6 billones de dólares. Newzoo proyecta que **hacia 2020 la influencia de Mobile Gaming en el mercado será de 40%**. Gracias a este crecimiento ha aumentado la cantidad de videojuegos y accesorios para plataformas

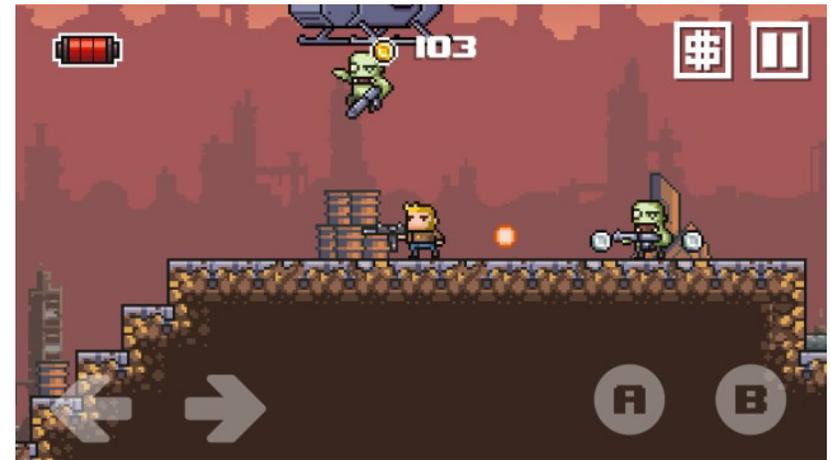


Fig. 1: Configuración de botones digitales en smartphone (Random Heroes 2), slidetoplay.com, 2017

móviles, la creciente variedad de videojuegos genera nuevas formas de interactuar con el medio digital por medio de la pantalla táctil, pero en algunos casos es necesario volver a emular la interacción de los juegos antiguos, por lo que los creadores de contenido vuelven a utilizar el concepto de botones y se crean los botones digitales, los cuales se reconfiguran de acuerdo a las exigencias del videojuego. Los controles digitales son configurados para lograr la mayor comodidad posible para el jugador, pero **ha existido un sesgado enfoque hacia mejorar el software para acomodar al usuario, sin tomar en cuenta al hardware con el cual interactúa el usuario.**

Hoy en día tenemos la tecnología de hardware para hacer uso de todos los programas, el problema radica en que dicho hardware solo evoluciona hacia un tamaño reducido, con el objetivo de hacer uso de los softwares en dispositivos cada vez más pequeños.

¿Hardware o Software?:

Cada generación de smartphone nueva mejora aspectos básicos de hardware, un procesador ligeramente más rápido y más memoria RAM y mayor capacidad de almacenamiento de datos en su disco duro. Esto para ir a la par con los requerimientos de su propio sistema operativo, por lo que la innovación entre un dispositivo y la siguiente iteración es mínima.

De esta forma se desarrollan los Tablet, con una pantalla más grande y procesadores más poderosos, presentándose como posibles reemplazantes de los computadores tipo Notebook. Sin embargo aún hay grandes diferencias en cuanto a controles y software disponible. La evolución de los dispositivos ha hecho que los Laptop sean más livianos y pequeños sin perder sus capacidades, por su parte, los smartphones han evolucionado para ser más grandes y poderosos. A razón de este avance tecnológico, la diferencia entre Smartphone y Laptop es menor que en el pasado, por esta razón el Tablet pierde relevancia en el mercado, en pos de Smartphones más poderosos y Laptop más livianos, y porque no ofrece nada que la competencia no posea. **Pero pese a los avances en el hardware interno no se está desarrollando tecnología (desde la base de los smartphones) que mejore la interacción con ciertas funciones desde la forma del celular**, por esta razón existen

los fabricantes de accesorios periféricos para los dispositivos móviles.

No se ha pensado en la ergonomía de los dispositivos móviles, solo se ha pensado en lo que puede ser capaz desde el avance del software.

Aumento de dolencias en extremidades superiores a causa del uso de smartphone

En la actualidad la penetración de la tecnología móvil en el mercado ha provocado el aumento en su uso y número de aplicaciones, un smartphone puede servir para múltiples acciones, por esta razón se ha convertido en **el objeto con el que más interactúan las personas a nivel mundial**, a su vez, es el mayor problema muscular que aqueja a las personas durante la década 2010-2020.

Un estudio realizado en 2015 a 200 alumnos escogidos al azar (entre 18 y 25 años) demostró que existe una relación entre el uso de smartphone y el dolor articular, ya que **72,5% de la muestra presentaba molestias articulares en cuello, brazos, muñecas y manos**, de los cuales 3,5% poseía dolor descrito como severo, producto del prolongado uso del smartphone en el día a día (Rajan Balakrishnan, Elanchezhian Chinnavan, Tan Feii. An extensive usage of hand held devices will lead to musculoskeletal disorder of upper extremity among student in AMU: A survey method: 2016, Malasya).

Estas cifras muestran que el **aumento del uso de smartphone ha aumentado la cantidad de personas con dolencias articulares**, y esto se extiende al uso de videojuegos en smartphone, ya que la ergonomía del dispositivo no cambia con las aplicaciones.

Antecedentes

En el mercado mundial se han hecho populares los accesorios para smartphones, ya sea para añadir personalización o para agregar una nueva función, tal es el caso de los controles para smartphone, dispositivos capaces de mejorar la experiencia de juego en dicho dispositivo, sin embargo su alto precio y gran tamaño son características que afectan sus posibilidades de expansión en el mercado.

Desde el dispositivo más barato (Joystick-it: \$5,88 dólares) hasta el más caro (Phonejoy controller: \$59,99 dólares), los controles se encargan de mejorar ciertas funciones, como son la sensibilidad en botones y mayor control sobre los comandos de palanca, sin embargo, **hay ciertos accesorios que mejoran la posición de manos durante el uso**, reduciendo las funciones del control hasta transformarlo en un mango que mejora el apoyo.

A pesar de los avances en el ámbito de la ergonomía de la mano y sus implicancias en la usabilidad de los controles, las soluciones que hay en el mercado son inmediatas, con esto me refiero a soluciones que derivan de los controles contemporáneos directamente sin iterar en un producto pensado para su uso con smartphones, son básicamente un control de consola cortado para dejar los mangos.

Lamentablemente, como será comprobado en las maquetas de exploración durante el proyecto, la misma forma de los controles modernos no permite la adaptación a diferentes tamaños de mano en smartphone, esto es debido a la forma en diagonal y la distancia entre los bordes laterales de los smartphones, por lo cual aumenta la distancia que debe alcanzar el dedo pulgar para alcanzar la mitad de la pantalla cómodamente.

Antecedente 1 (DreamGear GameClutch Universal Grip)

Mango para smartphone con características similares a los joystick de consolas moderna, pero sin botones, solo un espacio para el smartphone.

Para el sistema de sujeción del dispositivo móvil posee una pestaña retráctil que se adapta al tamaño del smartphone de forma vertical.

No posee la capacidad de ser plegable, por lo que el volumen que ocupa es una potencial molestia para el usuario.

Dimensiones:

100x152x44mm

Peso:

170gr

Precio:

\$16,99 US (Amazon)

Material(es):

Polipropileno



Fig. 2: DreamGear Game Clutch Universal Grip, amazon.com, 2017.

Antecedente 2 (CamRom Game Clutch Universal Grip)

Accesorio para dispositivos móviles que posee mangos laterales sin botones y un puente retráctil que los une horizontalmente.

Se adapta a los distintos tamaños por agarres laterales y se fija gracias al puente retráctil horizontal.

Su capacidad de reducir su volumen horizontalmente es limitada(una diferencia de 5cm), por lo que el volumen que ocupa es una potencial molestia para el usuario.



Fig. 3: CamRom Game Clutch Universal Grip, amazon.com, 2016.

Dimensiones:

Mínimo: 120x100x31mm
Máximo: 170x100x31mm

Peso:

136gr

Precio:

\$11,90 US (Amazon)

Material(es):

Polipropileno

Antecedente 3 (Phonejy Bluetooth Game Controller)

Accesorio que consiste en dos mangos laterales con botones y palancas, con un puente retráctil horizontalmente, similar a la dinámica que posee Nintendo Switch (controles laterales, sin mango), a diferencia de los otros antecedentes, este producto depende de conexión bluetooth y soporte software para una selección de videojuegos, además de tener su propia batería.

Se adapta a los distintos tamaños de smartphone por agarres laterales y se fija gracias al puente retráctil horizontal.

Su capacidad de reducir su volumen horizontalmente radica en retraer desde 255mm a 98mm de ancho, otras dimensiones no cambian. Es el producto de esta categoría(Controles para smartphone) más portátil del mercado actual.

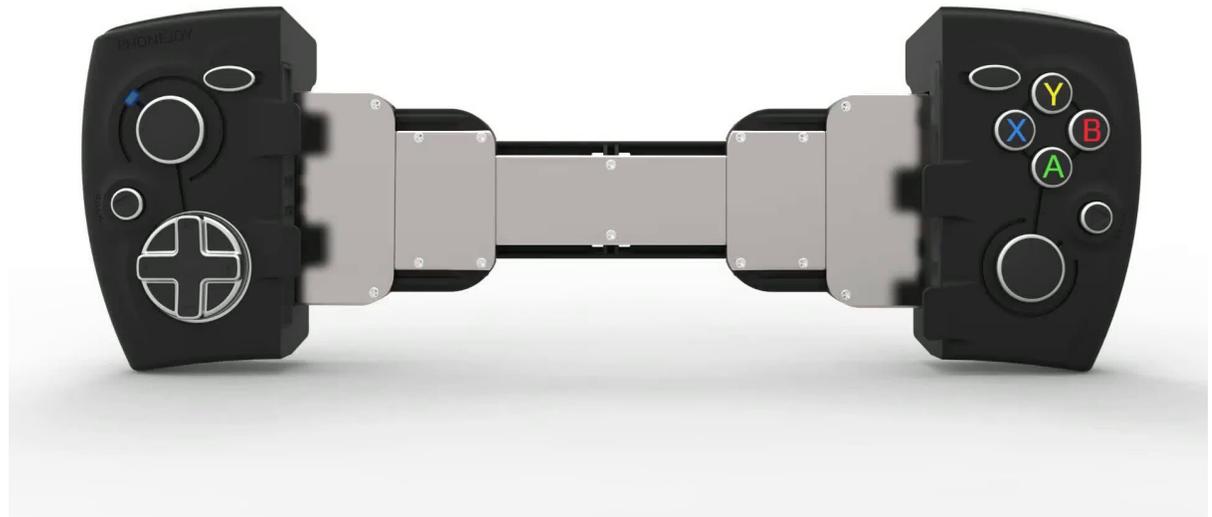


Fig. 4: Phonejy Bluetooth Game Controller, amazon.com, 2016.

Dimensiones:

Mínimo: 118x98x78mm
Máximo: 255x98x78mm

Peso:

198gr

Precio:

\$59,99 US (Amazon)

Material(es):

Polipropileno

Posee una autonomía(duración de la batería) de 8 horas.

Características	Antecedente 1 (DreamGear GameClutch Universal Grip)	Antecedente 2 (CamRom Game Clutch Universal Grip)	Antecedente 3 (Phonejoy Bluetooth Game Controller)
Forma del cuerpo	Igual a los joystick de consolas moderna, pero sin botones, solo un espacio para el smartphone. Lamentablemente no posee superficie en la sección frontal, lo que limita el uso a usuarios de manos pequeñas.	Posee mangos laterales sin botones y un puente retráctil que los une horizontalmente. Este mango de 100mm de largo es demasiado corto como para permitir al usuario de manos grandes sostenerlo cómodo.	Estructura con botones y palancas, con un puente retráctil horizontalmente, similar a la dinámica que posee Nintendo Switch. Lamentablemente carece de mango en absoluto, solo posee la sección de botones.
Sistema de agarre al smartphone	Posee una pestaña retráctil que se adapta al tamaño del smartphone de forma vertical.	Se adapta a los distintos tamaños por agarres laterales y se fija gracias al puente retráctil.	Se adapta a los distintos tamaños por agarres laterales y se fija gracias al puente retráctil.
Dimensiones plegado	No se pliega.	Se retráe desde 170mm a 120mm de ancho, otras dimensiones no cambian.	Se retráe desde 255mm a 98mm de ancho, otras dimensiones no cambian.
Dimensiones en uso con smartphone	Máximo: 100x152x44mm	Mínimo: 120x100x31mm Máximo: 170x100x31mm	Mínimo: 118x98x78mm Máximo: 255x98x78mm
Adaptable a los distintos tamaños de smartphone	Si	Si	Si, solo software Android
Multifunción	No	No	No
Peso	170gr	136gr	198gr
Variedades de colores	Negro o plateado	Azul o Rojo con negro	Solo Negro
Precio	\$16,99 US (Amazon)	\$11,90 US (Amazon)	\$59,99 US (Amazon)
Autonomía (duración batería)	No requiere	No requiere	8 Horas
Materialidad	Polipropileno	Polipropileno	Polipropileno

Fig. 5: Tabla comparativa de antecedentes.

Análisis de Antecedentes

Los antecedentes muestran un enfoque en la emulación de controles preestablecidos, reciclando la forma de mango tradicional, pero reemplazando los botones por el smartphone al cual se adaptan.

Poseen formas que no permiten la adaptabilidad de distintos usuarios, sino que limitan sus capacidades ergonómicas o ignoran el tamaño de manos de quien lo utiliza.

Gracias a las pestañas o puentes retráctiles que sujetan el dispositivo móvil desde los bordes laterales no requieren que el smartphone posea bordes, como consecuencia se adaptan a los smartphones "edgeless" (sin borde) sin problema.

Debido a que utilizan una forma similar a los controles de consola modernas no permiten una plegabilidad que los haga más eficientes en su uso diario, si un accesorio es considerablemente (50% más) grande que el smartphone en cuestión, se transforma en un problema.

El material usado en todos los casos de estudio es el polipropileno, o polímero termoplástico, que gracias a su bajo precio, resistencia a la corrosión, flexión y fatiga y facilidad de moldeo es el material indicado para la producción en grandes cantidades.

**¿Qué, Por qué, Para
qué?**

¿Qué?

Accesorio ergonómico para smartphones que mejora la experiencia física de interactuar con el smartphone en formato horizontal.

¿Por qué?

Porque la falta de ergonomía en el smartphone que además no está fabricado para su uso exclusivo con videojuegos obstaculiza la experiencia cómoda de juego.

¿Para qué?

Para que las personas que juegan videojuegos horizontales para smartphone puedan disfrutar de la experiencia cómodamente.

Objetivos

Objetivo General

Crear un accesorio para smartphone, que haga la ergonomía en la experiencia de juego en formato horizontal.

Objetivos específicos

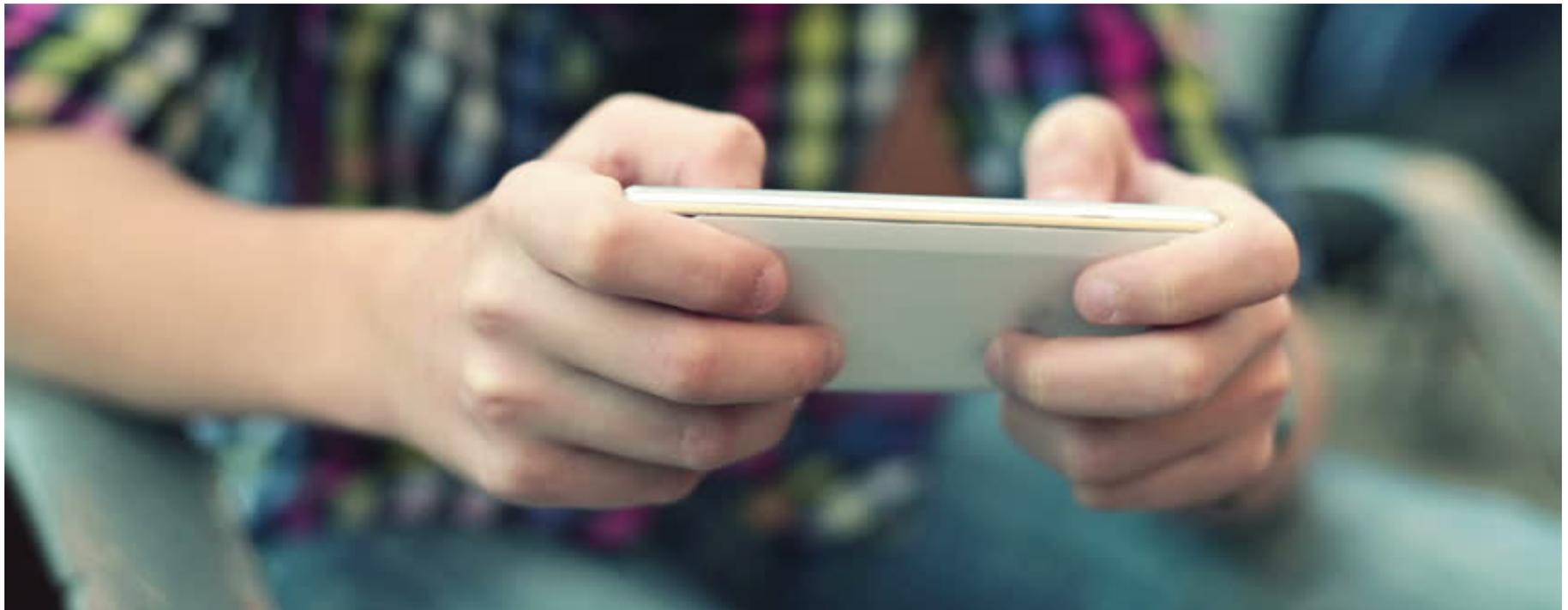
-Mejorar la ergonomía en la acción de jugar videojuegos en smartphone

-Lograr una fabricación local y adaptable a las necesidades del mercado.

-Crear un dispositivo que se adapte al mayor rango de personas posible.

-Disminuirla complejidad de fabricación.

Usuario



El usuario es alguien que **disfruta de videojuegos en general**, que no siempre puede acceder a los videojuegos en consola o PC, por lo que utiliza el smartphone para jugar, gracias al aumento en la oferta de videojuegos en el mercado móvil, el usuario tiene infinitas posibilidades de diversión, con juegos de todo tipo, desde clásicos puzzles hasta modernos FPS (First Person Shooter), los cuales hacen uso de las capacidades del smartphone para funcionar sin problema.

Lamentablemente **la forma del dispositivo móvil del usuario le impide disfrutar plenamente de la experiencia de jugar en smartphone**, ya que el pequeño tamaño y delgado display hace del smartphone ideal para el bolsillo pero una pesadilla para las manos.

Fig. 6: Uso de smartphone, offset.com, 2014.

Ergonomía

Ergonomía de brazo, muñeca y mano

Durante la investigación se hace especial énfasis en la ergonomía de las extremidades superiores, debido a que son el canal que nos permite interactuar con los dispositivos móviles.

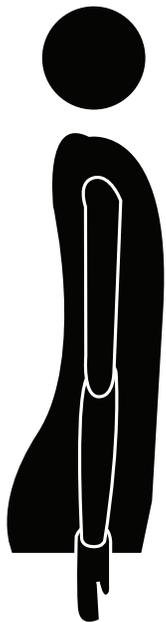
Para realizar este proyecto es necesario conocer los diferentes movimientos que pueden generar las extremidades, así también los ángulos en que estos se extienden o retráen.

Es necesario conocer dichos ángulos para poder definir cuales movimientos y posiciones son cómodos y cuales no, definiremos como la posición más cómoda la posición denominada como neutra, es decir, la posición que exige menos esfuerzo posible en cualquier situación.

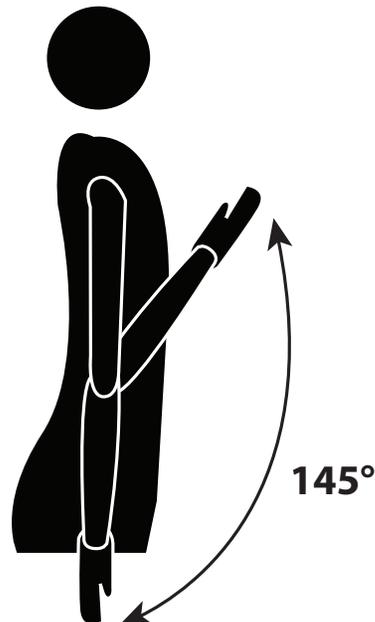
Las ángulos aquí presentes son los ángulos de movimiento máximo a los cuales puede aspirar una persona promedio.

Las posiciones mostradas a continuación muestran el contraste entre la posición neutra y el máximo de flexión de una persona normal, según el libro "Human Dimension and Interior Space" escrito por Julius Panero y Martin Zelnik.

**Extensión
neutral**



Flexión



90°

**Flexión de
cuello**

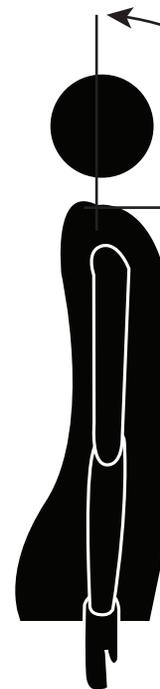
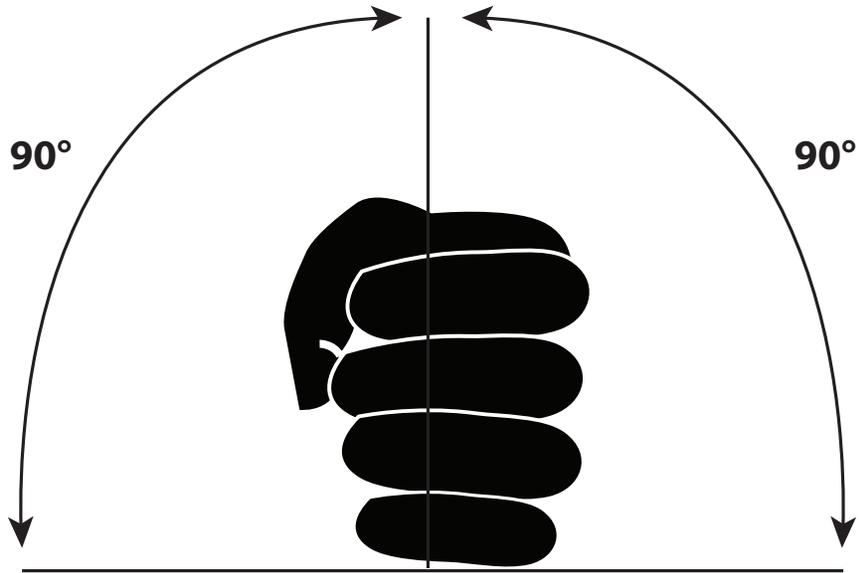


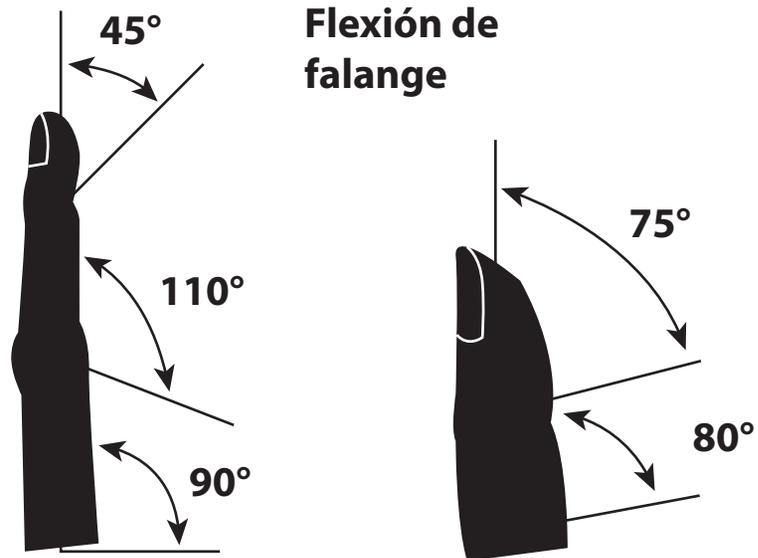
Fig. 7: Esquemas de movimiento de extremidades superiores.

Pronación

Supinación



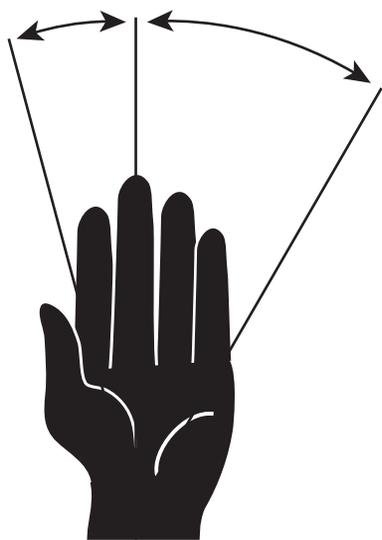
Flexión de falange



0° (neutro)

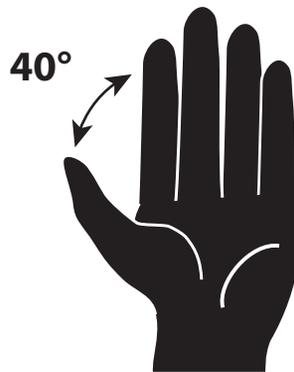


15° **30°**



Flexión de muñeca

Abducción



Dorsiflexión

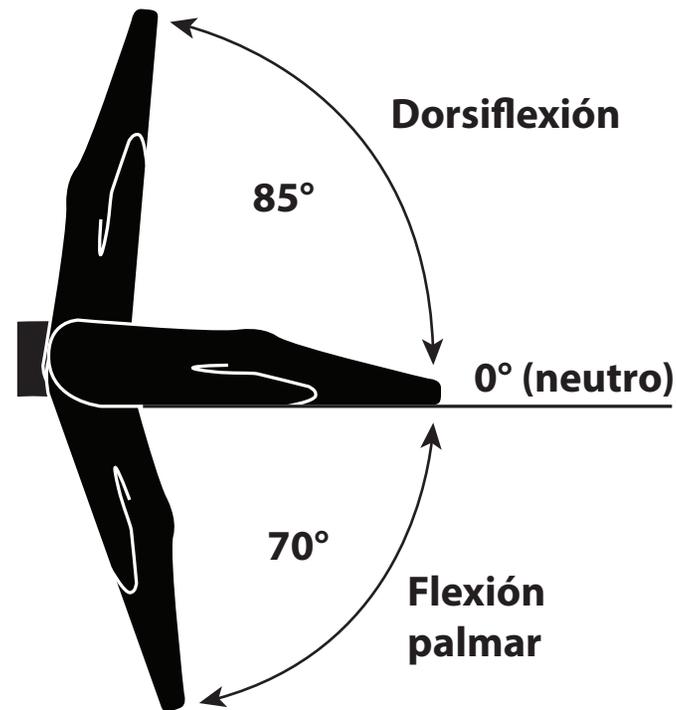


Fig. 8: Esquemas de movimiento de manos y dedos.

Riesgos médicos:

El uso de accesorios y carcasas gruesas es recomendado por los expertos médicos, quienes tratan la enfermedad hoy conocida como “smartphone thumb”(pulgar de smartphone), que es una lesión en el tendón del pulgar provocada por el uso prolongado de un dispositivo móvil, el cual exige al usuario mantener una posición de trabajo prolongada(con el pulgar en constante flexión) en vez de adoptar una posición neutra en la cual la articulación descansa.

Las muñecas son articulaciones delicadas, por esta razón es posible que la repetición constante de movimientos de mano y dedos resulte en molestias y dolor en la muñeca, dolencia que puede empeorar y convertirse en Síndrome del Túnel Carpiano debido a la compresión del nervio mediano se comprime dentro del túnel carpiano.

Los smartphones emiten radiación, desde las energía electromagnéticas de las conexiones inalámbricas, que debido a ser radiación no ionizada no es tan dañina como la radiación emitida por computadores portátiles, pero igualmente es perjudicial y **puede causar cáncer a largo plazo** (GAO (Government Accounting Office), “Research and Regulatory Efforts on Mobile Phone Health Issues” (Investigación y Esfuerzos regulatorios sobre temas de salud con Teléfonos Móviles),Washington DC, 2001), adicionalmente, dichas ondas electromagnéticas generan calor, por esta razón y por el consumo de batería los smartphones se calientan.

Según el Dr. S. Steven Yang de NYU(New York University) Langone Medical Center:-**“Smartphones, son pequeños. No están diseñados para ser utilizados por largos e ininterrumpidos periodos de tiempo”**-(Dr. Steven Yang, bussinesinsider.com, We asked a hand surgeon how to treat hand pain from texting - here’s what he told us, New York, 2017.)

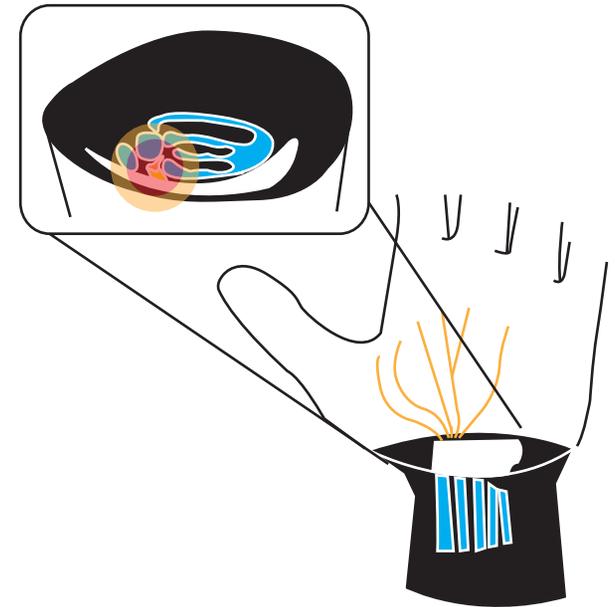


Fig. 9: Nervio mediano siendo presionado por los tendones y musculatura de la muñeca.

Estudio de las manos

Para poder definir los objetivos de diseño pertinentes para acercar el producto final a un diseño ergonomicamente correcto, es decir un diseño que exija el menor esfuerzo posible es necesario conocer la forma en la cual las personas interactúan con el smartphone en la actualidad.

Según las reglas para el diseño ergonómico es necesario aspirar a diseñar para los percentiles 5 y 95(diseñar para el mas pequeño y el mas grande entre el 5% y el 95% de la población), en el caso de la ergonomía de las manos es necesario seguir esta guía ergonomica pero por fortuna la diferencia es de unos pocos centímetros.

Para visualizar la diferencia en la forma en que los usuarios interactúan con sus smartphone, tendremos tres usuarios con tamaños de mano representativos que acomoden a la mayor cantidad de usuarios posible, para esto utilizaré un método de medición conocido como "La figura del 8", esta medida es usada en estudios sobre controles joystick(para consolas de videojuego) para determinar el tamaño mas correcto ergonomicamente, el rango de estudio es entre mano de 13 pulgadas(mano mas pequeña de adulto) y 19 pulgadas(mano mas grande de adulto).

Para este estudio tendremos 3 usuarios que llamaremos por su tamaño de mano, el usuario mas pequeño con un tamaño de manos de 14 pulgadas, el usuario medio con tamaño de mano 16 pulgadas y el usuario con manos mas grandes de 18 pulgadas, esto con el objetivo de diseñar para un rango que abarque a un mayor numero de usuarios.

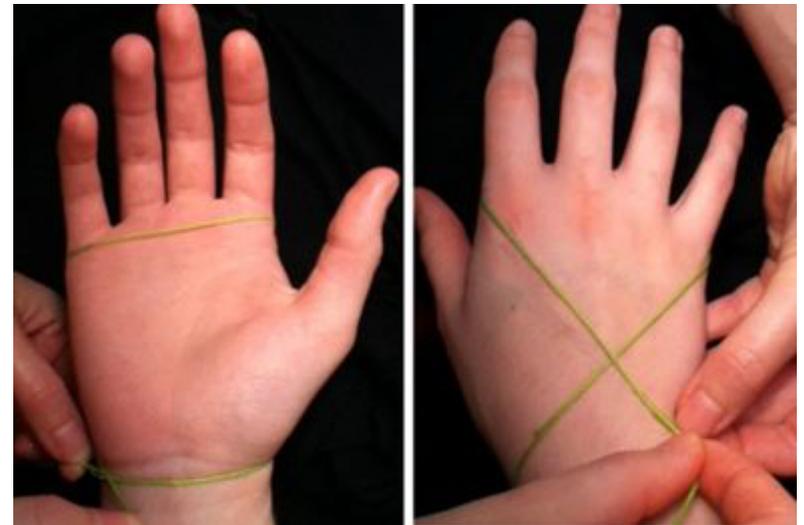


Fig. 10: Medición del tamaño de mano con el método "La figura del 8" (Michelle A. Brown & I. Scott MacKenzie, *Evaluating Video Game Controller Usability as Related to User Hand Size*, Canada, 2013.)

Posiciones y ángulos de movimiento del usuario con tamaño de mano 14 pulgadas(pequeño)

Para la realización de la documentación de fotografías que muestren la posición fue necesario mencionar al usuario que debe sujetar y fingir que utiliza el smartphone de la forma que más le acomode, de esta forma obtener una posición que al usuario le parezca natural.

En esta visualización se puede apreciar que los ángulos que adoptan las muñecas del usuario al sujetar el smartphone le exigen esfuerzo, esto porque no adoptan una posición neutra, por esta razón el usuario puede tener malestar y secuelas a largo plazo si dicha posición no neutra se mantiene por un tiempo prolongado. En este caso, el usuario pequeño presenta gran desviación tanto en dorsiflexión (Fig. 13) como en flexión de muñeca (Fig. 12).

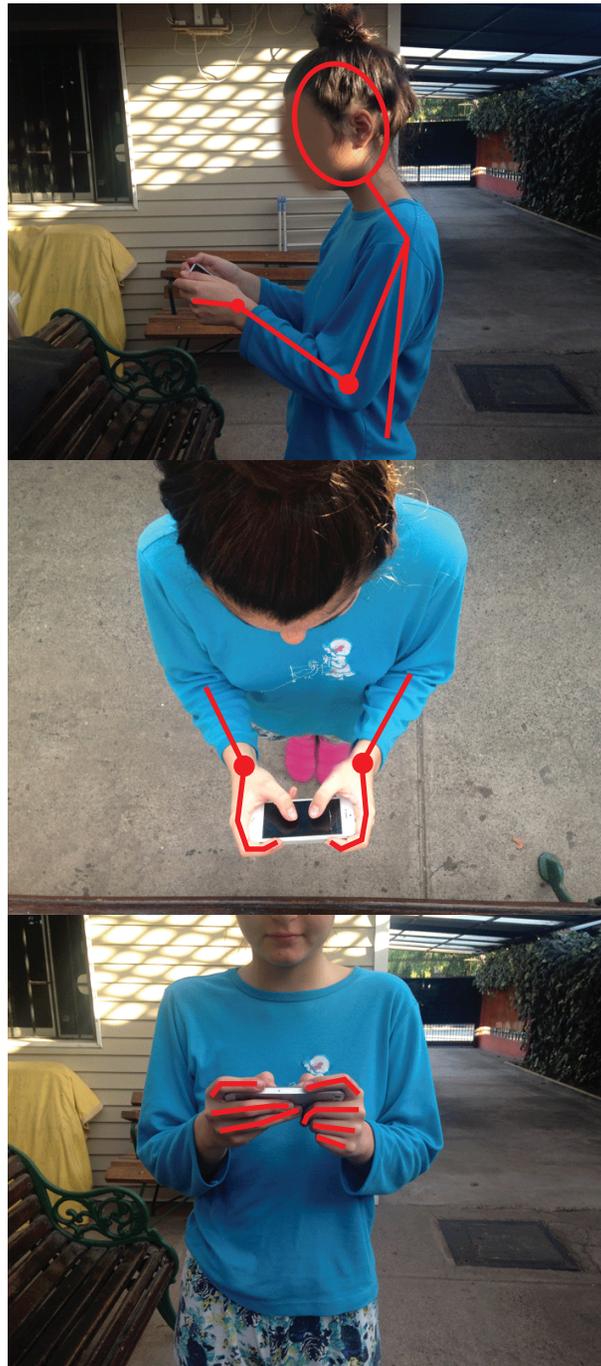


Fig. 14: Fotos de usuario pequeño utilizando un smartphone (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

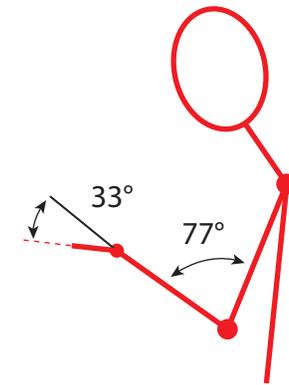


Fig. 12: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño (Flexión de muñeca).

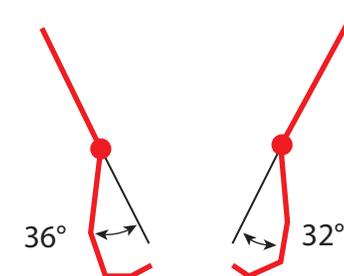


Fig. 13: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño (Dorsiflexión).



Fig. 14: Simetría de las manos, usuario pequeño.

Posiciones y ángulos de movimiento del usuario con tamaño de mano 16 pulgadas(mediano)

Para la realización de la documentación de fotografías que muestren la posición fue necesario mencionar al usuario que debe sujetar y fingir que utiliza el smartphone de la forma que más le acomode, de esta forma obtener una posición que al usuario le parezca natural.

En esta visualización se puede apreciar que los ángulos que adoptan las muñecas del usuario al sujetar el smartphone le exigen un esfuerzo menor que al usuario más pequeño, si bien el ángulo de desviación al utilizar el smartphone es pequeño en la dorsiflexión(Fig. 17), el ángulo de desviación durante la flexión de muñeca(Fig. 16) es de 22° , lo que puede provocar malestar durante largas sesiones de juego.

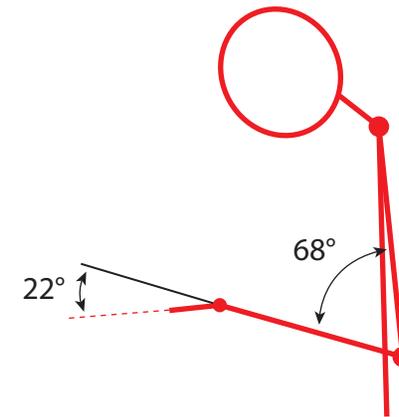


Fig. 16: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano (Flexión de muñeca).

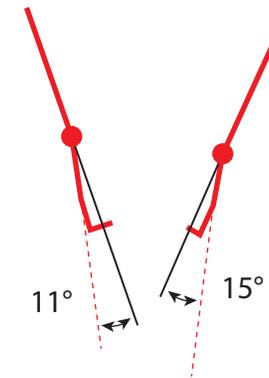


Fig. 17: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano (Dorsiflexión).

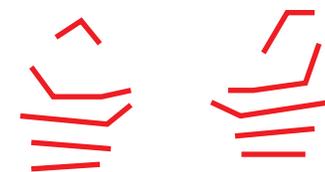


Fig. 18: Simetría de las manos, usuario mediano.

Fig. 15: Fotos de usuario mediano utilizando un smartphone (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

Posiciones y ángulos de movimiento del usuario con tamaño de mano 18 pulgadas(grande)

Para la realización de la documentación de fotografías que muestren la posición fue necesario mencionar al usuario que debe sujetar y fingir que utiliza el smartphone de la forma que más le acomode, de esta forma obtener una posición que al usuario le parezca natural.

En esta visualización se puede apreciar que los ángulos que adoptan las muñecas del usuario al sujetar el smartphone le exigen un esfuerzo menor que al usuario mediano durante la flexión de muñeca(Fig. 20), requiere mayor esfuerzo durante la dorsiflexión(Fig. 21) lo que puede provocar malestar durante largas sesiones de juego y en caso de prolongarse esta mala práctica puede causar Síndrome de Túnel Carpiano o tendinitis.

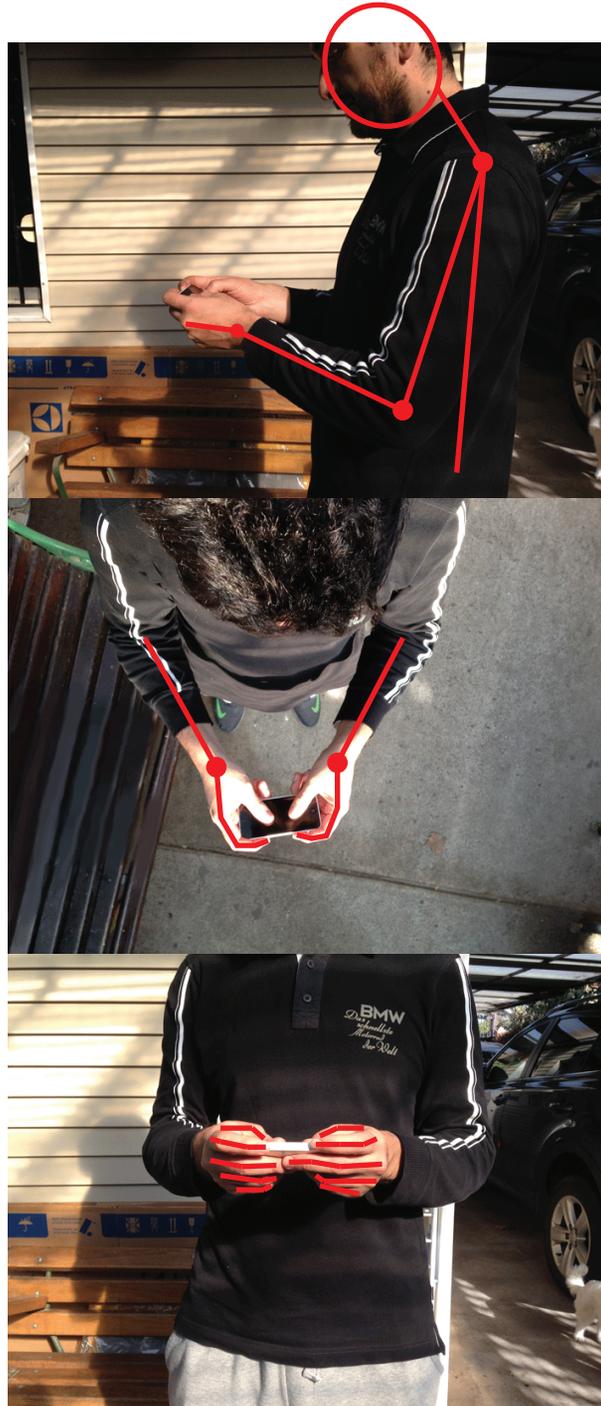


Fig. 19: Fotos de usuario grande utilizando un smartphone (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

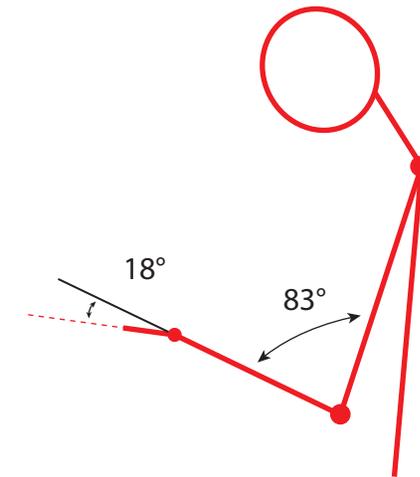


Fig. 20: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande (Flexión de muñeca).

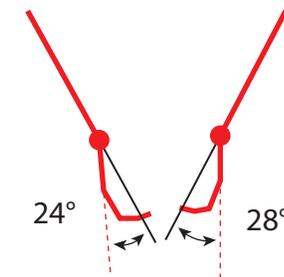


Fig. 21: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande (Dorsiflexión).

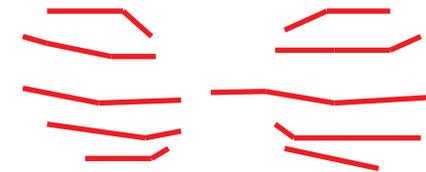


Fig. 22: Simetría de las manos, usuario grande.

Comparación entre la posición del **usuario** y la posición “perfecta”(**Posición neutra**).

La posición del cuello es corregida, pero por las limitaciones de las dimensiones del accesorio no será un objetivo corregir esa postura particular.

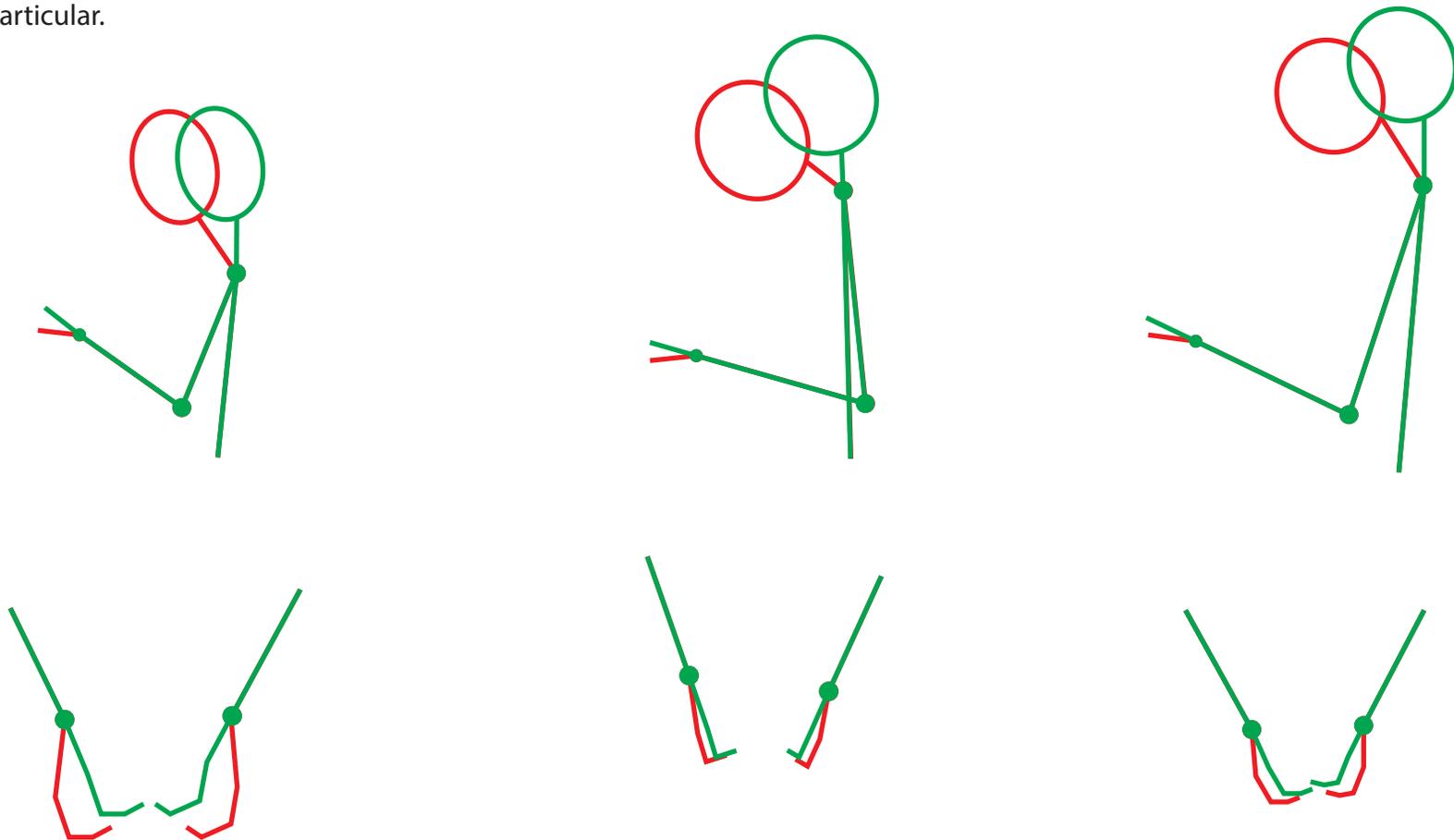


Fig. 23: Esquema comparativo entre la posición actual y la posición “perfecta” de los usuarios pequeño (izquierda), mediano (medio) y grande (derecha).

Objetivos de diseño

¿Qué son objetivos de diseño?

En primer lugar y para definir mejor el proyecto, se enlistan los objetivos de diseño para el proyecto, ilustrando también los sub objetivos de cada uno de ellos y una probable solución.

Además, se definen también las superficies, límites de contorno y volúmenes estimados de los distintos componentes que solucionarán los objetivos. (Bernabé Hernandis, "Modelo de diseño concurrente", España. 2008)

También es necesario jerarquizar los objetivos, para definir cuales son los rangos de importancia de los diversos objetivos propuestos.

En esta memoria de título, se presentarán los objetivos desde el más importante hasta los detalles opcionales, siendo los más opacos obligatorios y los menos opacos los opcionales.

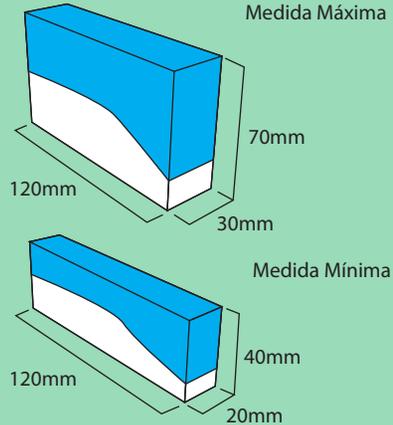
Objetivos Formales	Sub-objetivo	¿Cómo resolver?	Superficies de uso	Límites de contorno	Volumen de superficie
Debe ser seguro	No debe producir lesiones en las manos.	Debe ser redondeado.		Debe contar redondeos de mínimo 5mm.	
Debe ser atractivo como accesorio para smartphones	Debe ser llamativo.	Debe tener una forma que invite al usuario a utilizarlo.			
	Debe "combinar" con los smartphones de los usuarios.	Debe tener variedades de colores.	Colores simples(un color) pero variados.	Colores básicos, rojo, azul, amarillo, verde, naranja, violeta, blanco y negro.	
Debe ser clara su función	Debe tener una forma que invite a tomarlo con las manos.	Debe tener forma de mango de joystick moderno (curvatura lisa y continua).			 <p>Medida Máxima 70mm 120mm 30mm</p> <p>Medida Mínima 40mm 120mm 20mm</p>
	Debe ser fácil para el usuario anejarlo a su dispositivo smartphone.	Debe tener un sistema de pinzas que permita ajustarlo al smartphone.	Superficie superior, para que el dedo pulgar esté a la altura de la pantalla.		

Fig. 24: Tabla de objetivos Formales.

Objetivos Funcionales	Sub-objetivo	¿Cómo resolver?	Superficies de uso	Límites de contorno	Volumen de superficie
Debe ser firme	El sistema de agarre del smartphone debe ser confiable(dar la sensación que no se resvalará de las manos).	Debe tener un sistema de pinzas que permita ajustarlo al smartphone.	Superficie superior, para que el dedo pulgar esté a la altura de la pantalla.		
Debe ser cómodo	No debe exigirle más que el mínimo esfuerzo a las articulaciones de los brazos y manos.	Debe permitir un ángulo durante su uso que permita a las articulaciones estar en una posición neutra.			
	No debe causar molestias en las superficies que tienen contacto con la piel del usuario.	Redondear toda arista pronunciada o vertice afilado.		Debe contar redondeos de mínimo 5mm	
Debe ser portátil	Debe ocupar el menor volumen posible(depende de la elasticidad y plasticidad del material).	Volumen de 2 piezas que se unen por medio de un sistema de conexión(pestañas o rieles).			
Debe ser simple	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	2 piezas sin ensamble ni armado.			

Fig. 25: Tabla de objetivos Funcionales.

Objetivos Funcionales	Sub-objetivo	¿Cómo resolver?	Superficies de uso	Límites de contorno	Volumen de superficie
Debe ser de fácil fabricación	Disminuir la cantidad de operaciones de fabricación.	Utilizar la tecnología de impresión 3D.			
	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	2 piezas sin ensamble ni armado.			
	Elegir un material común de fácil adquisición.	Utilizar filamento de plástico ABS, por su características físicas similares al polipropileno.			
	Lograr un diseño para factura con impresión 3D.	Imprimir las piezas en formato horizontal y limitar pestañas y piezas frágiles.		No debe poseer secciones que posean más de 45° de inclinación.	

Fig. 26: Más objetivos Funcionales.

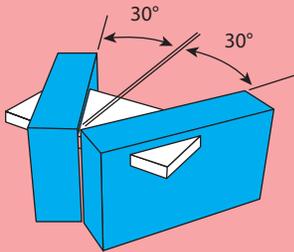
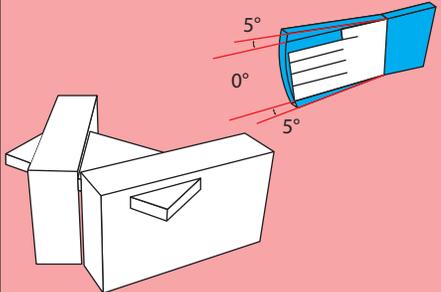
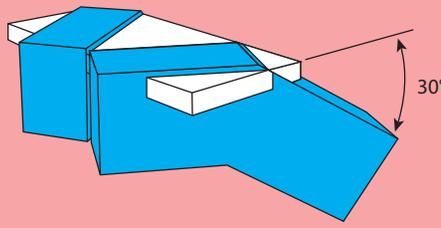
Objetivos Ergonómicos	Sub-objetivo	¿Cómo resolver?	Superficies de uso	Límites de contorno	Volumen de superficie
Debe ser cómodo	No debe exigirse más que el mínimo esfuerzo a las articulaciones de los brazos y manos.	Ajustar la dorsiflexión y flexión palmar al sujetar el producto, haciendo que el ángulo entre el costado lateral del smartphone y los mangos sea de 30°			
		Hacer que el usuario no requiera flexionar las muñecas a más de 5° del ángulo neutro, debido a los distintos tamaños de mano el ángulo de agarre deberá variar según esta guía.			
		Ajustar la flexión de muñeca al sujetar el producto, haciendo que el ángulo de los mangos sea de 30° en relación a la pantalla del smartphone.			
	Debe ser liviano	Se debe utilizar la menor cantidad de material posible, sin que se debilite la estructura del mango.			

Fig. 27: Tabla de objetivos Ergonómicos.

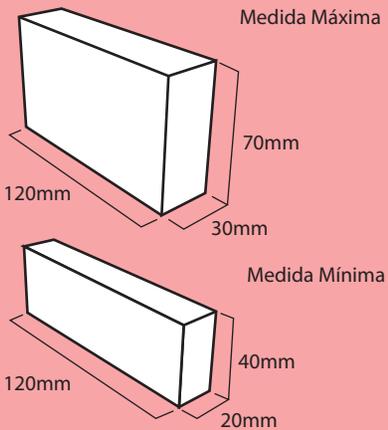
Objetivos Ergonómicos	Sub-objetivo	¿Cómo resolver?	Superficies de uso	Límites de contorno	Volumen de superficie
Debe ser de un tamaño apropiado para un conjunto de usuarios	Debe ocupar el menor volumen posible cuando no está en uso (depende de la elasticidad y plasticidad del material).	Volumen de 2 piezas que se unen por medio de un sistema de conexión (pestañas o rieles).			
	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	2 piezas sin ensamble ni armado.			
	Debe ser de un tamaño que no exija demasiado esfuerzo al tomarlo (si es muy pequeño puede causar daño en los ligamentos entre las falanges)(si es demasiado grande puede resvalarse de las manos).	Debe tener un tamaño que acomode a tanto al usuario mas grande (mano de 18 pulgadas según "medida del 8") como al mas pequeño (mano de 14 pulgadas).			

Fig. 28: Más objetivos Ergonómicos.

Desarrollo y prototipos

Variables de acción

Las variables de acción son lineamientos que establecen niveles jerárquicos entre los diversos objetivos de diseño del proyecto, la finalidad de estas es reforzar los criterios de diseño aportados por la investigación, para finalmente tomar decisiones que definirán el producto. Para esto, analizaremos las relaciones entre los sistemas funcional, formal y ergonómico.

Funcional>Formal

Los aspectos funcionales, como lo son los agarres y la portabilidad de los mangos superan en importancia a los aspectos formales, ya que estos, si bien invitan al usuario y lo atraen al producto, para que el usuario decida quedarse con el dispositivo, este debe funcionar adecuadamente con su smartphone. La forma sigue a la función.

Ergonómico>Funcional

Las decisiones de diseño se verán mayormente afectadas por factores ergonómicos, ya que el proyecto trata la comodidad como la prioridad n°1, los objetivos ergonómicos deben ser la base para desarrollar la comodidad desde la funcionalidad.

Ergonómico>Formal

Los objetivos ergonómicos afectarán directamente a los objetivos formales desde la forma del mango que más acomoda a los usuarios, la forma seguirá la base que impongan los resultados de los testeos priorizando la comodidad del usuario en todo momento

El Poliedro de diseño

En esta fase de la metodología se traducen en volúmenes todos aquellos objetivos de diseño presentados anteriormente, realizando una primera aproximación formal del objeto a diseñar, para lograr empezar a configurar los elementos del producto.

Poliedro Formal

Se representan gráficamente los volúmenes necesarios para el cumplimiento de los objetivos formales del producto.

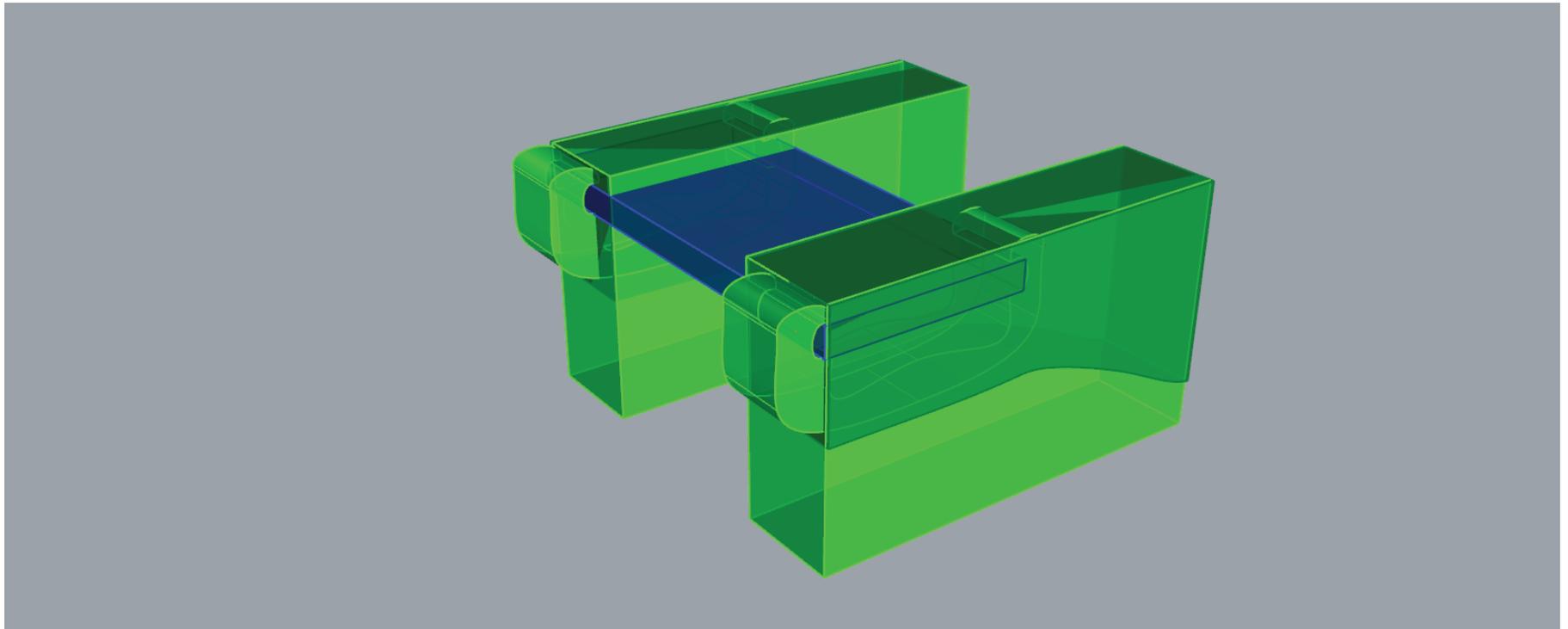


Fig. 29: Poliedro de diseño Formal.

Poliedro Funcional

Se representan gráficamente los volúmenes necesarios para el cumplimiento de los objetivos funcionales del producto.

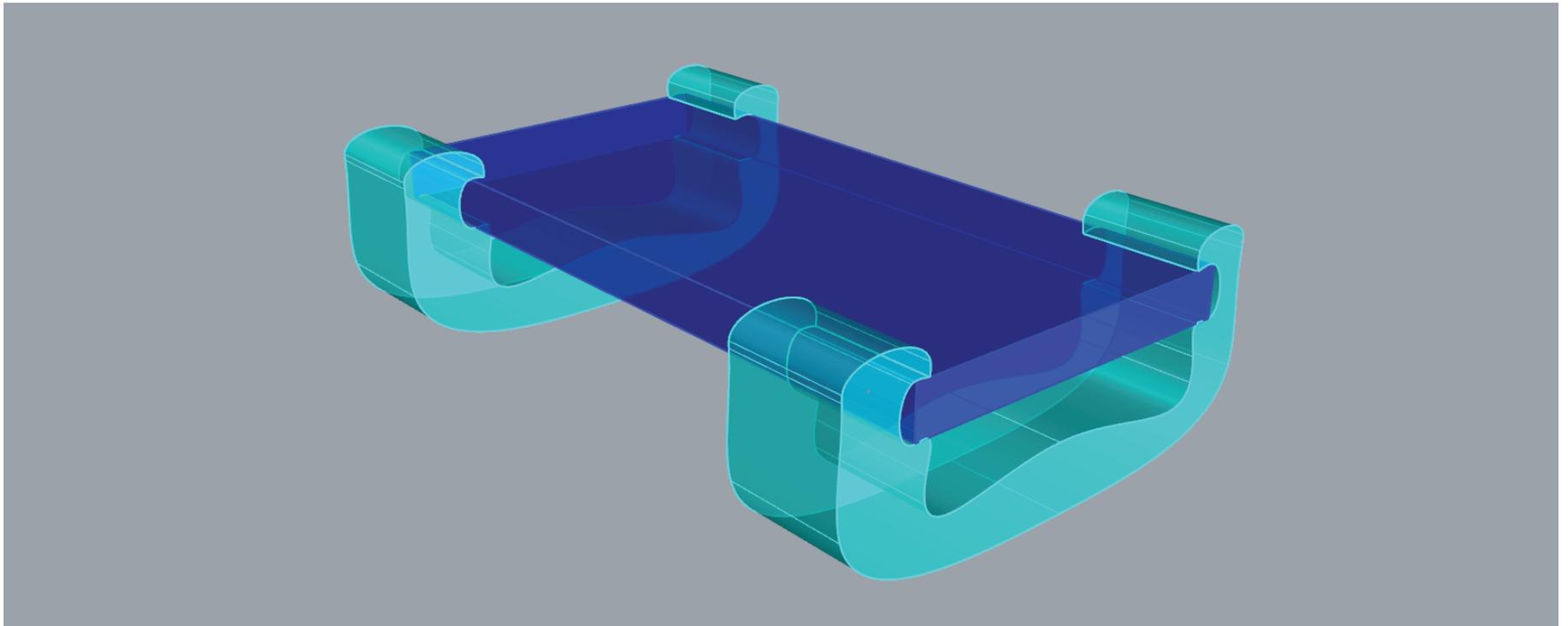


Fig. 30: Poliedro de diseño Funcional.

Poliedro Ergonómico

Se representan gráficamente los volúmenes necesarios para el cumplimiento de los objetivos ergonómicos del producto.

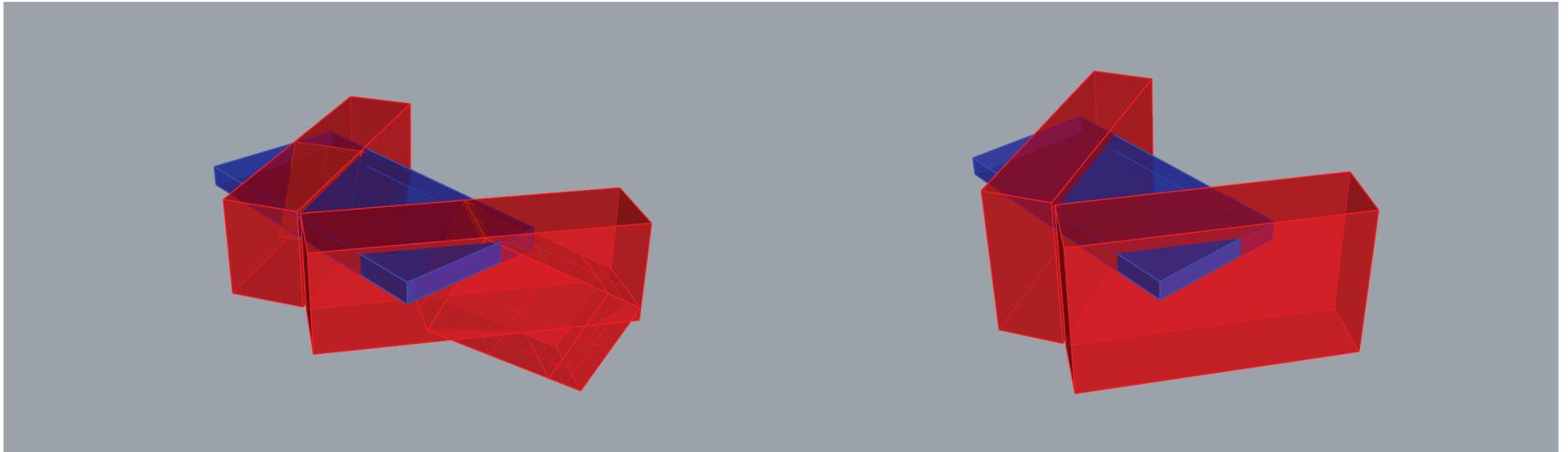


Fig. 31: Poliedro de diseño Ergonómico.

Poliedro de diseño

Se representan gráficamente todos los volúmenes necesarios para el cumplimiento de los objetivos ergonómicos, funcionales y formales.

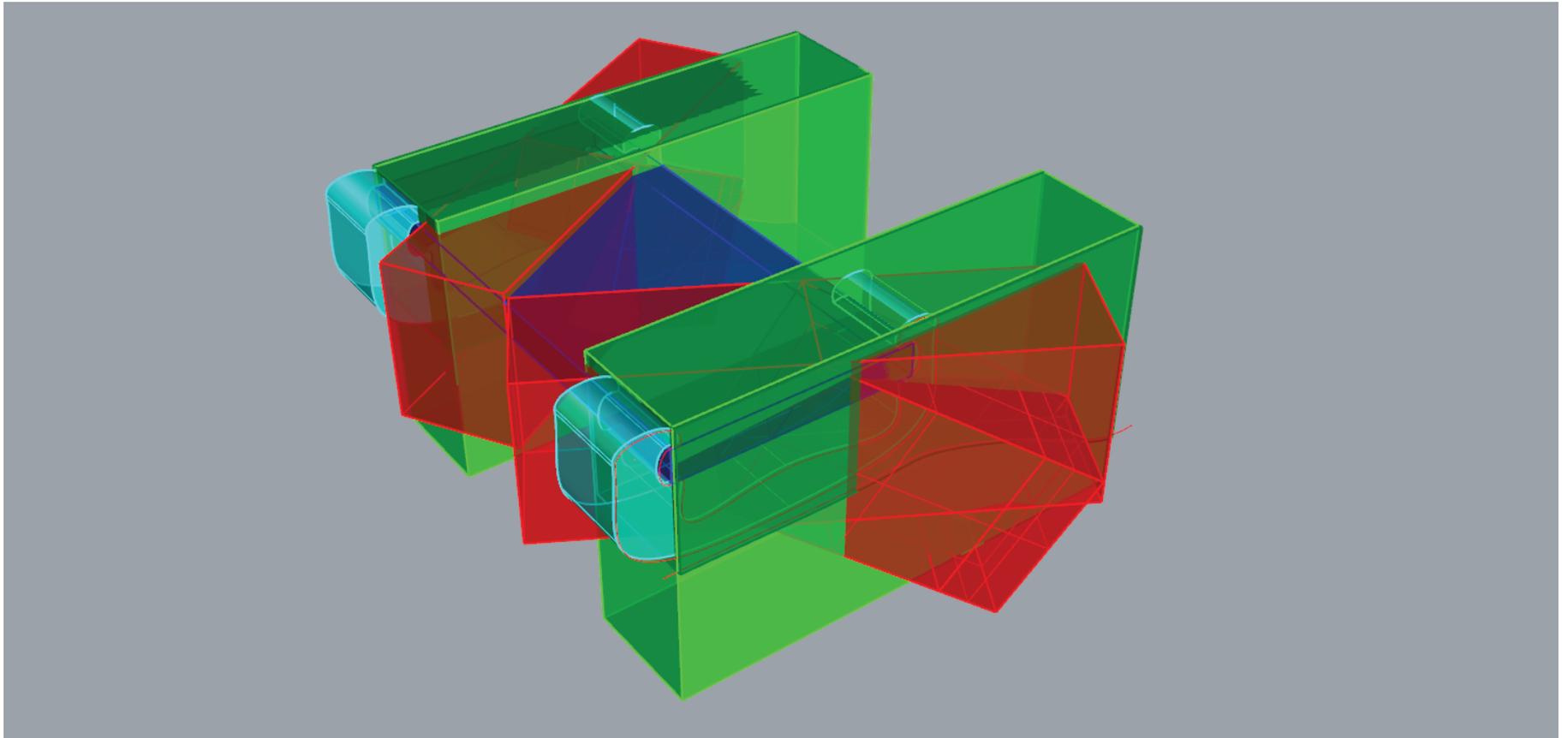


Fig. 32: Poliedro de diseño Integral.

Método de fabricación

Para la fabricación de este proyecto se ha optado por la impresión 3D por sus capacidad de prototipado rápido con plástico, el cual permite trabajar con plástico ABS, el cual aporta al proyecto flexibilidad, resistencia a los impactos y firmeza estructural.

Adicionalmente a las características físicas del material y la impresora, la capacidad digital de modificar el archivo de impresión a gusto, permite que el producto se adapte a las exigencias especiales, como adaptar nuevas tecnologías, funcionamiento o dimensiones (para acomodar a usuarios fuera del rango de estudio).

Para este proyecto se trabajó con filamento de plástico ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), debido a ser un plástico resistente al impacto (golpes) muy utilizado en productos domésticos. Es un termoplástico amorfo(está compuesto por filamentos entrecruzados que carecen de orden estructural, gracias a lo cual es puede moldearse a cierta temperatura(en el caso del ABS es 230°C)). Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polipropileno). También es un plástico elástico capaz de ceder ante esfuerzos físicos externos y volver a su forma original.

Fue necesario aprender las implicancias de las decisiones de diseño desde el modelo virtual al momento de la fabricación en impresión 3D, ya que para la correcta fabricación de los prototipos es necesario pensar en los grosores de capa, la dirección de impresión y la ubicación de puntos en los cuales exista un mayor estrés de material.

Para la realización de este proyecto se ha trabajado en conjunto con el laboratorio de fabricación digital Fabhaus, en las dependencias de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus Lo Contador.

En dicho laboratorio se trabaja con diversos métodos de fabricación(Corte láser, Router CNC e Impresión 3D(extrusión de filamento)). Para este proyecto fue necesario trabajar con la tecnología de impresión 3D, esto debido a su capacidad de hacer prototipos rápidos y funcionales, con materiales semejantes a sus contrapartes industriales(Plásticos, polímeros).

La máquina disponible para la fabricación mediante extrusión de filamento es la Replicator 2x, de la marca Makerbot, máquina adquirida por su diseño "abierto", que permite ser arreglada fácilmente y que permite a los usuarios utilizar distintos filamentos (ABS, PLA, otros), a diferencia de sus contrapartes que utilizan cartuchos especializados que resultan muy costosos para el estudiante promedio.

Prototipo 1

Prototipo 1

Primer prototipo basado en los poliedros de diseño.

Estructura hueca que permite la flexión de ambas "tenazas" con el objetivo de asegurar en una posición fija el smartphone del usuario, gracias a la flexibilidad del plástico ABS será posible que sujete desde smartphones pequeños a celulares phablet(los llamados plus).

Los mangos tienen una curvatura de 30° para ser más ergonómica y evitar futuros problemas en las articulaciones de manos y muñecas.

Los mangos presentan 30° de desviación en relación perpendicular al smartphone, esto para hacerlo más cómodo al usuario durante el uso.

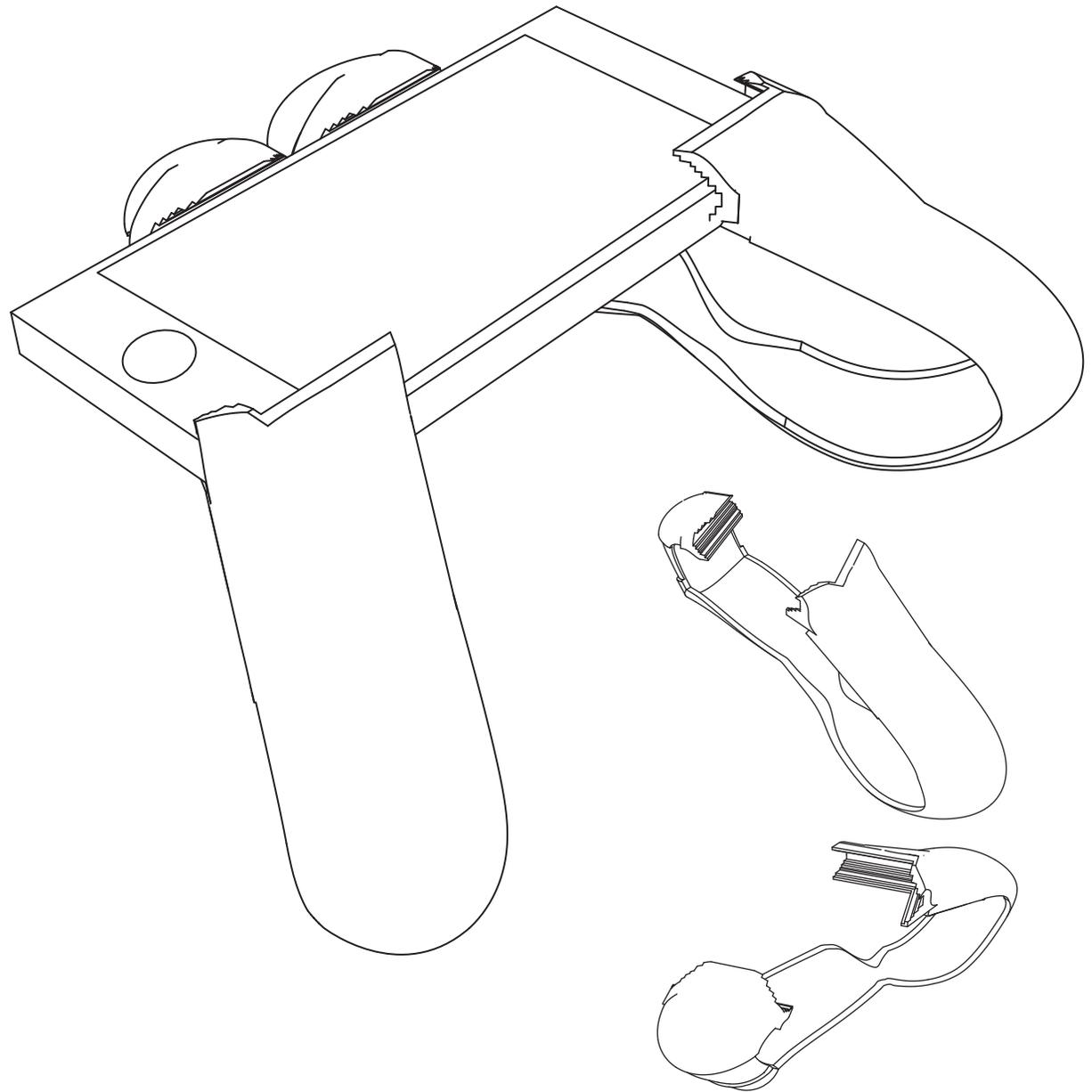


Fig. 33: Prototipo 1.

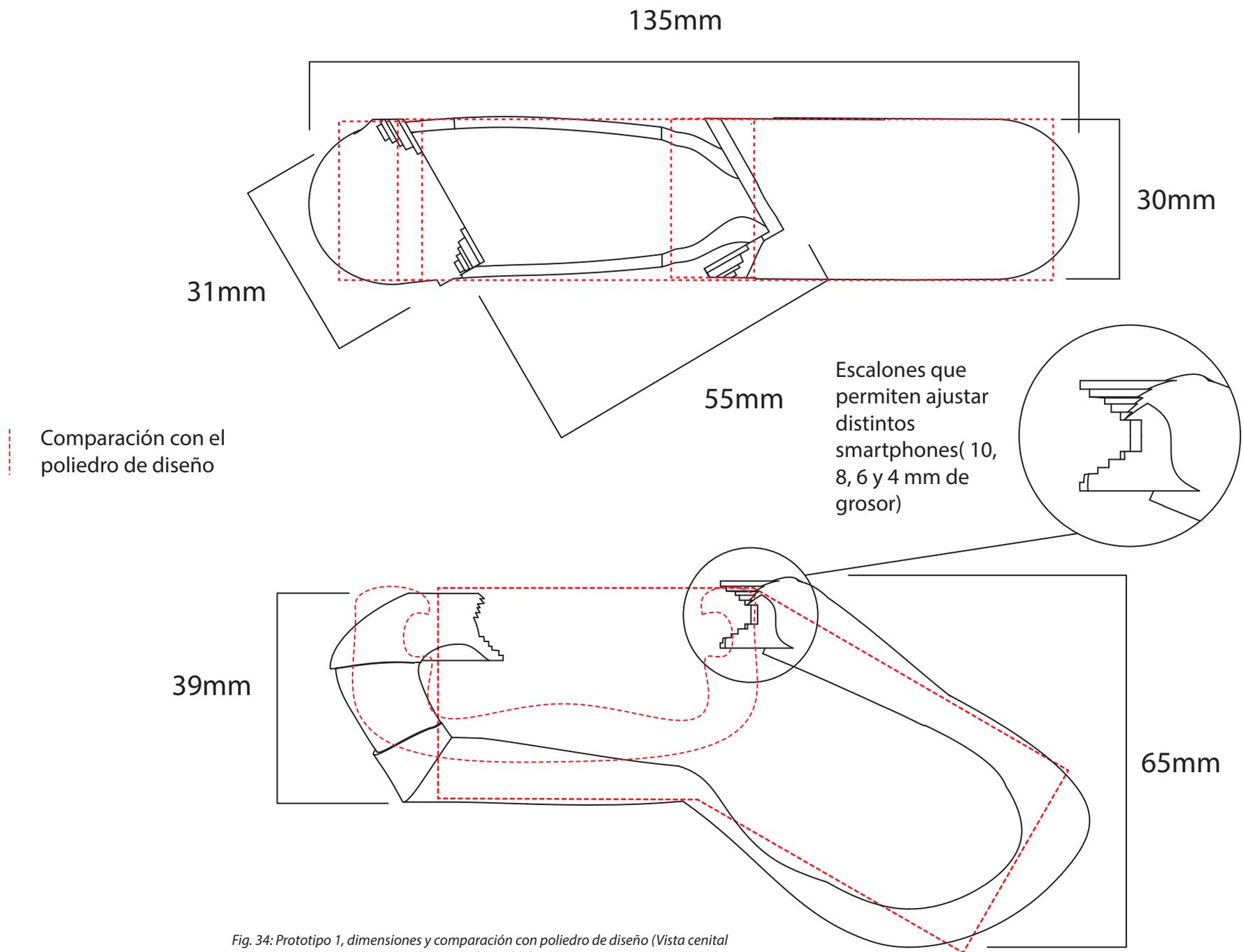


Fig. 34: Prototipo 1, dimensiones y comparación con poliedro de diseño (Vista cenital (arriba), Vista lateral (abajo)).

Prueba del prototipo 1 con el usuario de manos pequeñas (14 pulgadas).

En esta prueba se puede apreciar una reducción de 27° (desde 33° a 6°) en flexión de muñeca, lo que nos acerca de gran manera a la posición de menor esfuerzo, la posición neutra.

Presenta una reducción de 22° a 32° (desde 32° a 10° mano izquierda, desde 36° a 4° mano derecha) lo que nos acerca a la posición neutra en dorsiflexión.

La reducción en la desviación de las articulaciones reduce de gran manera el riesgo a sufrir de dolencias articulares por el continuo uso del smartphone. Gracias a los mangos ergonómicos el usuario puede disfrutar de mejor forma al jugar videojuegos en su smartphone.

Lamentablemente, según lo comentado por el usuario de manos pequeñas, el smartphone se suelta fácilmente de los agarres y la forma de la superficie inferior le incomoda ligeramente.

Fig. 35: Fotos de usuario pequeño utilizando un smartphone con prototipo 1 (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

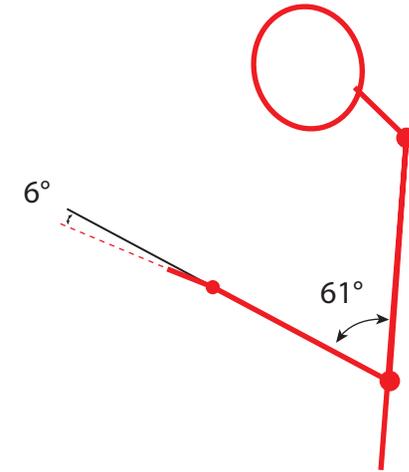


Fig. 36: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

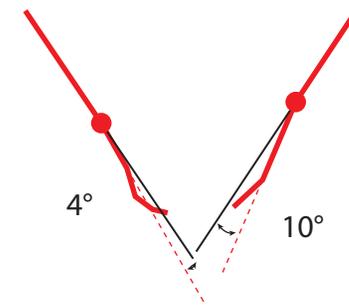


Fig. 37: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 1 (Dorsiflexión).

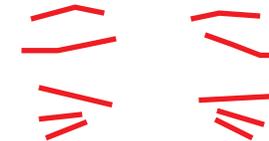


Fig. 38: Simetría de las manos, usuario pequeño con prototipo 1.

Antes

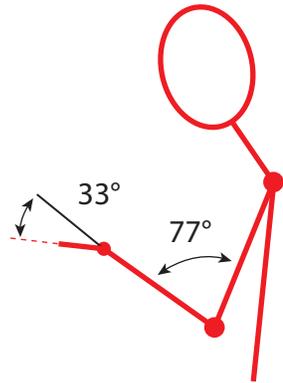


Fig. 12: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño (Flexión de muñeca).

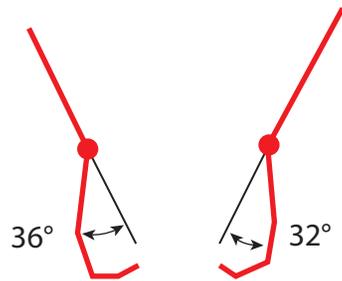


Fig. 13: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño (Dorsiflexión).

Después

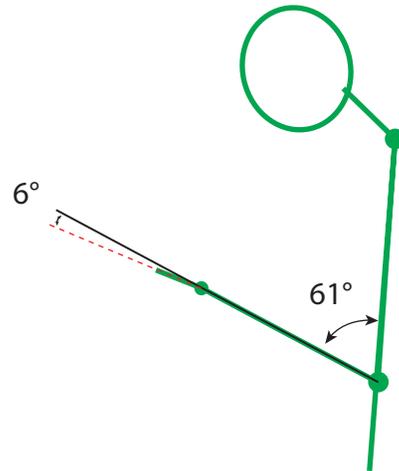


Fig. 36: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

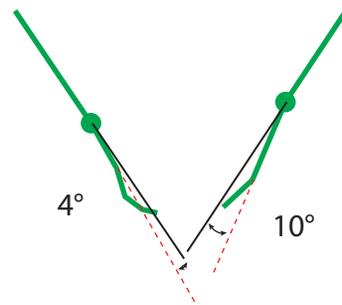


Fig. 37: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 1 (Dorsiflexión).

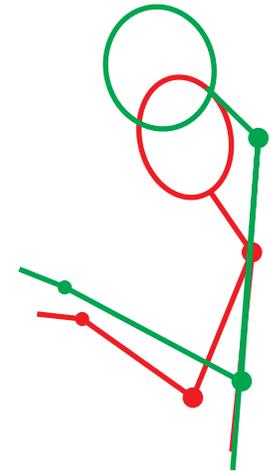


Fig. 39: Comparación de ángulos de desviación de la posición neutra de usuario pequeño entre el uso de prototipo 1 y sin accesorio (Flexión de muñeca (arriba), Dorsiflexión (abajo)).

Pruebas del prototipo con el usuario de manos medianas (16 pulgadas).

En esta prueba se puede apreciar una reducción de 17° (desde 22° a 5°) en flexión de muñeca, lo que nos acerca de gran manera a la posición de menor esfuerzo, la posición neutra.

El usuario no presenta un gran cambio en la dorsiflexión.

La reducción en la desviación de las articulaciones reduce de gran manera el riesgo a sufrir de dolencias articulares por el continuo uso del smartphone. Gracias a los mangos ergonómicos el usuario puede disfrutar de mejor forma al jugar videojuegos en su smartphone.

Lamentablemente, según lo comentado por el usuario de manos medianas, el smartphone se suelta fácilmente de los agarres y la forma de la superficie inferior no permite al usuario ajustar la posición de las manos para llegar a a posición cómoda en la dorsiflexión.

Fig. 40: Fotos de usuario mediano utilizando un smartphone con prototipo 1 (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

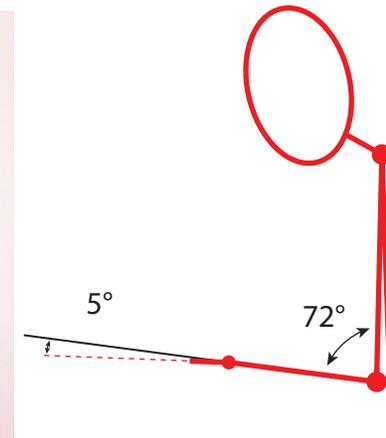


Fig. 41: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

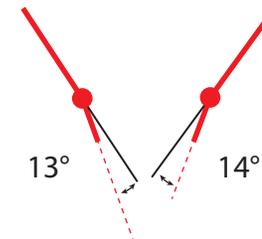


Fig. 42: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 1 (Dorsiflexión).

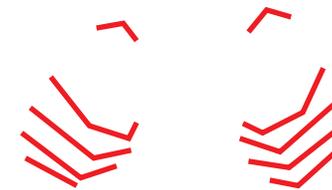


Fig. 43: Simetría de las manos, usuario mediano con prototipo 1.

Antes

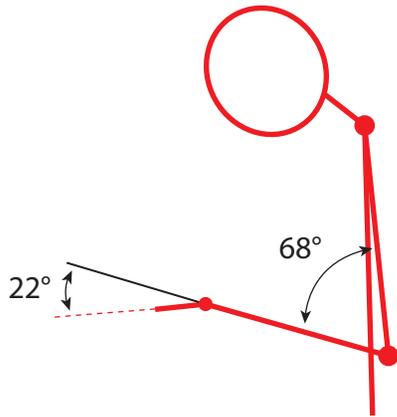


Fig. 16: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano (Flexión de muñeca).

Después

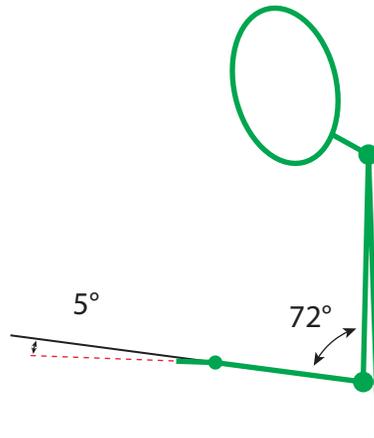


Fig. 41: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

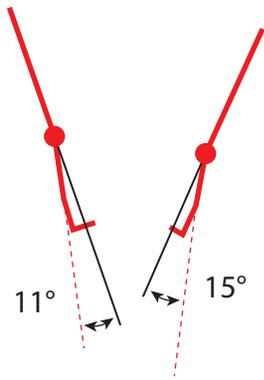


Fig. 17: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano (Dorsiflexión).

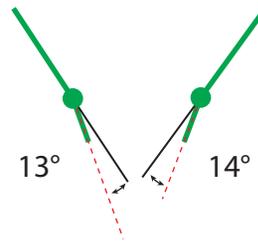


Fig. 42: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 1 (Dorsiflexión).

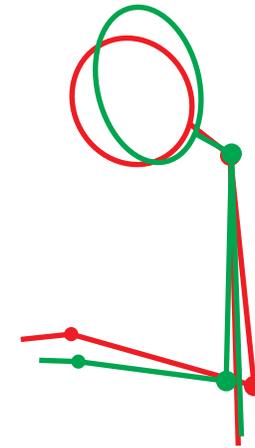


Fig. 44: Comparación de ángulos de desviación de la posición neutra de usuario mediano entre el uso de prototipo 1 y sin accesorio (Flexión de muñeca (arriba), Dorsiflexión (abajo)).

Pruebas del prototipo con el usuario de manos grandes (18 pulgadas).

En esta prueba se puede apreciar una reducción de 12° (desde 18° a 6°) en flexión de muñeca, lo que nos acerca de gran manera a la posición de menor esfuerzo, la posición neutra.

El usuario no presenta un gran cambio en la dorsiflexión.

La reducción en la desviación de las articulaciones reduce de gran manera el riesgo a sufrir de dolencias articulares por el continuo uso del smartphone. Gracias a los mangos ergonómicos el usuario puede disfrutar de mejor forma al jugar videojuegos en su smartphone.

Lamentablemente, según lo comentado por el usuario de manos grandes, el smartphone se suelta fácilmente de los agarres y la forma de la superficie inferior no permite al usuario ajustar la posición de las manos para llegar a a posición cómoda en la dorsiflexión.

Fig. 45: Fotos de usuario grande utilizando un smartphone con prototipo 1 (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

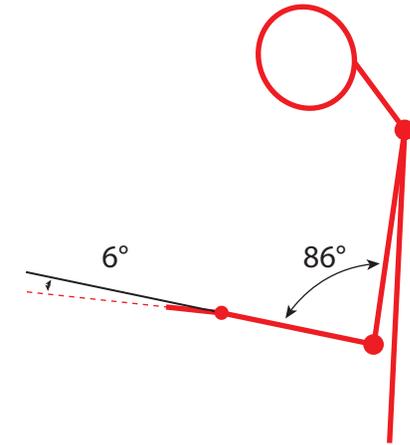
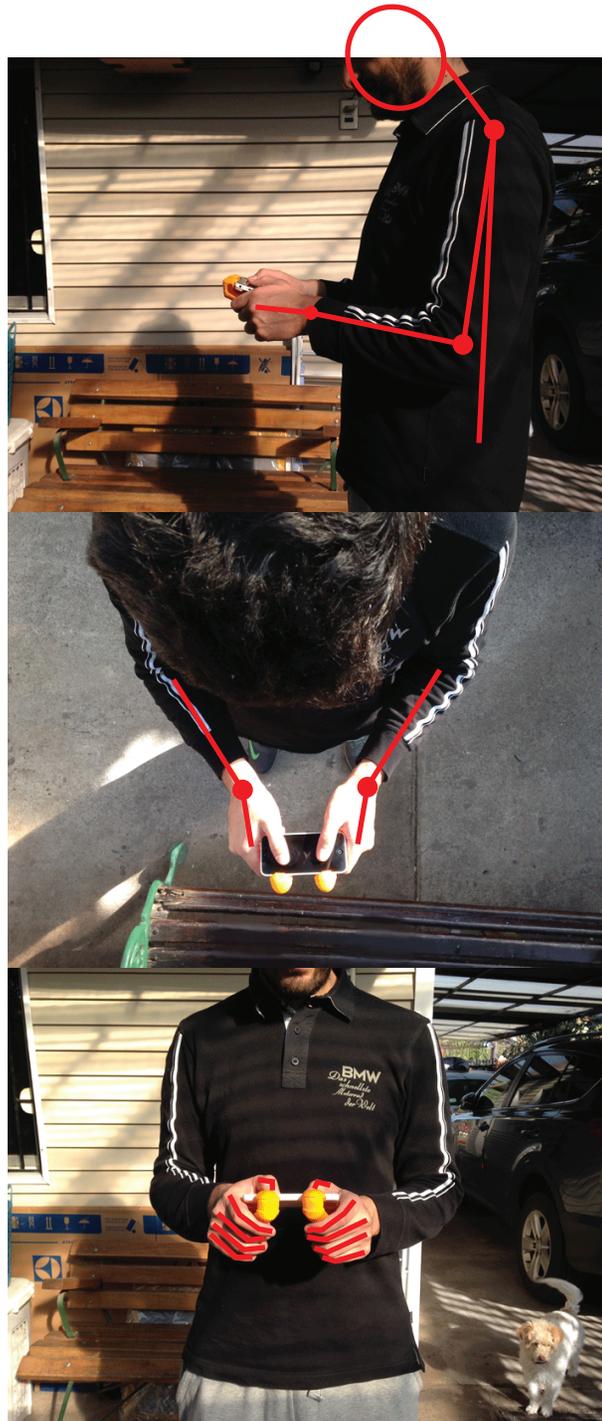


Fig. 46: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

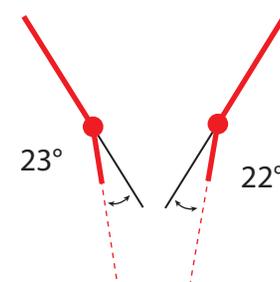


Fig. 47: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 1 (Dorsiflexión).

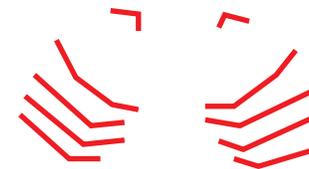


Fig. 48: Simetría de las manos, usuario grande con prototipo 1.

Antes

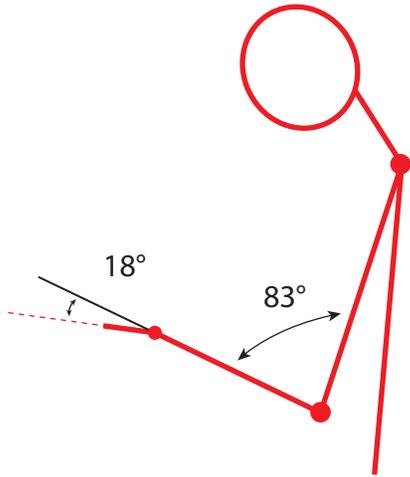


Fig. 20: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande (Flexión de muñeca).

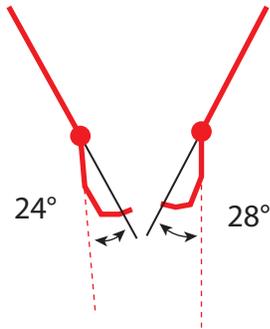


Fig. 21: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande (Dorsiflexión).

Después

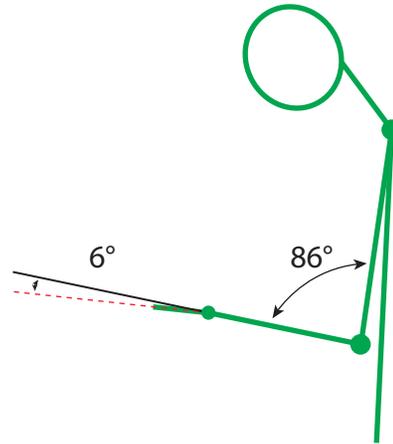


Fig. 46: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

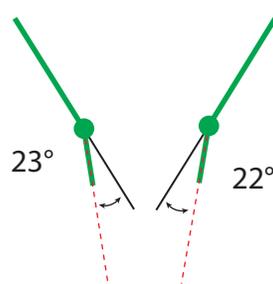


Fig. 42: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 1 (Dorsiflexión).

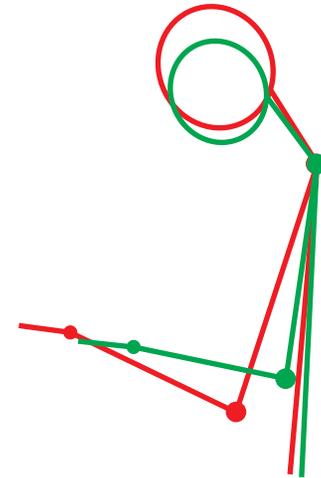


Fig. 49: Comparación de ángulos de desviación de la posición neutra de usuario grande entre el uso de prototipo 1 y sin accesorio (Flexión de muñeca (arriba), Dorsiflexión (abajo)).

Objetivos Ergonómicos	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser cómodo	No debe exigirle más que el mínimo esfuerzo a las articulaciones de los brazos y manos.	<p>Reduce enormemente el ángulo de flexión de muñeca en todos los casos, en caso de dorsiflexión, disminuye en mayor medida en los usuarios pequeño, en los usuarios mediano y grande se mantiene.</p> <p>La curvatura inferior no es continua, por lo que causa un pequeño malestar.</p>
	Debe ser liviano	Cada mango pesa 16gr, en total 32gr. (más de 4 veces más ligero que la competencia)
Debe ser de un tamaño apropiado para un conjunto de usuarios	Debe ocupar el menor volumen posible cuando no está en uso(depende de la elasticidad y plasticidad del material).	Las dimensiones fuera de uso son de 155x65x30mm (18,8% más pequeña que la competencia)
	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	Solo cuenta con 2 piezas, sin ensamble requerido
	Debe ser de un tamaño que no exija demasiado esfuerzo al tomarlo(si es muy pequeño puede causar daño en los ligamentos entre las falanges)(si es demasiado grande puede resvalarse de las manos).	Gracias a ser una estructura larga, pero delgada, permite que tanto el usuario pequeño cómo grande disfruten del producto sin problema.

Fig. 50: Tabla de resultados de objetivos Ergonómicos, Prototipo 1.

Crear la curvatura inferior continua que reemplaze la esquina que interrumpe la posición cómoda que podría adoptar el usuario, gracias a este cambio el usuario podría ajustar las manos a lo largo del mango para lograr una posición que le sea agradable sin problemas.

Objetivos Funcionales	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser firme	El sistema de agarre del smartphone debe ser confiable(dar la sensación que no se resvalará de las manos).	Los mangos tienen poca superficie de contacto(30mm) con el smartphone, por lo que el usuario siente que es poco firme.
Debe ser cómodo	No debe exigirle más que el mínimo esfuerzo a las articulaciones de los brazos y manos.	Reduce enormemente el ángulo de flexión de muñeca en todos los casos, en caso de dorsiflexión, disminuye en mayor medida en los usuarios pequeño, en los usuarios mediano y grande se mantiene. La curvatura inferior no es continua, por lo que causa un pequeño malestar.
	No debe causar molestias en las superficies que tienen contacto con la piel del usuario.	La superficie no produce molestia alguna.
Debe ser portátil	Debe ocupar el menor volumen posible cuando no está en uso(depende de la elasticidad y plasticidad del material).	Las dimensiones fuera de uso son de 155x65x30mm (18,8% más pequeña que la competencia)
Debe ser simple	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	Solo cuenta con 2 piezas, sin ensamble requerido

Fig. 51: Tabla de resultados de objetivos Funcionales, Prototipo 1.

Crear la curvatura inferior continua que reemplaza la esquina que interrumpe la posición cómoda que podría adoptar el usuario, gracias a este cambio el usuario podría ajustar las manos a lo largo del mango para lograr una posición que le sea agradable sin problemas.

Agregar 5 mm de superficie en la sección que sujeta el smartphone y una costilla estructural en la sección del mango que hace flexión, para que el agarre al smartphone sea más fuerte al ser menos flexible y tener mayor superficie de contacto.

Objetivos Funcionales	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser de fácil fabricación.	Disminuir la cantidad de operaciones de fabricación.	Gracias a la impresión 3D no es necesario dimensionar el material ni preparar moldes para la fabricación.
	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	Solo cuenta con 2 piezas, sin ensamble requerido.
	Elegir un material común de fácil adquisición.	Gracias a la elección de plástico ABS, se puede replicar el proyecto con facilidad ya que es uno de los filamentos más comunes para impresión 3D.
	Lograr un diseño para factura con impresión 3D.	Gracias a la forma hueca del diseño ni pestañas que debilitan la estructura, la impresión 3D no requiere de piezas extra ni grandes cantidades de soporte, adicionalmente la dirección de impresión mejora la flexibilidad del agarre para smartphones.

Fig. 52: Continuación tabla de resultados de objetivos Funcionales, Prototipo 1.

Objetivos Formales	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser seguro	No debe producir lesiones en las manos.	No produce lesiones.
Debe ser atractivo como accesorio para smartphones	Debe ser llamativo.	Es llamativo ya que se trata de un producto poco común en Chile.
	Debe "combinar" con los smartphones de los usuarios.	Gracias a la versatilidad del material ABS se puede producir de variados colores.
Debe ser clara su función	Debe tener una forma que invite a tomarlo con las manos.	Si bien tiene una forma de mango y se entiende su uso, es un producto poco conocido por el público general.
	Debe ser fácil para el usuario anexarlo a su dispositivo smartphone.	Es fácil de anexar el smartphone a los mangos.

Fig. 53: Tabla de resultados de objetivos Formales, Prototipo 1.

Para lograr que el usuario entienda la función de un producto nuevo es necesario informarlo desde fuentes externas al producto.

Prototipo 2

Prototipo 2

Prototipo basado en el feedback y análisis de la versión 1.

Estructura hueca que permite la flexión de ambas "tenazas" con el objetivo de asegurar en una posición fija el smartphone del usuario, gracias a la flexibilidad del plástico ABS será posible que sujete desde smartphones pequeños a celulares phablet(los llamados plus).

Esta versión presenta 5mm más de superficie de agarre de smartphone.

Tiene una costillas estructural en el lugar que flexiona, con el objetivo de ser ligeramente menos flexible, de esta manera sujetar el smartphone del usuario con más fuerza.

La superficie inferior se ha suavizado para generar una curva continua, de esta manera permitir a usuarios con manos de distinto tamaño a poder sujetar el mango de la forma que más les acomode.

Presenta indicadores de posición que muestran al usuario que mango pertenece al costado izquierdo y cual al derecho.(con la codificación propia de accesorios tecnológicos como lo son los audífonos, L(left-izquierda) y R(right-derecha)).

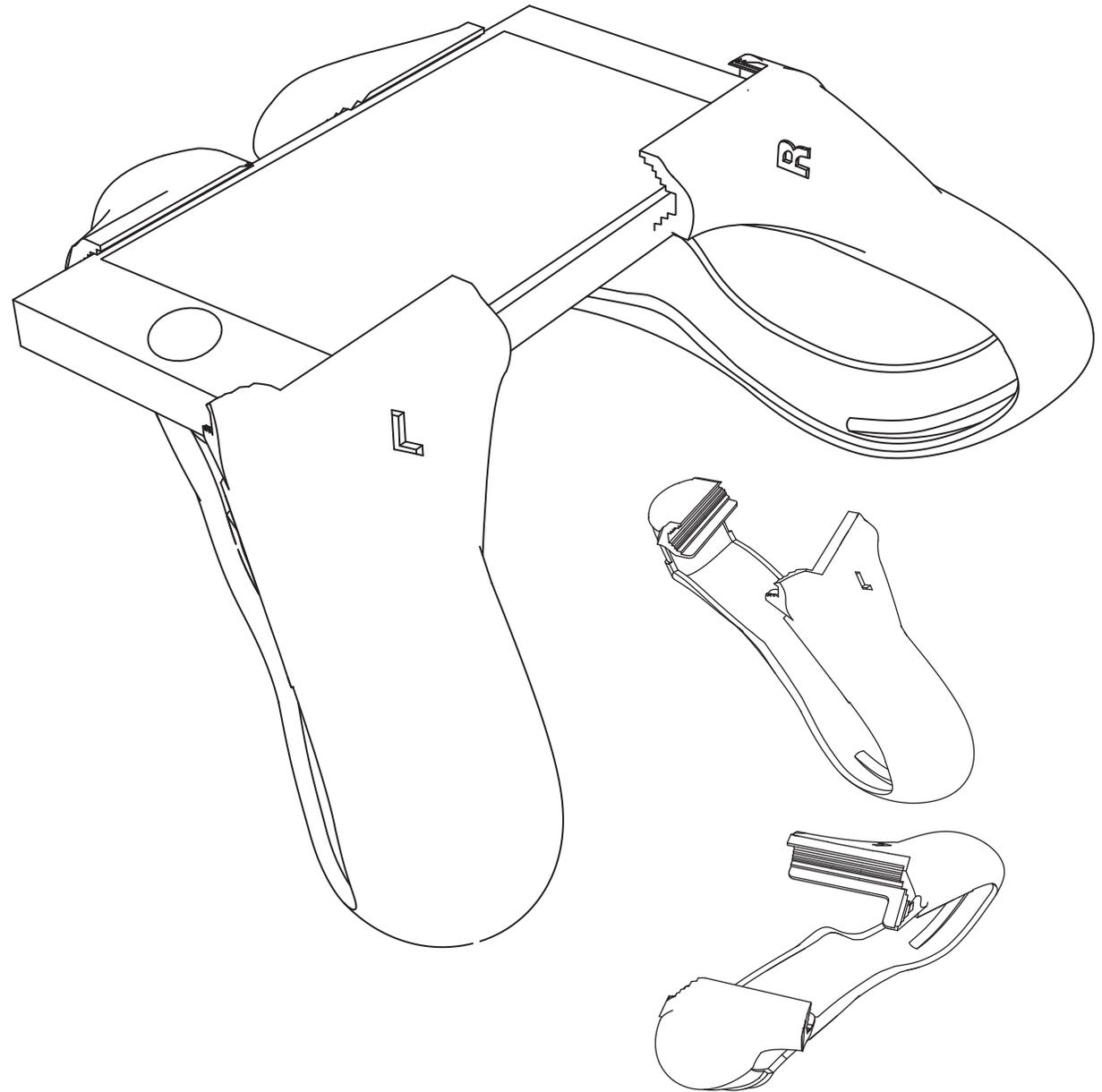


Fig. 54: Prototipo 2.

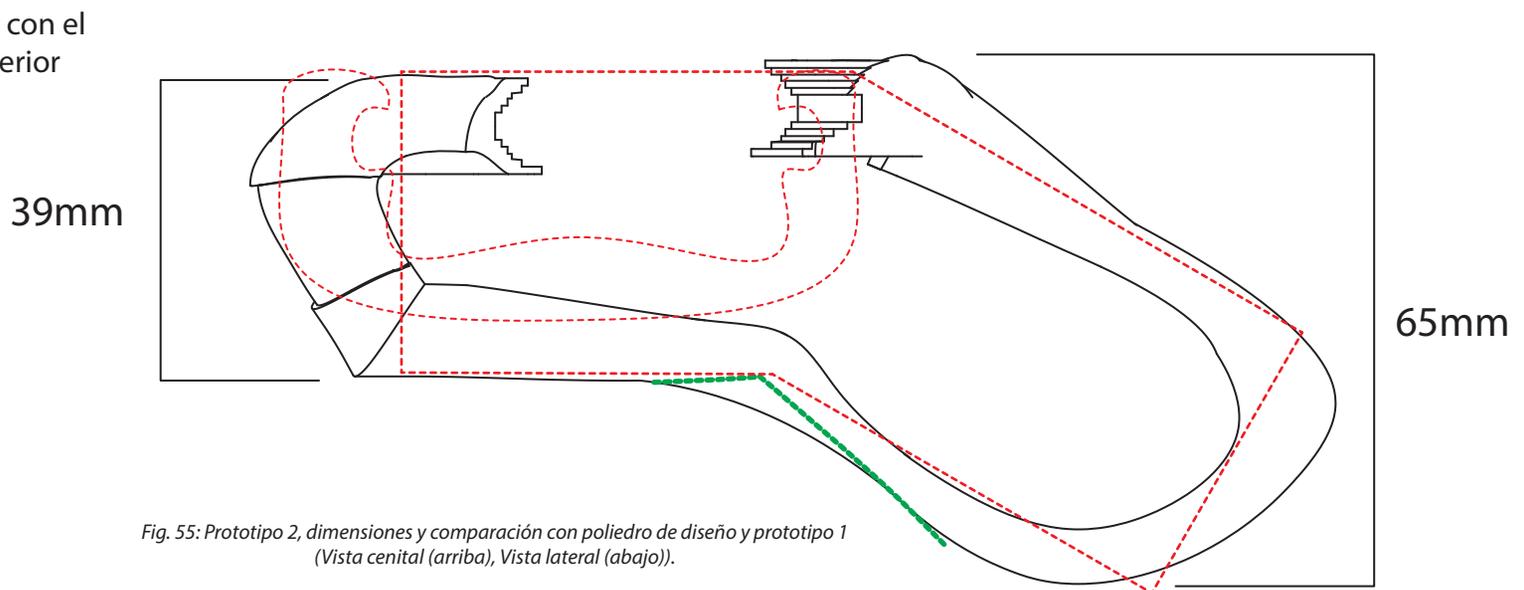
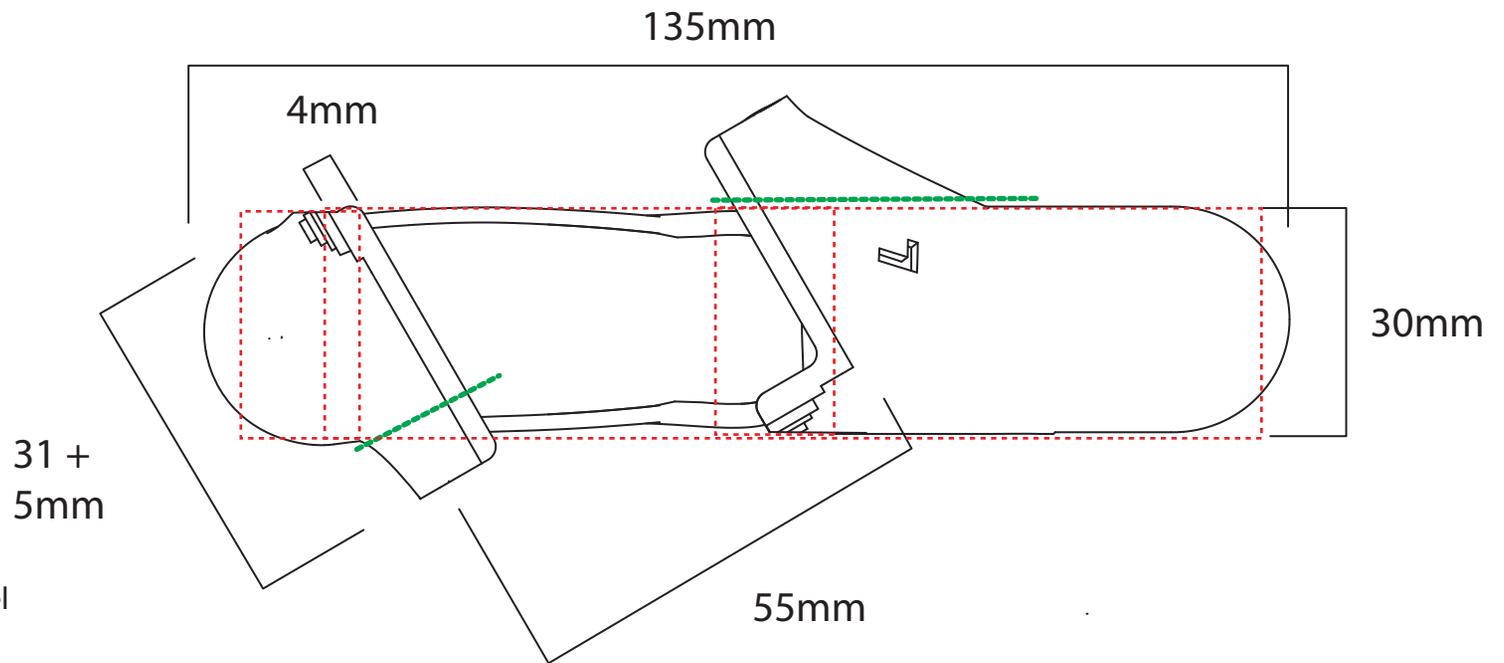


Fig. 55: Prototipo 2, dimensiones y comparación con poliedro de diseño y prototipo 1 (Vista cenital (arriba), Vista lateral (abajo)).

Prueba del prototipo 2 con el usuario de manos pequeñas (14 pulgadas).

En esta prueba se puede apreciar una reducción de 1° (desde 6° a 5°) en flexión de muñeca, lo que nos acerca más que la versión anterior a la posición de menor esfuerzo, la posición neutra.

Presenta una reducción de 1° y 5° (desde 4° a 3° mano izquierda, desde 10° a 5° mano derecha) lo que nos acerca a la posición neutra en dorsiflexión aún más que la versión anterior.

La reducción en la desviación de las articulaciones reduce de gran manera el riesgo a sufrir de dolencias articulares por el continuo uso del smartphone. Gracias a los mangos ergonómicos el usuario puede disfrutar de mejor forma al jugar videojuegos en su smartphone.

El usuario puede disfrutar cómodamente de la experiencia ya que la curvatura continua inferior le permite adaptarse. El agarre al smartphone también es más firme, por lo que el usuario no siente que el smartphone se caerá.

Fig. 56: Fotos de usuario pequeño utilizando un smartphone con prototipo 2 (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

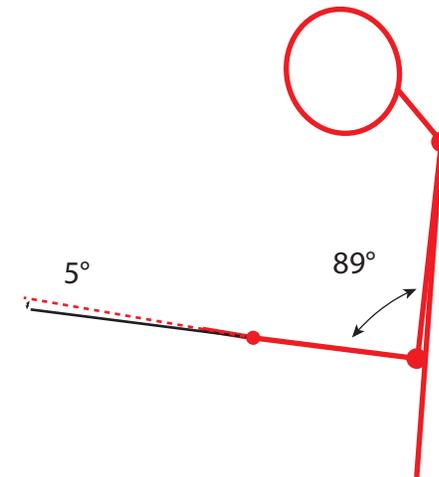


Fig. 57: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 2 (Flexión de muñeca).

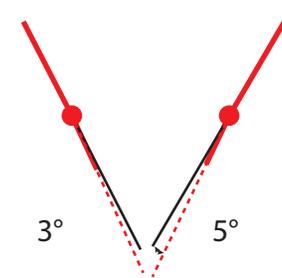


Fig. 58: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 2 (Dorsiflexión).

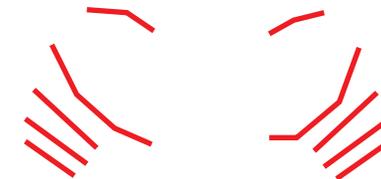


Fig. 59: Simetría de las manos, usuario pequeño con prototipo 2.

Antes

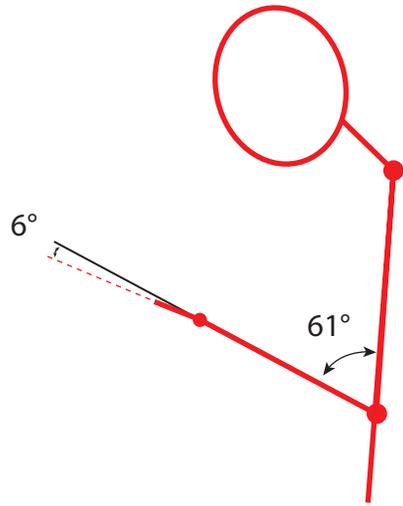


Fig. 36: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

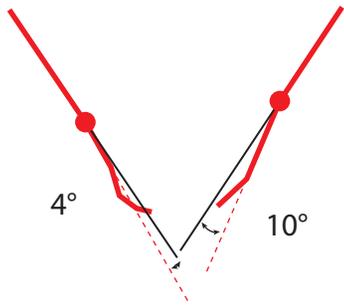


Fig. 37: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 1 (Dorsiflexión).

Después

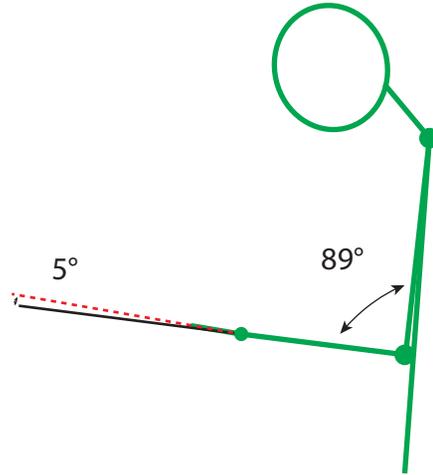


Fig. 57: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 2 (Flexión de muñeca).

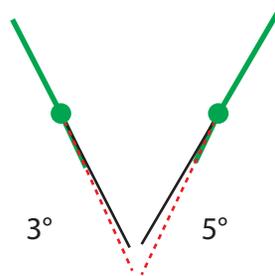


Fig. 58: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario pequeño con prototipo 2 (Dorsiflexión).

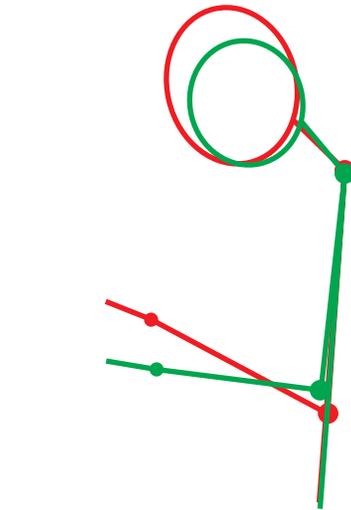


Fig. 60: Comparación de ángulos de desviación de la posición neutra de usuario pequeño entre el uso de prototipo 2 y prototipo 1 (Flexión de muñeca (arriba), Dorsiflexión (abajo)).

Prueba del prototipo 2 con el usuario de manos medianas (16 pulgadas).

En esta prueba se puede apreciar una reducción de 1° (desde 6° a 5°) en flexión de muñeca, lo que nos acerca más que la versión anterior a la posición de menor esfuerzo, la posición neutra.

Presenta una reducción de 6° y 5° (desde 13° a 7° mano izquierda, desde 14° a 9° mano derecha) lo que nos acerca a la posición neutra en dorsiflexión, a diferencia de la versión anterior cuyo cambio era negligible.

La reducción en la desviación de las articulaciones reduce de gran manera el riesgo a sufrir de dolencias articulares por el continuo uso del smartphone. Gracias a los mangos ergonómicos el usuario puede disfrutar de mejor forma al jugar videojuegos en su smartphone.

El usuario puede disfrutar cómodamente de la experiencia ya que la curvatura continua inferior le permite adaptarse. El agarre al smartphone también es más firme, por lo que el usuario no siente que el smartphone se caerá.

Fig. 61: Fotos de usuario mediano utilizando un smartphone con prototipo 2 (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

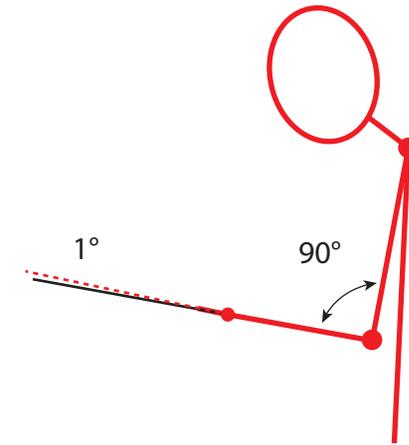


Fig. 62: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 2 (Flexión de muñeca).

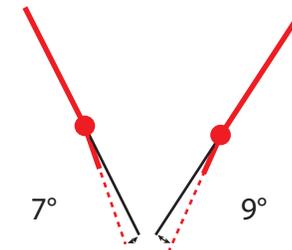


Fig. 63: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 2 (Dorsiflexión).

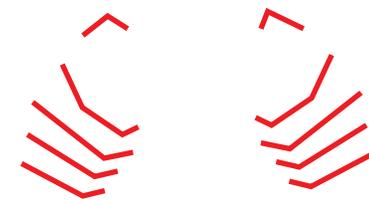


Fig. 64: Simetría de las manos, usuario mediano con prototipo 2.

Antes

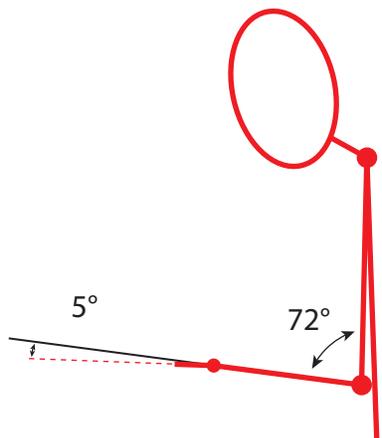


Fig. 41: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

Después

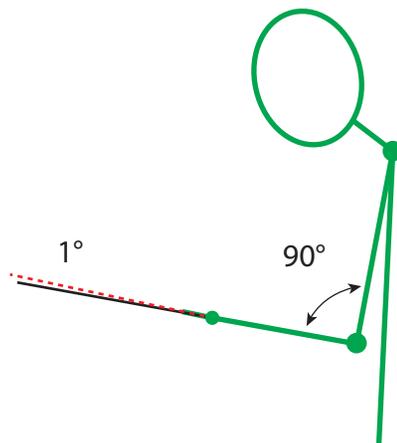


Fig. 62: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 2 (Flexión de muñeca).

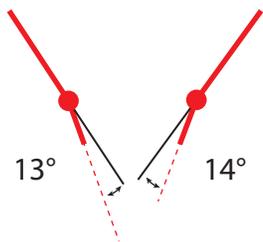
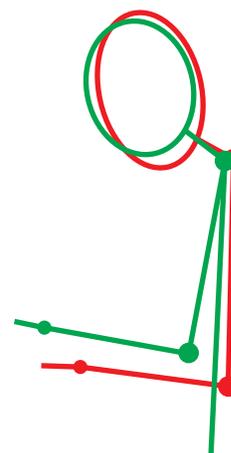


Fig. 42: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 1 (Dorsiflexión).

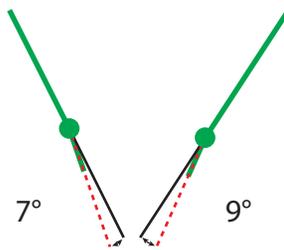


Fig. 63: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario mediano con prototipo 2 (Dorsiflexión).

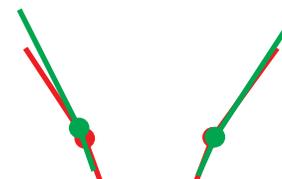


Fig. 65: Comparación de ángulos de desviación de la posición neutra de usuario mediano entre el uso de prototipo 2 y prototipo 1 (Flexión de muñeca (arriba), Dorsiflexión (abajo)).

Prueba del prototipo 2 con el usuario de manos grandes (18 pulgadas).

En esta prueba se puede apreciar una reducción de 2° (desde 6° a 4°) en flexión de muñeca, lo que nos acerca más que la versión anterior a la posición de menor esfuerzo, la posición neutra.

Presenta una reducción de 11° y 14° (desde 23° a 12° mano izquierda, desde 22° a 8° mano derecha) lo que nos acerca a la posición neutra en dorsiflexión, a diferencia de la versión anterior cuyo cambio era negligible.

La reducción en la desviación de las articulaciones reduce de gran manera el riesgo a sufrir de dolencias articulares por el continuo uso del smartphone. Gracias a los mangos ergonómicos el usuario puede disfrutar de mejor forma al jugar videojuegos en su smartphone.

El usuario puede disfrutar cómodamente de la experiencia ya que la curvatura continua inferior le permite adaptarse. El agarre al smartphone también es más firme, por lo que el usuario no siente que el smartphone se caerá.

Fig. 66: Fotos de usuario grande utilizando un smartphone con prototipo 2 (perfil (arriba), cenital (medio), frontal (abajo)).

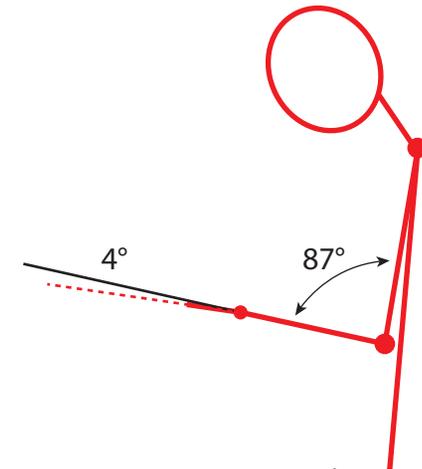
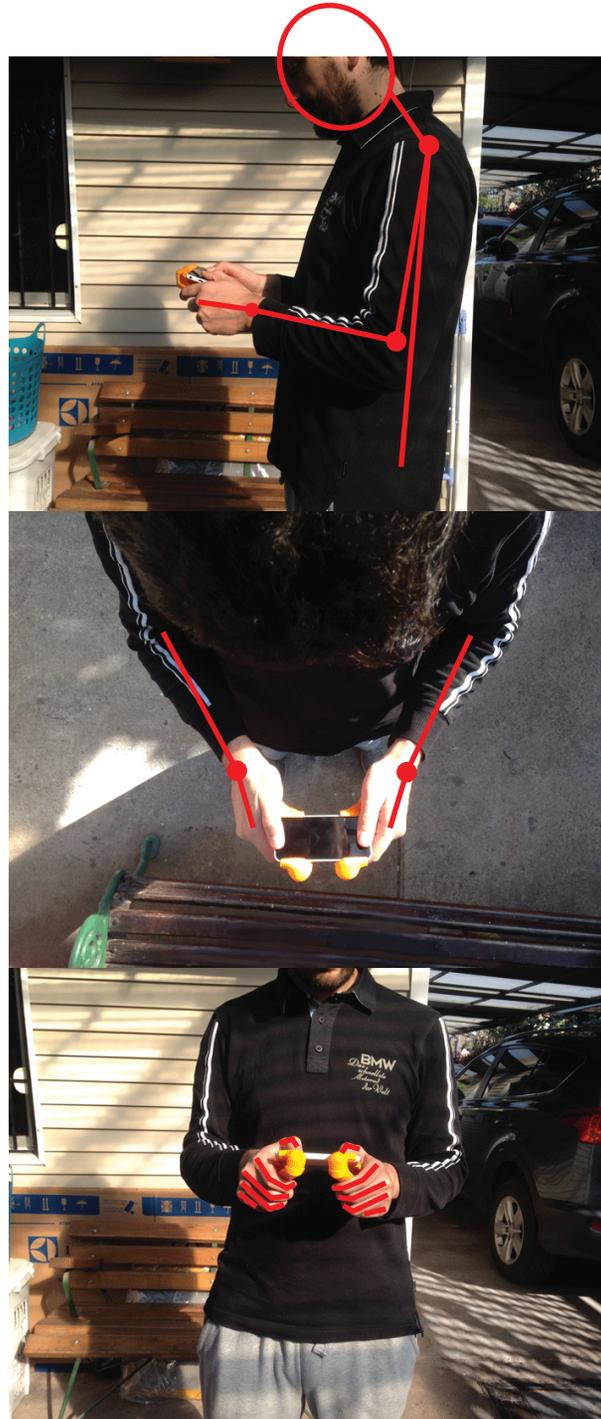


Fig. 67: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 2 (Flexión de muñeca).

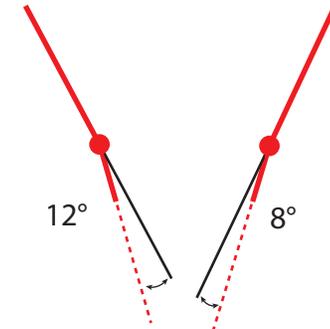


Fig. 68: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 2 (Dorsiflexión).

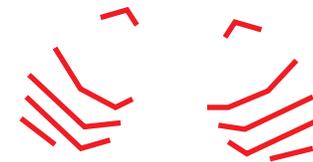


Fig. 69: Simetría de las manos, usuario grande con prototipo 2.

Antes

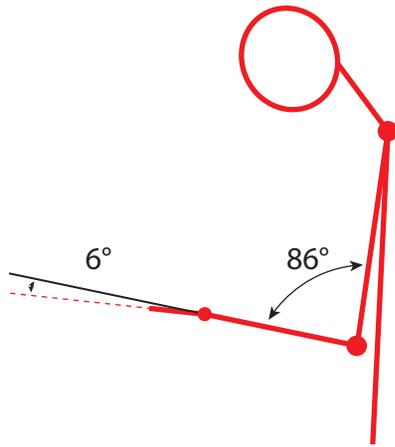


Fig. 46: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 1 (Flexión de muñeca).

Después

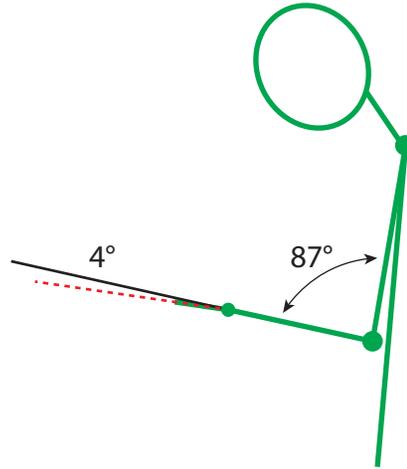


Fig. 67: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 2 (Flexión de muñeca).

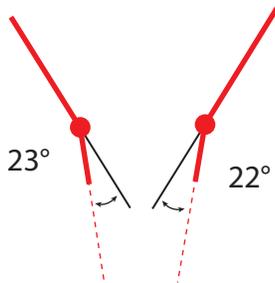


Fig. 47: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 1 (Dorsiflexión).

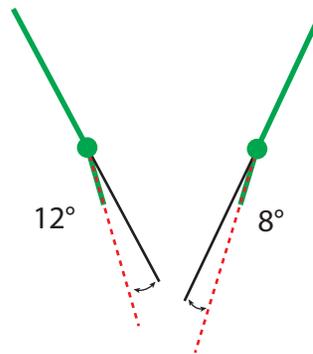


Fig. 68: Ángulo de desviación de la posición neutra de usuario grande con prototipo 2 (Dorsiflexión).

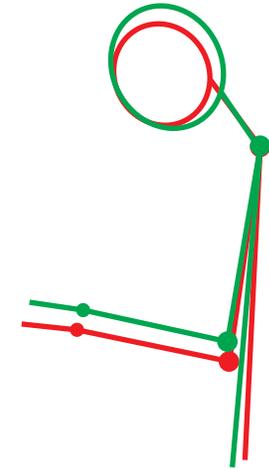


Fig. 70: Comparación de ángulos de desviación de la posición neutra de usuario grande entre el uso de prototipo 2 y prototipo 1 (Flexión de muñeca (arriba), Dorsiflexión (abajo)).

Objetivos Ergonómicos	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser cómodo	No debe exigirle más que el mínimo esfuerzo a las articulaciones de los brazos y manos.	Gracias a la corrección de la curvatura inferior mejoró ligeramente el ángulo de flexión de muñeca y ángulo de dorsiflexión.
	Debe ser liviano	Cada mango pesa 18gr, en total 36gr. (4 veces más ligero que la competencia)
Debe ser de un tamaño apropiado para un conjunto de usuarios	Debe ocupar el menor volumen posible cuando no está en uso(depende de la elasticidad y plasticidad del material).	Las dimensiones fuera de uso son de 155x65x30mm (18,8% más pequeña que la competencia)
	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	Solo cuenta con 2 piezas, sin ensamble requerido
	Debe ser de un tamaño que no exija demasiado esfuerzo al tomarlo(si es muy pequeño puede causar daño en los ligamentos entre las falanges)(si es demasiado grande puede resvalarse de las manos).	Gracias a ser una estructura larga, pero delgada, permite que tanto el usuario pequeño cómo grande disfruten del producto sin problema.

Fig. 71: Tabla de resultados de objetivos Ergonómicos, Prototipo 2.

Objetivos Funcionales	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser firme	El sistema de agarre del smartphone debe ser confiable(dar la sensación que no se resvalará de las manos).	Con mayor superficie de contacto con smartphone y costilla estructural que mejora el agarre al smartphone, aumenta la confianza con el producto al ser más firme.
Debe ser cómodo	No debe exigirle más que el mínimo esfuerzo a las articulaciones de los brazos y manos.	Gracias a la corrección de la curvatura inferior mejoró ligeramente el ángulo de flexión de muñeca y ángulo de dorsiflexión.
	No debe causar molestias en las superficies que tienen contacto con la piel del usuario.	La superficie no produce molestia alguna.
Debe ser portátil	Debe ocupar el menor volumen posible cuando no está en uso(depende de la elasticidad y plasticidad del material).	Las dimensiones fuera de uso son de 155x65x36mm (11,5% más pequeña que la competencia)
Debe ser simple	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	Solo cuenta con 2 piezas, sin ensamble requerido

Fig. 72: Tabla de resultados de objetivos Funcionales, Prototipo 2.

Objetivos Funcionales	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser de fácil fabricación.	Disminuir la cantidad de operaciones de fabricación.	Gracias a la impresión 3D no es necesario dimensionar el material ni preparar moldes para la fabricación.
	Debe contar con pocas piezas, menos es mejor.	Solo cuenta con 2 piezas, sin ensamble requerido.
	Elegir un material común de fácil adquisición.	Gracias a la elección de plástico ABS, se puede replicar el proyecto con facilidad ya que es uno de los filamentos más comunes para impresión 3D.
	Lograr un diseño para factura con impresión 3D.	Gracias a la forma hueca del diseño ni pestañas que debilitan la estructura, la impresión 3D no requiere de piezas extra ni grandes cantidades de soporte, adicionalmente la dirección de impresión mejora la flexibilidad del agarre para smartphones.

Fig. 73: Continuación tabla de resultados de objetivos Funcionales, Prototipo 2.

Objetivos Formales	Sub-objetivo	Resultados
Debe ser seguro	No debe producir lesiones en las manos.	No produce lesiones.
Debe ser atractivo como accesorio para smartphones	Debe ser llamativo.	Es llamativo ya que se trata de un producto poco común en Chile.
	Debe "combinar" con los smartphones de los usuarios.	Gracias a la versatilidad del material ABS se puede producir de variados colores.
Debe ser clara su función	Debe tener una forma que invite a tomarlo con las manos.	Si bien tiene una forma de mango y se entiende su uso, es un producto poco conocido por el público general.
	Debe ser fácil para el usuario anexarlo a su dispositivo smartphone.	Es fácil de anexar el smartphone a los mangos.

Fig. 74: Tabla de resultados de objetivos Formales, Prototipo 2.

Conclusión

El proyecto ha demostrado ser exitoso ergonómicamente, ha generado la reducción de los ángulos de flexión que estresan las articulaciones superiores, ser firme y confiable para el usuario y ser más ligero y pequeño que la competencia.

Se han logrado los objetivos propuestos, los mangos han logrado mejorar la ergonomía, y por extensión la comodidad de la experiencia de juego en smartphone.

Se ha logrado una fabricación eficiente, en lo que a impresión 3D respecta, la firmeza de la pieza es adecuada y la flexibilidad del material permite la funcionalidad de sus partes, adicionalmente, gracias a la tecnología de impresión 3D, se pueden modificar las dimensiones para permitir la adaptación a usuarios con necesidades especiales o cuyas manos sean más grandes o pequeñas que las que abarca el proyecto.



Presentación del producto

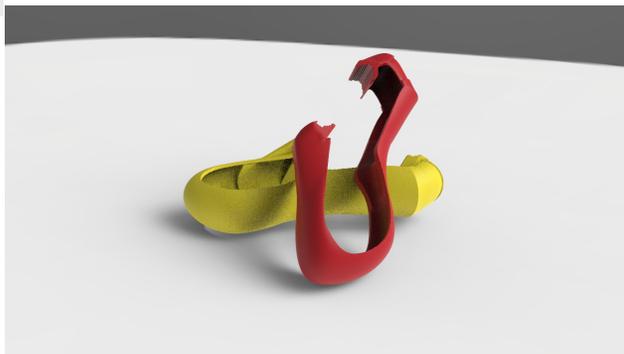
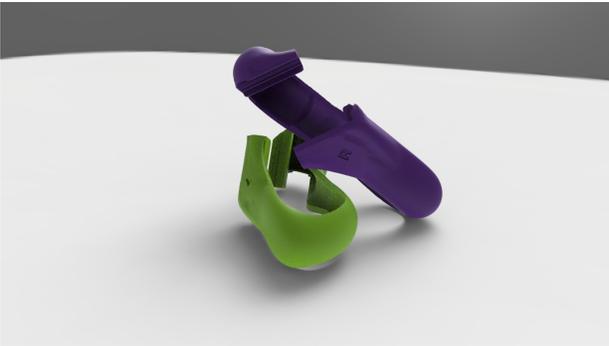
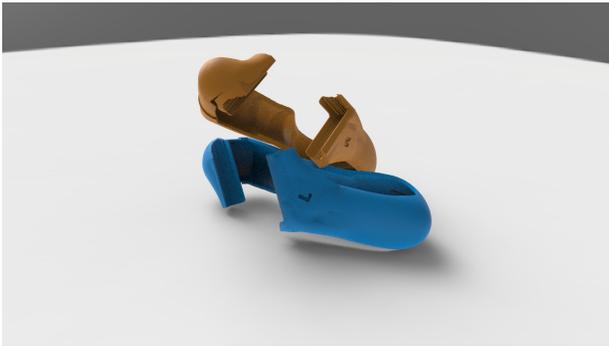


Fig. 75: Renders de Ergo Grip, distintos colores de plástico (Keyshot).

Ergo Grip

Mangos ergonómicos que mejoran la experiencia de jugar videojuegos en smartphone, gracias a este producto se puede evitar dolencias articulares a corto y largo plazo, sus manos lo van a agradecer.

DIMENSIONES

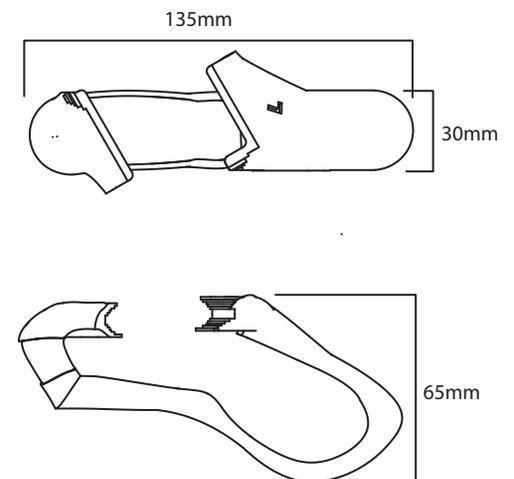


Fig. 76: Dimensiones generales del producto.

Utilizando la tecnología de extrusión de plástico de impresora 3D Makerbot 2X, es fabricado el producto, aprovechando la flexibilidad del plástico ABS es posible ajustar distintos tamaños de smartphone, siempre y cuando no posean un grosor mayor a 10mm (con carcasas gruesas queda muy inestable el agarre).

Gracias a la tecnología de impresión 3D se pueden modificar sus características para adaptarse a usuarios que se encuentran fuera del ámbito de estudio.

Posee 2mm de espesor de material, y relleno de 15% por lo cual el producto es muy ligero (32gr, ambos mangos en conjunto).

-Es ergonómico

-Es más ligero que los otros

-Ocupa menos espacio que la competencia.

-Es duradero.

-Es llamativo.

-Es nuevo.

-Si el dispositivo móvil se calienta durante el uso, al usuario no le molesta.

-La radiación que emite el smartphone no dañará al usuario a largo plazo.

-El único problema del producto es que el usuario estará tan cómodo, que la batería se le agotará antes que las muñecas.



Fig. 77: Renders de Ergo Grip, distintos colores de plástico (Keyshot)(arriba), Foto de usuario y modo plegado (abajo).

Comercialización



Etapas 1: Maquinarario

El futuro para este producto yace en la oportunidad que ofrecen ciertos laboratorios de fabricación para producir y desarrollar un producto.

Para este caso en particular es ideal el sistema que ocupa Maquinar.io, en el cual uno postula con su creación para ser producida en sus instalaciones.

“Maquinarario se forma desde la invitación a diseñadores y creativos a participar, para que en conjunto con el equipo de Maquinarario diseñen y prototipen productos que sean replicables con máquinas de fabricación digital a nivel local. Además, a través de los planos de fabricación disponibles, los usuarios tienen la opción

de fabricarlos ellos mismos en donde sea que estén.

Maquinarario es una comunidad que reduce los intermediarios con los clientes, democratiza el diseño de autor, valora el diseño local y comercio colaborativo.” (Maquinarario, Nosotros)

Maquinarario no solo es para postular y producir el producto a nivel local, sino que también posee el valor estratégico que permite adaptar el producto a personas con necesidades especiales, con manos más pequeñas o más grandes que lo que acomoda el producto, distintos colores y detalles que podrían aumentar la capacidad de personalización pensada originalmente.



Etapa 2: Mercado de piezas a pedido, Etsy

Para continuar con la venta después de mi tiempo en Maquinario, acudiría a Etsy, plataforma por la cual se puede vender el producto directo al comprador, debido esta dinámica B2C (Business to Consumer), puedo suplir el producto personalizado (color o tamaño variados), adicionalmente para inscribirse solo se necesita US\$0,20 dólares, y la plataforma solo exige pago por pieza vendida, no por la mantención de la cuenta.

El consumidor puede hacer un pedido personalizado a su medida, de esta forma estará satisfecho con el producto y empezará a correr la voz sobre el producto en la redes.

Etsy es un mercado global de artículos únicos y creativos. Es el hogar de un [universo de artículos especiales y extraordinarios](#) que abarca desde piezas artesanales únicas hasta tesoros vintage.

En una época donde todo está cada vez más automatizado, tenemos la misión de conservar la conexión humana como centro del comercio. Por ese motivo construimos un lugar donde la creatividad late y prospera, porque es la gente quien lo impulsa y lo alimenta. Ayudamos a nuestra [comunidad de vendedores](#) a convertir sus ideas en negocios de éxito. Nuestra plataforma los conecta con [millones de compradores](#) que buscan una alternativa, algo especial con un toque humano, para esos momentos de la vida que merecen imaginación.

Fig. 78: Presentación Etsy (etsy.com/es/about).

Etapas 3: Crédito Corfo

Gracias a las ventas previas sería posible postular a un crédito Corfo, con el objetivo de poder producir el producto con mis propios recursos, poder adquirir una impresora 3D y ofrecer el servicio de adaptación al usuario del producto, para acentuar las características ergonómicas del producto.

Debido a las ventas anteriores y a los antecedentes y estudios realizados sería posible conseguir el crédito, no solo por el interés del público en el producto ergonómico, sino por el valor social que le otorga la ergonomía, ya que la entrada de este producto al mercado puede potencialmente reducir el riesgo del usuario a sufrir de dolencias.

Bibliografía

-Michelle A. Brown & I. Scott MacKenzie. (2013). Evaluating Video Game Controller Usability as Related to User Hand Size. 10 de Septiembre, de Dept. of Computer Science and Engineering York University, Toronto, Canada Sitio web: <http://www.yorku.ca/mack/mhci2013c.html>

-Emma McDonald. (2017). THE GLOBAL GAMES MARKET WILL REACH \$108.9 BILLION IN 2017 WITH MOBILE TAKING 42%. 10 de Septiembre, de Newzoo Sitio web: <https://newzoo.com/insights/articles/the-global-games-market-will-reach-108-9-billion-in-2017-with-mobile-taking-42/>

-Nick Vega. (2017). We asked a hand surgeon how to treat hand pain from texting - here's what he told us. 10 de Septiembre 2017, de Business Insider Sitio web: <http://www.businessinsider.com/texting-thumb-pain-what-it-is-and-how-to-treat-it-2017-4>

-Tapjoy. (2017). THE CHANGING FACE OF MOBILE GAMERS. 10 de Septiembre 2017, de Tapjoy Sitio web: <http://hello.tapjoy.com/rs/413-HMI-836/images/Changing%20Face%20of%20Mobile%20Gamers.pdf?alid=2418462>

-Statista. (2016). Video Game Industry - Statistics & Facts. 10 de Septiembre 2017, de Statista Sitio web: <https://www.statista.com/topics/868/video-games/>

-Statista. (2017). Mobile Gaming Industry - Statistics & Facts. 10 de Septiembre 2017, de Statista Sitio web: <https://www.statista.com/topics/1906/mobile-gaming/>

-Gareth William Young, David Murphy. (2016). Usability Testing of Video Game Controllers: A Case Study. 11 de Septiembre 2017, de ResearchGate Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/301843724_Usability_Testing_of_Video_Game_Controllers_A_Case_Study

-Ryan Dube. (2013). 5 Dangerous Gaming Injuries And How To Avoid Them. 11 de Septiembre 2017, de MakeUseOf Sitio web: <http://www.makeuseof.com/tag/5-dangerous-gaming-injuries-and-how-to-avoid-them/>

-Statista. (2016). Number of smartphone users worldwide from 2014 to 2020 (in billions). 11 de Septiembre 2017, de Statista Sitio web: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>

Bernabé Hernandis. (2008). Modelo de diseño concurrente. España: Edición Venezuela.

Julius Panero, Martin Zelnik. (1979). Human Dimension and Interior Space. New York: Whitney.