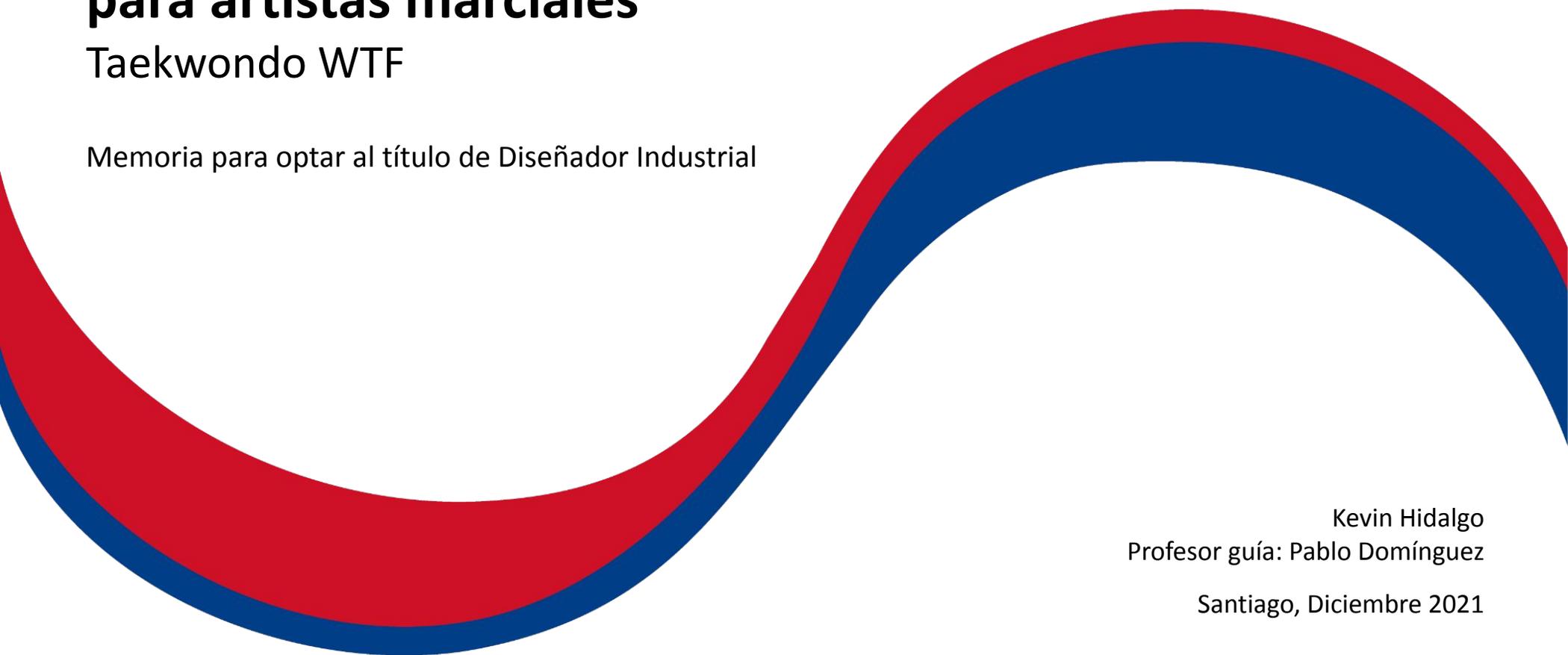




Diseño equipo de protección para artistas marciales

Taekwondo WTF

Memoria para optar al título de Diseñador Industrial



Kevin Hidalgo
Profesor guía: Pablo Domínguez

Santiago, Diciembre 2021



Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres por el amor y apoyo incondicional que siempre me han brindado a lo largo de mi vida, por las enseñanzas, los valores morales que me han dado y los buenos deseos que me brindan, lo cual hace querer volverme una mejor persona cada día.

A mi novia y su familia que me tendieron la mano brindando su apoyo, además de oportunidades para poder seguir adelante con mi proyecto, asimismo por la preocupación que comparten hacia mi persona y bienestar.

A mis amigos con los cuales puedo conversar y desahogarme de todos mis males, pese a que no entendieran muchas veces la situación, gracias por hacerme reír, aguantarme y dejarme ser como soy.

A mi profesor guía Pablo Domínguez, el cual siempre estuvo allí con apoyo y comprensión a lo largo de toda esta fase, por toda la ayuda dentro de la investigación, además de no dejarme bajar los brazos.

Al profesor de taekwondo Luis Ortiz que compartió todo su conocimiento, además de enseñarme más sobre este deporte y brindarme una gran oportunidad que sin ella tal vez el proyecto no hubiera sido posible.

Al maestro Marcel Soto el cual me abrió las puertas de su academia, me permitió tanto testear cómo comprobar mi proyecto, además de aportar con material de estudio para mi proyecto.



Abstract

El proyecto se desarrolla bajo la motivación de realizar una nueva propuesta de diseño, dentro del mundo de las protecciones de Taekwondo mediante materiales compuestos.

Dentro del mundo del Taekwondo las protecciones han tenido variadas innovaciones desde sus inicios, pero no han presentado cambios considerables y notorios, lo cual ha llevado a consecuencias negativas en el cuerpo, por las secuelas de los golpes al practicar esta disciplina. A esto se añaden las altas exigencias a nivel competitivo, llevando a mayores riesgos de salud física, si no se toman todas las medidas de protección y seguridad.

Para este proyecto se realizó una selección, eligiendo la protección denominada "peto" para trabajar a lo largo del estudio. El peto es el encargado de proteger toda la zona torácica del usuario en donde se encuentran la mayoría de órganos vitales.

Por lo cual, la investigación se basa en el desarrollo de una nueva protección torácica elaborada con materiales compuestos mediante una matriz polimérica, abordando su morfología y un nuevo sistema de sujeción a través de un estudio ergonómico, donde se busca encontrar el equilibrio entre la máxima protección y la máxima adaptación hacia el cuerpo del usuario.

Palabras claves:

Material Compuesto - Peto - Protección - Taekwondo

The project is developed under the motivation of making a new design proposal, within the world of Taekwondo protections using composite materials.

Within the world of Taekwondo, protections have had various innovations since its inception, but they have not presented considerable and noticeable changes, which has led to negative consequences on the body, due to the consequences of the blows when practicing this discipline. Added to this are the high demands on a competitive level, leading to greater physical health risks, if all protection and safety measures are not taken.

For this project a selection was made, choosing the protection called "breastplate" to work throughout the study. The breastplate is in charge of protecting the entire thoracic area of the user where most of the vital organs are found.

Therefore, the research is based on the development of a new thoracic protection made with composite materials using a polymeric matrix, addressing its morphology and a new fastening system through an ergonomic study, which seeks to find the balance between the maximum protection and maximum adaptation to the user's body.

Keywords:

Composite Material - Chestplate - Protection - Taekwondo



Índice

Capítulo I: Introducción

Introducción	11
Problemática	12
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Alcances y limitaciones	13

Capítulo II: Historia del Taekwondo

Historia	15
Edad antigua	15
Edad media	17
Edad moderna.	18
Taekwondo Kukkiwon	21
Fechas importantes	22
Orígenes del Taekwondo en Chile	23
Academia chilena de Taekwondo Kukkiwon (W.T.F)	23

Capítulo III: Reglamento y normas

Reglas de competición	25
Protecciones utilizadas actualmente	27
Áreas permitidas	28
Puntos válidos	28
Técnicas permitidas	29
Posiciones de combate	29
Técnicas de desplazamiento	30
Técnicas de bloqueo	31
Técnicas de puño	32
Técnicas de patadas	33

Técnicas de giros	35
Técnicas de saltos	36
Técnicas de combate	37
Técnicas después de un giro	38
Técnicas de corrección con la misma pierna	39
Ataques dobles con diferente pierna	40
Ataques con apoyo	41
Tiempos de contraataque	42
Traumas corporales	43
Traumas craneales	43
Traumas torácicos	43

Capítulo IV: Investigación de usuario

Usuario	45
Doyang's en la Región Metropolitana	46
Arquetipo de usuario	47

Capítulo V: Estado del arte

Estado del arte	49
Directo: Cabezales	49
Directo: Pecheras	50
Indirecto: Cabezal y pechera	52
Estudio de campo	55
Protección artesanal	56
Peto de entrenamiento	57
Ejercicios de patadas (Dollyo Chagui)	58
Disección peto de entrenamiento	59



Capítulo VI: Marco metodológico

Materiales compuestos	61
Matriz polimérica	62
Observaciones y decisiones	63
Requerimientos técnicos	65
Estudio anatómico zona torácica	66
Órganos	66
Huesos	66
Ligamentos	66
Músculos	66
Mockup protección	67
Sistema de placas	67
Moldes para placas y morfología del peto	68
Sistema de sujeción	69
Imágenes del mockup: Protección y sujeción	71
Conclusiones mockup	72
Sketches	73
Cruceta	74
Modelado 3D de la cruceta	75
Mockup protección con feedback	76
Moldes para placas y morfología del peto	77
Imágenes del mockup: Protección y sujeción	78
Conclusiones mockup con feedback	79
Probetas de relleno tipo sandwich	80
Probetas con espuma de densidad 21	81
Probetas con espuma de densidad 25	84
Probetas con espuma de densidad 30	87
Probetas con goma eva de 12 mm	90
Protección original Taekwondo	93

Ensayo absorción y dispersión de energía	94
Resultados del ensayo	95
Análisis de resultados del ensayo	96
Análisis de variables	97
Prototipo para prueba en practicantes	98
Moldes para placas y morfología del prototipo	99
Imágenes del prototipo en uso	101
Conclusiones prototipo de prueba	102

Capítulo VII: Desarrollo de la propuesta

Desarrollo de la propuesta	104
Desarrollo de las placas de fibra de vidrio	105
Desarrollo del relleno	106
Desarrollo del forro	107
Desarrollo de la cruceta impresa en 3D	108
Desarrollo del logo	109
Propuesta final	111
Imágenes de la propuesta final	112
Planimetría propuesta final	113
Planimetría propuesta final bolsillos para las placas	114
Costos de la propuesta final	117
Comparación producto actual y propuesta	118
Propuesta final en uso	119

Capítulo VIII: Conclusiones

Conclusiones	121
--------------	-----

Bibliografía	122
---------------------	------------



Lista de figuras

Figura 1: Mural en tumba	15	Figura 30: Cabezal profesional W.T.F.	49
Figura 2: Mapa de los tres reinos	16	Figura 31: Pechera antigua utilizada en el kendo	50
Figura 3: Competencia de taekkyon (subakhui)	17	Figura 32: Pechera amateur W.T.F.	50
Figura 4: Estandarte del rey de Chosun	18	Figura 33: Pechera de entrenamiento	50
Figura 5: Práctica de maestro y aprendiz	18	Figura 34: Pechera semi profesional W.T.F.	51
Figura 6: Choi Hong Hee	19	Figura 35: Pechera profesional W.T.F.	51
Figura 7: Mapa conceptual estilos Taekwondo	20	Figura 36: Pechera profesional W.T.F.	51
Figura 8: Logo del estilo W.T.F.	21	Figura 37: Ichcahuipilli y cuatepoztlí	52
Figura 9: Logo de la A.C.T.K. Chile	23	Figura 38: Armadura tanko	53
Figura 10: Ambiente de competición oficial	26	Figura 39: Armadura keiko	53
Figura 11: Zonas para puntos válidos	28	Figura 40: Armadura yoroi	54
Figura 12: Posiciones de combate	29	Figura 41: Ubicación academia Newen	55
Figura 13: Técnicas de desplazamiento	30	Figura 42: Interior de la academia Newen	55
Figura 14: Técnicas de bloqueo	31	Figura 43: Vista explosiva de la protección artesanal	56
Figura 15: Técnica de puños	32	Figura 44: Protección artesanal	56
Figura 16: Técnicas de patadas I	33	Figura 45: Protección artesanal en uso	56
Figura 17: Técnicas de patadas II	34	Figura 46: Peto de entrenamiento en uso	57
Figura 18: Técnicas con giros	35	Figura 47: Petos de entrenamiento según la talla	57
Figura 19: Técnicas en saltos	36	Figura 48: Ejercicios de patadas	58
Figura 20: Ataques en combate	37	Figura 49: Probeta diseccionada	59
Figura 21: Técnicas después de un giro	38	Figura 50: Peto diseccionado	59
Figura 22: Técnicas de corrección con la misma pierna	39	Figura 51: Disección del peto	59
Figura 23: Ataques dobles con diferente pierna	40	Figura 52: Disposición de los refuerzos	61
Figura 24: Ataques con apoyo	41	Figura 53: Compuesto laminar (I) y Compuesto Sandwich (II)	63
Figura 25: Tiempos de contrataque	42	Figura 54: Sketch muscular y óseo	66
Figura 26: Ubicación de Doyang's en RM	46	Figura 55: Sketch ajuste mockup al cuerpo	67
Figura 27: Arquetipo de usuario	47	Figura 56: Sketch peto con placas	67
Figura 28: Cabezal amateur W.T.F.	49	Figura 57: Sketch distribución de placas I	67
Figura 29: Cabezal semi profesional W.T.F.	49	Figura 58: Moldes para placas y morfología mockup	68



Figura 59: Sketch musculatura espalda	70	Figura 88: Probeta para ensayo ED25/0.90.45.-45	85
Figura 60: Sketch de sujeciones	70	Figura 89: Probeta para ensayo ED25/0.90.45.-45.-90	85
Figura 61: Mockup en uso	71	Figura 90: Probeta para ensayo ED25/0.90.45.-45.-90.-0	86
Figura 62: Mockup en pose de combate	71	Figura 91: Probeta para ensayo ED30/0.90	87
Figura 63: Sketch distribución de placas II	73	Figura 92: Probeta para ensayo ED30/0.90.45	87
Figura 64: Sketch distribución de placas III	73	Figura 93: Probeta para ensayo ED30/0.90.45.-45	88
Figura 65: Sketch distribución de placas IV	73	Figura 94: Probeta para ensayo ED30/0.90.45.-45.-90	88
Figura 66: Sketch distribución de sujeción	74	Figura 95: Probeta para ensayo ED30/0.90.45.-45.-90.-0	89
Figura 67: Sketch cruceta de sujeción I	74	Figura 96: Probeta para ensayo GE/0.90	90
Figura 68: Sketch cruceta de sujeción II	74	Figura 97: Probeta para ensayo GE/0.90.45	90
Figura 69: Perspectiva caballera modelado 3D de la cruceta	75	Figura 98: Probeta para ensayo GE/0.90.45.-45	91
Figura 70: Modelado 3D de la cruceta	75	Figura 99: Probeta para ensayo GE/0.90.45.-45.-90	91
Figura 71: Sketch mockup feedback con placas	76	Figura 100: Probeta para ensayo GE/0.90.45.-45.-90.-0	92
Figura 72: Sketch de la organización de las placas	76	Figura 101: Probeta para ensayo PT	93
Figura 73: Sketch ajuste mockup feedback al cuerpo	76	Figura 102: Fórmula matemática	94
Figura 74: Moldes para placas y morfología mockup feedback	77	Figura 103: Base de pruebas	94
Figura 75: Mockup con feedback en uso	78	Figura 104: Medidor de fuerza arduino	94
Figura 76: Mockup con feedback en pose de combate	78	Figura 105: Sketch prototipo de prueba	98
Figura 77: Primer mockup	79	Figura 106: Sketch composición prototipo de prueba	98
Figura 78: Mockup con feedback	79	Figura 107: Moldes placas y morfología prototipo de prueba	99
Figura 79: Probetas realizadas para el ensayo	80	Figura 108: Prototipo de prueba ED30/0.90.45.-45	100
Figura 80: Vista explosiva de las probetas	80	Figura 109: Prototipo de prueba ED30/0.90.45.-45.-90	100
Figura 81: Probeta para ensayo ED21/0.90	81	Figura 110: Prototipo de prueba en uso	101
Figura 82: Probeta para ensayo ED21/0.90.45	81	Figura 111: Prototipo de prueba en pose de combate	101
Figura 83: Probeta para ensayo ED21/0.90.45.-45	82	Figura 112: Prototipo de prueba seleccionado	104
Figura 84: Probeta para ensayo ED21/0.90.45.-45.-90	82	Figura 113: Mockup feedback seleccionado	104
Figura 85: Probeta para ensayo ED21/0.90.45.-45.-90.-0	83	Figura 114: Desarrollo de las placas de fibra de vidrio	105
Figura 86: Probeta para ensayo ED25/0.90	84	Figura 115: Desarrollo del relleno	106
Figura 87: Probeta para ensayo ED25/0.90.45	84	Figura 116: Desarrollo del forro	107



Figura 117: Desarrollo de la cruceta	108
Figura 118: Logo del producto	109
Figura 119: Referentes minimalistas	110
Figura 120: Referentes tradicionales	110
Figura 121: Producto final	112
Figura 122: Detalles del producto final	112
Figura 123: Planimetría propuesta final	113
Figura 124: Planimetría propuesta final bolsillos placas I	114
Figura 125: Planimetría propuesta final bolsillos placas II	115
Figura 126: Planimetría propuesta final bolsillos placas III	116
Figura 127: Producto actual en uso	118
Figura 128: Propuesta final en uso	118
Figura 129: Propuesta final en pose de combate	119



Lista de tablas

Tabla 1: Protecciones actuales	27
Tabla 2: Medidas del ejercicio de patadas	58
Tabla 3: Resultados del ensayo de las probetas	95
Tabla 4: Análisis de variables de las probetas	97
Tabla 5: Cuadro de costos de la propuesta final	117





CAPÍTULO I

Introducción

Introducción

Desde el comienzo de las tribus, dentro de la historia humana el hombre ha tenido que crear armas o movimientos para la defensa propia y protección de otros a quienes les importa esté. Debido a esta ideología surgieron las artes marciales en la antigüedad y han seguido evolucionando con el tiempo e inclusive hoy siguen dicha evolución.

Los materiales compuestos han llegado a un punto tan avanzado que hoy en día la utilización y aplicaciones para esta materia es demasiado amplia, ya que se puede utilizar dentro de campos laborales específicos (industria automotriz) o para el uso de artefactos cotidianos (muebles) o inclusive trabajos que requieran de una precisión milimétrica (reloj de muñeca).

Es con base en estos hechos que se presenta la oportunidad de diseño dentro del campo deportivo catalogado como de pleno contacto, para ser más específicos dentro del mundo del Taekwondo estilo WTF. Un deporte el cual presenta una cantidad de técnicas y golpes por parte de los practicantes de gran poder destructivo hacia el cuerpo humano mediante los órganos vitales, por lo que requiere un equipamiento muy específico y sofisticado, el cual permita tanto la movilidad del usuario como la protección hacia dichos órganos vitales.



Problemática

Hoy en día el Taekwondo es una de las artes marciales milenarias más practicadas del mundo, *“Con presencia activa en 206 países del mundo, el Taekwondo sigue liderando el listado de las artes marciales más practicadas en el planeta”* (F. Keller, 2016).

Como ya se menciona en la cita el estilo predilecto para esta disciplina es el de la WTF (World Taekwondo Federation), el cual tiene su sede en la ciudad de Seúl (Corea del Sur), dicho estilo también se puede contemplar en los juegos olímpicos debido a que esta federación es reconocida por ellos, por consecuencia además de poseer una abundante tradición en lo que respecta al arte marcial por sí misma, también posee un reglamento como deporte; por ende se debe cumplir con ciertos parámetros al momento de ser realizado contra compañeros u oponentes de manera profesional (tales como: conductas, equipo de protección, faltas físicas, etc..).

Es dentro de estos parámetros reglamentarios mencionados donde aparece la oportunidad de diseño, la cual se centra en el equipo de protección de este deporte, ya que cuenta con una gran cantidad de implementos al momento de ser realizado en pos del bienestar de los practicantes, ya sea en una práctica como en competición, sin embargo, se deduce que al poseer tantos implementos al mismo tiempo situados en distintas zonas del cuerpo esto debe producir una incomodidad (en especial para la zona torácica y craneal), puesto que el protector además de resguardar debe permitir un movimiento fluido para el cuerpo y debe poseer una morfología que permita el lanzamiento de patadas que es una de las bases de este deporte o disciplina tan popular.

Tras realizar una encuesta a Luis O. (maestro 4to Dan del estilo WTF) se obtuvo una idea mucho más clara y además puntos a tomar en cuenta sobre las protecciones.

- Con el tiempo los practicantes se acostumbran a las protecciones, por lo que al comienzo siempre se experimentan alguna incomodidad dentro del combate para lograr este “acostumbramiento” y en las prácticas con compañeros se utiliza todo el equipamiento.
- El peto es una de las protecciones más importantes, ya que protege las zonas vitales del competidor y del contrincante.
- El cabezal es otra protección relevante, sin embargo, este da la impresión de una mayor protección de la que en realidad entrega.

Por lo tanto, como se mencionó previamente el foco de esta oportunidad de diseño serán las protecciones definidas en el Taekwondo como “peto” y “cabezal”, ya que son las piezas más importantes dentro de este ámbito. Para poder hacer dichas propuestas se buscará mediante el levantamiento de información y prototipado en el campo de los materiales compuestos, tomando como referentes las armaduras asiáticas de guerra confeccionadas en la antigüedad.



Objetivos

Objetivo general:

Diseñar protección torácica para practicantes de Taekwondo basándose en un estudio ergonómico y en la utilización de materiales compuestos para permitir una mayor protección del practicante.

Objetivos específicos:

- Levantamiento de información etnográfico, bibliográfico y visual del Taekwondo analizando los factores tradicionales para hacer una propuesta mucho más práctica.
- Analizar con métodos ergonómicos las zonas vulnerables que reciben más daño en el cuerpo del practicante y que necesitarían un elemento de protección.
- Definir usuario de la problemática mediante la metodología del arquetipo logrando un sujeto de estudio más específico y a su vez obteniendo variables con que trabajar.
- Analizar los materiales de protección, tanto de forma individual como en compuesto, para estudiar las distintas configuraciones posibles de aplicar en la problemática.

Alcances y limitaciones

Esta investigación se centra en el Taekwondo de estilo Olímpico (W.T.F.) o estilo Kukkiwon (el cual se encuentra bajo el patrocinio de Corea del Sur) más que en los demás estilos, ya que al ser categorizado como un deporte de contacto pleno y que sus practicantes pueden hacer uso de toda su fuerza requieren de una mayor protección para ellos y al mismo tiempo para sus contrincantes.

Las zonas del cuerpo más importantes a proteger dentro de este estilo son el torso y el cráneo, por lo que la investigación busca abordar un nuevo diseño de estos protectores basado en un estudio ergonómico para el confort y la movilidad del usuario sin dejar de lado la protección que se requiere para realizar este deporte.

Si bien el Taekwondo se puede practicar a una muy temprana edad y seguir hasta una edad avanzada, se tomó como sujeto de estudio a varones dentro de un rango etario de 18 a 30 años de edad, así mismo este caso de estudio se centrará en los centros deportivos de la región metropolitana debido a la gran cantidad convergente que hay dentro de esta zona.





CAPÍTULO II

Historia del Taekwondo

Historia

Edad antigua

La historia del Taekwondo comienza casi al unísono si no es que al mismo tiempo que la historia de Corea, debido a que los primeros antecedentes de esta arte marcial se remonta al periodo denominado como “los tres reinos” donde se encontraron murales en tumbas de personalidades conocidas (Muyong-chong y Kakchu-chong) con figuras que practicaban técnicas de artes marciales.

Los tres reinos eran Goguryeo, Baekje y Silla, estos tres reinos principalmente peleaban constantemente por la hegemonía de corea, las primeras evidencias del arte marcial se le atribuyen a la dinastía Goguryeo (37 A.C. al 668 D.C.), debido a los constantes

enfrentamientos con china, la cual se denominaba “Taekkyon” este se basaba en movimientos similares a posturas y actitudes tanto defensivas como ofensivas de animales como tigres y osos; Además de centrarse en el fortalecimiento del cuerpo junto a la mente para permitir el uso de pies y manos con libertad con el propósito de adaptarse mejor a situaciones críticas en combate (hay quienes aseguran que el Taekwondo WTF es el descendiente directo de este estilo).

Mientras que los indicios de la dinastía Silla (57 A.C. al 935 D.C.) muestran que su arte marcial denominada “Subak” se centraba en un estilo basado en fuertes patadas, bloqueos y derribos, otro punto a destacar es que fueron los únicos que se especializaron en las artes marciales.



Figura 1: Mural en tumba
Fuente: <https://bit.ly/3ruBZ6h>.



Ambos reinos poseían un cuerpo de guerreros respectivamente denominados “Chouisonin” en Goguryeo y “Hwarangdo” en Shilla, estos últimos surgieron después de la unificación de los tres reinos por parte de Silla.

“Los guerreros que practicaban el Hwa Rang Do, se asimilaba a la figura del samurái o del caballero. Era una organización social, educativa y militar basada en un código de honor, lealtad a la nación, respeto u obediencia a los padres, honestidad, coraje en la batalla y la omisión de la violencia innecesaria. Al parecer este código de honor es la base filosófica del actual Taekwondo.” (SoloArtesMarciales, 2017).

Este estilo además de tener una gran importancia en la educación militar en lo que respecta al entrenamiento de combate y físico, también poseía un rol importante en ritos religioso y en las festividades, ya que dentro de estos actos culturales se organizaban combates de exhibición.



Figura 2: Mapa de los tres reinos
Fuente: <https://bit.ly/3mZ8xBl>.



Edad media

Dentro de esta época tanto las técnicas del “Subak” como las del “Taekkyon” fueron sistematizadas al punto de volverse una materia de carácter obligatorio para el reclutamiento de los cadetes militares, esto fue impuesto por la dinastía Koryo (918 A.D. al 1392 D.C.) la cual re-unificó la península de corea después de Silla.

Durante esta dinastía tener conocimiento sobre las distintas técnicas de combate y los estilos como el Hwa Rang Do eran de vital importancia dentro de las fuerzas armadas para poder subir de rango, muchos militares eran promovidos a capitanes por el hecho de demostrar una gran destreza en combate. Al interior de dicho organismo se estableció un patrón de práctica colectiva llamado “Obyong-Subak-Hui” (juego de Taekkyon de 5 soldados) con el propósito de ser utilizado en una situación de guerra, estas técnicas evolucionaron a tal punto de eficacia que incluso podían matar a seres humanos con ellas.

En cuanto a los reyes de esta dinastía, ellos poseían un especial interés por las “Subakhui” (competencia de Taekkyon), por lo que jóvenes militantes eran invitados a competencias de combate donde los expertos en el arte marcial eran seleccionados para volverse oficiales o capitanes dentro de la milicia (lo que permite especular que el deporte del Taekwondo como tal se originó en esta época).

De este modo el Subakhui se popularizó entre las aldeas, como forma de inspección, sin embargo, esta popularidad se vio afectada cuando la dinastía tuvo acceso a la pólvora y por consecuencia a nuevos tipos de armas de fuego.



Figura 3: Competencia de taekkyon (subakhui)
Fuente: <https://bit.ly/35cYx1K>.



Edad moderna

Continuando con la dinastía Chosun (1392 D.C. al 1910 D.C.) el subakhui sufrió una baja significativa de popularidad debido a que en esta dinastía se fundamentó la idea del confucionismo, por lo cual se daba más importancia a la literatura que a las artes marciales.

No obstante este seguía dentro de los parámetros militares con el objetivo de seguir seleccionando soldados, por lo que se continuaron haciendo competencias de subakhui para esto, sin embargo, era dictaminado por el departamento de defensa que un soldado debía ser empleado solo si ganaba a otros tres competidores dentro de los combates y además los reyes también ordenaban competencias o exhibiciones las cuales disfrutaban observando durante la época de banquetes.

Fue entonces que en 1909 Japón invade Corea y toma control total de ella, este suprimió todos los deportes folclóricos incluidas las artes marciales (solo se permitía a la fuerza policial practicar karate para ayudar a preservar la paz) por lo que solo algunos coreanos en el exilio (en China) seguían practicándolas, mientras que otros lo hacían de manera clandestina en lugares secretos mientras era transferido de generación en generación por los grandes maestros hasta la liberación del país en 1954.

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial regresaron algunos coreanos que vivieron fuera del país y junto a otros que poseían conocimientos sobre las artes marciales reiniciaron las prácticas de estas, sin embargo, los 35 años del mandato japonés habían dejado su marca y la influencia del karate se hizo notar durante muchos años, pero poco a poco se fueron diferenciando los estilos nuevamente.



Figura 4: Estandarte del rey de Chosun
Fuente: <https://bit.ly/39bttAu>.



Figura 5: Práctica de maestro y aprendiz
Fuente: <https://bit.ly/2MFz4HX>.



Durante las caídas de las bombas atómicas en Japón que dieron por finalizada la Segunda Guerra Mundial, un militar coreano de nombre Choi Hong Hee que se encontraba condenado a muerte por rebelarse a la invasión de dicho país, fue liberado y retornado con honores a Corea. Al ordenarle la reestructuración de uno de los cuerpos militares del país este se dedicó a la búsqueda de maestros de artes marciales para adiestrar a los soldados de la mejor manera posible en combates cuerpo a cuerpo.

De este modo trato de combinar lo mejor de distintas artes marciales (incluso tomando elementos del karate practicado por él), logrando luego de diez años en 1955 crear el arte marcial denominada Taekwondo. Ya convertido en general, en un intento por popularizar el Taekwondo el acercamiento que tuvo hacia Corea del Norte no fue bien visto por los militantes de Corea del Sur por lo que lo tildaron de revolucionario y comunista.

Así es como en su posición de presidente de la asociación coreana de Taekwondo decidió fundar en 1955 la I.T.F. (International Taekwondo Federation) y puesto esto tuvo que retirarse a Canadá para evitar ser condenado por subversivo. Por otro lado las autoridades coreanas crearon en 1973 la W.T.F (World Taekwondo Federation), alegando que este arte marcial era propiedad de todo un país y no solo de una persona u organización.

Hoy en día estos dos estilos tanto el I.T.F. como el W.T.F. son los más conocidos dentro del arte marcial denominado Taekwondo, no obstante siguen existiendo otros estilos, los cuales también son considerados tradicionales (con distintos métodos, enseñanzas, posturas, etc.), los cuales igualmente se encuentran repartidos por todo el globo terráqueo (kfaeh, 2016).

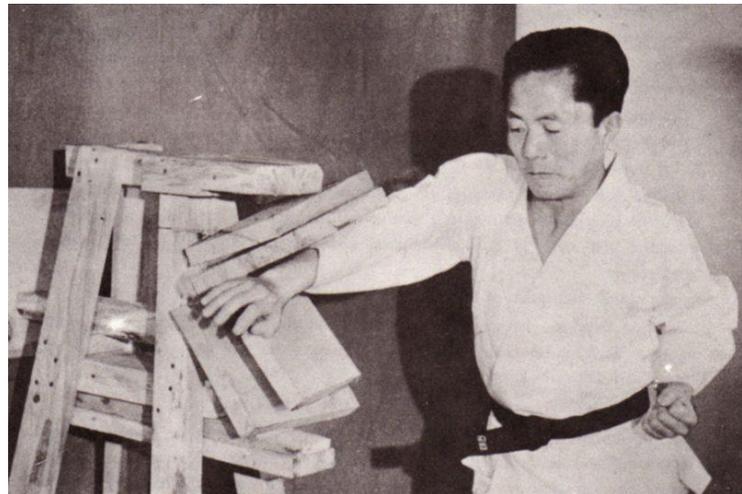


Figura 6: Choi Hong Hee
Fuente: <https://bit.ly/3nX96NU>.



TAEKWONDO
ESTILOS

Taekwondo Tradicional

Practicado durante la década de 1950, antes de que las diversas escuelas (kwanes) establecieran las bases del Taekwondo como lo conocemos hoy en día en Corea. No hay un estilo único para esta rama, sin embargo, hay diferencias según la escuela (kwan) que sigas, una de las características a resaltar es que comparten muchos de los nombres, técnica y formas con el Karate Shotokan.

Kuk Mu Kwan Taekwondo

Estilo que también es conocido como el sistema de Kang (debido a su gran fundador), consiste en un estilo bastante reservado del Taekwondo el cual de una manera deliberada postula ser especialmente letal.

Jhoon Rhee Taekwondo

Principalmente, se trató de una variante americana del Taekwondo tradicional, la cual fue traída por el legendario pionero del Taekwondo Jhoon Rhee; Finalmente este realizó una transición al estilo ITF para luego realizar una segunda transición en pos de desarrollar un estilo propio, con elementos del estilo ITF.

American Taekwondo Association (A.T.A.)

Conocido como estilo Songahm, la ATA Taekwondo se establece en 1969 como una escuela de taekwondo privada en Omaha Nebraska (EE.UU.), el responsable de esto fue Haeng Ung Lee un ex profesor del Taekwondo Tradicional que sirvió en el ejército de Corea y emigró a dicho país. Unas de las características a resaltar de este estilo es que se puede considerar como un híbrido entre el estilo ITF y WTF, además de incorporar el entrenamiento de armas.

Moo Duk Kwan Taekwondo

Estilo tradicional que fue practicado y popularizado en EE.UU. por el actor y artista marcial Chuck Norris. El Moo Duk Kwan Taekwondo es en esencia una variante estadounidense del Tang Soo Do (el cual también es conocido como Soo Bahk Do), la cual es un arte marcial muy relacionada al Taekwondo. Moo Duk Kwan es el nombre de uno de los nueve kwans iniciales, sin embargo, hay que aclarar que en el kwan no se realiza Taekwondo sino Tang Soo Do. Hoy en día la federación aún existe y como ellos suelen afirmar Moo Duk Kwan es Tang Soo Do y en ocasiones Soo Bahk Do.

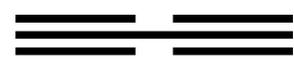
Federación Mundial de Taekwondo (W.T.F.)

También conocido como estilo olímpico, estilo deportivo o nombrado correctamente estilo Kukkiwon; luego de que la sede de la ITF fuera reubicada fuera de Corea, la Asociación Coreana de Taekwondo junto con el Kukkiwon y bajo el patrocinio del gobierno de Corea del Sur, la WTF fué constituido como el segundo estilo "unificado" dentro del taekwondo. Los establecimientos los cuales enseñan este estilo acostumbran a incorporar un logotipo de la WTF junto a los anillos olímpicos.

Federación Internacional de Taekwondo (I.T.F.)

Conocido como estilo Chang Hon, es el primer estilo "unificado" de la historia del Taekwondo, el cual fue desarrollado por la Asociación de Taekwondo de Corea (KTA) y estuvo bajo la dirección del general Choi Hong Hee en 1995. Este estilo es considerado "unificado", ya que unió los nueve estilos de artes marciales los cuales eran practicados por sus kwanes respectivamente (las cuales fueron las primeras escuelas de artes marciales coreanas que surgieron después de la Segunda Guerra Mundial).

Figura 7: Mapa conceptual estilos Taekwondo
Fuente: Elaboración propia.



Taekwondo Kukkiwon

El Kukkiwon (o “World Taekwondo Headquarters”) es la organización oficial constituida por el gobierno de Corea del sur encargada de la regulación del Taekwondo, además de ser la lumbre de la academia mundial del Taekwondo, fue establecida el 30 de noviembre de 1972.

Asimismo como se mencionó previamente también es conocido como estilo olímpico o estilo W.T.F., se le describe también como el segundo estilo unificado del Taekwondo donde este pone énfasis al arte marcial como un deporte.

Dicho deporte destaca por el extenso uso de técnicas de piernas las cuales poseen una mayor importancia a diferencia de otras artes marciales, estas abarcan una amplia gama (comprendiendo saltos, giros, combinaciones de puño y patada, etc...), además de los movimientos que demandan ser elásticos, continuos y

circulares. El contacto dentro de este estilo es catalogado como “contacto pleno” lo que quiere decir que está permitido dar patadas con la máxima potencia al contrincante.

La práctica del arte marcial se expandió cuando se realizó el primer campeonato mundial de Taekwondo celebrado en Seúl en mayo de 1973 (el mismo año en que se fundó la W.T.F.), el cual contó con la participación de 200 competidores de 7 países con la intención de hacer al Taekwondo un deporte moderno a nivel mundial.

Más tarde el 17 de julio de 1980 el comité olímpico internacional aceptaría a la W.T.F. como miembro oficial, por lo que en 1985 se aceptó como deporte de exhibición para los juegos olímpicos de Seúl (1988) y Barcelona (1992), ya para finalizar en el año 2000 hizo su aparición olímpica como deporte oficial en Sidney disputando pruebas de combate.



Figura 8: Logo del estilo W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3oCADEr>.



Fechas importantes

- 1972 Se funda la Kukkiwon.
- 1973 Es fundada la federación mundial de Taekwondo (W.T.F).
- 1974 El Taekwondo es admitido oficialmente en los juegos asiáticos.
- 1975 La Asociación General de Deportes Internacionales (General Association of International Sports) reconoce a la W.T.F.
- 1976 Se acepta como "Conseil International du Sport Militaire sport" (deporte militar a nivel mundial).
- 1980 El comité olímpico Internacional reconoce a la W.T.F.
- 1981 Se acepta el Taekwondo como "World Games sport".
- 1983 Es aceptado en los Juegos panamericanos y en los Juegos africanos.
- 1985 Se presenta como deporte de exhibición en los juegos olímpicos.
- 1986 Se acepta el Taekwondo en la Federación Internacional de Deportes Universitarios.
- 1988 El Taekwondo forma parte de los Juegos olímpicos de Seúl como deporte de exhibición.
- 1992 Nuevamente aparece como deporte de exhibición en los Juegos olímpicos de Barcelona.
- 1994 El Taekwondo obtiene un estatus completo para los juegos olímpicos de Sydney - Australia.
- 2000, 2004, 2008, 2012 y 2016 Se ha seguido manteniendo el Taekwondo como deporte oficial en los juegos olímpicos.

Como se puede observar en la lista presentada, durante los siguientes años desde la fundación del Kukkiwon, el Taekwondo no descansó logrando un avance cada vez más importante dentro del mundo del deporte y competitividad, llegando a ser muy respetado, lo cual por consecuencia llevó a una gran popularidad a nivel mundial.

El Taekwondo obtuvo una popularidad tan grande y de forma tan rápida que incluso llegó al campo cinematográfico, donde por ejemplo el actor Chuck Norris fue practicante e inclusive utilizó dichas técnicas en sus películas, series de televisión, etc..., asimismo hoy en día el actor posee su propio estilo de combate basándose en las antiguas enseñanzas del Taekwondo W.T.F. denominado "Chuck Norris Chun Kuk Do".

Igualmente hoy en día se realizan una gran cantidad de torneos de todos los estilos del Taekwondo, sin embargo, el que predomina es el W.T.F. gracias a su estatus y presencia en los juegos olímpicos, por lo que cuenta con una mayor cantidad de dichos torneos e inclusive algunos de estos son fuera de la competencia olímpica y llegan a ser a un nivel internacional entre distintos países.



Orígenes del Taekwondo en Chile

Los inicios del Taekwondo en Chile datan del año 1972, con la primera escuela de Taekwondo dirigida por el Sr. Omar Román con el cual se dio a conocer el nombre de esta disciplina, luego de esto en los años 80 aparecieron tres líneas fuertes de los maestros Kung Young Chun, Young Soo Kim y Han Chang Kim donde este último utilizaba el estilo Chungdokwan.

Dicha última línea o escuela se encontraba a cargo del maestro Patricio García, la cual fue reconocida y autorizada de manera oficial en el año 1986 bajo la ley 18.356 sobre el control de las artes marciales en Chile del ministerio de defensa nacional. El nombre de la escuela fue “Escuela de Taekwondo Chungdokwan Chile” (Escuela Chung-Do), además en el mismo año el maestro Patricio recibió la autorización para ser el representante oficial del Taekwondo Chungdokwan en el país. Ya en el año 2000 es fundada la Asociación Chilena de Taekwondo (A.C.T.K.) donde está brindó un respaldo de tipo deportivo, registrándose de manera oficial con su personalidad jurídica y registro en Chile Deportes. Actualmente, la escuela se encuentra afiliada a la Federación Nacional de Taekwondo Kukkiwon Chile y de manera internacional a la International Taekwondo Chungdokwan Federation.

Posteriormente en el año 1987, se crea la primera federación de Taekwondo reconocida por la sigla “FECHITA”, donde su primer presidente fue el Sr. Luis Galindo y en enero del 2008 por conflictos políticos del Taekwondo y diferencias de ideales, se conforma una segunda federación de Taekwondo designada como Federación Nacional de Taekwondo Kukkiwon (F.N.T.K. CHILE), la cual está reconocida oficialmente por Kukkiwon Korea.

Academia chilena de Taekwondo Kukkiwon (W.T.F)

La Asociación chilena de Taekwondo Kukkiwon (Taekwondo A.C.T.K. Chile) es una entidad jurídica nacional, la cual se constituyó el 12 de marzo en el año 2019, con el propósito de poder modelar, orientar, preparar y consagrar instructores de Taekwondo Kukkiwon a un nivel nacional, donde estos estén dispuestos a seguir la senda tradicional del Taekwondo respetando sus principios y lineamientos filosóficos.

El director nacional de dicha asociación es el Grandmaster Patricio Pimentel quien es 8vo Dan Kukkiwon, graduado en Corea. Patricio Pimentel es el primer maestro chileno que rindió el examen directamente en kukkiwon y logró llegar a este tan alto nivel, convirtiéndolo en el primer chileno 8vo Dan Kukkiwon.

Los objetivos a los que se pretende llegar en el Taekwondo C.T.K.A. son el respeto tanto hacia los instructores como los maestros y como deporte marcial, no se aspira a alcanzar objetivos puramente de competición W.T.F. sino que a conseguir una formación de tipo marcial como lo la disciplina del Taekwondo Kukkiwon en sí.



Figura 9: Logo de la A.C.T.K. Chile
Fuente: <http://www.taekwondochile.cl/Principal.htm>.





CAPÍTULO III

Reglamento y normas

Reglas de competición

Dentro del área de competencias olímpicas de combate, existe una gran cantidad de reglas en pos de asegurar el bienestar de los competidores, sin embargo, nos centraremos en las relevantes para esta investigación, que busca la oportunidad de diseño en las protecciones con las que se practica antes del campeonato. Como se puede observar en la figura 10, el área o tatami donde pelearán los competidores debe ser un cuadrado con una superficie lisa de 8 metros (azul o rojo) con un área de seguridad de 1 metro (color opuesto) a su alrededor cubierta con un material elástico (ethylene vinyl acetate), esta debe ser color mate para evitar reflejos agudos que dañen la vista de todos los presentes y deben poder desmontarse fácilmente, sumado a esto existen áreas designadas para cada entrenador (laterales del tatami) y para los jueces respectivamente (esquinas del tatami).

Las competencias oficiales se dividen bajo una regla fundamental, según el peso de los atletas y según su género. Del mismo modo, se encuentran las divisiones juveniles (hasta 17 años) y las divisiones mayores (desde los 18 años). La posición de los competidores debe ser en puntos opuestos a un metro de distancia desde el centro del cuadrado, dichos competidores deben ser cinturones negros si la competición es a nivel mundial.

La duración del combate es de tres rounds con una duración de dos minutos y un descanso de un minuto entre rounds, en caso de que terminaran los rounds y hubiera un empate se realiza un cuarto round de dos minutos igualmente con lo que se denomina “muerte súbita”, el primero que logre impactar para marcar un punto gana. De este mismo modo los competidores son llamados entre los rounds por un inspector designado por la organización del evento para una revisión física y de equipo.

Durante el combate el árbitro central llamará a los competidores, ambos deben entrar con sus cabezales sujetos firmemente bajo su brazo izquierdo y realizar un saludo a la orden del árbitro inclinándose desde su cintura en un ángulo de 30° y la cabeza inclinada de igual forma en un ángulo de 45° (después del saludo formal se podrán colocar su cabezal); Dicho árbitro dará comienzo al combate y fin a este, los competidores deberán quedarse en sus respectivos puntos de ocupación retirándose el cabezal para luego intercambiar un saludo formal nuevamente y esperar la resolución de los jueces quienes cuentan la cantidad de puntos de cada competidor para saber quien es el ganador.



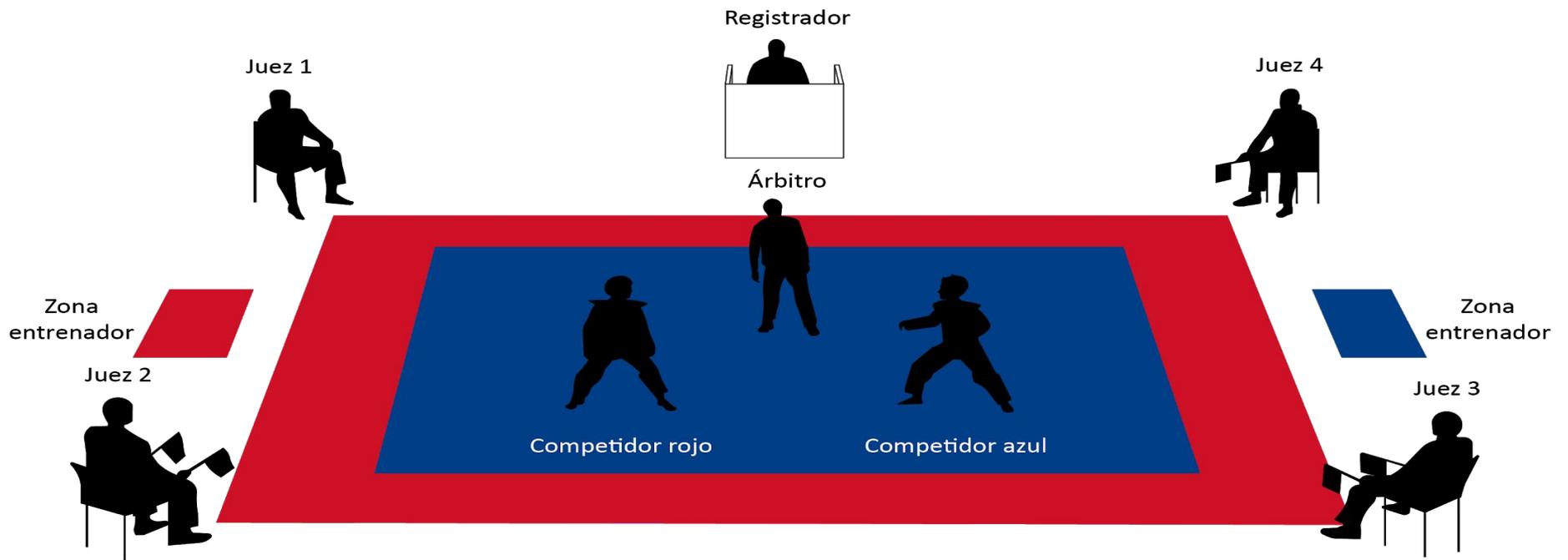


Figura 10: Ambiente de competición oficial
Fuente: Elaboración propia.



Protecciones utilizadas actualmente

“Las protecciones cubren la mayor parte del cuerpo del practicante, pudiendo estos ejercer la máxima potencia y competir al KO” (DOYANGSAL, 2020). Debido a que los golpes dentro del Taekwondo se centran en los puntos vitales del cuerpo (tanto órganos vitales como huesos claves) e impactan en ellos de una manera explosiva, según la terminología utilizada por los mismos artistas marciales. Es por esto, que existen 8 protectores (Tabla 1), donde solo se permite impactar en 2 de estos para marcar puntos (Cabezal y peto); Dichos protectores son ubicados en distintas zonas del cuerpo, cabe destacar que la implementación es la misma para la mujer y para el hombre dentro de las competencias oficiales.

- Cabezal: Está hecho de espuma inyectada y dependiendo del sorteo antes del combate puede ser azul o rojo.
- Protector bucal: Cubre toda la dentadura pudiendo ser de color blanco o transparente.
- Peto: Es el protector torácico, por lo tanto, es el más voluminoso de todos y según el sorteo puede ser azul o rojo.
- Antebrazos: Se emplean para prevenir lesiones en los huesos (cúbito o radio) y deben ser utilizadas bajo el uniforme.
- Guantes: Protegen tanto las muñecas como las falanges.
- Inguinal: Protege el aparato reproductor masculino y femenino, en consecuencia, es el único que difiere según el combatiente.
- Espinilleras: Se emplean para prevenir lesiones y deben ser usadas bajo el uniforme.
- Empeineras: Protegen los tobillos y los metatarsos.

Protecciones	
Craneal (cabezal)	
Bucal	
Torácica (peto)	
Antebrazos	
Guantes (guantillas)	
Inguinal	
Espinillas (canillera)	
Empeineras	

Tabla 1: Protecciones actuales. Fuente: Elaboración propia.

Áreas permitidas

- Cabeza (cabezal): El área está delimitada por encima del cuello del competidor, abarca en su totalidad sus dos hemisferios y la parte trasera de la cabeza (Figura 11). Para obtener puntos en dicha área dentro del combate solo se permite el uso de técnicas de pie, por lo que resulta ser la zona con mayor recompensa en cuanto a puntuación.
- Tórax (peto): En esta área se permite tanto el uso de técnicas de pie como técnicas de puño por lo que es la zona que se ataca con mayor frecuencia dentro del combate, asimismo esta da una menor recompensa en puntuación. Dicha área abarca toda la parte frontal del tórax cubriendo desde la axila hasta la pelvis del competidor (Figura 11), no obstante no está autorizado el uso de golpes hacia la columna vertebral.

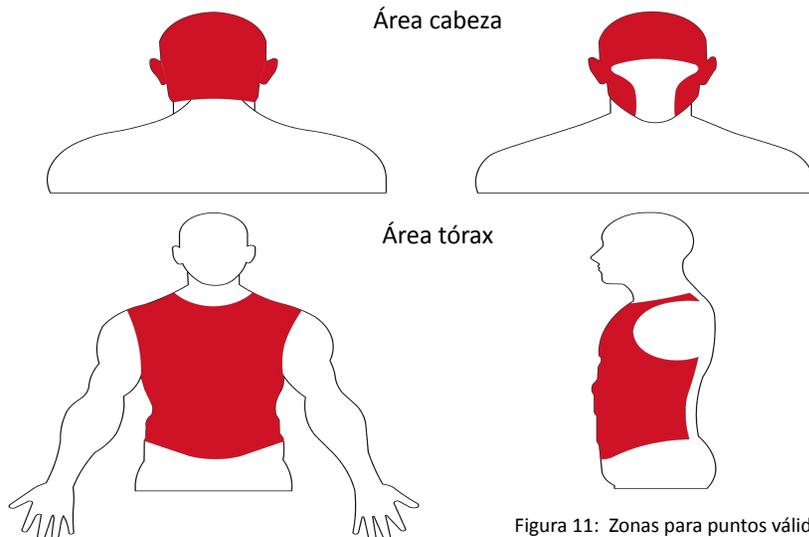


Figura 11: Zonas para puntos válidos
Fuente: Elaboración propia.

Puntos válidos

En el combate se otorgan puntos cuando se realizan las técnicas permitidas por la organización de manera precisa y efectiva dentro de las áreas o zonas permitidas del contrincante.

Si se produce el suceso denominado “muerte súbita”, el punto para ganar es denominado “punto de oro”, pero si se ha terminado el cuarto round sin punto de oro, el ganador es decidido por los jueces en cuanto al desempeño y superioridad dentro del combate.

Estos puntos válidos se pueden comprender de la siguiente forma:

- 1 punto al competidor contrario por cada falta (Gam-jeon) que se realice.
- 1 punto por el ataque al peto del oponente con técnicas de puño.
- 2 puntos por el ataque al peto del oponente con técnicas de pie.
- 4 puntos por un ataque de patada con giro al cuerpo del oponente.
- 3 puntos por ataque a la cabeza del oponente con técnicas de pies.
- 5 puntos por un ataque de patada con giro a la cabeza del oponente.



Técnicas permitidas

El estilo de la competición olímpica oficial de por sí ya es otro mundo, debido a todas sus reglas deportivas que se desarrollaron con el objetivo de llamar la atención de los espectadores presentes, y también en el cuidado de los competidores, ya que la organización quitó los movimientos catalogados como potencialmente peligrosos mientras que asimismo limitaron la cantidad de técnicas permitidas.

Las técnicas permitidas abarcan un total de 45 movimientos aproximadamente, los cuales pueden ser utilizados dentro del combate sin problema. Además, existen ejecuciones muy similares con pequeñas variantes para realizar las técnicas apropiadamente y poder conseguir la validación para el o los puntos.

Posiciones de combate

- Posición de combate alta (I).
- Posición de combate media (II).
- Posición de combate baja (III).



II



III



Figura 12: Posiciones de combate
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de desplazamiento

- Desplazamiento con paso hacia delante (I).
- Desplazamiento con paso hacia atrás (II).
- Desplazamiento con cambio de posición (III).
- Desplazamiento hacia delante con cruce por delante (IV).
- Desplazamiento hacia delante con elevación de rodilla de adelante (V).
- Desplazamiento con deslizamiento hacia delante (VI).
- Desplazamiento con deslizamiento hacia atrás (VII).
- Desplazamiento hacia atrás con paso por delante (VIII).
- Desplazamiento hacia delante con giro (IX).
- Desplazamiento lateral hacia delante (XI).
- Desplazamiento lateral hacia la espalda (XII)

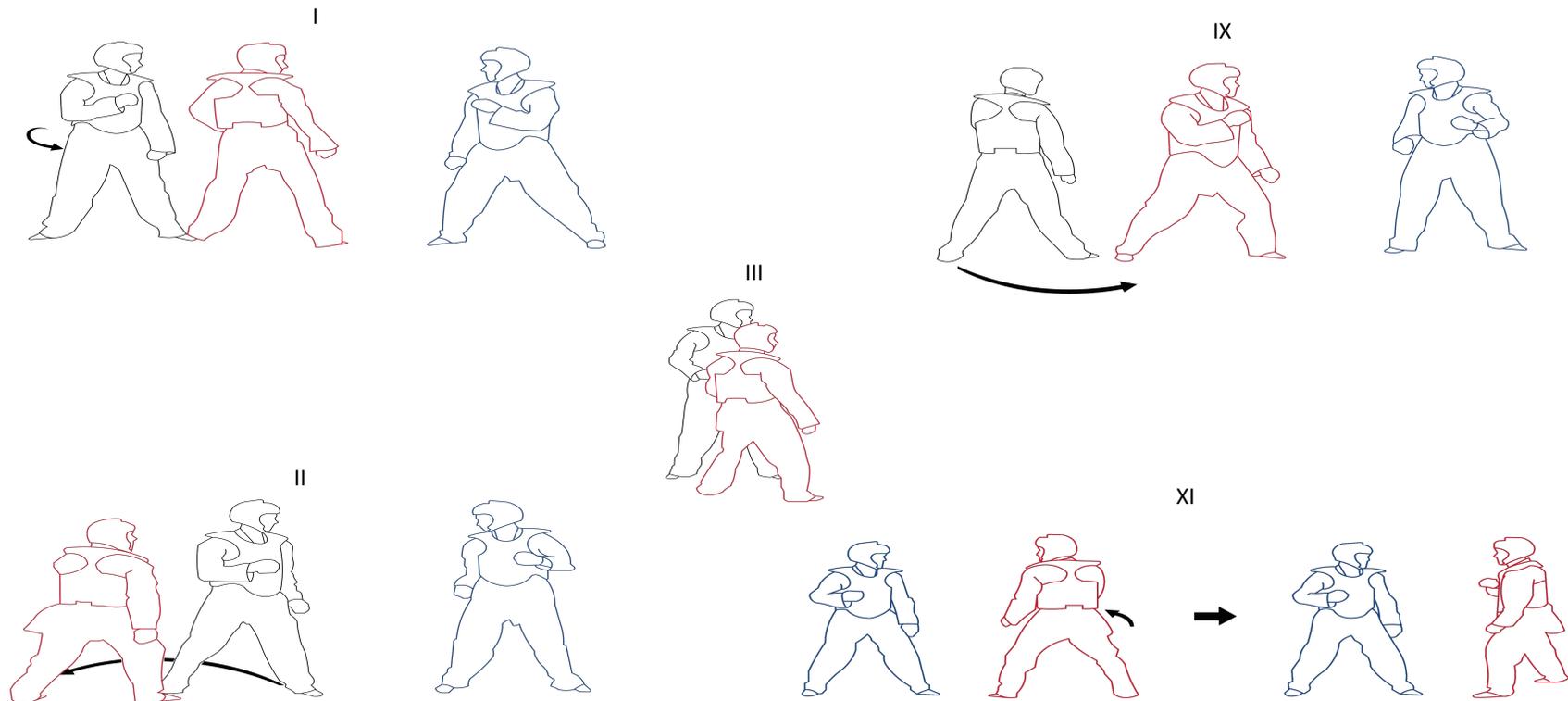


Figura 13: Técnicas de desplazamiento
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de bloqueo

- Bloqueo con brazo de adelante (I).
- Bloqueo con brazo de atrás (II).
- Bloqueo a las técnicas de cabeza (III).

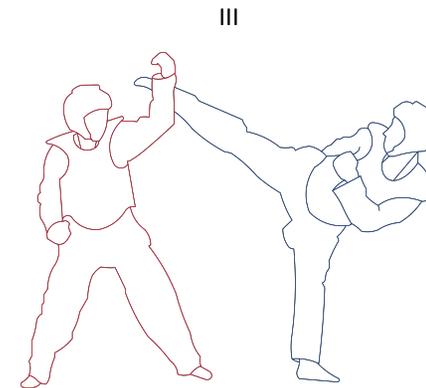
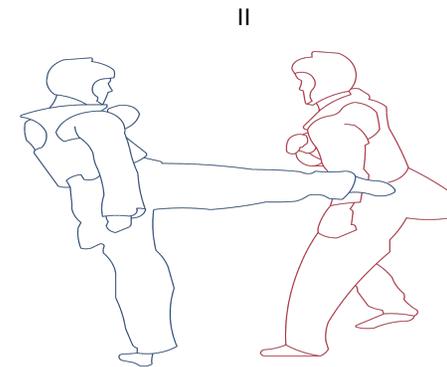
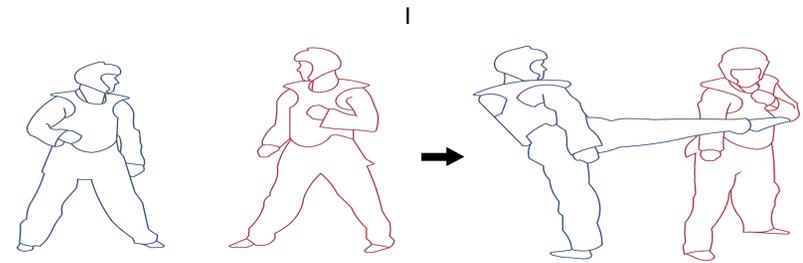


Figura 14: Técnicas de bloqueo
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de puño

- Momtong Chumok Jirugui (I).
(Zona de impacto: Tórax)

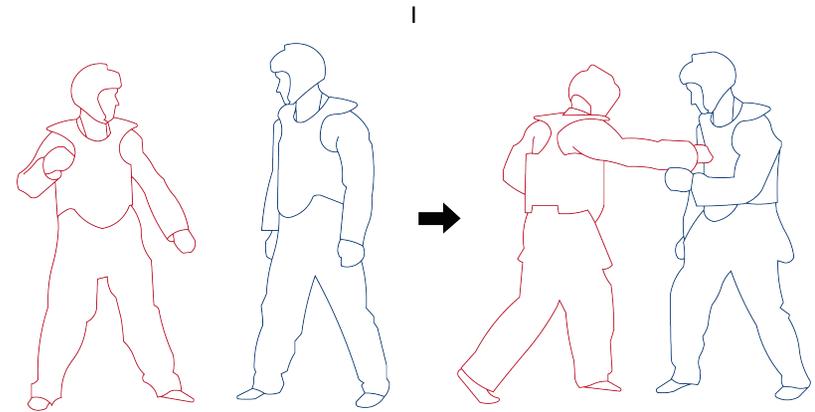
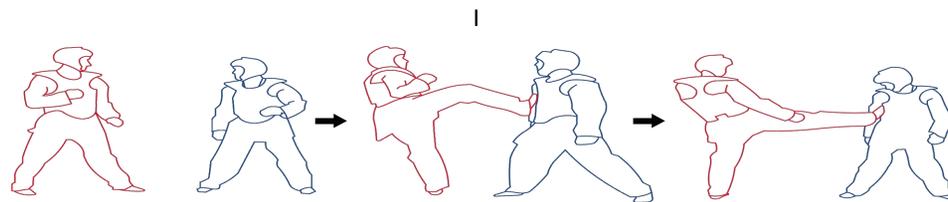


Figura 15: Técnica de puños
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de patadas

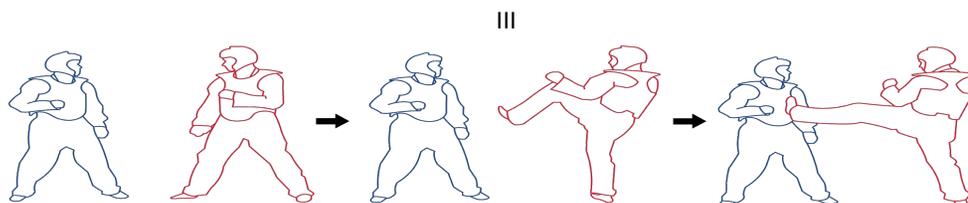
- Patada Ap Chagui (I).
(Zona de impacto: Tórax o Cabeza)



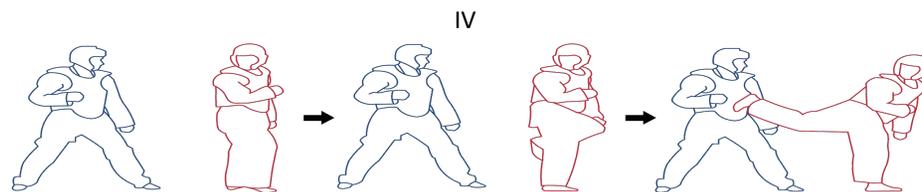
- Patada Bandal Chagui (II).
(Zona de impacto: Tórax)



- Patada Miro Chagui (III).
(Zona de impacto: Tórax)



- Patada Tui Chagui (IV).
(Zona de impacto: Tórax)



- Patada Yop Chagui (V).
(Zona de impacto: Tórax o Cabeza)

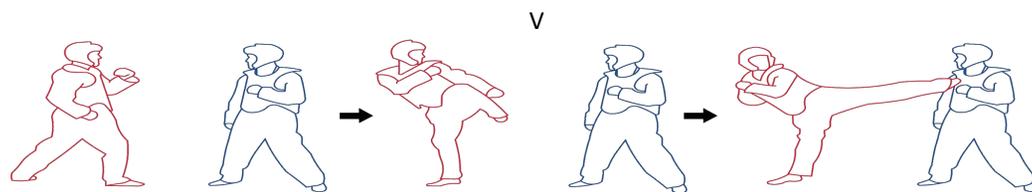
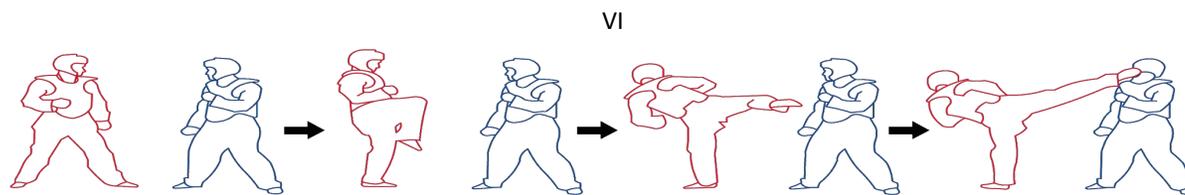


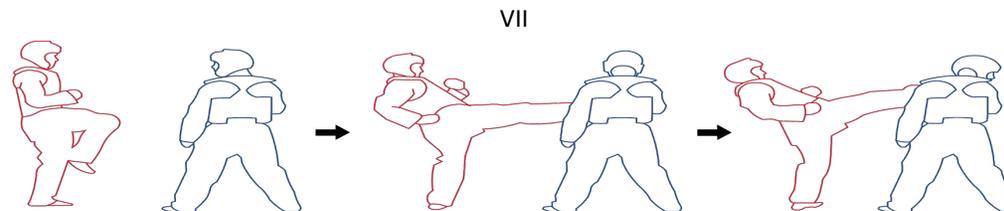
Figura 16: Técnicas de patadas I
Fuente: Elaboración propia.



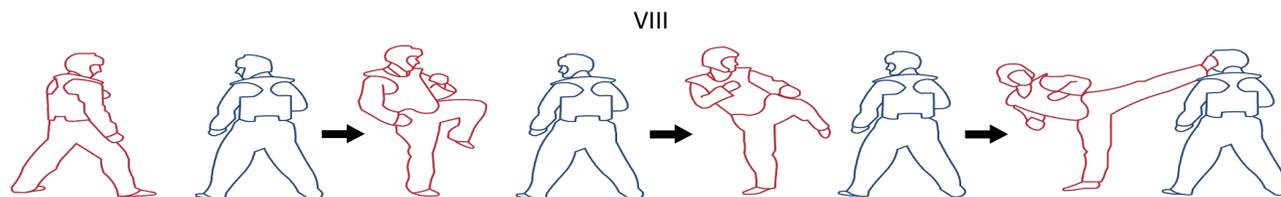
- Patada Dolyo Chagui (VI).
(Zona de impacto: Cabeza)



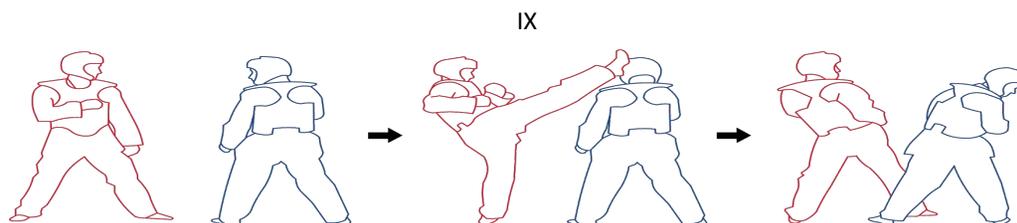
- Patada Naryo Chagui (VII).
(Zona de impacto: Cabeza)



- Patada Furyo Chagui (VIII).
(Zona de impacto: Cabeza)



- Patada An Chagui (IX).
(Zona de impacto: Cabeza)



- Patada Bakat Chagui (X).
(Zona de impacto: Cabeza)

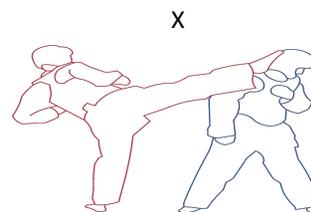


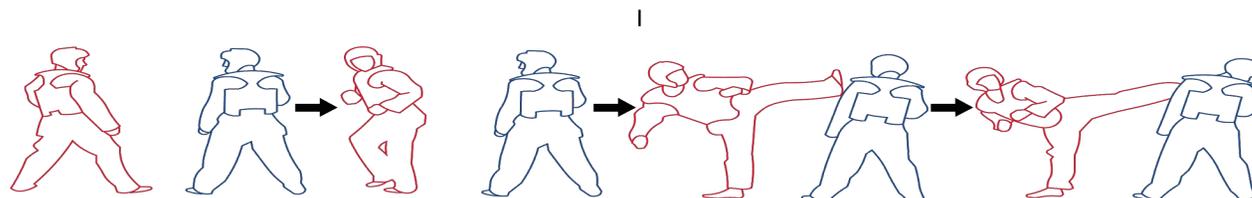
Figura 17: Técnicas de patadas II
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de giros

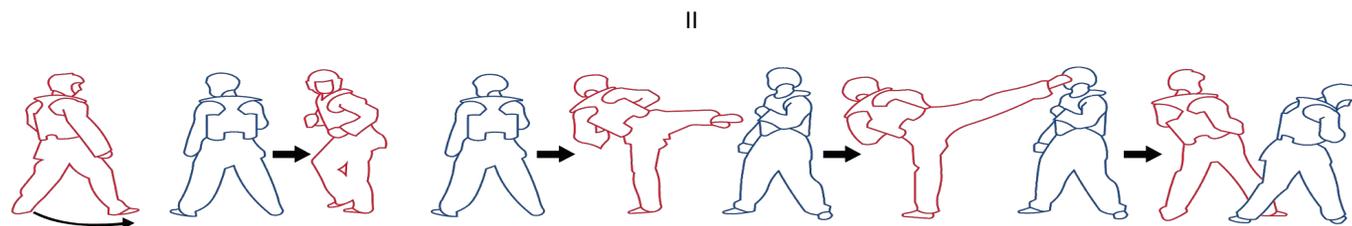
- Mondolyo Furyo Chagui (I).

(Zona de impacto: Cabeza)



- Mondolyo Dolyo Chagui (II).

(Zona de impacto: Cabeza)



- Mondolyo Yop Chagui (III).

(Zona de impacto: Tórax o Cabeza)

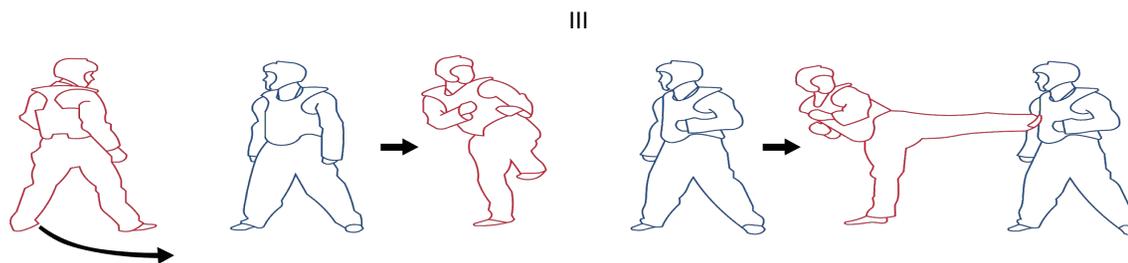


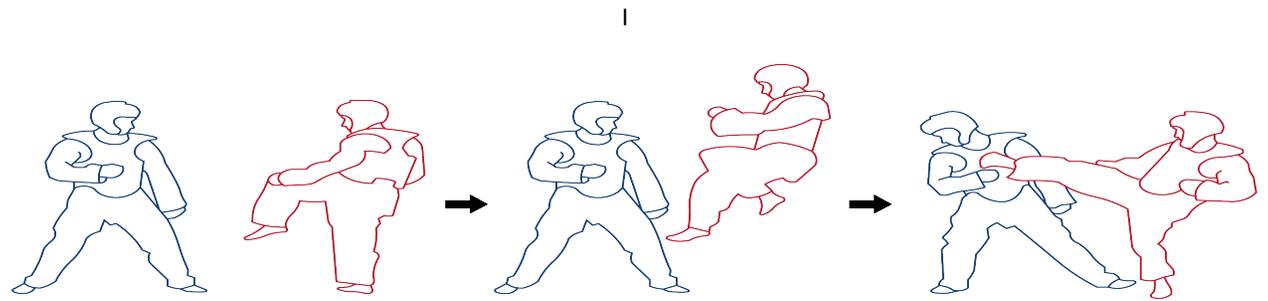
Figura 18: Técnicas con giros
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de saltos

- Tuio Ap Chagui (I).

(Zona de impacto: Tórax o Cabeza)



- Tuio Yop Chagui (II).

(Zona de impacto: Tórax o Cabeza)

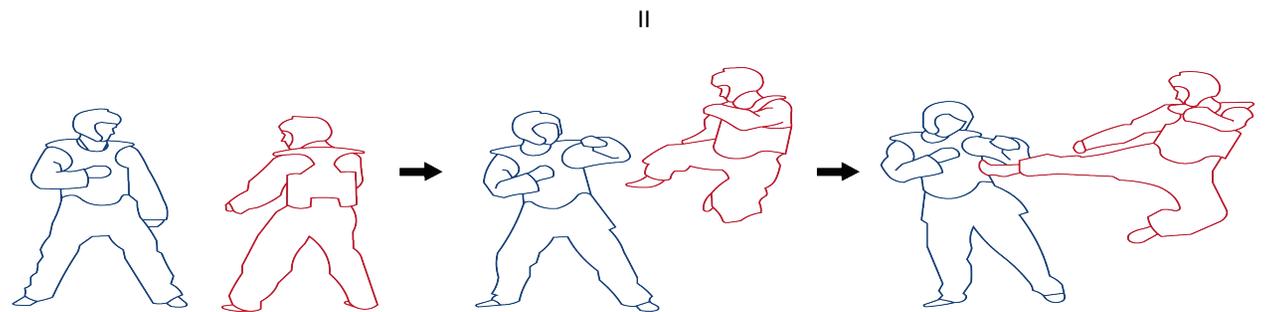
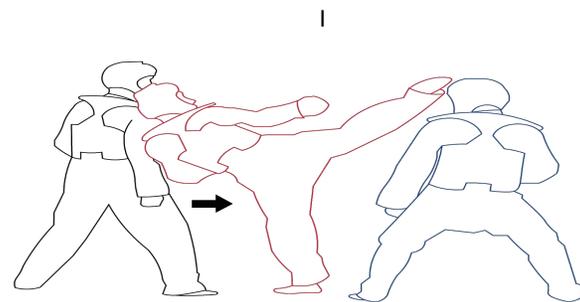


Figura 19: Técnicas en saltos
Fuente: Elaboración propia.

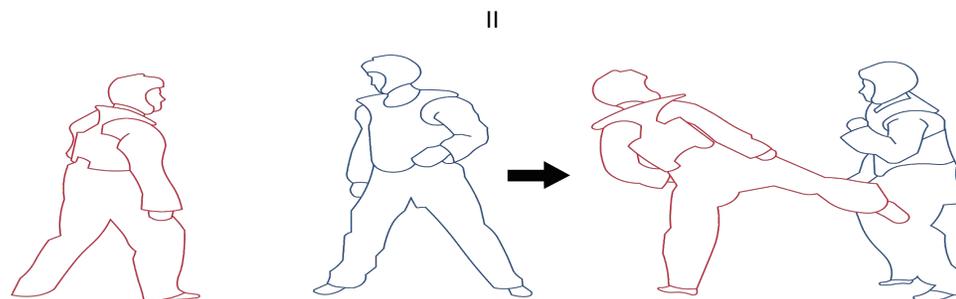


Técnicas de combate

- Ataque de Dolyo Chagui (I).
(Zona de impacto: Cabeza)



- Ataque de Bandal Chagui (II).
(Zona de impacto: Tórax)



- Ataque de Naryo Chagui (III).
(Zona de impacto: Cabeza)

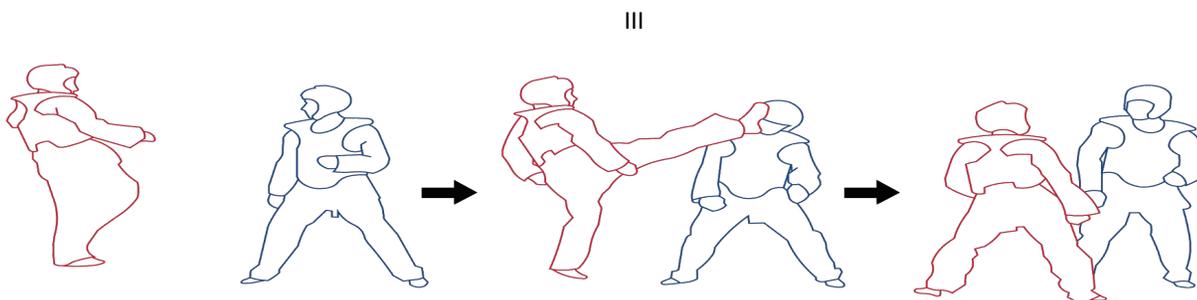
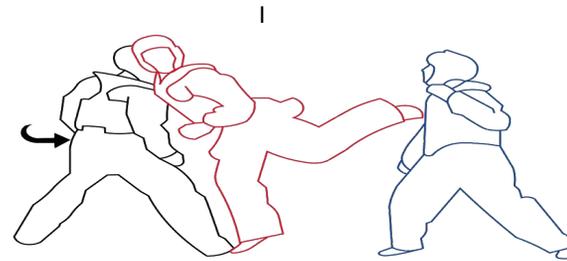


Figura 20: Ataques en combate
Fuente: Elaboración propia.

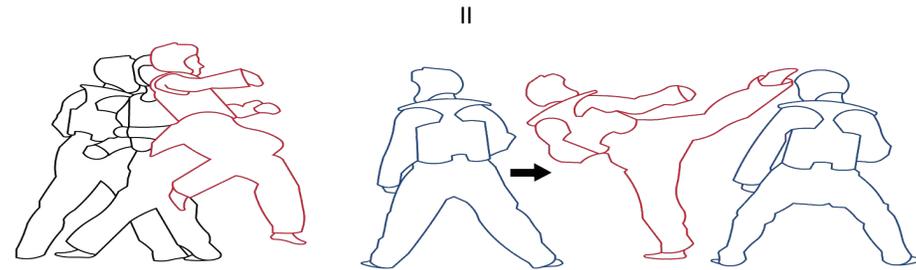


Técnicas después de un giro

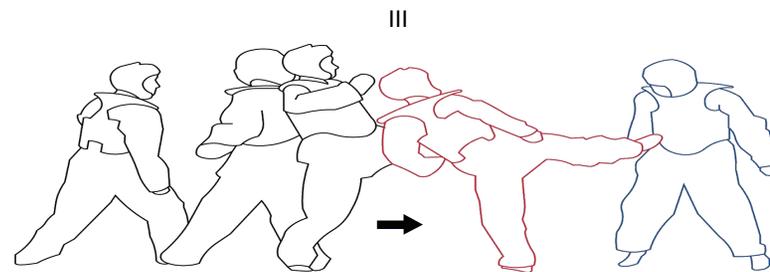
- Ataque de Yop Chagui (I).
(Zona de impacto: Tórax o Cabeza)



- Ataque de Dolyo Chagui (II).
(Zona de impacto: Cabeza)



- Ataque de Bandal Chagui (III).
(Zona de impacto: Tórax)



- Ataque de Naryo Chagui (IV).
(Zona de impacto: Cabeza)

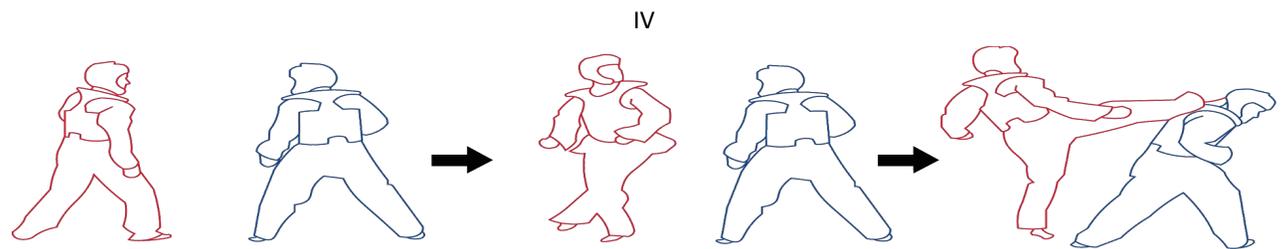


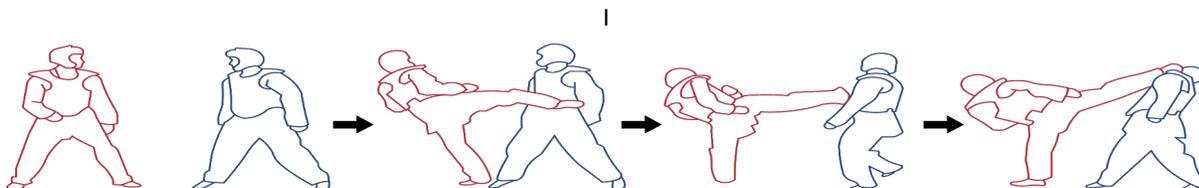
Figura 21: Técnicas después de un giro
Fuente: Elaboración propia.



Técnicas de corrección con la misma pierna

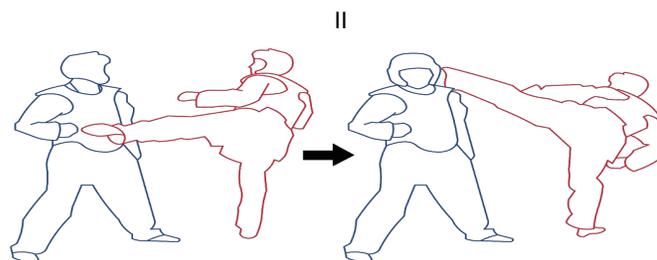
- Ataque de Bandal corrección a Dolyo Chagui (I).

(Zona de impacto: Cabeza)



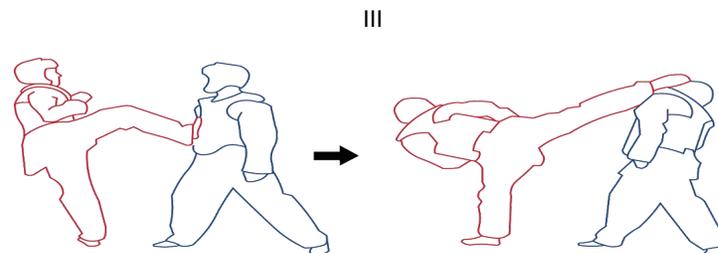
- Ataque de Bandal corrección a Furyo Chagui (II).

(Zona de impacto: Cabeza)



- Ataque de Miro Chagui corrección a Dolyo Chagui (III).

(Zona de impacto: Cabeza)



- Ataque de Naryo Chagui corrección a Miro Chagui (IV).

(Zona de impacto: Tórax)

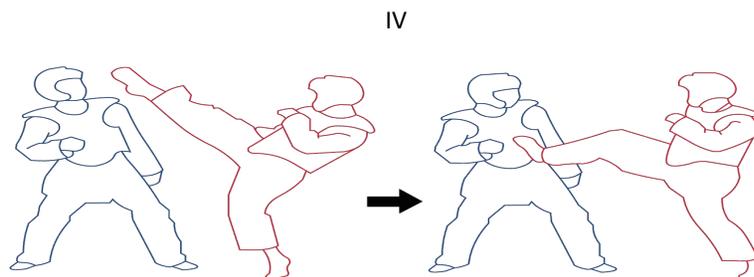
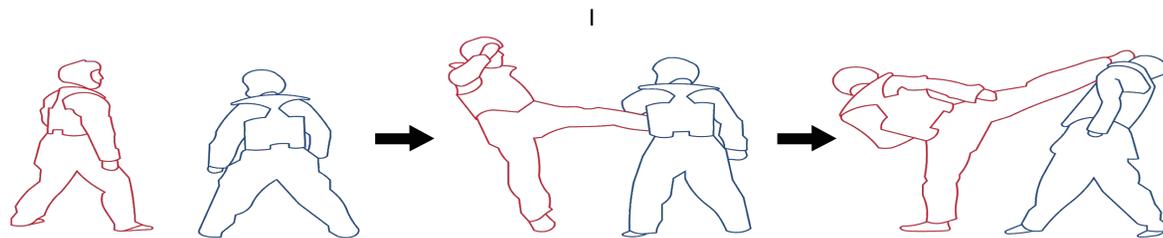


Figura 22: Técnicas de corrección con la misma pierna
Fuente: Elaboración propia.

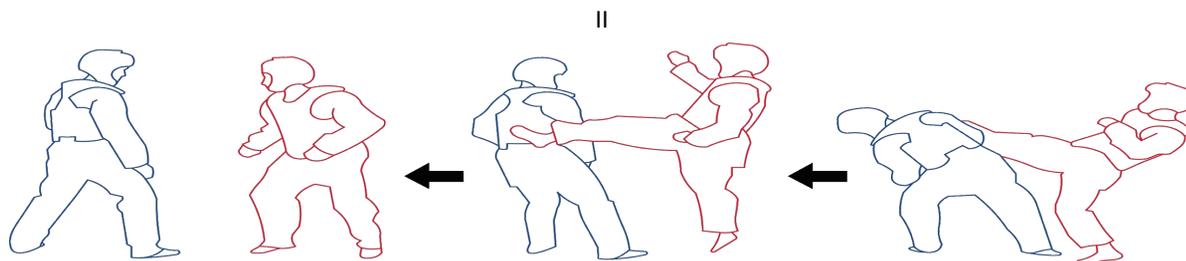


Ataques dobles con diferente pierna

- Ataque doble de Bandal y Dolyo Chagui (I).
(Zona de impacto: Tórax y Cabeza)



- Ataque doble de Bandal y Naryo Chagui (II).
(Zona de impacto: Tórax y Cabeza)



- Ataque doble de Bandal y Mondolyo Furyo Chagui (III).
(Zona de impacto: Tórax y Cabeza)

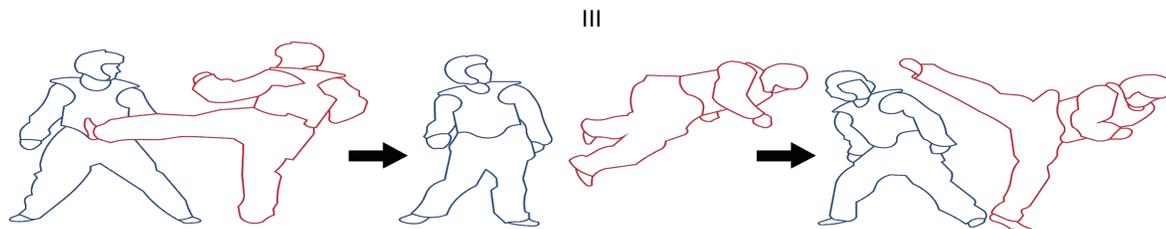
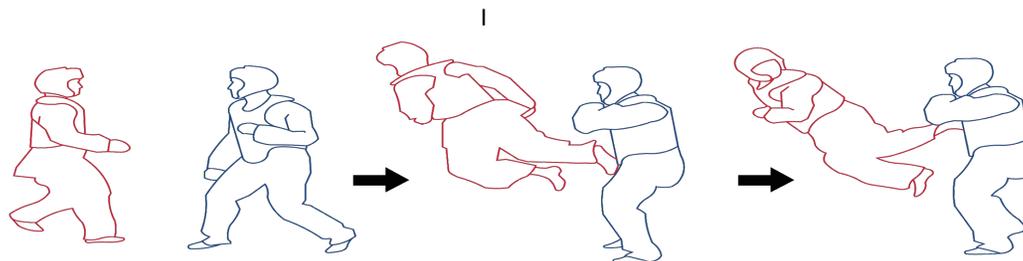


Figura 23: Ataques dobles con diferente pierna Fuente:
Elaboración propia.

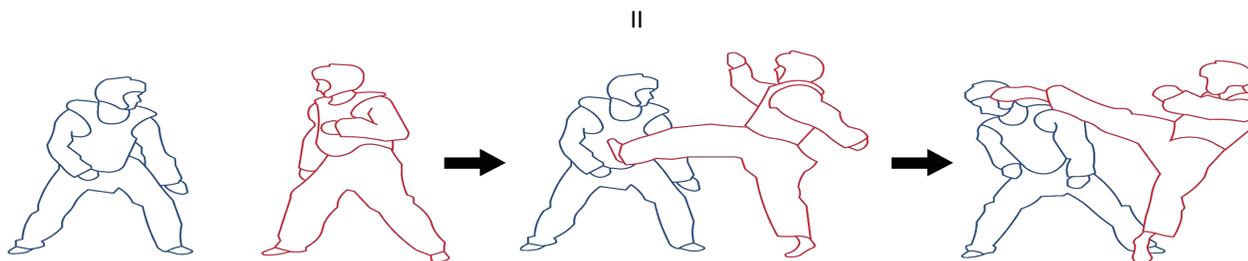


Ataques con apoyo

- Apoyo Tuit Chagui (I).
(Zona de impacto: Tórax)



- Apoyo Dolyo Chagui (II).
(Zona de impacto: Cabeza)



- Apoyo Mondolyo Furyo Chagui (III).
(Zona de impacto: Cabeza)

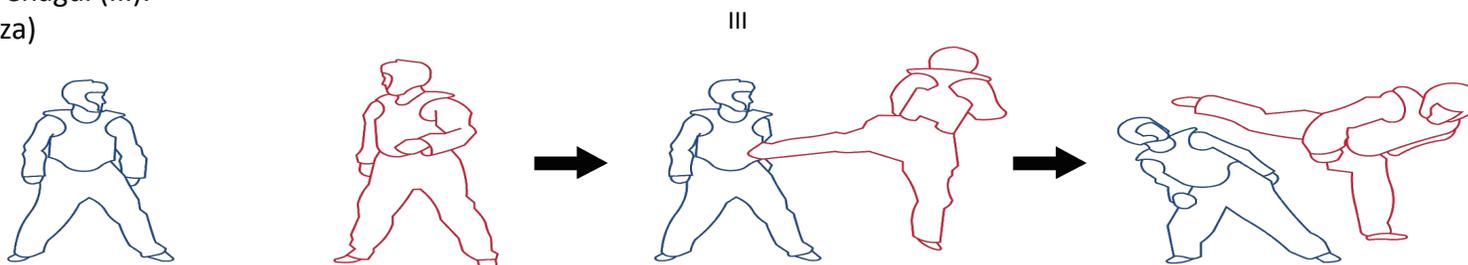
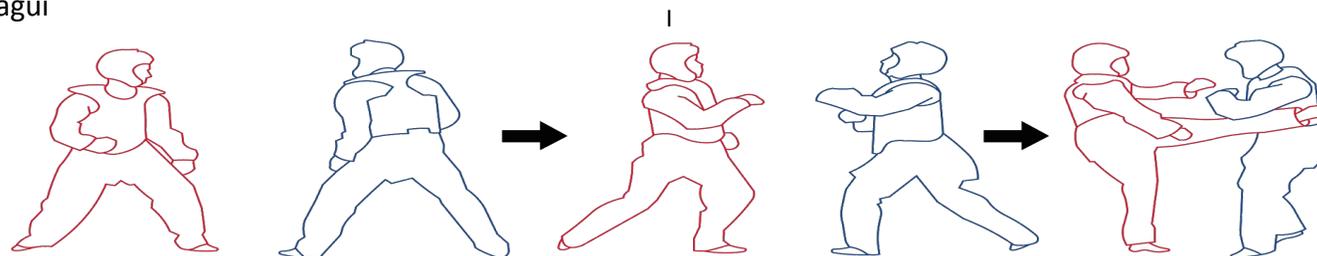


Figura 24: Ataques con apoyo
Fuente: Elaboración propia.

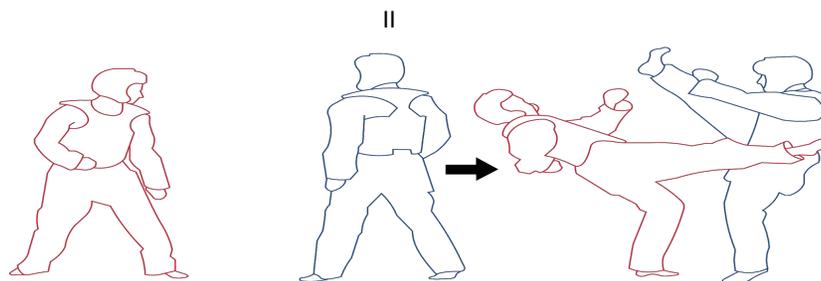


Tiempos de contrataque

- Contraataque de Bandal a Bandal Chagui (I).
(Zona de impacto: Tórax)



- Contraataque de Bandal a Naryo Chagui (II).
(Zona de impacto: Tórax)



- Contraataque de Naryo a Bandal Chagui (III).
(Zona de impacto: Cabeza)

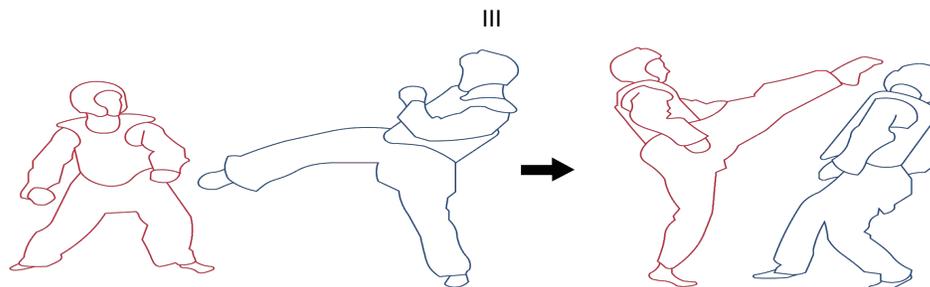


Figura 25: Tiempos de contrataque
Fuente: Elaboración propia.



Traumas corporales

Tomando en cuenta las técnicas anteriores, estas algunas veces se realizan con tal fuerza y tal precisión que si no fuera por las protecciones utilizadas en los combates se podrían producir traumas corporales, entre los cuales se destacan los traumas craneales y torácicos.

Traumas craneales

Los traumas craneales se pueden clasificar en dos tipos: cerrados y abiertos, se cataloga como lesión cerrada cuando el cráneo no se encuentra roto, mientras que una lesión abierta es lo contrario o que se encuentre perforado por algún objeto.

Sin embargo, las lesiones cerradas no siempre son menores que las abiertas y es en los deportes de contacto pleno como el Taekwondo donde suelen presentarse con mayor frecuencia, incluso en prácticas (NIH, 2020).

Las lesiones más comunes dentro de este ámbito son las siguientes:

- Dilatación de pupilas (ambos o un solo globo ocular).
- Dolores de cabeza que progresivamente van empeorando.
- Vomito o nauseas frecuentemente, en caso de seguir empeorando puede llegar a las convulsiones.
- Dificultad para levantarse o estar de pie.
- Dificultad para comunicarse con otros.
- Dificultad para la coordinación o motricidad fina.
- Debilidad en las extremidades del cuerpo (brazos y piernas).
- Episodios de confusión que continuamente aumentan.

Traumas torácicos

Debido a los órganos vitales que se encuentran Los traumas torácicos pueden ser catalogados de la misma manera que los craneales y aplicar la misma ideología de estos, sin embargo, dentro de los combates esta es la zona que indudablemente recibe la mayor cantidad de daño de manera continua, ya que es la más grande y la más fácil de alcanzar por el contrincante para marcar puntos.

Las lesiones más comunes que se sufren en la zona torácica son:

- Lesión cardíaca cerrada o no penetrante.
- Taponamiento cardíaco.
- Neumotórax (puede ser abierto, a tensión o traumático).
- Hemotórax.
- Hemorragia pulmonar.
- Rotura aórtica.
- Múltiples fracturas de costillas.
- Daño directo hacia las vías respiratorias.
- Daño inmediato hacia los pulmones.
- Perturbación hacia los mecanismos de la respiración.

Cabe destacar que en casos complicados el afectado podría sufrir un hemotórax y neumotórax de manera simultánea provocando un hemoneumotórax (Weiser, 2020).





CAPÍTULO IV

Investigación de usuario

Usuario

Bajo la ley N° 18.356 se encuentra encargada la Dirección General de Movilización Nacional de la fiscalización y el control sobre los establecimientos, materiales, elementos, actividades y personas que se encuentran relacionadas con la difusión, práctica y enseñanza de las artes marciales en Chile.

Consecutivamente, dentro de la reunión de dicha ley se informa que también existen organismos centrales a nivel mundial encargados de la regularización del Taekwondo en el mundo, los cuales están registrados en Corea del sur, Brasil, Estados Unidos y Argentina, contando con representantes en Chile. *“Estos “representantes” certifican a “instructores”, quienes se encargan de la enseñanza de las citadas artes, a través de dos vertientes, a saber, por el lado de las “academias”, que realizan estas actividades con fines de lucro, y, por el lado de las “ramas”, que las llevan a cabo sin fines de lucro y se radican, fundamentalmente, en organismos de educación superior, instituciones o empresas.”* (Informe de la comisión de defensa nacional, 2002). Por lo que tanto representantes, instructores, alumnos, academias y ramas serán fiscalizadas por la Dirección General de Movilización Nacional.

Además, se agregó que la referida Dirección General posee un registro nacional de personas que se encuentran relacionadas con las artes marciales (refiriéndose a instructores y alumnos), donde esta arrojó una cuenta de 52.377 personas de las cuales un 80% se encuentran vinculadas al Taekwondo o al Karate. Asimismo durante el transcurso del año 2001 se controlaron a un nivel nacional un total de 170 academias y 49 ramas destinadas a las enseñanzas de artes marciales.

En 2001 se controlaron en la Región Metropolitana(RM) 41 academias autorizadas y 18 que no se encontraban registradas, debido al hecho de que meramente los dueños no poseían un conocimiento previo de esta ley.

Ya para 2021 se puede encontrar una cantidad reducida de academias de Taekwondo con el estilo kukkiwon en sus enseñanzas dentro de la Región Metropolitana, las cuales se encuentran dispersas por las diferentes comunas de la región.

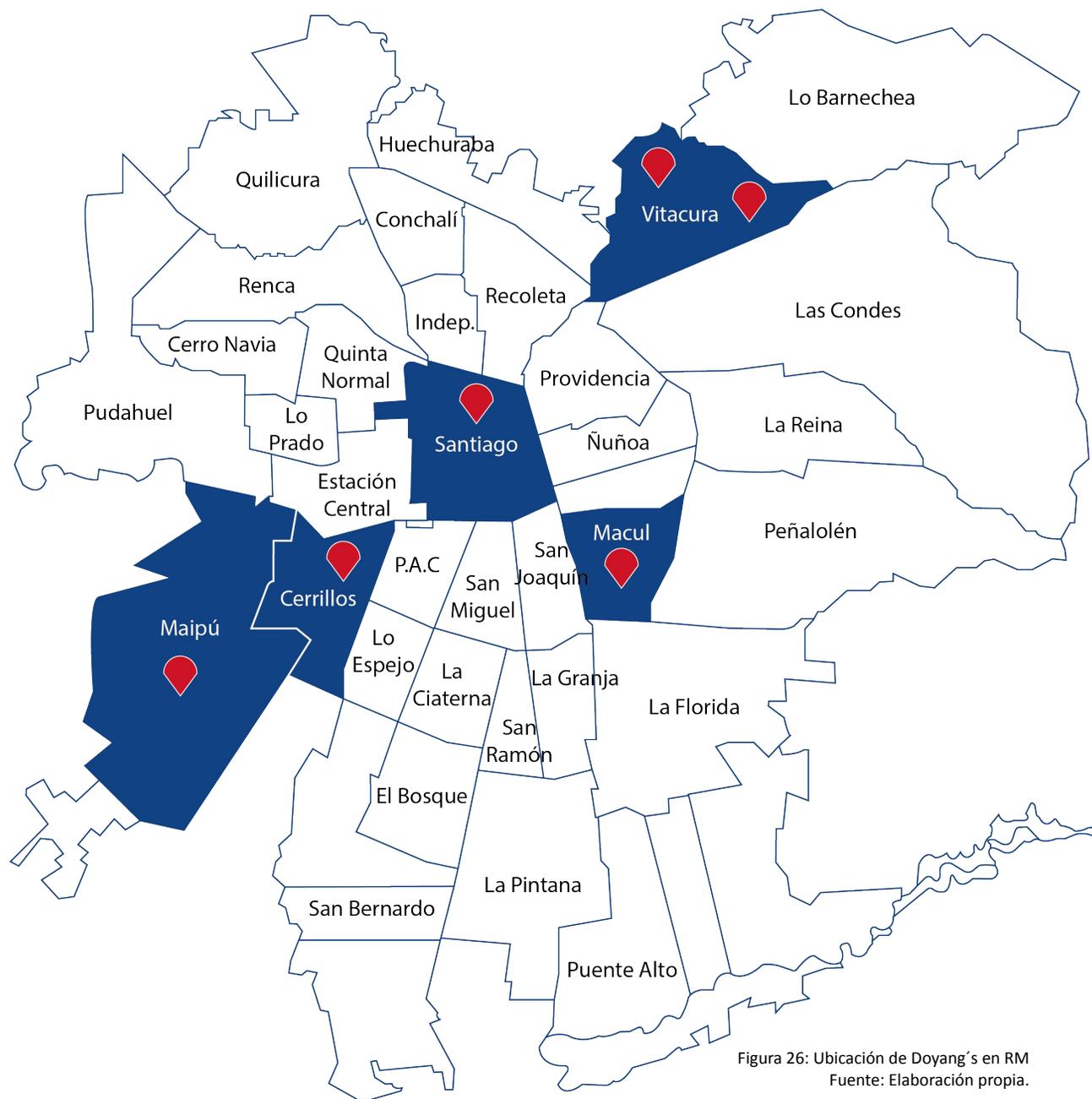


Doyang's en la Región Metropolitana

En la región metropolitana se ubican seis dojang's reconocidos y afiliados en la asociación chilena de Taekwondo kukkiwon:

- Doyang Club Lo Cañas, Vitacura
- Doyang Club de Polo, Vitacura
- Doyang kwanes, Santiago centro
- Doyang Gama40, Cerrillos
- Doyang ChungdoChile, Maipú
- Doyang Lo Cañas II, Macul

Con toda esta información al ser extrapolada es posible utilizar la metodología de arquetipo, la cual permitirá obtener la imagen de un usuario mucho más definido y, por lo tanto, obtener nuevos parámetros que permitirán trabajar con una mayor precisión dentro de la investigación.



Arquetipo de usuario

Tonny R.

Biografía

Tony es un adulto joven soltero que posee una situación económica de nivel C1a, de momento él se encuentra estudiando una carrera universitaria por lo que decidió en su tiempo libre practicar taekwondo estilo WTF para poder controlar el estrés ya que es parte fundamental de dicho deporte. Él es tolerante y paciente, disfruta de superar sus límites tanto los físicos como los psicológicos con el objetivo de mejorar la calidad de su salud. Sus metas en la vida están enfocadas a su crecimiento personal y lograr vivir de manera tranquila sin preocupaciones por lo que hará todo lo posible a su alcance para poder sentirse de ese modo.

“Con voluntad se puede lograr todo”

Entereza

Infatigable

EDAD: 23 años
OCUPACION: Estudiante
ESTADO CIVIL: Soltero
COMUNA: Vitacura
NIVEL EDUCACIONAL: Universitaria

Motivaciones

Incentivo



Temor



Crecimiento



Confianza



Salud



Metas

Estilo de vida pleno “crecer”.
Experimentar un estilo de vida superando límites, sin rendirse, vida placentera.

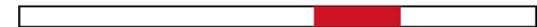
Frustraciones

La rutina
El estancarse
La conformidad
Ser sobrecargado

Personalidad

Extrovertido

Introvertido



Reflexivo

Intuitivo



Racional

Emocional



Crítico

Perseptiva



Tecnología

Internet



Aplicaciones móviles



Software



Redes sociales



Marcas

Vanguardistas,
resistentes,
confortables y
confiables.



Figura 27: Arquetipo de usuario
Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO V

Estado del arte

Estado del arte

Directo: Cabezales

Como se puede observar en las imágenes presentadas, los cabezales se encuentran ordenados de menor a mayor calidad, siendo el menor de nivel amateur (figura 29) y el mayor de nivel profesional (figura 31). No obstante la morfología sigue teniendo la misma base y las sujeciones la misma índole, demostrando que no ha habido avances o mejoras en cuanto a la protección del cráneo para el usuario. Los cabezales pueden ser de tres colores, azul, blanco o rojo.

- Cabezal Taekwondo W.T. Okami: Fabricado con doble poliuretano, además está diseñado para envolver toda la zona craneal del usuario (figura 28).
- Cabezal Taekwondo MTX: Fabricado en polipiel con el interior de espuma moldeada para la protección del usuario (figura 29).
- Mooto cabezal extera competición W.T.: Fabricado a partir de espuma recubierta con pintura plástica, es el único cabezal que posee una protección interna acolchada para la sudoración, además de burbujas de aire (figura 30).

Cabezal Taekwondo W.T. Okami



Figura 28: Cabezal amateur W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3epPVdu>.

Cabezal Taekwondo MTX



Figura 29: Cabezal semi profesional W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3t8XLfB>.

Mooto cabezal extera competición W.T.



Figura 30: Cabezal profesional W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3eqIP8S>.



Directo: Pechera

Como se puede observar en las imágenes presentadas, las protecciones del Taekwondo han sido heredadas de otras disciplinas como es el caso de la pechera y si nos centramos en la morfología del objeto nos podemos dar cuenta de que no han habido cambios notorios desde sus inicios, manteniendo el mismo sistema de sujeción y cambiando solamente el relleno de dicho objeto, incluso en los de nivel profesional.

- Hogu relleno de palos de bambú: Esta protección proviene de antes que el arte marcial fuera conocida como Taekwondo, para ser más precisos dicha protección era utilizada en el kendo (figura 31).
- Pechera Taekwondo Okami: Fabricado en poliéster recubierto de PVC con relleno de espuma para la absorción de los golpes, además es reversible en color rojo y azul. Este modelo en particular es el más común y utilizado (figura 32).
- Venum pechera entrenamiento: Fabricado a partir de cuero de PU reversible (azul y rojo) con relleno de espuma de alta densidad, tiene un sistema de bandas elásticas ajustables con sujeción de velcro (figura 33).

Hogu relleno de palos de bambú



Figura 31: Pechera antigua utilizada en el kendo
Fuente: Rufino, P. (2017).

Pechera Taekwondo Okami



Figura 32: Pechera amateur W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3t2FWPu>.

Venum Pechera entrenamiento



Figura 33: Pechera de entrenamiento
Fuente: <https://bit.ly/3epZAKn>.



- **MTX pechera Taekwondo W.T.:** Fabricado con polipiel reversible azul y roja, y relleno con espuma dura. Tiene un sistema de atadura con cinta y tejido elástico (figura 34).
- **KPNP E-Protector W.T.:** Fabricado en polipiel con relleno de espuma dura y ataduras de cinta, además esta pechera posee un sofisticado sistema de puntuación electrónico, además de sensores que le permiten detectar los puntos válidos en tiempo real dentro del combate (figura 35).
- **Daedo Peto electrónico GEN2:** Fabricado del mismo modo que el peto anterior y con los mismos materiales. No obstante posee una morfología diferente como se puede apreciar, además de destacar que este producto es utilizado en los juegos olímpicos y competiciones profesionales, por lo que viene en los colores azul y rojo sin ser reversible como los petos presentados anteriormente (figura 36).

MTX pechera Taekwondo W.T.



Figura 34: Pechera semi profesional W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3cgUQLg>.

KPNP E-Protector W.T.



Figura 35: Pechera profesional W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3qxYEg7>.

Daedo Peto electrónico GEN2



Figura 36: Pechera profesional W.T.F.
Fuente: <https://bit.ly/3DJP6GE>.



Indirecto: Cabezal y pechera

El ichcahuipilli o en español escaupil era una armadura de guerra mesoamericana muy similar al gambesón euro-asiático del siglo XV, el cual era utilizado por los mexicas y los tlaxcaltecas. Esta armadura seguía la ideología de los materiales compuestos, ya que se compone de múltiples capas de algodón trenzado y fibras de maguey, para luego ser endurecido en salmuera con otras sustancias.

Dicha armadura era portada por los guerreros debajo del tlahuiztli, ya que este solo cumplía la función de una decoración simbólica para distinguir rangos militares entre ellos. Asimismo eran equipados con el chimalli (escudo mesoamericano) y el cuatepoztlí (casco mesoamericano).

Este conjunto era portado de manera general por todas las culturas de mesoamérica con variantes de forma, calidad de materiales y tamaños dependiendo de la cultura o rango de los militares. Se diseñó con el fin de proteger el torso del usuario de las flechas y los átlatl en una manera similar a la que funcionan los chalecos antibalas modernos, debido a que las constantes capas de algodón y yute atrapaban o frenaban paulatinamente los proyectiles, del mismo modo al ser tan acolchada protegía de los cortes realizados por las macuahuitl y los tepoztopillis.

Como dato curioso estas armaduras eran tan efectivas para proteger y frenar proyectiles que las unidades de conquista españolas comenzaron a hacer uso de ellas en lugar de sus pesadas y calurosas armaduras.

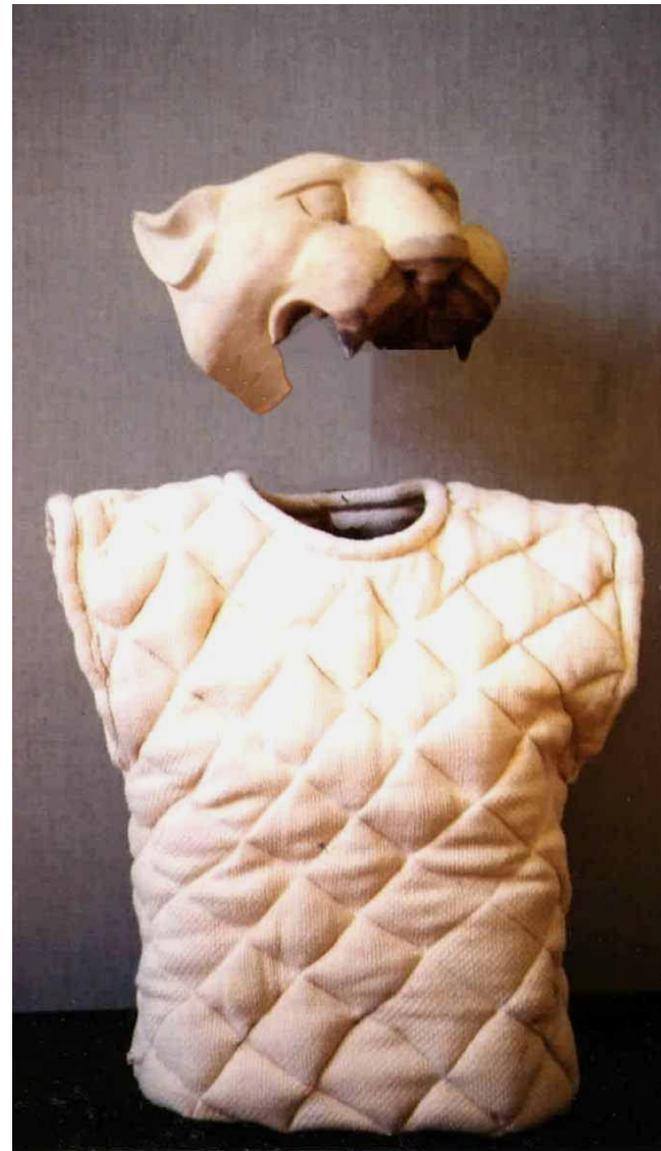


Figura 37: Ichcahuipilli y cuatepoztlí
Fuente: <https://bit.ly/30tEgSP>.



A lo largo de la historia bélica de Japón nos encontramos con tres diseños de armaduras sumamente adelantadas a la época, las cuales también poseen la ideología de los materiales compuestos y un armado modular de estas, por lo que les dio una enorme ventaja frente a sus enemigos:

- Tanko: Fueron las primeras armaduras fabricadas con hierro, se realizaban planchas las cuales eran sujetas con correas de cuero y protegidas con laca (eran diseñadas de tal manera que el usuario debía estar de pie todo el tiempo), mientras que para proteger la parte inferior del cuerpo era utilizado el kusazuri, en esencia era un tipo de falda que protegía los muslos. Igualmente, la armadura poseía un casco de hierro el cual era confeccionado con la intención de no entorpecer el movimiento de la cabeza (figura 38).



Figura 38: Armadura tanko
Fuente: <https://bit.ly/3l9eexJ>.

- Keiko: Esta armadura era elaborada por medio de láminas, y fue mayormente utilizada por la caballería debido a sus características que permitían movilidad y protección al mismo tiempo. Se destaca el uso de la seda para su conformación, no obstante se pensaba que llegaría a ser contraproducente el uso de esta en batalla, debido a que se podrían enganchar armas enemigas o proyectiles en la armadura, además de que se podría generar parásitos y moho como consecuencia de la humedad y suciedad de las campañas de guerra realizadas en esa época (figura 39).



Figura 39: Armadura keiko
Fuente: <https://bit.ly/3l9eexJ>.



- Yoroi: Por lo general era construida a base de muchas pequeñas armaduras de escamas (kozane) de acero (tetsu) y/o cuero (nerigawa) y/o placas (ita-mono), las cuales eran unidas entre sí mediante remaches y cordones de macramé (odoshi) o seda trenzada y/o cota de malla (kusari). Cabe destacar que las familias nobles poseían estas armaduras con cuerdas de seda en patrones específicos y colores distintivos (las cuales tenían cuerdas construidas con más de 100 hilos de seda), realizar dichas cuerdas de seda podía tomar muchos meses de trabajo constante solo para completar lo necesario para una armadura. Por otra parte, las placas para la armadura estaban unidas comúnmente a un paño o a un forro de cuero, y también eran lacadas de manera brillante para protegerla del áspero clima japonés, la kasuri (tela teñida) era utilizada de igual forma para la confección de las piezas individuales de las armaduras.

La yoroi completa no fue el tipo de armadura generalizada, su rol quedaba relegado a los generales o personajes sobresalientes dentro del organigrama del ejército, dentro del periodo sengoku (famoso por las guerras internas del país), esta armadura experimentó cambios debido a que al ser modular el guerrero podía confeccionar su armadura según sus necesidades de protección o según su condición física para ser más eficaz dentro de el combate, esto les permitió buscar el equilibrio entre protección y movilidad.



Figura 40: Armadura yoroi
Fuente: <https://bit.ly/319eexl>.



Estudio de campo

Para el estudio de campo, se utilizó el doyang del maestro Marcel Soto 5to Dan Kukkiwon, el cual se conoce bajo el nombre de “Academia Newen” y se encuentra ubicado en la calle amanecer 1571, en la comuna de peñalolén.

Dentro del establecimiento se pudo apreciar tanto los ejercicios como el equipamiento de entrenamiento, para ser más concreto el peto y un montaje de peto realizado por ellos mismos con el cual practican las patadas, donde al conversar un poco con el maestro afirmó que la relación precio-calidad del producto no es la mejor, además de la poca vida útil que posee.

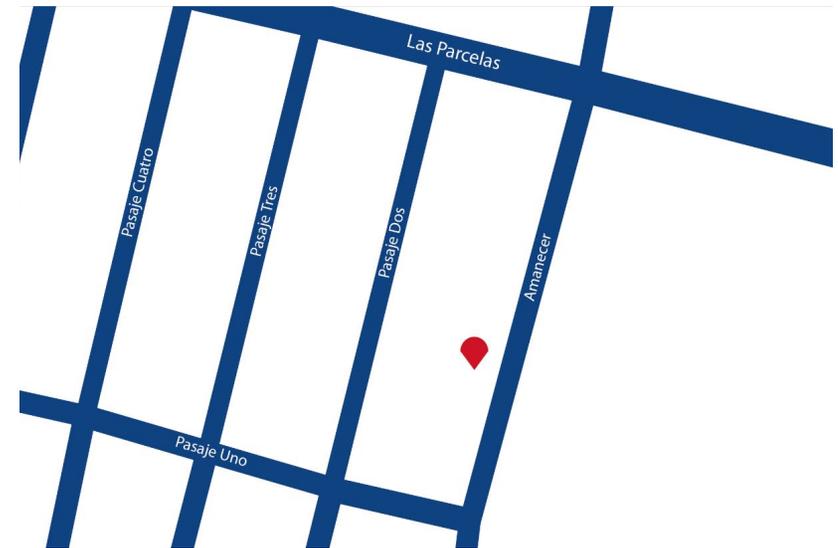


Figura 41: Ubicación academia Newen
Fuente: Elaboración propia.

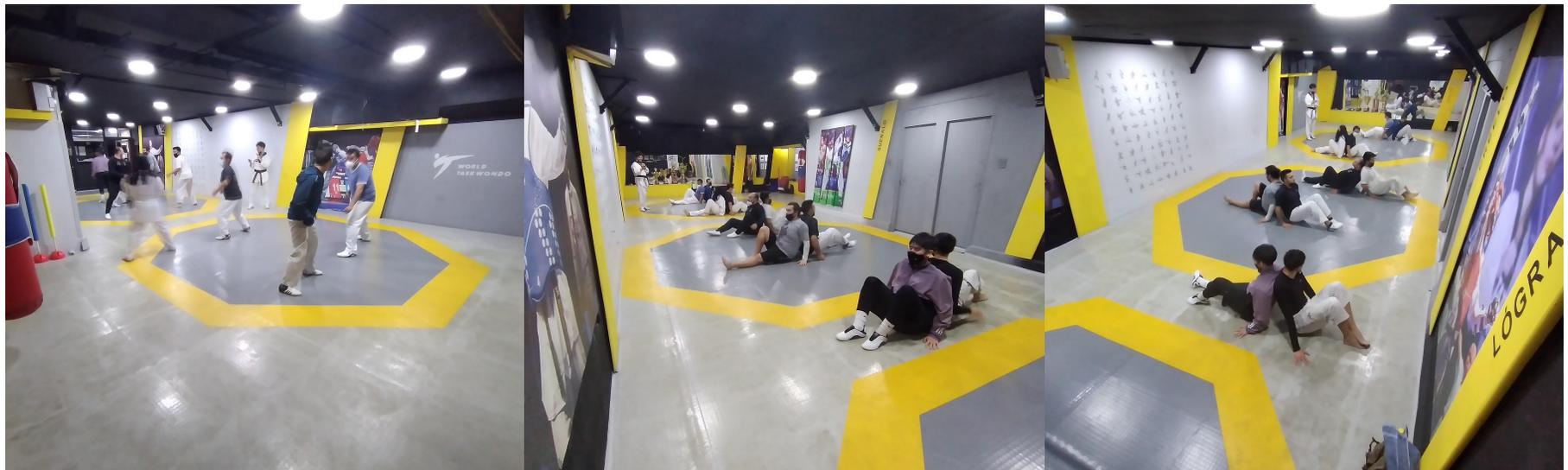


Figura 42: Interior de la academia Newen
Fuente: Elaboración propia.



Protección artesanal

Al realizar estudio de campo en Doyang's, se pudo observar un equipo "artesanal" para practicar las técnicas de patadas, el cual constaba de una colchoneta gruesa como base con una dimensión de 700 x 530 x 210 mm. La cual se encuentra envuelta con dos petos de taekwondo Adidas ya desgastados por el uso en las prácticas (figura 43).

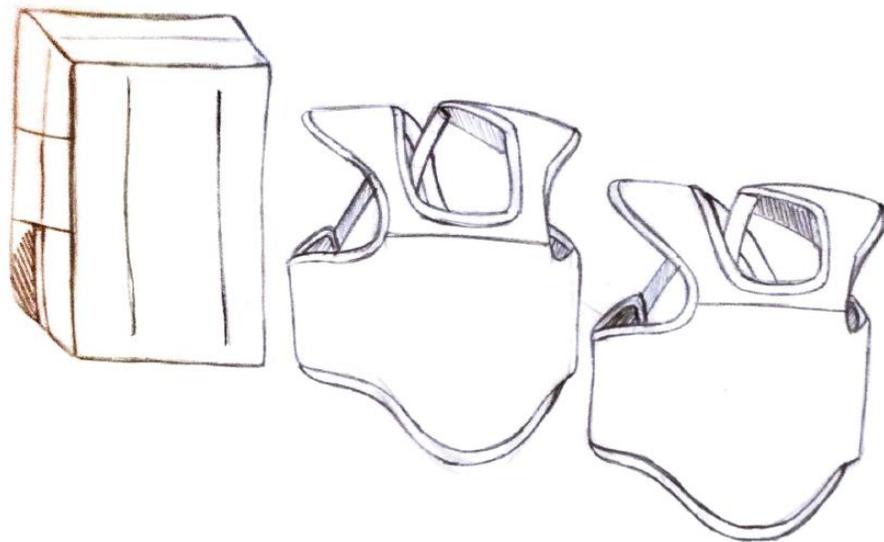


Figura 43: Vista explosiva de la protección artesanal
Fuente: Elaboración propia.



Figura 44: Protección artesanal
Fuente: Elaboración propia.



Figura 45: Protección artesanal en uso
Fuente: Elaboración propia.



Peto de entrenamiento

Los petos para Taekwondo usados en el recinto son de marca Adidas, estos cuentan con las características de ser reversibles, con un relleno de gomaespuma, además de contar con un revestimiento de cuero sintético (según las especificaciones del producto).

El precio dentro del mercado ronda entre los \$32.000 - \$35.000 pesos chilenos, por lo que al obtener dicho producto se espera realizar una buena inversión en cuanto a lo que se refiere precio-calidad y fundamentalmente protección. En el inventario del maestro del Dojang había al menos dos petos de cada talla (desde la 0 a la 4, es decir desde la XXS hasta la L).



Figura 46: Peto de entrenamiento en uso
Fuente: Elaboración propia.



Figura 47: Petos de entrenamiento según la talla
Fuente: Elaboración propia.



Ejercicios de patadas (dollyo chagui)

En este ejercicio se pidió la ayuda de cuatro voluntarios de la misma edad y peso respectivamente: Aaron, Abigail, Agustín y Renata. Para la investigación se les pidió golpear la protección artesanal realizando una patada dollyo chagui, la cual es una de las patadas más usada para obtener puntos dentro de los combates de Taekwondo.

Cada uno de los voluntarios hizo una ronda de 5 patadas para poder observar la fuerza y precisión de cada uno, asimismo se anotó la distancia de retroceso de su respectivo compañero al momento de recibir el impacto. Todo esto se procedió con la idea de poder obtener parámetros cuantitativos para la fórmula matemática del ensayo de las probetas.

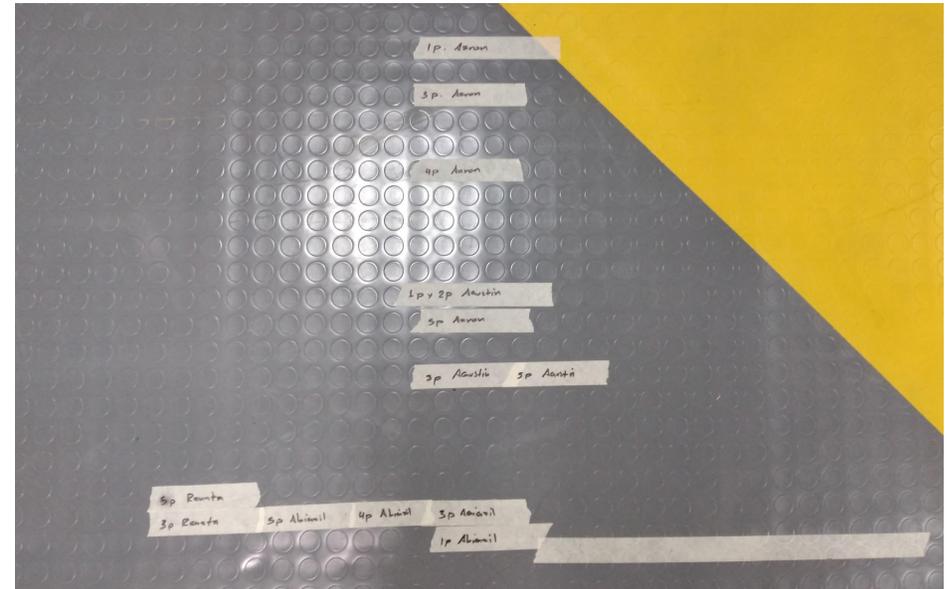


Figura 48: Ejercicios de patadas
Fuente: Elaboración propia.

Voluntarios	Patada 1	Patada 2	Patada 3	Patada 4	Patada 5	Promedio
Aaron	51 cm	0 cm	46 cm	38 cm	21 cm	31,2 cm
Agustín	24 cm	24 cm	15 cm	0 cm	15 cm	15,6 cm
Abigail	2,5 cm	0 cm	4 cm	4 cm	4 cm	2,9 cm
Renata	0 cm	0 cm	4 cm	0 cm	5 cm	1,8 cm

Tabla 2: Medidas del ejercicio de patadas
Fuente: Elaboración propia.



Dissección peto de entrenamiento

Un peto Adidas talla 3 o M (figura 50), cuenta con unas dimensiones de 1000 x 699 x 40 mm.

Bajo la idea de obtener parámetros de comparación entre el peto y las probetas a realizar posteriormente basándonos en la matriz polimérica termoestable, se decidió hacer una dissección del producto, realizando una incisión de 100 x 100 mm. a un costado de este, retirando todo el material del cual se compone la protección (figura 49). Esto se realizó para poder obtener una pieza tamaño probeta la cual será puesta a prueba en igualdad de condiciones junto con otras probetas, además de poder conocer realmente la composición interna del relleno.

Una vez ya hecha la incisión se pudo observar que el peto posee un núcleo de goma eva, el cual cuenta con un relleno de gomaespuma pegado en una de las caras del cuero sintético, el cual envuelve ambos lados.

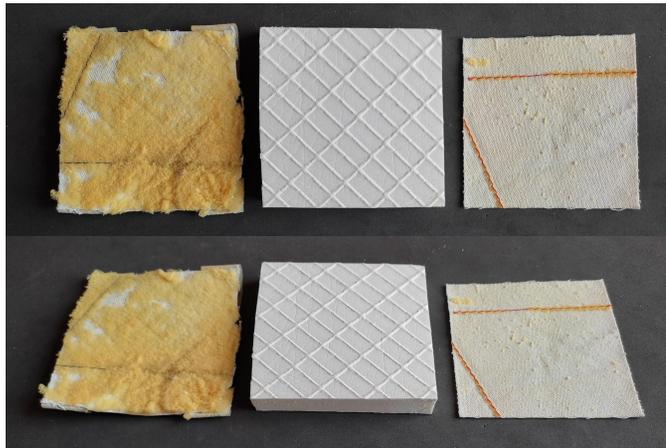


Figura 49: Probeta diseccionada
Fuente: Elaboración propia.



Figura 50: Peto diseccionado
Fuente: Elaboración propia.



Figura 51: Dissección del peto
Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO VI

Marco Metodológico

Materiales compuestos

Un material compuesto se refiere a un sistema constituido por dos o más componentes los cuales se diferencian en la forma y en su composición química, además de ser esencialmente insolubles entre ellos mismos, estos pueden ser clasificados según la forma de sus componentes o compuestos:

Compuestos fibrosos: El reforzamiento de este compuesto como su nombre lo dice, es una fibra, para ser más precisos es un material que posee una relación longitud-diámetro muy elevados; dichas fibras pueden estar dispuestas de manera continua o discontinua de manera aleatoria o unidireccional, un ejemplo de esto es la resina epoxi con fibra de vidrio.

Compuestos particulados: Los refuerzos de estos compuestos son partículas coaxiales, lo que quiere decir que las dimensiones de dichas partículas son semejantes en todas las áreas que abarca, como por ejemplo el caucho reforzado.

Compuestos estructurales: Estos compuestos se encuentran constituidos gracias a la combinación de materiales homogéneos y también compuestos, estos se distinguen al mismo tiempo en materiales laminados (realizados por un conjunto de láminas paralelas) o paneles “sándwich” (realizados por un núcleo y dos tapas).

Hoy en la actualidad las aplicaciones para los materiales exigen una baja densidad y grandes propiedades mecánicas, es decir, una gran rigidez además de resistencia. Dicha exigencia de propiedades se pueden alcanzar con los materiales convencionales (cerámicos, metales y polímeros).

El constante desarrollo de los compuestos ha permitido una mejora en las propiedades de los materiales propiamente tal, creando ventajas como:

- Rigidez específica y una alta resistencia específica.
- Probabilidad de adaptación del material al esfuerzo requerido debido a la anisotropía.

Los materiales compuestos con fases dispuestas en forma de fibra son los más vanguardistas de todos, ya que a menudo son diseñados con fibras bajo la intención del mejor equilibrio entre las ventajas mencionadas previamente, donde constantemente se busca la coexistencia de la tracción y el peso específico, además del módulo de elasticidad y el peso específico, haciendo uso de materiales con baja densidad para la matriz y la fibra.

Esta idea hace que se realicen compuestos reforzados con fibras, poseedoras de una alta resistencia y módulos específicos extraordinariamente elevados para todo tipo de propósitos (Moral y Nogueira, 2007).

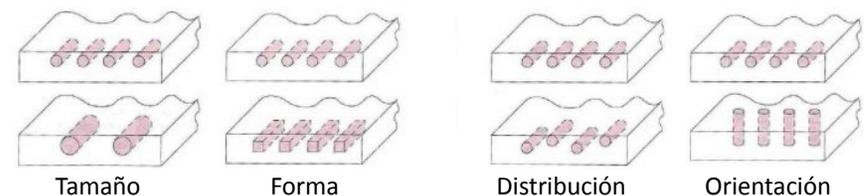


Figura 52: Disposición de los refuerzos
Fuente: Moral, A. y Nogueira, M. (2007).



Matriz polimérica

Los materiales compuestos a base de una matriz polimérica u orgánica son utilizadas hoy en día en muchas áreas industriales tales como la industria automovilística, aeronáutica, naval, aeroespacial, construcciones, electrónica y materiales deportivos, donde estos reemplazan los metales y otros materiales en distintas aplicaciones.

Estas matrices se caracterizan por sus múltiples cualidades como baja densidad, baja resistencia mecánica, alta resistencia a la corrosión, alta tenacidad, rapidez y sencillez de conformado. No obstante, también se pueden clasificar dentro de tres tipos, donde cada tipo cuenta con sus propias aplicaciones para proyectos individualmente:

- Termoplásticas: Son usadas en situaciones que requieran de bajos requisitos, sin embargo, últimamente se comenzaron a emplear en termoplásticos avanzados para altas prestaciones.
- “Duroplásticos” o Termoestables: Destacan de los tres debido a que solo son empleados en proyectos de altas prestaciones.
- Elastómeros: Estas matrices son empleadas principalmente en neumáticos y cintas transportadoras.

Cabe destacar que para la realización de todas estas matrices se emplea como elemento de refuerzo fibras de vidrio, de boro o de carbono dependiendo del tipo de proyecto que se requiera realizar.

La matriz polimérica termoestable es sin duda la más usada para proyectos que requieran de una producción más compleja y duradera, ya que estas están constituidas por cadenas articuladas que permiten a la estructura adquirir la forma requerida de manera permanente, todas ellas requieren de un proceso de curado para adquirir la dicha estructura reticulada.

Dentro de los “duroplásticos” o termoestables se encuentra la resina de poliéster la cual puede ser empleada junto con la tela de fibra de vidrio o de carbono para obtener un compuesto poseedor de una gran dureza y resistencia, asimismo este compuesto puede ser utilizado tanto en la creación de piezas como en revestimiento de superficies.

Para la utilización de esta resina se debe complementar con un catalizador (este permite endurecer la resina) en una proporción aproximada del 2%, entonces estará lista para ser empleada con o sin el refuerzo pertinente. Sin embargo, cuando esta es empleada con algún refuerzo como la fibra de vidrio o carbono se debe aplicar en la superficie a trabajar dicha resina mezclada con el catalizador para luego usar una lámina de refuerzo y seguir de esta manera sucesivamente hasta obtener el resultado deseado para el proyecto en cuestión.



Observaciones y decisiones

Como se mencionó en el comienzo de este documento, la problemática del proyecto se enfoca en los petos de entrenamiento, hallando una oportunidad de diseño. De igual forma, se mencionó que el problema a resolver es la morfología y la efectividad de protección para el usuario del producto en cuestión, debido a que la evolución del peto no ha variado mucho desde sus inicios y que fue elaborado por primera vez de manera más industrializada, llevándolo al mercado para su distribución masiva. Además, tomando en cuenta todos los datos obtenidos por la investigación realizada el usuario directo no carece de dificultades monetarias por lo que el desarrollo del producto no presenta restricción en el uso de materiales más vanguardistas y procesos de confección o producción más refinados en su totalidad.

Una vez aclarada la situación de los recursos para el proyecto se toman en cuenta los materiales compuestos debido a su rápido crecimiento de desarrollo en la actualidad y por su sobresaliente conjunto de características, además de sus cualidades morfológicas que permiten a estos poder ser utilizados en casi todos los campos de producción de productos.

Teniendo en cuenta los factores se empleará la metodología de los materiales compuestos estructurales, debido a que estos presentan una combinación de materiales indiferenciados, y dependiendo de la disposición de la geometría usada para organizar las láminas o sandwiches realizados, se obtendrán las propiedades deseadas para la máxima eficiencia del producto.

Dichos materiales compuestos estructurales son una apuesta segura y dentro de estos resalta una rama en particular, estos compuestos se encuentran hechos por una base denominada como matriz polimérica hecha de compuestos fibrosos continuos laminados, los cuales son empleados hoy en día en múltiples áreas industriales de productos, donde cabe destacar que se encuentra el área de los materiales deportivos.



Figura 53: Compuesto laminar (I) y Compuesto Sandwich (II)
Fuente: <https://bit.ly/30ozhmu>.



Por otra parte, se decide prestar una mayor atención sobre el protector denominado como “peto” dentro de los usuarios que practican Taekwondo a un nivel no profesional, es decir practicantes comunes dentro de este ámbito, debido a múltiples factores arrojados durante la investigación realizada y a factores externos de dicha investigación, por consecuencias de la situación pandémica mundial.

El peto es el que tiene la función de salvaguardar una gran cantidad de órganos vitales y sistemas óseos, a diferencia del resto de los protectores. Por una parte, protege la caja torácica, compuesta por las costillas, las cuales resguardan los pulmones junto con el corazón, entre otros órganos vitales.

Así mismo, visto desde dentro de las prácticas o competiciones la zona torácica es en la cual se hallan la mayor cantidad de oportunidades para obtener puntos dentro de los rounds, lo cual convierte al peto en el objeto más propicio para recibir golpes del contrincante en cuestión.

Por otra parte, la confección con la que se dispone ejecutar el peto favorece una sinergia con la metodología de los materiales compuestos estructurales, debido a que se requiere que este posea la capacidad de cumplir con dos factores importantes, los cuales son la absorción y disipación de energía que se le aplica al usuario cuando realiza un combate de práctica o de competición.

Dicho esto, la idea de utilizar una matriz polimérica termoestable junto con la fibra de vidrio como pilar para el desarrollo de un compuesto tipo sándwich, (la cual se encontrara dentro de la confección del peto) es una opción bastante prometedora y viable, ya que asegura el cumplimiento del objetivo principal, el cual es proteger al usuario y también asegurar la vida útil del producto a desarrollar.



Requerimientos técnicos

Como se podrá observar en el estado del arte directo, las protecciones de Taekwondo no han variado mucho desde sus comienzos, por lo que siguen experimentando las mismas dificultades en cuanto a la absorción y disipación de energía de los golpes, la forma de sujeción del peto, el fácil acceso hacia el cuerpo para asistir al usuario en caso de alguna emergencia o algún accidente que requiera de intervención inmediata.

Para resolver la problemática de esta investigación, se propone realizar un material compuesto con los materiales que son utilizados hoy en día, en este caso la resina de poliéster junto con la fibra de vidrio. Además se toman como referencia para el diseño, elementos de la historia antigua como el confeccionamiento de las armaduras de guerra asiáticas del periodo Edo.

El proyecto debe cumplir los siguientes requerimientos en cuestión:

- Debe ser confortable para no perturbar al usuario y muy resistente para evitar daños por los golpes del rival.
- Debe poseer un núcleo o un laminado dispuesto de tal manera que le permita absorber y disipar la mayor cantidad de energía posible.
- Debe contar con cierto rango de flexibilidad para que el peto se amolde al usuario, buscando la comodidad de él y no la adaptación forzada hacia dicho producto.
- Debe ser de carácter modular para facilitar el intercambio de piezas dañadas una vez cumplida su vida útil.
- La voluminosidad del producto debe ser óptima para que no interfiera con el movimiento y traje reglamentario, el cual posee un gran significado para los usuarios.
- La morfología debe poseer una cobertura muy precisa de las zonas comprometidas en combate, ya que se encuentran órganos vitales en ellas.



Estudio anatómico zona torácica

Órganos

- Corazón
- Esófago
- Pulmones
- Timo

Huesos

- Acromion
- Clavícula

Ligamentos

- Línea alba
- Ligamentos costo xifoideos
- Vaina del músculo recto mayor del abdomen

Músculos

- Abdominales
- Oblicuo externo
- Oblicuo mayor del abdomen
- Pectoral mayor
- Serrato anterior
- Serrato mayor

Capa muscular externa

Capa muscular interna

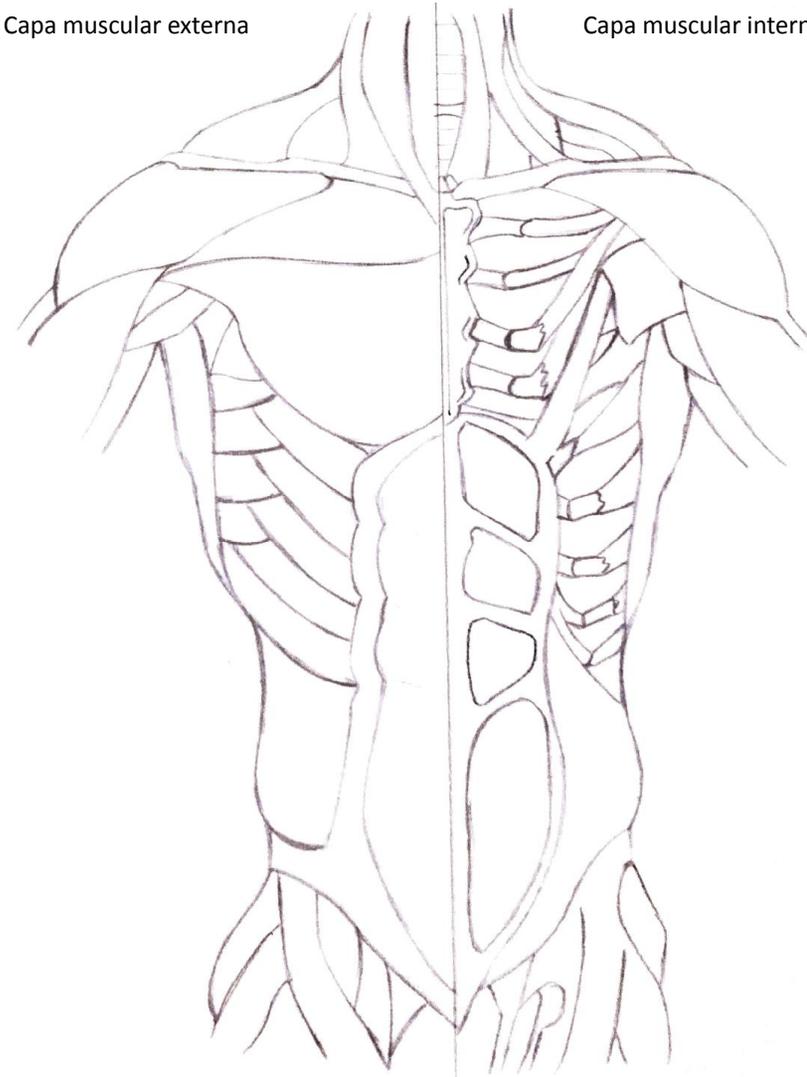


Figura 54: Sketch muscular y óseo

Fuente: <https://bit.ly/3l9eexJ>.



Mockup protección

Sistema de placas

Se decidió realizar un mockup funcional para analizar la distribución y el comportamiento del relleno dentro de la protección en movimiento, además de descifrar si la voluminosidad contaba como un aspecto importante a tener en cuenta. Para lo cual se utilizó un sistema de placas simulando el material laminado por cartón, acompañado con láminas de napa para añadir volumen y flexibilidad al mockup.

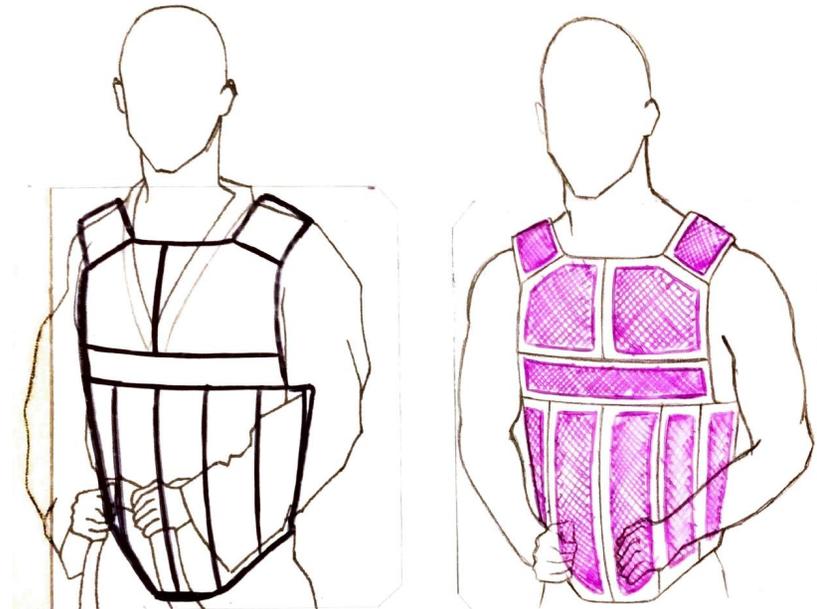


Figura 56: Sketch peto con placas
Fuente: Elaboración propia.

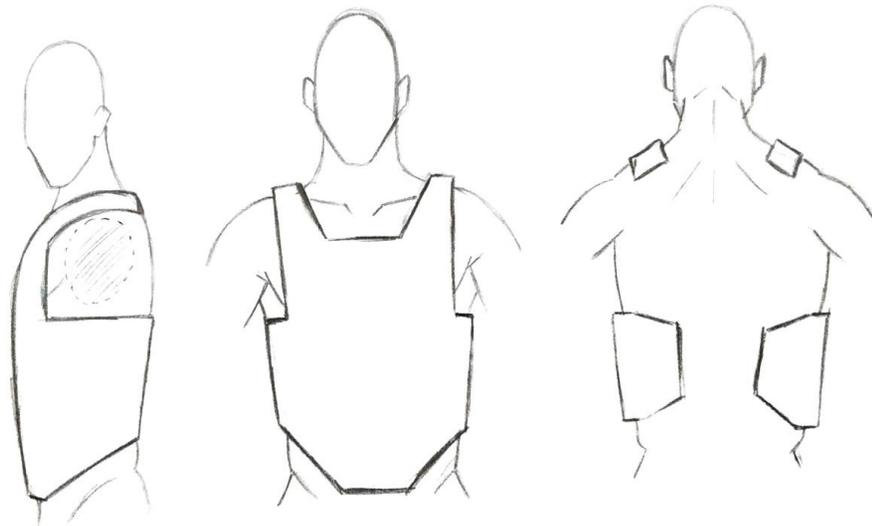


Figura 55: Sketch ajuste mockup al cuerpo
Fuente: Elaboración propia.

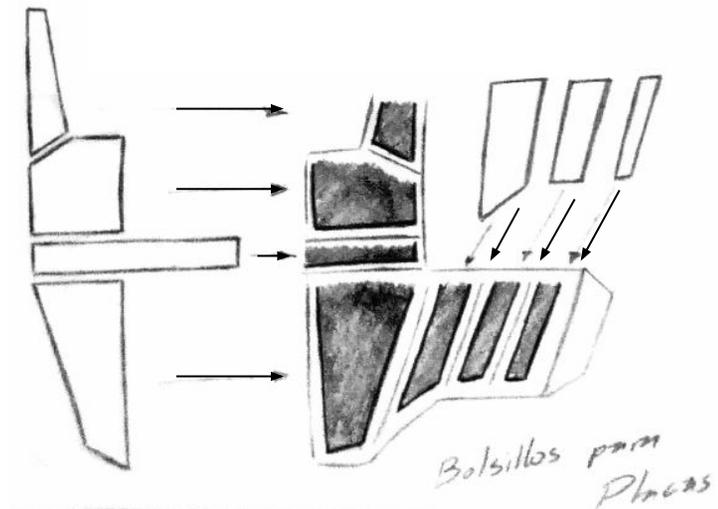


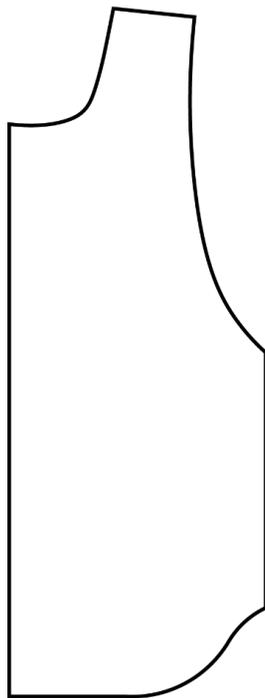
Figura 57: Sketch distribución de placas I
Fuente: Elaboración propia.



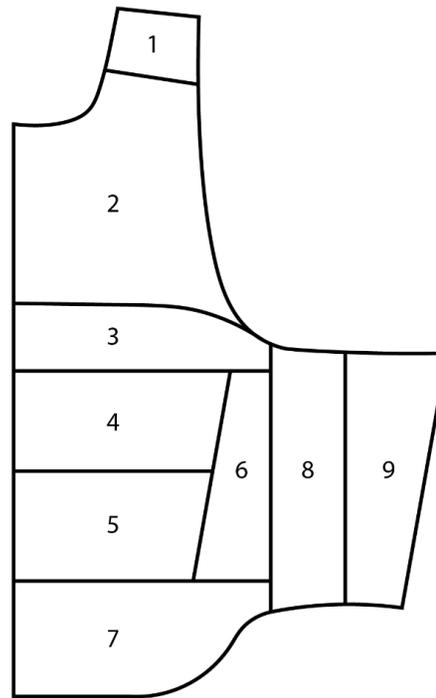
Moldes para placas y morfología del peto

Se realizaron moldes para el peto y las placas de este, a lo cual se tuvieron que hacer modificaciones, puesto que una vez realizados los moldes para el peto se decidió hacer un cambio de último momento respecto a los moldes de las placas, convirtiendo la zona de la ingle en una pieza independiente de la zona abdominal, esto es a causa de la movilidad que requieren los practicantes para poder lanzar las técnicas de pies.

Base peto



Base placas



Base placas cortada

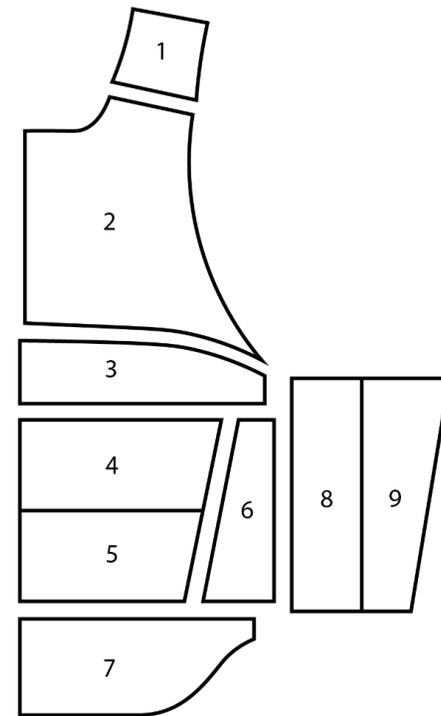


Figura 58: Moldes para placas y morfología mockup
Fuente: Elaboración propia.



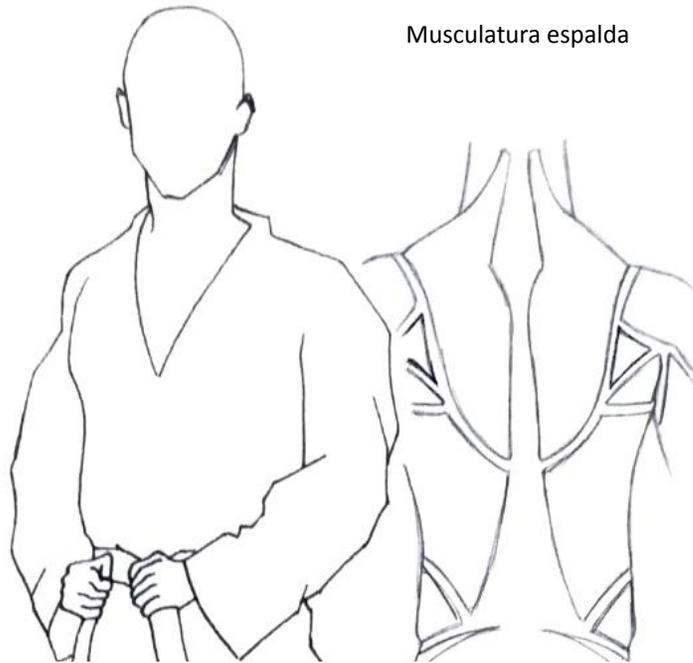
Sistemas de sujeción

Para el diseño del mockup y peto se desarrolló un sistema de sujeción como se puede observar en la figura 60, para lo cual se seleccionó un sistema de sujeción para ser puesto a prueba.

- Sistema de sujeción A: Este posee correas de ajuste en forma de V más anchas que el promedio en la zona dorsal, esto se debe a la idea de poder abarcar una zona amplia dentro de la espalda siguiendo la línea muscular de esta misma, también cuenta con correas laterales de tamaño promedio para la sujeción en la zona lumbar.
- Sistema de sujeción B: Diseño en forma de X (el cual cruza toda la zona dorsal) junto con un amarre lateral de una sola correa en la zona lumbar, todas sus correas son de tamaño promedio por lo que este busca priorizar la comodidad del usuario, además de una fijación con puntos precisos de anclaje.
- Sistema de sujeción C: Sistemas de puntos de anclaje y correas de ajuste precisos, los cuales se encuentran distribuidos en las zonas dorsal y lumbar de la espalda del usuario, dicho sistema está diseñado de este modo para brindar la máxima adaptabilidad, confort y sujeción del usuario, ya que a diferencia de los otros todas sus correas son ajustables según la necesidad del usuario.
- Sistema de sujeción D: Sistema en forma de Y (tipo suspensor), este busca seguir la línea de la columna del usuario mediante una alineación basada en su propia musculatura espaldar, asimismo cuenta con una correa más ancha en la zona lumbar con la intención de que la fuerza que soportará el sistema se distribuya dentro de este punto en específico.



En este caso, se seleccionó el sketch C (figura 60) para ser elaborado, el cual se encuentra inspirado en los chalecos de airsoft y en los chalecos tácticos de carácter militar, debido a que estos se encuentran a la vanguardia en temas de ergonomía.



Musculatura espalda

Figura 59: Sketch musculatura espalda
Fuente: Elaboración propia.

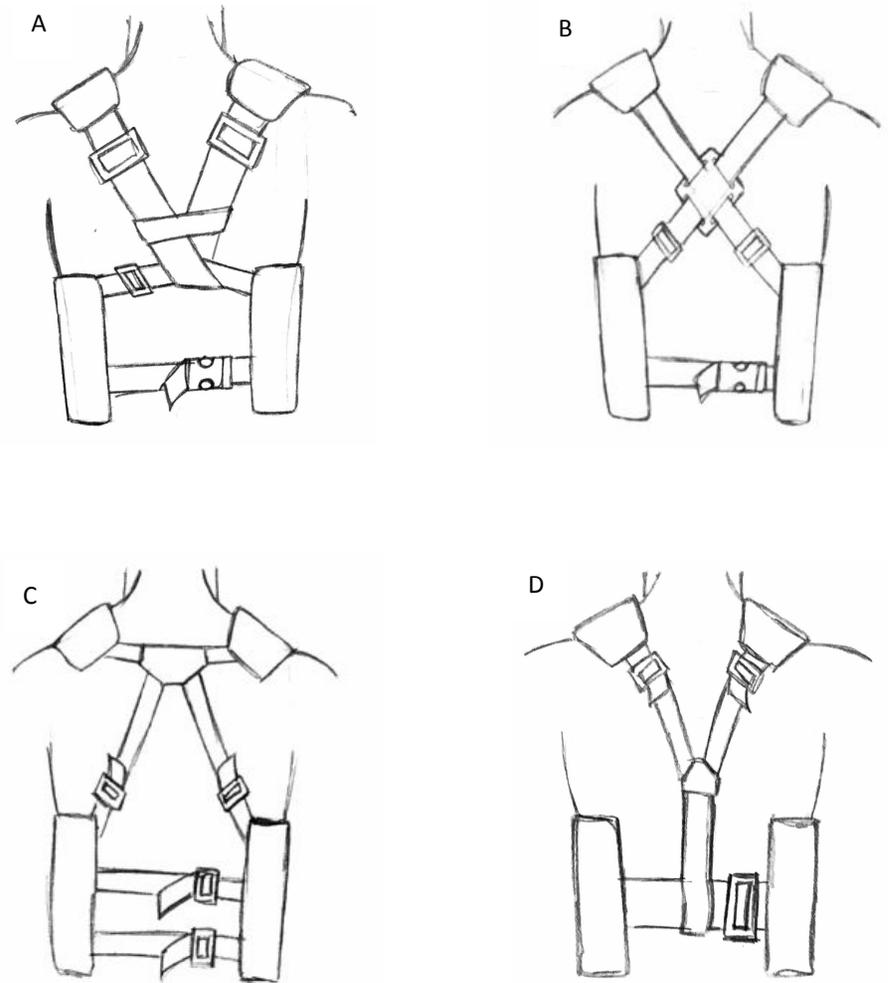


Figura 60: Sketch de sujeciones
Fuente: Elaboración propia.



Imágenes del Mockup: Protección y sujeción



Figura 61: Mockup en uso
Fuente: Elaboración propia.



Figura 62: Mockup en pose de combate
Fuente: Elaboración propia.



Conclusiones mockup

Según el feedback recibido, el mockup contó con puntos negativos tales como:

- Incomodidad en la zona de los hombros.
- Incomodidad en la zona pectoral.
- Incomodidad en la zona de las costillas.
- Incomodidad en la ingle.
- El mockup posee un grosor de 50 mm. aproximadamente, lo cual obstruye al practicante al momento de realizar las técnicas de patadas.

Por otra parte, el sistema de sujeción resultó ser la característica más sobresaliente del mockup, ya que logró el comportamiento esperado en cuanto a ajuste corporal óptimo y cómodo para los practicantes.

Los puntos mencionados anteriormente se basan en el análisis de los seis practicantes que utilizaron el mockup para este proyecto y que practicaron movimientos de patadas y defensa.



Sketches

Luego de realizar las pruebas del primer mockup, se analizó el feedback entregado por los posibles usuarios, lo cual permitió plantear nuevas morfologías, y nuevas distribuciones de las placas, priorizando la comodidad y protección del usuario.

En primer lugar (A), se pensó en una morfología recta (figura 63) para facilitar la idea de la modularidad, además de crear un efecto de mayor resistencia.

En segundo lugar (B), se realizó una morfología con curvas (figura 64) para facilitar la adaptación hacia el cuerpo y al mismo tiempo se diseñó una trama modular más compleja debido a sus múltiples curvas.

En tercer punto (C), se decidió proponer una combinación de las ideas anteriores (figura 65) para poder obtener la máxima eficiencia entre adaptación y protección para el usuario.

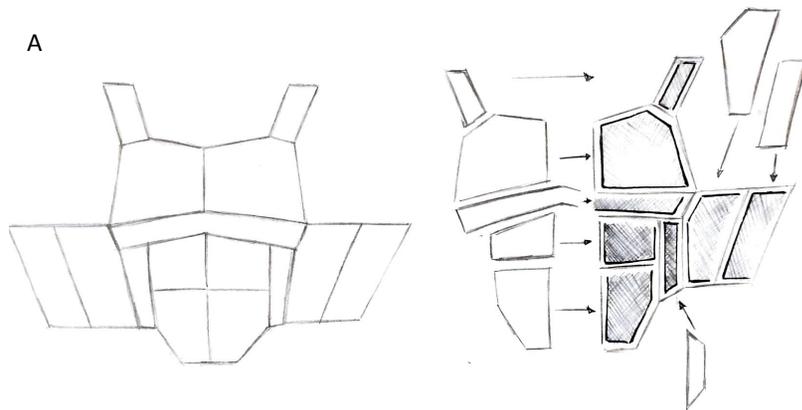


Figura 63: Sketch distribución de placas II
Fuente: Elaboración propia.

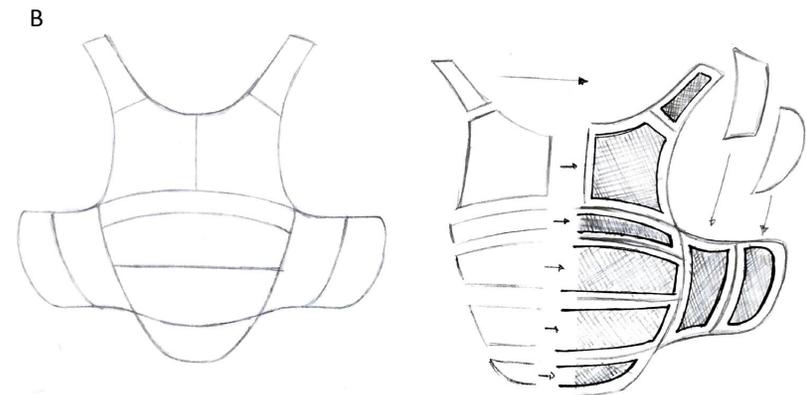


Figura 64: Sketch distribución de placas III
Fuente: Elaboración propia.

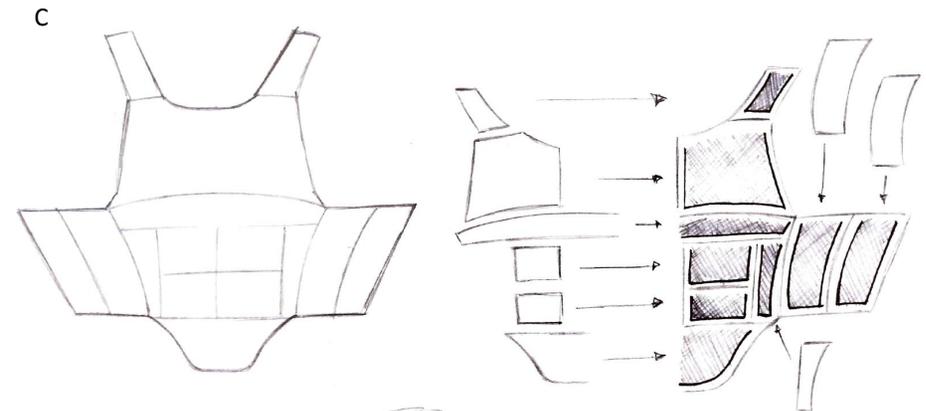


Figura 65: Sketch distribución de placas IV
Fuente: Elaboración propia.



Cruceta

Se realizó un replanteamiento del diseño de la cruceta, también debido al feedback del primer mockup, ya que esta es parte fundamental del sistema de sujeción de la protección.

Cada cruceta propuesta posee una forma diferente para la sujeción, sin embargo, todas comparten la ubicación de los anillos para las correas en las esquinas. Entre los cuatro sketches presentados (figura 67 y 68), el diseño más propicio es el de la letra (D), debido a la flexibilidad que le permitía su forma y posicionamiento.

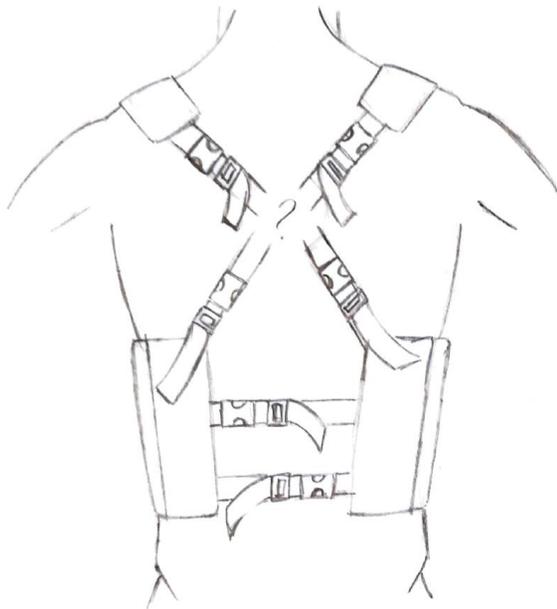


Figura 66: Sketch distribución de sujeción
Fuente: Elaboración propia.

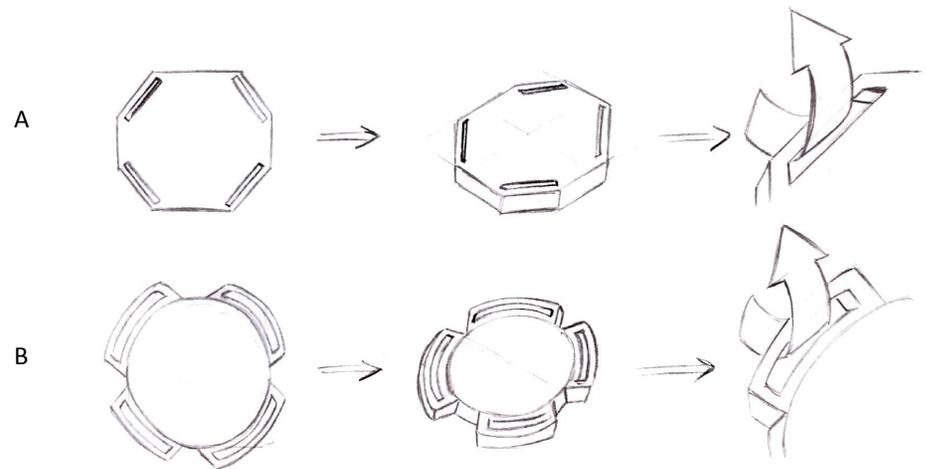


Figura 67: Sketch cruceta de sujeción I
Fuente: Elaboración propia.

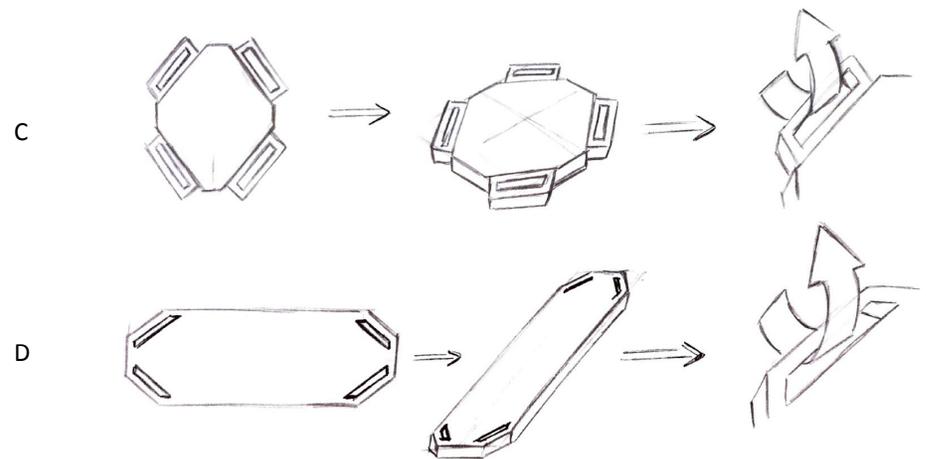


Figura 68: Sketch cruceta de sujeción II
Fuente: Elaboración propia.



Modelado 3D de la cruceta

Tras analizar la cruceta seleccionada anteriormente, se decidió crear un quinto diseño (figura 69) el cual sigue la idea anterior, sin embargo, este cuenta con una distribución más precisa de los orificios para las correas.

La pieza fue modelada en Inventor y elaborada en una impresora 3D, marca Creality.

La pieza de la cruceta cuenta con una resistencia suficiente para aguantar la tracción ejercida por las correas al ajustarse, además de una flexibilidad acorde a lo requerido para no incomodar la zona superior de la espalda al estar en movimiento, esto se comprobó utilizando la cruceta con correas y jalando de estas como si estuvieran en uso.

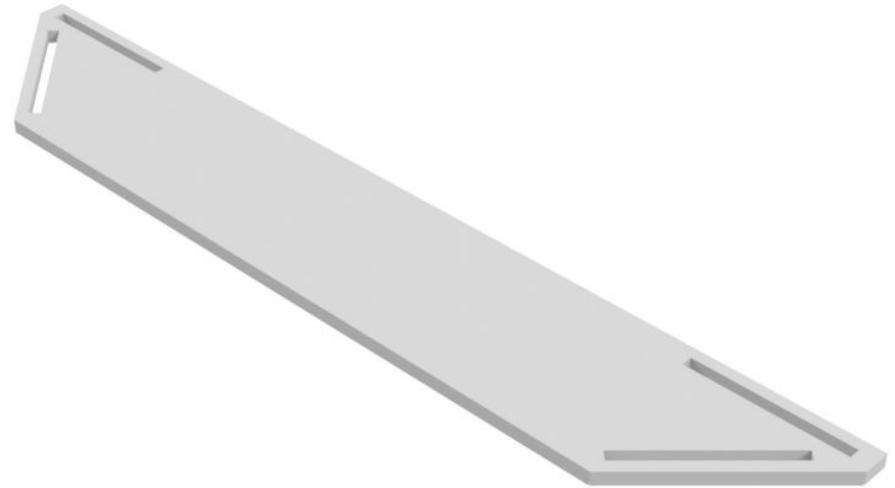


Figura 69: Perspectiva caballera modelado 3D de la cruceta
Fuente: Elaboración propia.

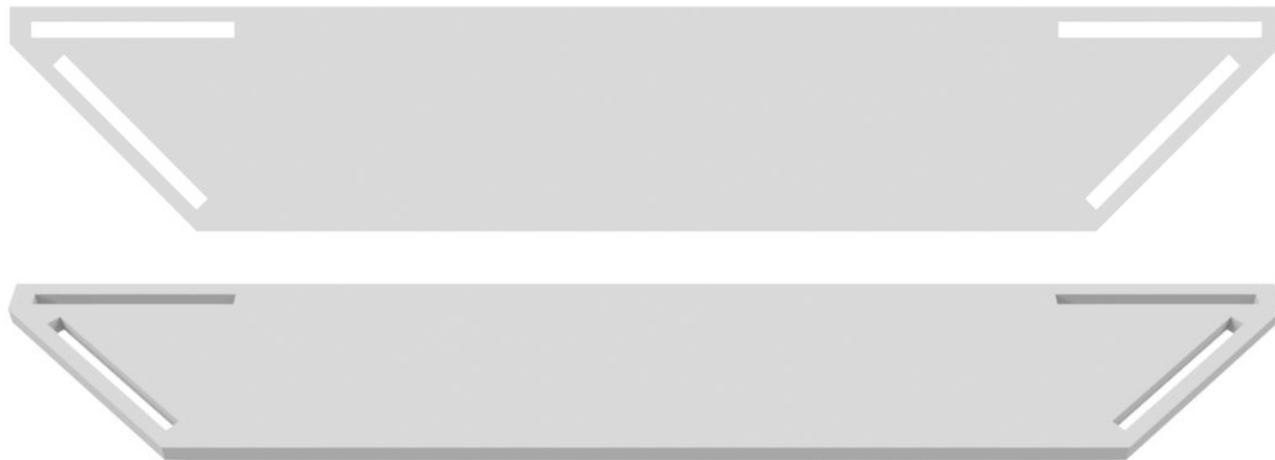


Figura 70: Modelado 3D de la cruceta
Fuente: Elaboración propia.



Mockup protección con feedback

Una vez analizando toda la información obtenida del feedback realizado por los practicantes de Taekwondo, se decidió realizar cambios dentro de las distintas características del producto, tanto en el aspecto morfológico, cambiando sus dimensiones a 700 x 740 x 40 mm, además de leves cambios dentro del sistema de sujeción y por último, cambios con respecto al sistema modular.

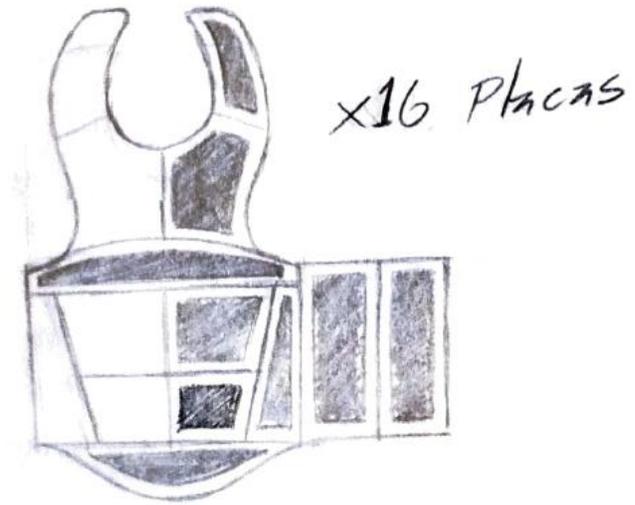


Figura 72: Sketch de la organización de las placas
Fuente: Elaboración propia.

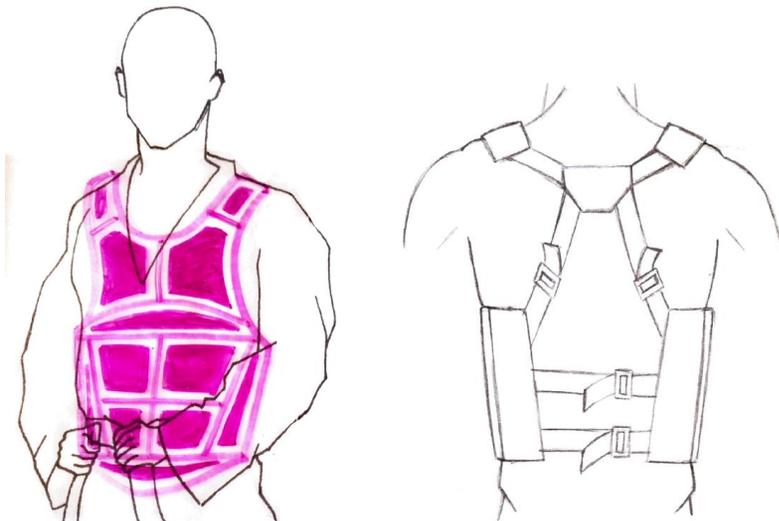


Figura 71: Sketch mockup feedback con placas
Fuente: Elaboración propia.

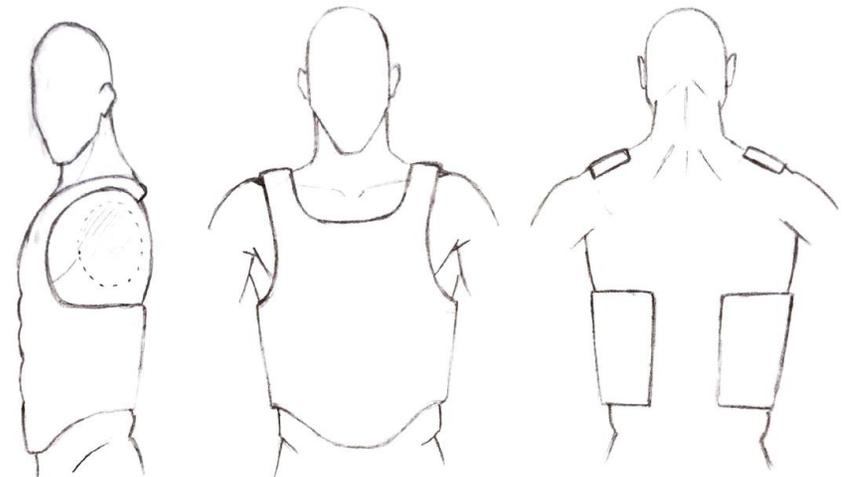
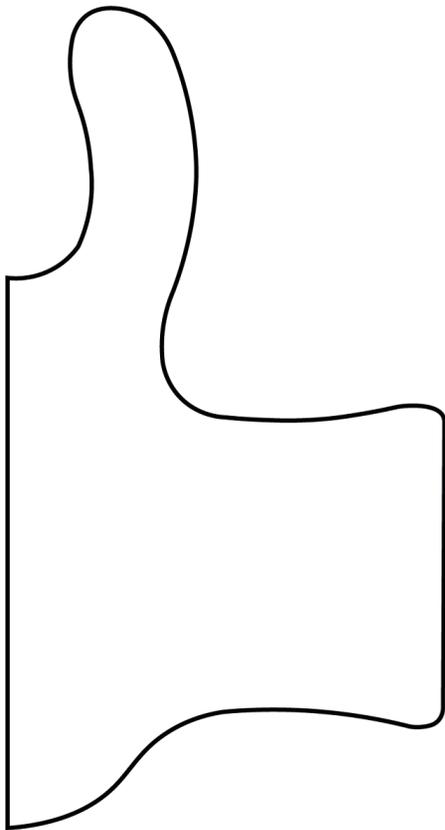


Figura 73: Sketch ajuste mockup feedback al cuerpo
Fuente: Elaboración propia.

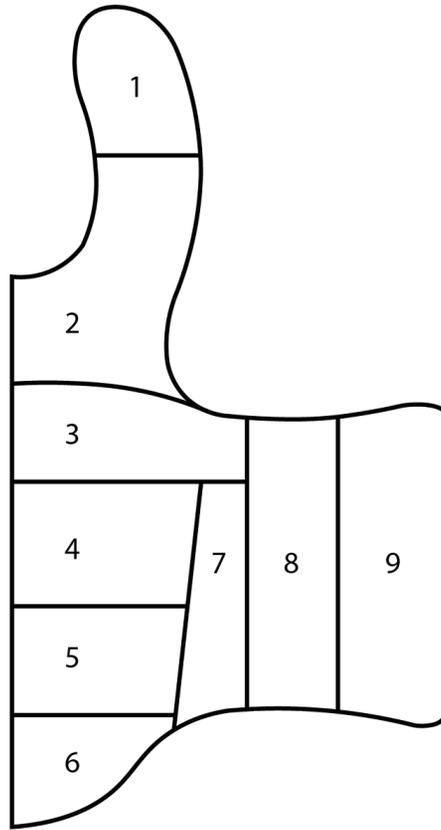


Moldes para placas y morfología del peto

Base peto



Base placas



Base placas cortada

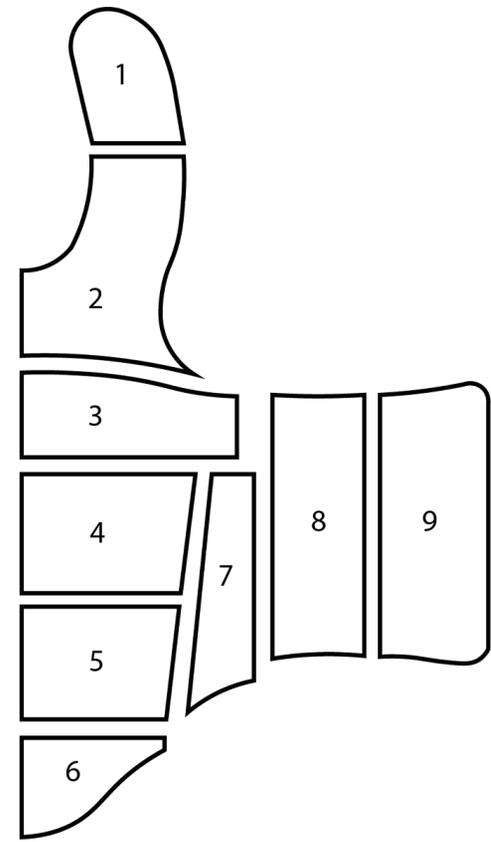


Figura 74: Moldes para placas y morfología mockup feedback
Fuente: Elaboración propia.



Imágenes del Mockup con feedback



Figura 75: Mockup con feedback en uso
Fuente: Elaboración propia.



Figura 76: Mockup con feedback en pose de combate
Fuente: Elaboración propia.



Conclusiones mockup con feedback

Al tener el feedback anterior, en el nuevo mockup se corrigieron todos los problemas mencionados anteriormente.

El nuevo mockup (figura 78), entregó una variada cantidad de puntos positivos tales como:

- La capacidad de adaptación al cuerpo del usuario.
- Mayor confort debido al ajuste corporal.
- Mayor fluidez para realizar técnicas de patadas.
- Ayuda a mantener ciertas posiciones que requiere el cuerpo previamente para realizar técnicas.

Por otra parte, en cuanto al sistema de sujeción, el cambio realizado a la cruceta permitió una considerable precisión en el comportamiento de este, ya que mantuvo su ajuste corporal cómodo y óptimo, agregando además la propiedad de moverse junto con el usuario sin incomodar ni entorpecer sus movimientos en combate.

Al comparar el primer mockup (figura 77) y el nuevo mockup morfológico (figura 78), se nota a simple vista la diferencia de forma, la mejora en el ajuste y adaptación al cuerpo del usuario.



Figura 77: Primer mockup
Fuente: Elaboración propia.



Figura 78: Mockup con feedback
Fuente: Elaboración propia.



Probetas de relleno tipo sándwich

Dentro de la investigación se realizaron cuatro grupos de probetas tipo sándwich del relleno para el producto, con cinco probetas distintas (figura 79), cada probeta mide 100 x 100 mm. variando el espesor según cada grupo. Las combinaciones de material se encuentran dispuestas de distinta forma, en donde se varía la posición de la fibra de vidrio y la densidad de la espuma, la cual se encuentra entre dos piezas de tela de neopreno en cada cara, además de estar cubierto con eco cuero (figura 80).

Las probetas se diferencian principalmente por la densidad de la espuma del relleno, por lo cual se asignó un código a cada grupo de probetas, para evitar confusiones y poder tener un registro más preciso de cada grupo entre sí.



Figura 79: Probetas realizadas para el ensayo
Fuente: Elaboración propia.

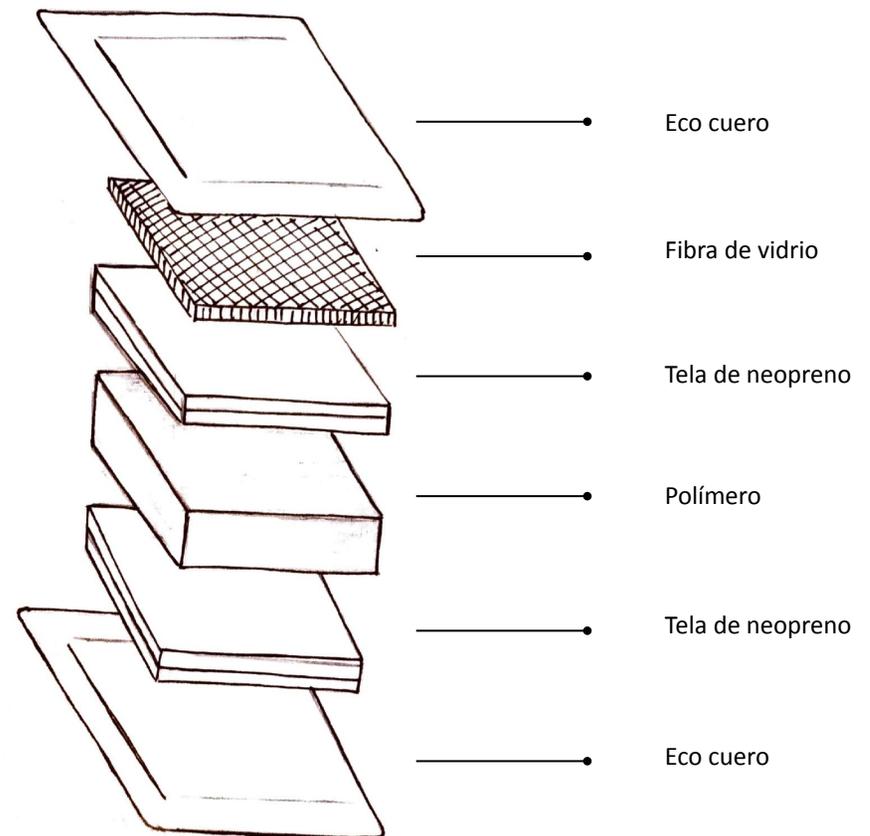


Figura 80: Vista explosiva de las probetas
Fuente: Elaboración propia.



Probetas con espuma de densidad 21

Código: ED21/0.90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 0,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 40 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de un 1 mm.

Espesor total: 50,5 milímetros.



Figura 81: Probeta para ensayo ED21/0.90
Fuente: Elaboración propia.

Código: ED21/0.90.45

Composición:

- Eco cuero de un 1 mm.
- Fibra de vidrio de un 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 40 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 51 milímetros.



Figura 82: Probeta para ensayo ED21/0.90.45
Fuente: Elaboración propia.



Código: ED21/0.90.45.-45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 40 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 51 milímetros.



Figura 83: Probeta para ensayo ED21/0.90.45.-45
Fuente: Elaboración propia.

Código: ED21/0.90.45.-45.-90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 40 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 51,5 milímetros.



Figura 84: Probeta para ensayo ED21/0.90.45.-45.-90
Fuente: Elaboración propia.



Código: ED21/0.90.45.-45.-90.-0

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 2 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 40 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 52 milímetros.



Figura 85: Probeta para ensayo ED21/0.90.45.-45.-90.-0
Fuente: Elaboración propia.



Probetas con espuma de densidad 25

Código: ED25/0.90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 0,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 50 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 60,5 milímetros.



Figura 86: Probeta para ensayo ED25/0.90
Fuente: Elaboración propia.

Código: ED25/0.90.45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 50 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 61 milímetros.



Figura 87: Probeta para ensayo ED25/0.90.45
Fuente: Elaboración propia.



Código: ED25/0.90.45.-45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 50 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 61 milímetros.



Figura 88: Probeta para ensayo ED25/0.90.45.-45
Fuente: Elaboración propia.

Código: ED25/0.90.45.-45.-90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 50 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 61,5 milímetros.



Figura 89: Probeta para ensayo ED25/0.90.45.-45.-90
Fuente: Elaboración propia.



Código: ED25/0.90.45.-45.-90.-0

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 2 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 50 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 62 milímetros.



Figura 90: Probeta para ensayo ED25/0.90.45.-45.-90.-0
Fuente: Elaboración propia.



Probetas con espuma de densidad 30

Código: ED30/0.90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 0,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 30 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 40,5 milímetros.



Figura 91: Probeta para ensayo ED30/0.90
Fuente: Elaboración propia.

Código: ED30/0.90.45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 30 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 41 milímetros.



Figura 92: Probeta para ensayo ED30/0.90.45
Fuente: Elaboración propia.



Código: ED30/0.90.45.-45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 30 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 41 milímetros.



Figura 93: Probeta para ensayo ED30/0.90.45.-45
Fuente: Elaboración propia.

Código: ED30/0.90.45.-45.-90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 30 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 41,5 milímetros.



Figura 94: Probeta para ensayo ED30/0.90.45.-45.-90
Fuente: Elaboración propia.



Código: ED30/0.90.45.-45.-90.-0

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 2 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 30 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 42 milímetros.



Figura 95: Probeta para ensayo ED30/0.90.45.-45.-90.-0
Fuente: Elaboración propia.



Probetas con goma eva de 12 mm.

Código: GE/0.90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 0,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 12 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 22,5 milímetros.



Figura 96: Probeta para ensayo GE/0.90
Fuente: Elaboración propia.

Código: GE/0.90.45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 12 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 23 milímetros.



Figura 97: Probeta para ensayo GE/0.90.45
Fuente: Elaboración propia.



Código: GE/0.90.45.-45

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 12 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 23 milímetros.



Figura 98: Probeta para ensayo GE/0.90.45.-45
Fuente: Elaboración propia.

Código: GE/0.90.45.-45.-90

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 1,5 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 12 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 23,5 milímetros.



Figura 99: Probeta para ensayo GE/0.90.45.-45.-90
Fuente: Elaboración propia.



Código: GE/0.90.45.-45.-90.-0

Composición:

- Eco cuero de 1 mm.
- Fibra de vidrio de 2 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Espuma de alta densidad de 12 mm.
- Dos piezas de tela de neopreno de 2 mm cada una.
- Eco cuero de 1 mm.

Espesor total: 24 milímetros.



Figura 100: Probeta para ensayo GE/0.90.45.-45.-90.-0
Fuente: Elaboración propia.



Protección Original Taekwondo

Código: PT

Composición:

- Cuero sintético azul de 1 mm.
- Gomaespuma de 22 mm.
- Goma eva de 16 mm.
- Cuero sintético rojo de 1 mm.

Espesor total: 40 milímetros.

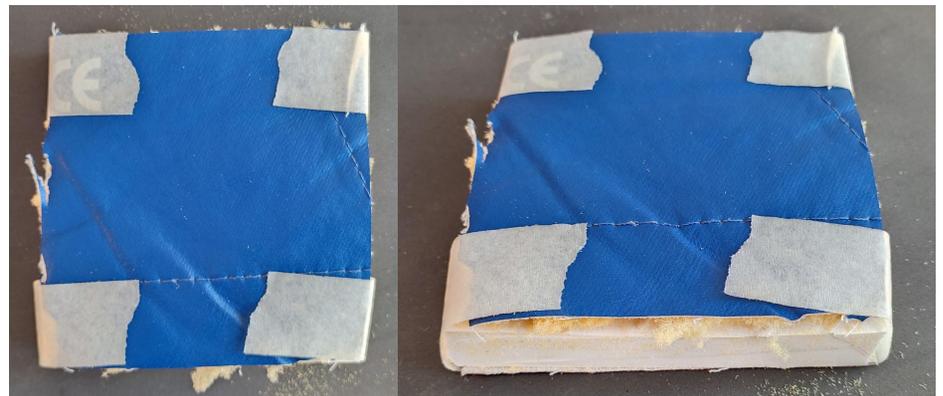


Figura 101: Probeta para ensayo PT
Fuente: Elaboración propia.



Ensayo absorción y dispersión de energía

Se realizó un ensayo de absorción, con la finalidad de medir la dispersión de energía que soportan las probetas antes presentadas, esto bajo la idea de simular la fuerza que ejercen los practicantes de Taekwondo al realizar patadas giratorias.

Para este ensayo se realizó un estudio de campo y una investigación bibliográfica de la fuerza registrada en las patadas giratorias para obtener parámetros cuantitativos. Los resultados de esta investigación fueron ingresados a un fórmula matemática (figura 102), con la cual se pudo determinar un peso exacto y la altura desde la cual se debe arrojar dicho peso, para ejercer sobre las probetas una fuerza que se equipare a las técnicas que realizan los practicantes no medallistas dentro de los combates.

Después de realizar múltiples variaciones de cálculo se decidió que el peso idóneo para el ensayo es de 10 kilogramos arrojados a una altura de 148 cm (1,48 mt). Para realizar el ensayo, se debió construir una base de pruebas (figura 103) basada en la norma NIJ Standard-0115.00, la cual establece las bases para crear una superficie con características similares a la absorción, dispersión y resistencia de energía del cuerpo humano, en donde serán puestas a prueba las probetas realizadas (NIJ, 2000).

Además, para poder cuantificar los resultados de las probetas dentro del ensayo fue necesario realizar un medidor de fuerza, el cual fue desarrollado mediante arduino (figura 104). El medidor es colocado entre la superficie y la probeta para simular la situación de un golpe en un combate real al momento de golpear un protector, de esta manera se busca obtener un resultado más exacto.

$$F_i \cdot D_f = \frac{1}{2} mV^2$$

Con F_i = fuerza de impacto y D_f = Distancia de frenado

$$V_f^2 - V_o^2 = 2gh, \text{ con } V_o = 0 \Rightarrow V_f = \sqrt{2gh}$$

$$\Rightarrow 1357[N] \cdot D_f = \frac{1}{2} m (\sqrt{2gh})^2 \Rightarrow 1357 \cdot D_f = \frac{1}{2} m \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot h$$

$$\text{Si } D_f = 10[cm] \Rightarrow \frac{135,7[Nm]}{9,81 \left[\frac{m}{s^2}\right]} = m \cdot h \Rightarrow 13,83 [kg \cdot m] = m \cdot h$$

Figura 102: Fórmula matemática
Fuente: Elaboración propia.



Figura 103: Base de pruebas
Fuente: Elaboración propia.

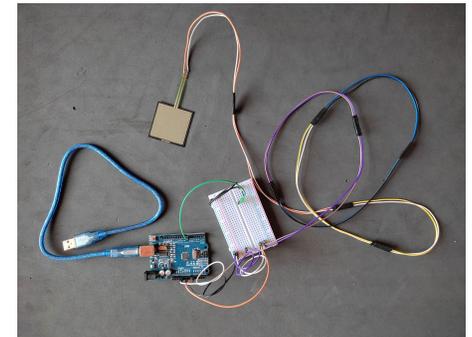


Figura 104: Medidor de fuerza arduino
Fuente: Elaboración propia.



Resultados del ensayo

Probetas	Peso en gr	Datos impacto	Fuerza en gr	Deformación
PT	35	882	739,31	Ninguna
ED21/0.90	50,6	886	756,4	Ligera
ED21/0.90.45	54,1	863	663,24	Ligera
ED21/0.90.45.-45	59,1	793	444,59	Ligera
ED21/0.90.45.-45.-90	61,8	813	498,41	Ninguna
ED21/0.90.45.-45.-90.-0	66,4	537	102,95	Ligera
ED25/0.90	56,1	606	152,71	Alta
ED25/0.90.45	59,4	649	195,25	Alta
ED25/0.90.45.-45	62,3	835	565,18	Ligera
ED25/0.90.45.-45.-90	67,1	878	722,6	Ligera
ED25/0.90.45.-45.-90.-0	73,6	731	311,95	Ligera
ED30/0.90	51,5	901	824,09	Ninguna
ED30/0.90.45	54,6	937	1.012,32	Ninguna
ED30/0.90.45.-45	59,1	832	555,57	Ninguna
ED30/0.90.45.-45.-90	62,7	797	454,86	Ninguna
ED30/0.90.45.-45.-90.-0	67,4	896	800,88	Ninguna
GE/0.90	54,2	996	1.418,2	Ninguna
GE/0.90.45	58,2	912	877,56	Ninguna
GE/0.90.45.-45	62	983	1.316,66	Ninguna
GE/0.90.45.-45.-90	66,1	956	1.128,42	Ninguna
GE/0.90.45.-45.-90.-0	69,9	912	877,56	Ninguna

Tabla 3: Resultados del ensayo de las probetas
Fuente: Elaboración propia.



Análisis de resultados del ensayo

Luego de obtener los resultados del ensayo de absorción y dispersión de energía, se realizó un análisis del cual se puede inferir lo siguiente:

- Las probetas con una matriz inferior a cuatro capas son más propensas a la deformación, ya que absorben en casi su totalidad la fuerza del impacto, pero de igual forma hay una baja resistencia al impacto.
 - Las probetas con matriz superior a cuatro capas se comportan de manera totalmente distinta a las de menos de cuatro capas, puesto que obtienen una mayor resistencia al impacto, sin embargo, poseen una poca absorción o memoria, por lo tanto, al momento del impacto la matriz lleva toda la fuerza junto al cuerpo del usuario.
- Al analizar las conclusiones de los puntos anteriores, se infiere que las probetas que entregaron mejores resultados son las que tienen una matriz con cuatro capas, ya que se encuentran dentro del rango de resistencia suficiente para aguantar la fuerza del impacto, y al mismo tiempo poseen una absorción y memoria ideal a la deformación que permite que el material compuesto vuelva a su estado original sin quedar inutilizable para recibir nuevos impactos.



Análisis de variables

Basado en los resultados y conclusiones anteriores, se realizó una tabla de variables con las once probetas de relleno que obtuvieron el mejor resultado en comparación a la protección de Taekwondo, las cuales fueron ordenadas de menor a mayor registro de fuerza traspasada. Cada característica de las probetas posee un porcentaje, con la finalidad de obtener un promedio y así identificar la probeta con el mejor rendimiento.

Luego de analizar los resultados entregados por la tabla 4, se seleccionaron dos probetas para ser puestas a prueba con practicantes de Taekwondo. Las probetas seleccionadas son la probeta ED30-0.90.45.-45.-90 y la probeta ED30-0.90.45.-45.

Porcentaje prioridad Probetas	30% Resistencia	30% Flexibilidad	30% Menor espesor	10% Menor costo	Promedio
ED21/0.90.45.-45.-90.-0	5	1	3	4	3,1
ED25/0.90	5	5	1	3	3,6
ED25/0.90.45	5	4	1	3	3,3
ED25/0.90.45.-45.-90.-0	4	1	2	3	2,4
ED21/0.90.45.-45	3	4	2	4	3,1
ED30/0.90.45.-45.-90	3	2	5	2	3,2
ED21/0.90.45.-45.-90	3	3	3	4	3,1
ED30/0.90.45.-45	3	3	5	2	3,5
ED25/0.90.45.-45	2	3	1	3	2,1
ED21/0.90.45	2	5	2	4	3,1
ED25/0.90.45.-45.-90	1	2	1	3	1,5

Tabla 4: Análisis de variables de las probetas
Fuente: Elaboración propia.



Prototipo para prueba en practicantes

Para realizar las pruebas del relleno seleccionado anteriormente (probeta ED30-0.90.45.-45.-90 y ED30-0.90.45.-45), se realizó un peto solo con la finalidad de evaluar y comparar los rellenos. Por lo cual, se decidió elaborar un peto con un diseño tipo cinturón (figura 105), ya que la intención es que los rellenos sean puestos a prueba mediante patadas dollyo chagui, la cual impacta directamente en la zona del abdomen.

Los petos para estas pruebas están compuestos por un sistema modular y un sistema de ajuste tipo arnés para evitar desajustes al momento de ser puestos a prueba (figura 108 y 109). Se realizaron plazas modulares de la matriz polimérica (placas de fibra de vidrio) y placas completas de la espuma y la tela de neopreno, además el peto en su interior contiene bolsillos para asegurar las placas de fibra (figura 106).

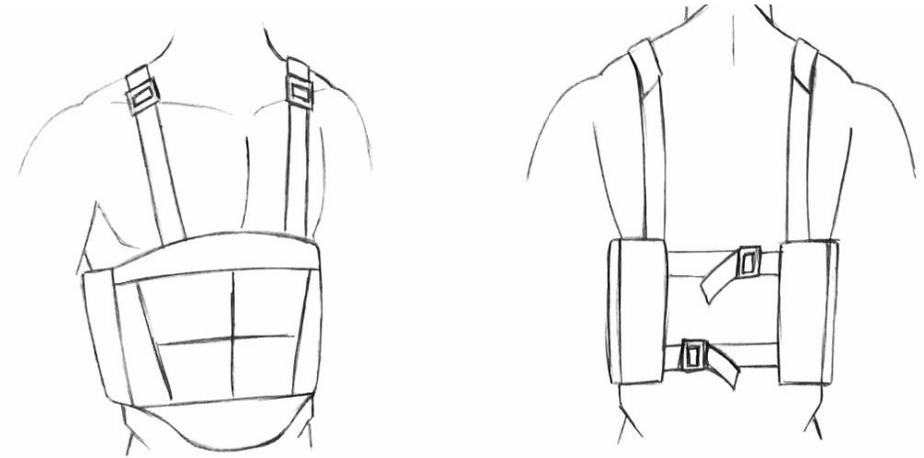


Figura 105: Sketch prototipo de prueba
Fuente: Elaboración propia.

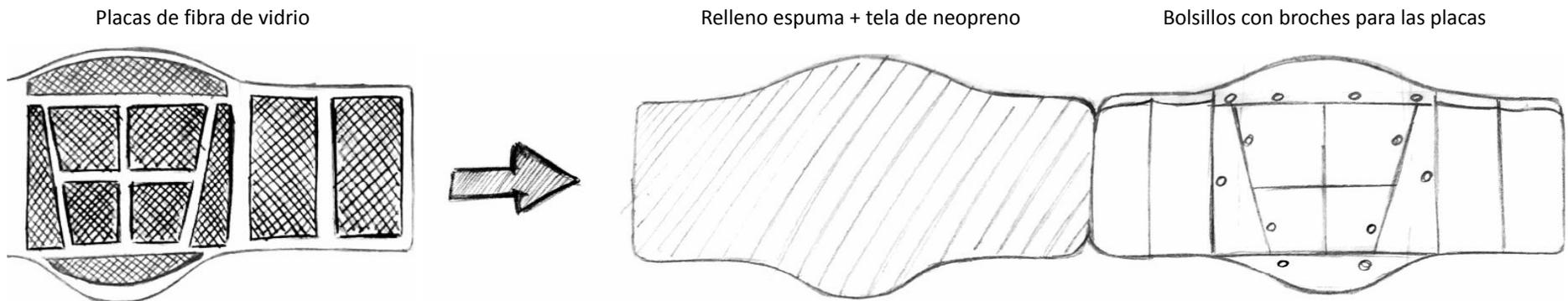
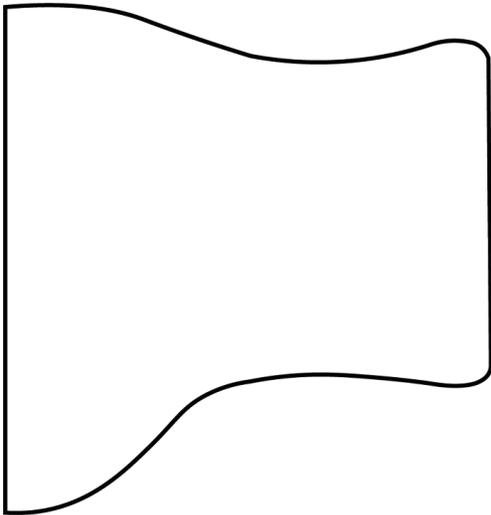


Figura 106: Sketch composición prototipo de prueba
Fuente: Elaboración propia.

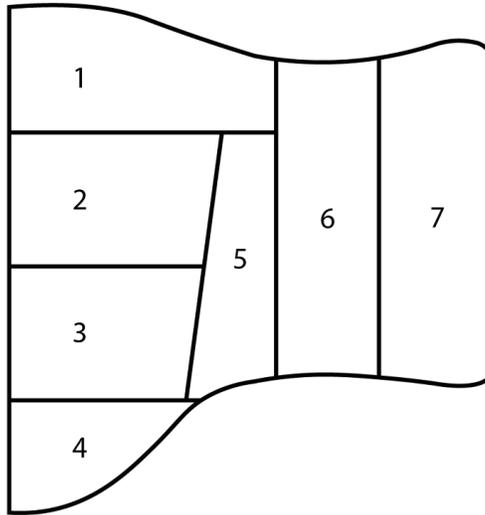


Moldes para placas y morfología del prototipo

Base prototipo



Base placas



Base placas cortada

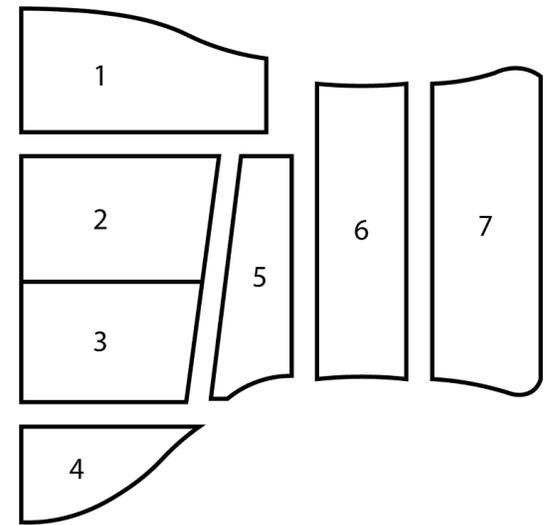


Figura 107: Moldes placas y morfología prototipo de prueba
Fuente: Elaboración propia.





Figura 108: Prototipo de prueba ED30/0.90.45.-45
Fuente: Elaboración propia.



Figura 109: Prototipo de prueba ED30/0.90.45.-45.-90
Fuente: Elaboración propia.



Imágenes del prototipo en uso



Figura 110: Prototipo de prueba en uso
Fuente: Elaboración propia.



Figura 111: Prototipo de prueba en pose de combate
Fuente: Elaboración propia.



Conclusiones prototipo de prueba

Para realizar la validación de los petos con diferente relleno, fueron puestos a prueba con ocho practicantes pertenecientes al dojang del maestro Marcel, los cuales probaron el peto recibiendo patadas dollyo chagui y evaluaron la comodidad al dar golpes y al recibirlos.

El relleno seleccionado fue el de la probeta ED30-0.90.45.-45, con un laminado de fibra de vidrio (0/90/45/-45), ya que su composición posee las características de tener una gran memoria, ideal para permitir distribuir el impacto hacia todo el peto, asimismo tiene una resistencia capaz de aguantar la fuerza ejercida por las patadas de los practicantes en un combate de práctica o competición oficial.

Además, el relleno seleccionado posee en su contenido, espuma de alta densidad (Densidad 30) en conjunto con cuatro láminas de tela de neopreno, las cuales están ubicadas dos en cada cara de la espuma, todo esto forrado con eco cuero.





CAPÍTULO VII

Desarrollo de la propuesta

Desarrollo de la propuesta

Para desarrollar el producto final, se tomaron en cuenta los feedbacks del prototipo de golpe seleccionado (figura 112) y del segundo mockup morfológico realizado luego de los primeros feedbacks (figura 113). Ambos prototipos tuvieron una respuesta positiva por parte del grupo objetivo al que se encuentra dirigido este proyecto, destacando características como la comodidad, la adaptación al cuerpo del usuario, la movilidad que permiten e inclusive el nuevo sistema de sujeción que fue implementado mediante impresión 3D, además de tener el peso adecuado y resistir íntegramente el impacto de los golpes.

Ya teniendo todos estos datos e información necesaria, se procedió a fabricar el producto final, el cual está compuesto por las propiedades del prototipo con la matriz polimérica ganadora y las propiedades del mockup morfológico.



Figura 112: Prototipo de prueba seleccionado
Fuente: Elaboración propia.



Figura 113: Mockup feedback seleccionado
Fuente: Elaboración propia.



Desarrollo de las placas de fibra de vidrio

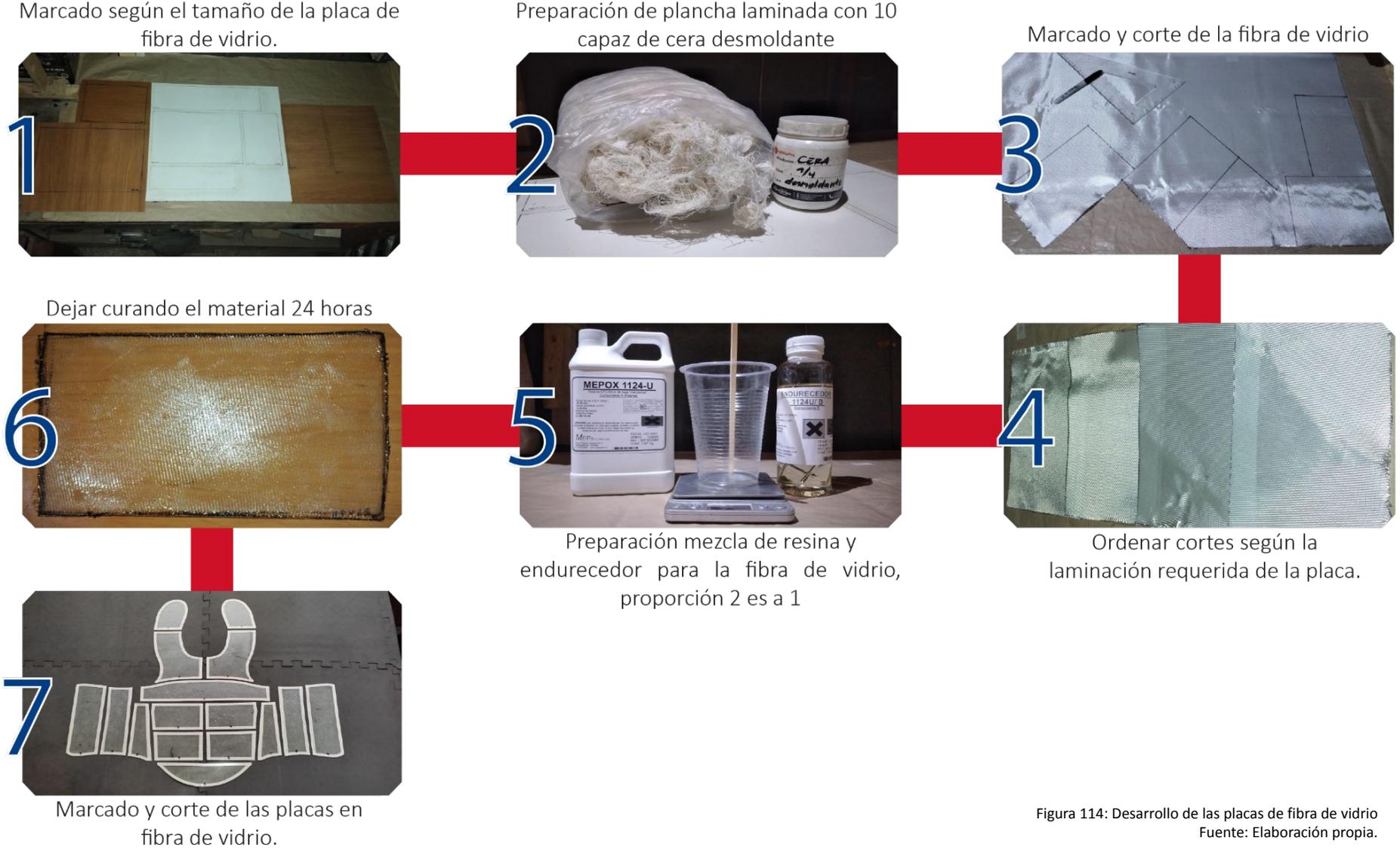


Figura 114: Desarrollo de las placas de fibra de vidrio
Fuente: Elaboración propia.



Desarrollo del relleno

Marcado molde de papel de la morfología en tela de neopreno.



Recortes de la tela de neopreno.



Marcado molde de papel de la morfología en espuma de densidad 30.



Ordenado de las capas para el relleno.



Recorte de la espuma de densidad 30.

Figura 115: Desarrollo del relleno
Fuente: Elaboración propia.



Desarrollo del forro

Marcado en eco-cuero del molde para la realización de la morfología.



1

Recortes de la piezas en eco-cuero y tiras para el cierre del forro.



2

Marcado moldes de papel para la funda de las placas de fibra de vidrio.



3

Ensamble de los broches y del cierre para el forro.



6



5

Armado y overlado de la funda para placas de fibra de vidrio.



4

Recortes de la funda de tela bistréch con los moldes de papel.



7

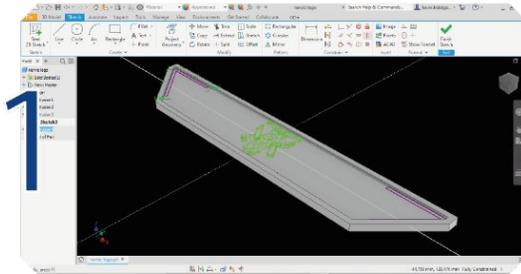
Ensamble final con correas, tip-tops y cara interior del forro.

Figura 116: Desarrollo del forro
Fuente: Elaboración propia.

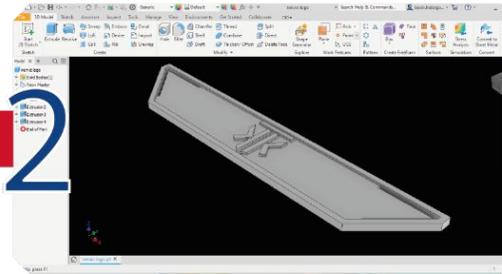


Desarrollo de la cruceta impresa en 3D

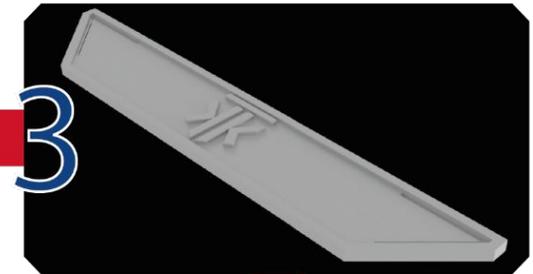
Medición y modelado de la cruceta en Inventor.



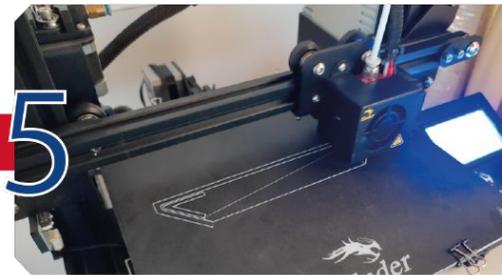
Modelado de la cruceta terminada en Inventor.



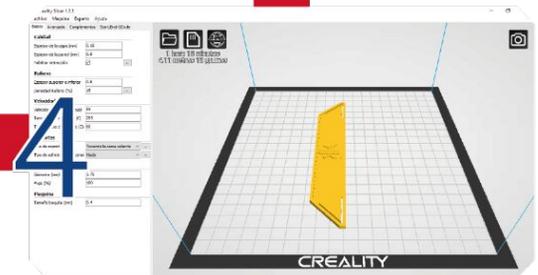
Renderizado de la cruceta en Inventor terminada.



Cruceta modelada en 3D terminada.



Proceso de impresión 3D de la cuceta modelada.



Preparación de la cruceta en formato STL para poder imprimir.

Figura 117: Desarrollo de la cruceta
Fuente: Elaboración propia.



Desarrollo del logo

Para el producto final se decidió desarrollar un logo (figura 118) más un nombre, con la intención de aportar personalidad y carácter que logre hacer destacar el producto.

Así es como se desarrolla “KeiKei”, nombre que es creado mediante un juego de palabras de repetición, en donde se mezcla la conjugación de la pronunciación de la letra “K” en coreano.

Mientras que la selección de la letra K, es debido a que esta letra en particular siempre ha estado presente dentro de la historia del Taekwondo desde sus inicios hasta hoy en día, ya sea en los nombres, métodos de práctica o transformaciones que se le han dado, asimismo la kukkiwon (organización oficial constituida por el gobierno de Corea del sur) posee en su nombre tres veces esta letra, de este mismo modo korea escrita en inglés (idioma universal) también posee una.

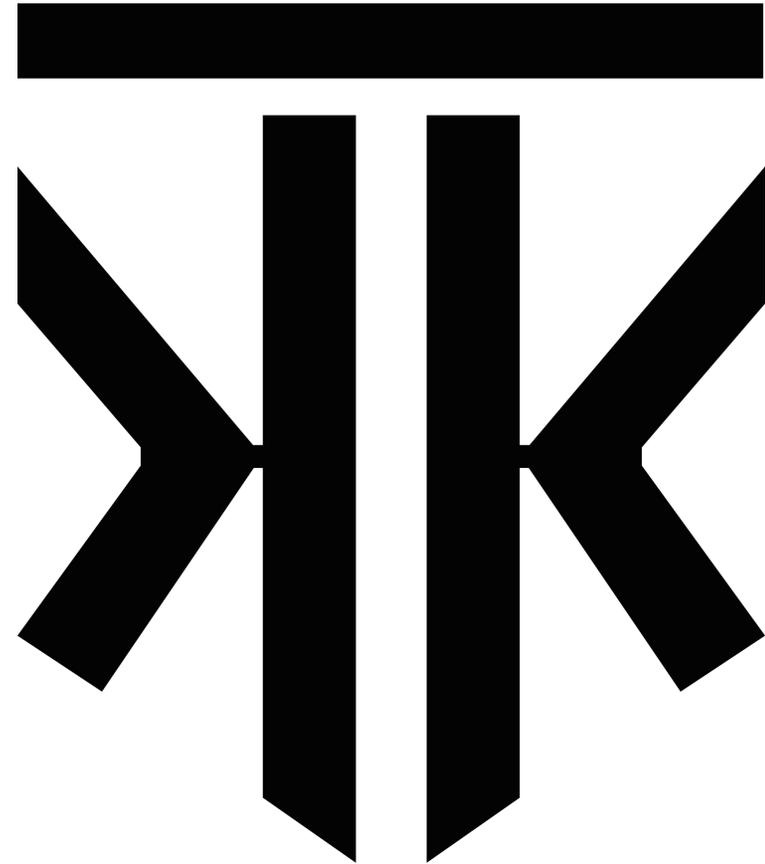


Figura 118: Logo del producto
Fuente: Elaboración propia.



Para el desarrollo del logo, se realizó una investigación de logos dentro de los conceptos tradicional y minimalista, en donde se pueden encontrar referentes dentro de la cultura asiática en general. Asimismo se empleó en concepto minimalista para lograr la percepción de modernismo y pulcritud que se busca transmitir.

Dentro de las formas analizadas de los referentes seleccionados, se buscó rescatar el diseño con base en la geometría y la manera de distribución de estos, ya que todos poseen una estética armónica en la cual ningún elemento interfiere con otro.

Además, para la realización del logo, se considera la armonía como un pilar importante debido a que en la disciplina del Taekwondo dicho concepto es muy necesario, ya que este permite que sus principios puedan ir de la mano sin causar ningún conflicto interno dentro del practicante.

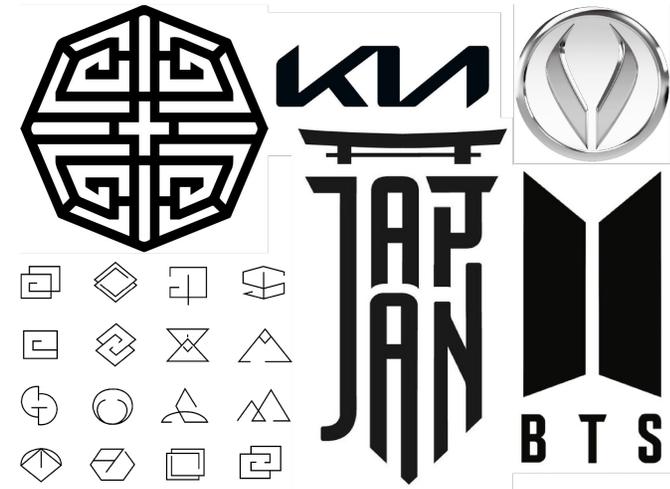


Figura 119: Referentes minimalistas

- Fuente: 1. DMCA (s.f.)
 2. KIA (s.f.)
 3. Alpheon (2005)
 4. Freepik (s.f.)
 5. KikerHamza (2019)
 6. BTS (s.f.)



Figura 120: Referentes tradicionales

- Fuente: 1. Venturecreatives (s.f.)
 2. Artofit (s.f.)



Propuesta final

Para la realización del producto final (figura 121) se tomaron decisiones de diseño y materialidad tales como:

- Eco cuero azul normado debido a los colores de competición originales dentro del Taekwondo.
- Correas y tip tops blancos para seguir la estética del juego de colores que poseen los petos de competición oficiales.
- Cruceta diseñada e impresa en 3D exclusivamente para el sistema de sujeción del producto.
- Sistema de placas mediante fibra de vidrio en orientación 0/90/45/-45, para una mayor resistencia a la energía de los golpes.
- Relleno de tela de neopreno y espuma de alta densidad para lograr una dispersión óptima de la energía de los golpes.
- Peto no reversible debido a que las placas de fibra de vidrio deben estar siempre por delante del relleno, para que este funcione de la mejor manera posible, pero es posible fabricarlo también en eco cuero rojo normado, según los colores de competición originales.

El comportamiento del producto final dentro de las prácticas fue altamente positivo y óptimo, ya que cumple con todas las características de los mockups anteriores y fue del gusto tanto del maestro como de los practicantes.

Asimismo dentro de las pruebas de patadas, el comportamiento del peto fue sobresaliente, puesto que los practicantes no tuvieron incomodidad inclusive cuando recibían las patadas. Para las pruebas se utilizaron parejas de la misma complejión y casi mismo rango, en donde se les pidió que cada uno pateara al compañero con el peto puesto y viceversa.

Además, según los comentarios de cada grupo el peto entrega factores adicionales de manera positiva:

- Al momento de ser usado por el usuario el peto entrega mayor seguridad para recibir los golpes.
- El producto logra entregar una mayor confianza al momento de estar frente al rival.
- La materialidad y composición del producto permite que sea más ligero o de la sensación de esto.



Imágenes de la propuesta final



Figura 121: Producto final
Fuente: Elaboración propia.



Figura 122: Detalles del producto final
Fuente: Elaboración propia.



Planimetría propuesta final

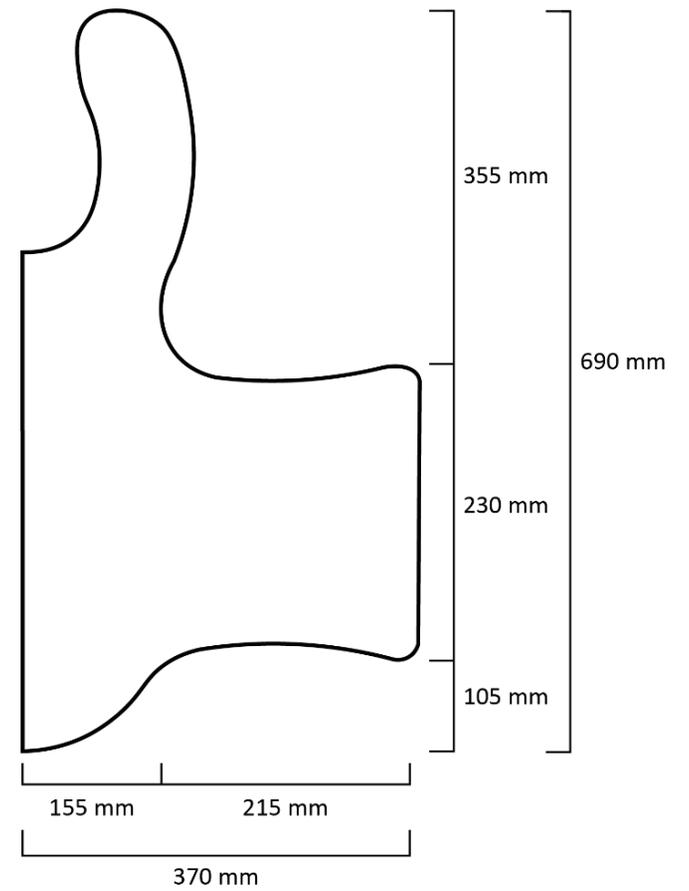
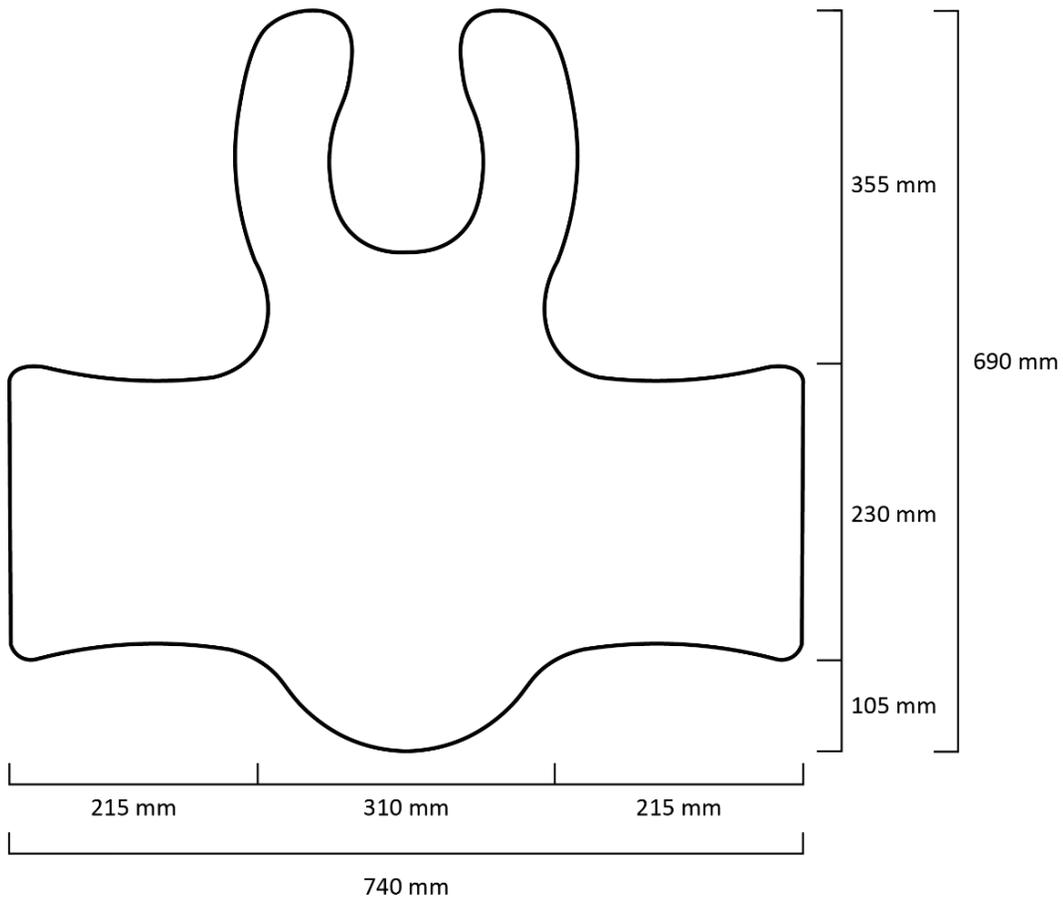


Figura 123: Planimetría propuesta final
Fuente: Elaboración propia.



Planimetría propuesta final bolsillos para las placas

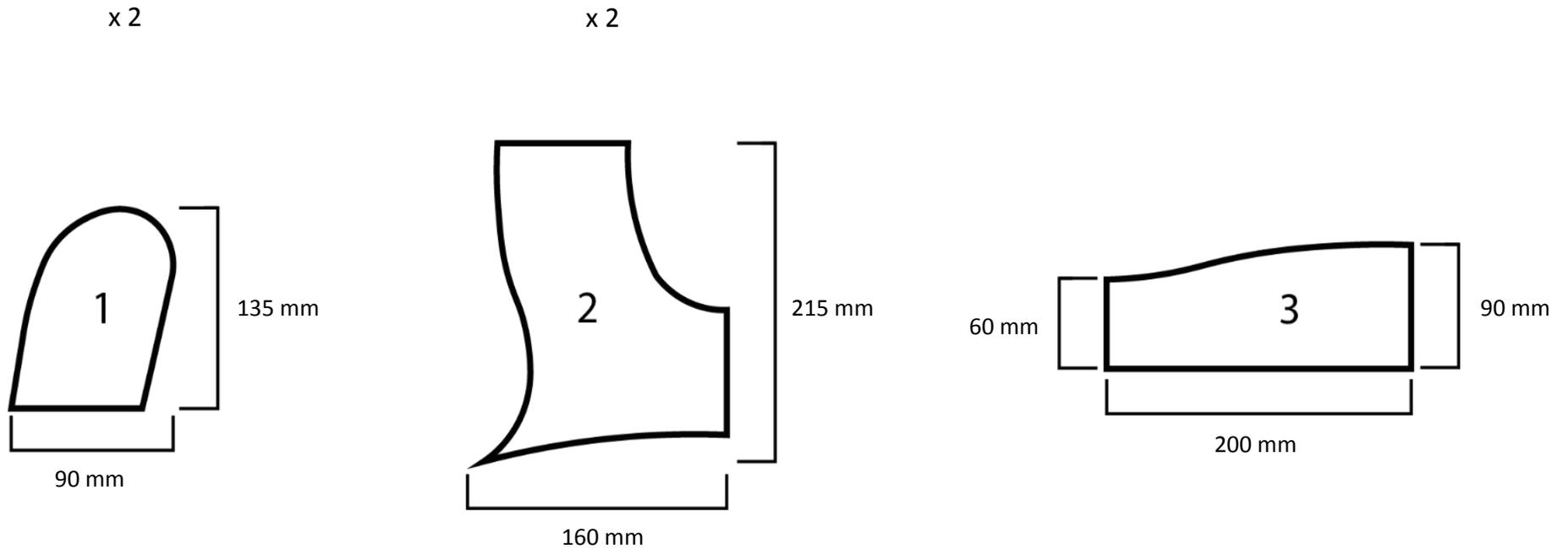
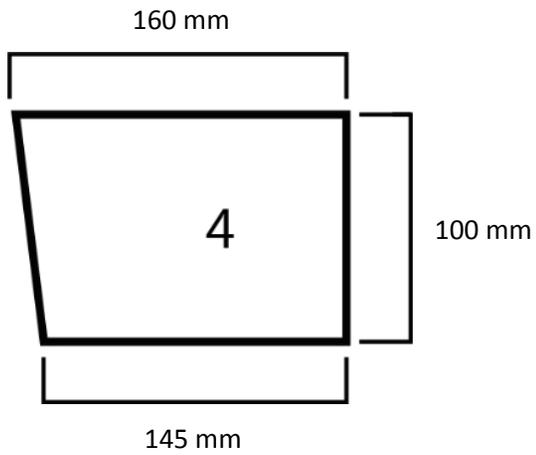


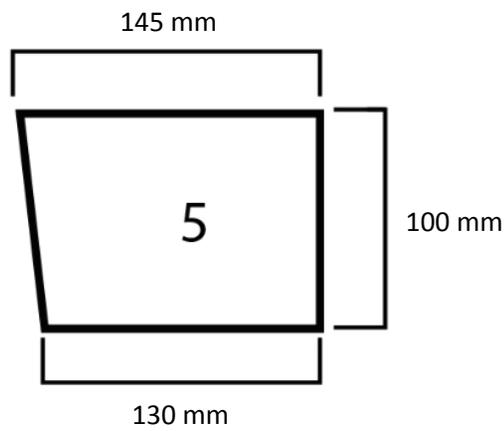
Figura 124: Planimetría propuesta final bolsillos placas I
Fuente: Elaboración propia.



x 2



x 2



x 2

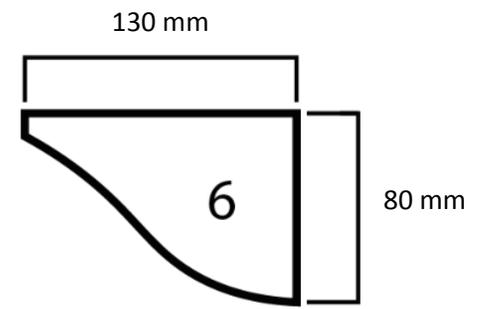
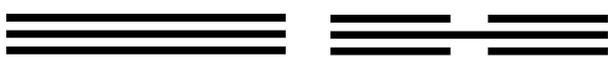


Figura 125: Planimetría propuesta final bolsillos placas II
Fuente: Elaboración propia.



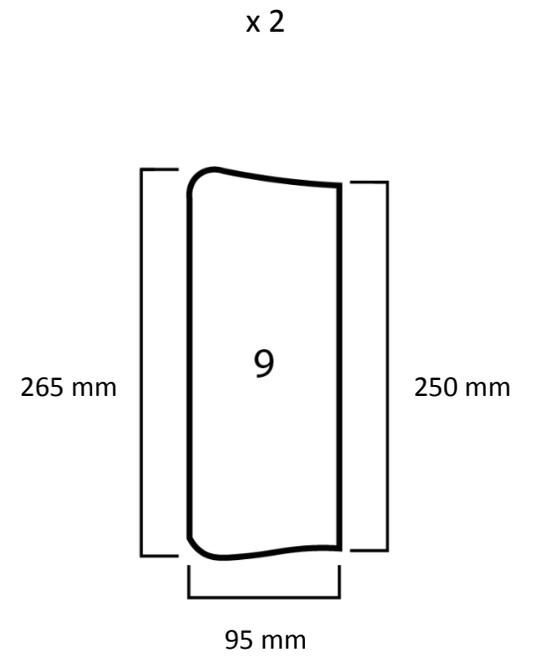
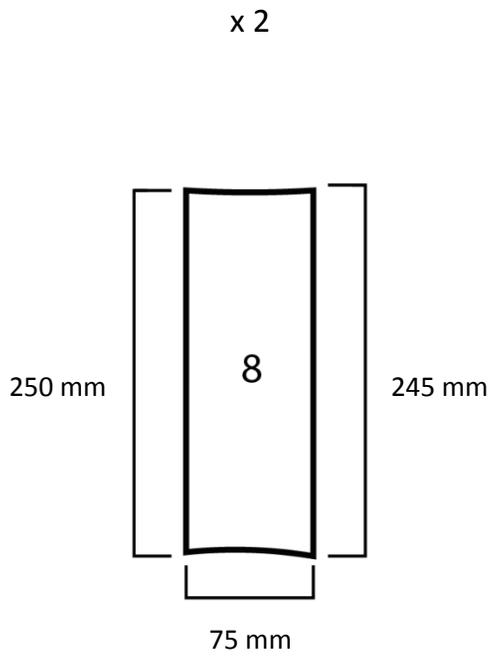
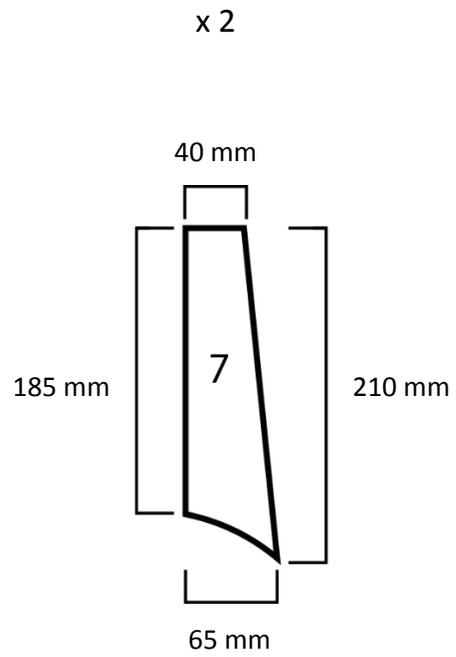


Figura 126: Planimetría propuesta final bolsillos placas III
Fuente: Elaboración propia.



Costos de la propuesta final

Cabe destacar que los únicos materiales que no se pueden comprar en una pequeña cantidad es la resina y el endurecedor, ya que estos son vendidos en un formato kit. Asimismo al comprar los materiales al por mayor se vuelve considerablemente más rentable la producción y venta de la propuesta.

Materiales	Cantidad	Precio
Resina + Endurecedor	20% del kit	\$ 8.734
Fibra de vidrio (Twill 200)	2 metros	\$ 11.781
Eco cuero azul (Normado)	1 metro	\$ 4.000
Espuma de alta densidad (30 mm)	¼ de plancha	\$ 7.500
Tela de neopreno (2 mm)	2 metros	\$ 15.136
Correa de nylon (25 mm)	3 metros	\$ 900
Cierre	3 metros	\$ 1.500
Carro para cierre	1	\$ 50
Broches tip top	6	\$ 600
TOTAL		\$ 50.201

Tabla 5: Cuadro de costos de la propuesta final
Fuente: Elaboración propia.



Comparación producto actual y propuesta

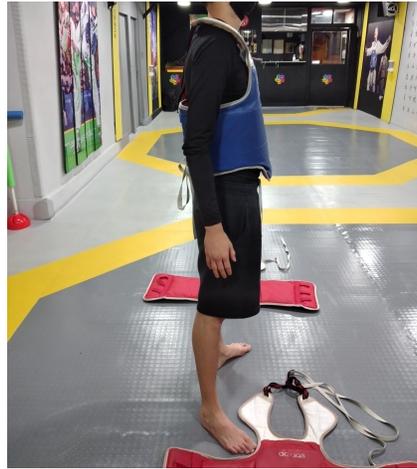


Figura 127: Producto actual en uso
Fuente: Elaboración propia.



Figura 128: Propuesta final en uso
Fuente: Elaboración propia.

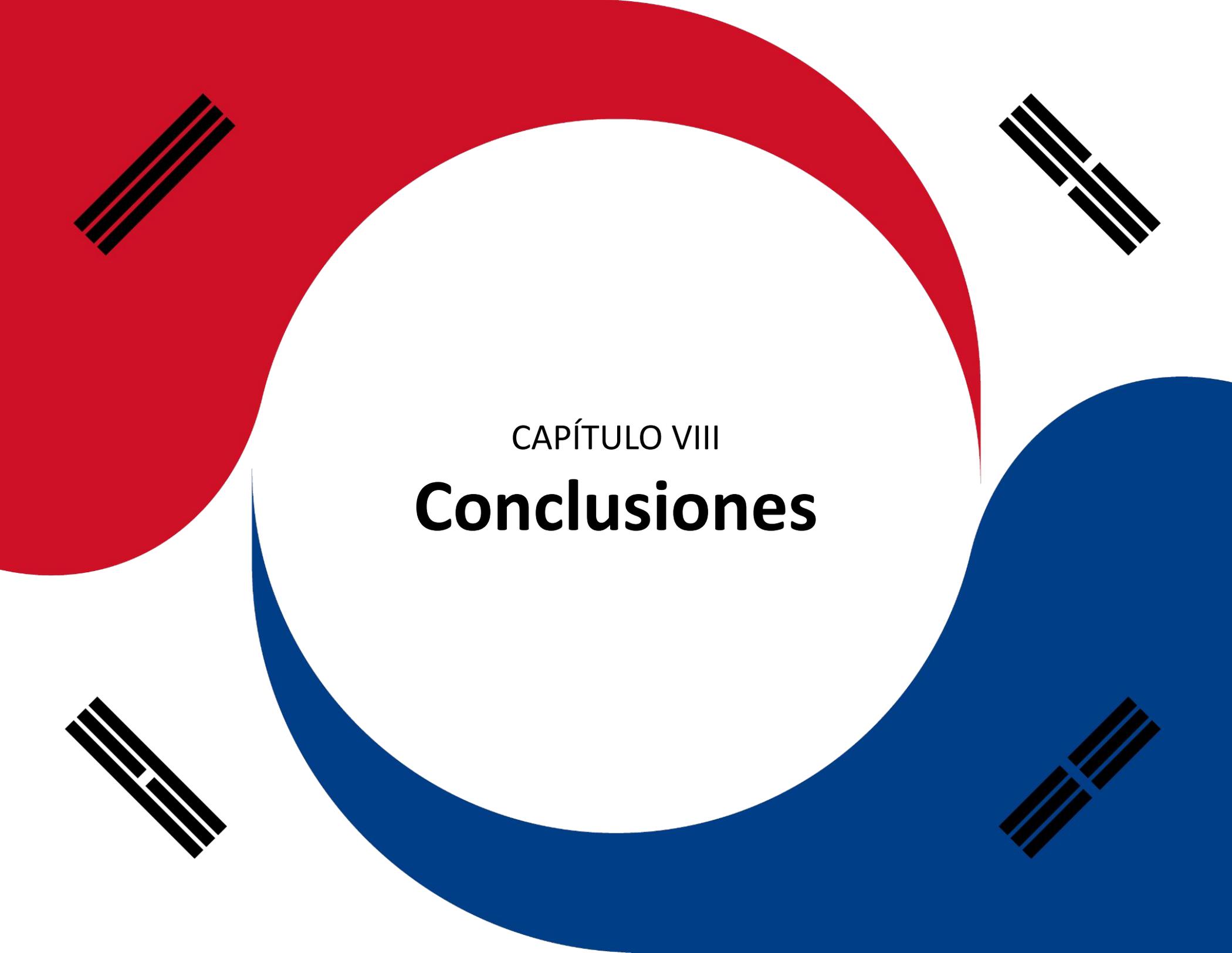


Propuesta final en uso



Figura 129: Propuesta final en pose de combate
Fuente: Elaboración propia.





CAPÍTULO VIII

Conclusiones

Conclusiones

La investigación se presenta bajo el objetivo general de diseñar una protección torácica para practicantes de Taekwondo, basándose en la innovación de materiales con la primicia de lograr mejores resultados de protección y dispersión de fuerza que el peto tradicional, buscando lograr que el producto tenga una vida útil más larga a través de dicha innovación.

Gracias al primer objetivo específico se logra identificar el protector con menos innovación dentro de las equipaciones utilizadas para competencias de Taekwondo, siendo el peto el seleccionado, ya que es el protector más grande y uno de los más importantes, debido a que protege la zona torácica de las técnicas realizadas por contrincantes, protegiendo órganos, huesos, ligamentos y músculos.

Por otra parte, el segundo objetivo específico, permite saber con precisión los puntos vitales de la zona torácica para ubicar de manera correcta las placas y relleno dentro del producto, y así conseguir la máxima protección hacia el usuario. De igual forma, colabora con la morfología del producto, lo cual repercute en el sistema de sujeción, logrando que el peto sea cómodo para el ajuste corporal y los movimientos del usuario.

Mientras que en el tercer objetivo específico, se crea una investigación de usuario, la cual permite obtener información más precisa de los posibles usuarios del producto, practicantes de Taekwondo, además de entregar variables para trabajar el producto a desarrollar, tales como la materialidad a utilizar, componentes y el proceso de fabricación a seguir, en cuanto a los materiales compuestos más la elaboración del producto final.

Asimismo en el cuarto objetivo específico, se seleccionó el método y la materialidad compuesta a utilizar para la innovación del peto, siendo la matriz polimérica (fibra de vidrio y resina epóxica) junto con un compuesto tipo sándwich de tela de neopreno y espuma de alta densidad (densidad 30) en un espesor de 30 milímetros. Con esta decisión se logra una resistencia y disipación de la fuerza del impacto óptima para la protección del usuario.

Para finalizar, al tener el producto final terminado en su totalidad, se pudieron comprobar los requisitos técnicos, los cuales se cumplen en su conjunto, ya que se obtuvo un peto eficiente que cumple con todo lo propuesto tanto en su morfología, como en el sistema de sujeción y más importante en la tarea de proteger al usuario al momento de ser utilizado, además se pudieron realizar validaciones con practicantes de Taekwondo a lo largo de todo el proceso de diseño.



Bibliografía

- Academia chilena de Taekwondo kukkiwon CTKACHILE. (2020). Quienes somos. 2021, de Chile Taekwondo kukkiwon association Sitio web: <https://www.taekwondochile.cl/Principal%20ACTK%202019.htm>
- Bautista, M. (2017). Federación mundial de Taekwondo reglas de competición e interpretación. Círculo de estudio: historia y filosofía del Taekwondo. (2020).
- El Taekwondo y sus diferentes estilos. 2020, de Círculo de estudio: historia y filosofía del Taekwondo Sitio web: <https://bit.ly/2XmsoQV>
- Clemente, A. (2010). Historia de la armadura japonesa. 2021, de ArteniHonto. Sitio web: <https://www.artenihonto.com/historia/yoroi-la-armadura-samurai/>
- Coldeportes. (2009). Taekwondo [guía deportiva]. Bogotá, Colombia; Instituto colombiano del deporte - Coldeportes.
- DOYANGSAL. (2020). ¿Conoces las diferencias entre Taekwondo (WT) y Taekwondo (ITF)?. 2021, de Do yang sal martial arts Sitio web: <https://bit.ly/2LRF0gn>
- Federación chilena de Taekwondo tradicional kukkiwon. (2020). Historia. 2021, de Federación chilena de Taekwondo tradicional kukkiwon F.C.T.K. Sitio web: <http://www.taekwondochile.cl/Historia%20Fetaech.htm>
- García, M. (2004/2005). Programa de ciencia de materiales. Curso académico 2004/2005. Sitio web: http://webdeptos.uma.es/qicm/Doc_docencia/Tema7_CM.pdf
- Gimnasio Lee. (2014). Historia del Taekwondo. 2020, de Gimnasio Lee Sitio web: https://www.gimnasiolee.com/taekwondo_html/historia_tkd.html
- González C. (2011). Caracterización tecno-táctica de la competición de combate de alto nivel en Taekwondo. Efectividad de las acciones tácticas. Para optar al título de Doctora. Barcelona, Universidad de Barcelona, Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña. 201p.



- González, A. & Pedroso, C. (2016). Historia del Taekwondo. En teoría y metodología del entrenamiento del Taekwondo(93). Las Tunas: Editorial Académica Universitaria (Edacun).
- González, A., Torres, A., & Valverde, J. (2017). Traumatismo torácico, neumotórax, hemoptisis y tromboembolismo pulmonar. Sitio web: <https://bit.ly/3a5s3YL>
- Guzmán, F. (2008). Fisiopatología del trauma craneoencefálico. Sitio web: <http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v39s3/v39s3a11.pdf>
- Hernández, C. (2018). Conoce los principales templos del Taekwondo: la casa sagrada (Pyongyang) Kukkiwon, Taekwondo won (Surcorea). 2021, de Mundotaekwondo.com Sitio web: <https://bit.ly/3s3Lhq5>
- Ingemecánica. (2021). Estudio de los materiales compuestos. 2021, de Ingemecánica Sitio web: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn114.html>
- Keller, F. (2016). 80 millones de almas practican Taekwondo en el mundo. 2020, de MasTKD Sitio web: <https://bit.ly/3pVL8TG>
- Kfaeh. (2016). Breve biografía del general Choi Hong Hi, fundador del Taekwondo ITF. 2021, de Kirola Sitio web: <https://www.kfa-eh.org/2016/02/18/biografia-general-choi-hong-hi-fundador-del-taekwondo/>
- MasTKD. (2009). Historia del Taekwondo según la WTF. 2020, de MasTKD Sitio web: <http://mastkd.com/2009/03/historia-del-taekwondo-segun-la-wtf/>
- Moral, A. & Nogueira, M. (2007). Materiales de última generación y materiales eficientes: materiales compuestos - composites.
- NIH (Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares). (2020). Lesiones en la cabeza. 2021, de MedlinePlus Sitio web: <https://medlineplus.gov/spanish/headinjuries.html>
- NIJ (2000). Stab Resistance of Personal Body Armor: NIJ Standard–0115.00. Sitio web: <https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/183652.pdf>
- Ojeda, M. (2011). Materiales compuestos. 2021, de Tecnología de los plásticos Sitio web: <https://bit.ly/38oVo0z>



- Olaciregui, I., Rezola, E., Landa, J., & Muñoz, J. (2008). Traumatismo torácico, neumotórax, hemoptisis y tromboembolismo pulmonar. Sitio web: <https://bit.ly/39dpg0x>
- RadiologyInfo.org. (2019). Lesiones de la cabeza. Sitio web: <https://www.radiologyinfo.org/sp/pdf/headInjury.pdf>
- Ramírez, MJ . (2020). Así se clasifican los segmentos socioeconómicos en Chile. 2021, de marketing4ecommerce Sitio web: <https://bit.ly/38oUnWd>
- Rufino, P. (2017). Taekwondo: origen y evolución.
- Serrano, C. (2021). Tórax. 2021, de Kenhub Sitio web: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/torax-es>
- SoloArtesMarciales. (2017). Reglas del Taekwonodo según la WTF (WT). 2021, de SoloArtesMarciales Sitio web: <https://soloartemarciales.com/blogs/news/reglas-del-taekwondo-segun-la-wtf>
- SoloArtesMarciales. (2017). Taekwondo: origen e historia. 2020, de SoloArtesMarciales Sitio web: <https://soloartemarciales.com/blogs/news/taekwondo-origen-e-historia>
- SoloArtesMarciales. (2019). ¿Cómo se puntúa en las competiciones de Taekwonodo WT?. 2021, de SoloArtesMarciales Sitio web: <https://bit.ly/3bzWf00>
- Weiser, T. (2018). Generalidades sobre los traumatismos torácicos. 2021, de Manual MSD Sitio web: <https://msdmnls.co/39dhxj8>
- Wikipedia. (2021). Ichcahuipilli. 2021, de Wikipedia Sitio web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ichcahuipilli>



