



Transmisor de fuerza y potencia para la disciplina deportiva  
competitiva powerlifting.

Matías Ignacio Osten Villafaña

Proyecto de título presentado a la Escuela de Diseño de la  
Universidad de Valparaíso para optar  
al título profesional de Diseñador

Profesor guía: Rodrigo Eusson Vargas Callegari

Diciembre 2024 · Valparaíso, Chile

## Agradecimientos

Para comenzar, quiero agradecer a todos quienes me apoyaron de una u otra manera durante el desarrollo de este proyecto, A Johans Schrebler, Alexandra Ovalle, Victor Contreras, Edgardo Silva, Ignacio Castellucci.

Agradecer al profesor Milton Alvear, por todas sus enseñanzas, charlas en donde siempre siempre me recordaba lo capaz que puedo llegar a ser.

Agradecer a mi familia, en especial a mi abuela Oriana Rivera y tía que considero una hermana Carolina Cardenas, que siempre me apoyaron y guiaron en los momentos mas importantes.

Agradecer a mi mamá, Fiorella Villafaña, por toda la paciencia y apoyo que me dio desde pequeño.

A mi pareja, Camila Toledo, que sin su motivación y alegría diaria, aun cuando pensaba dejar todo, no hubiera podido llegar hasta acá.

Y un beso al cielo a mi querida abuela Ximena Aguilera, que siempre me cuidó con cariño y sabiduría.

## Contenidos

1. Introducción.....	4
2. Problemática y oportunidad.....	6
3. Metodología.....	8
4. Objetivos.....	9
5. Definición e historia del powerlifting.....	10
6. Powerlifting en Chile.....	11
7. Categorías.....	12
8. Movimientos de competencia.....	14
• Sentadilla.....	14
• Press de banca.....	15
• Peso muerto.....	16
9. Powerlifting, Levantamiento Olímpico y beneficios.....	17
10. Riesgos.....	20
11. Revisión y análisis de estados de la técnica más significativos .....	22
• Notorius Lift.....	22
• Sabosports.....	23
• Avancus.....	24
12. Primer caso de estudio.....	25
13. Primera encuesta para la comunidad.....	27
• Discusión de primera encuesta.....	30
14. Análisis de patrón plantar.....	33
15. Registro de deslizamiento en calzado específico para powerlifting.....	33
• Análisis por secciones del pie.....	36
• Conclusiones preliminares.....	38
16. Segunda encuesta para la comunidad.....	39
• Conclusión y Reflexión.....	40
17. Inspiración para el desarrollo formal.....	42
• Aspectos a destacar.....	45
18. Estudio coeficiente de roce.....	46
• Metodología.....	48
19. Diseño de suela y materialidad.....	55
20. Génesis formal.....	58
21. Patronaje.....	59
22. Marca.....	60
23. Mapa sistema producto.....	61
24. Reflexiones generales del proyecto.....	62
25. Referencias.....	63

## Introducción

El deporte en el ámbito competitivo es un colectivo de una “multitud convencionalizada” (Javaloy, 1989), entendiéndose así como una asamblea, que se ajusta a un espacio/tiempo establecido con anticipación, orientado a un evento de interés común para los participantes y que está prevista por un orden social, y que es parte importante de la vida de muchas personas por su capacidad de vincular la práctica a la “construcción del temperamento, al liderazgo, a la moralidad y la ética y a la comunicación de grupos” (Billings, A. C., 2010). Sin embargo, el deporte mirado desde un punto más realista, puede ser una concepción beneficiosa como perjudicial para quien se embarque en un estilo de vida en donde el individuo busca satisfacer sus necesidades utilitarias y dar forma material a una identidad (Giddens, 1995, como se citó en Gil, 2018).

Los deportes competitivos contemporáneos se definen por su énfasis en la competición, la reglamentación y la institucionalización. Un ejemplo de ello es el Powerlifting (levantamiento de potencia), una disciplina que se centra en tres movimientos: sentadilla, press de banca y peso muerto. A diferencia de otros deportes de fuerza, el Powerlifting se distingue por su enfoque en la maximización de la fuerza absoluta, así como en la ejecución técnica de cada levantamiento.

En el ámbito competitivo del Powerlifting, los atletas se distribuyen en categorías basadas en el peso corporal, los rangos etarios y el tipo de equipamiento utilizado, con normativas específicas para cada uno de estos factores. Estas reglas buscan garantizar una competencia justa y equilibrada. Sin embargo, a pesar de la existencia de estas regulaciones, persisten ciertas deficiencias en las normativas relacionadas con el uso de calzado deportivo, ya que se permite su utilización sin un control exhaustivo sobre la calidad y el diseño de los materiales

empleados.

La falta de una estandarización rigurosa en cuanto a los materiales, patrones y técnicas de construcción del calzado puede generar un desfase entre el equipamiento disponible y las necesidades reales de los atletas en esta disciplina. Este vacío normativo puede afectar el rendimiento de los deportistas y poner en duda la equidad de las competiciones, ya que el uso de calzado inapropiado podría influir en el desempeño de los levantamientos, afectando la seguridad y la efectividad de las técnicas aplicadas.

## Problemática y oportunidad

El presente proyecto de título, abordado desde un rol de investigador actor, cuestiona y pone en análisis el calzado deportivo específico para powerlifting, con el objetivo de proponer material deportivo diseñado bajo parámetros ergonómicos y morfológicos adecuados, ante la deficiente reglamentación que actualmente existe en este ámbito. Esta normativa permite el uso de calzado de otras disciplinas sin garantizar su adecuación para la práctica específica de powerlifting, lo que compromete la optimización del rendimiento, la prevención de lesiones y la eficiencia deportiva.

El proyecto se desarrolla a partir del estudio y análisis técnico y de diseño del calzado específico para powerlifting como disciplina deportiva competitiva. En este contexto, el calzado deportivo surge como un elemento clave a mejorar. La construcción deficiente de las paredes laterales externas, los patrones de suela débiles en cuanto a diseño y la maleabilidad de la zona plantar en los modelos existentes generan desplazamientos internos y externos a la hora de realizar uno de los tres movimientos de los que esta disciplina se basa, el peso muerto en su modalidad sumo. Esta situación afecta la distribución heterogénea del tarso, metatarso y falanges, lo que puede excluir del contacto efectivo con la planta el 5to metatarsiano, así como las falanges del 5to dedo externo y las del primer dedo, debido a la aplicación de fuerzas diagonales.

La propuesta de un diseño mejorado del calzado deportivo específico para powerlifting tiene como objetivo generar un incremento significativo en los beneficios, el rendimiento y el potenciamiento deportivo, superando las deficiencias del calzado actual. Lo que se busca no es solo la mejora de la distribución de la carga plantar, sino también en la optimización de los patrones de la suela, los cuales carecen de fundamento y adecuación para esta disciplina.

Este proyecto introduce innovación en un área poco abordada, como lo es el diseño del calzado específico para powerlifting, buscando resolver los problemas identificados en la construcción de los modelos existentes. Al mejorar el diseño, se pretende no solo incrementar el rendimiento deportivo, sino también potenciar la eficiencia competitiva, un aspecto crucial en un deporte en el que los resultados y las posiciones en el ranking se definen por unidades de peso tan pequeñas como 500 gramos.

**TABLE 1. Descriptive data of each footwear condition.**

Dependent variables	Weightlifting shoes	Running shoes
Trunk lean displacement	216.44 ± 51.05	238.36 ± 52.78
Thigh segment peak flexion angle	20.35 ± 10.13	20.94 ± 10.19
Foot segment angle	38.78 ± 4.02	35.27 ± 5.57

Figura 1: Tabla datos descriptivos de todas las variables dependientes significativas del desplazamiento de inclinación del tronco, ángulo de flexión máximo del segmento del muslo y ángulo del segmento del pie entre calzado con taco y zapatillas para correr. Fuente: (Sato et al., 2012).

## Metodología

El alcance de este proyecto será de carácter exploratorio en donde se propondrá un análisis, desarrollo morfológico y ergonómico de material especializado para powerlifting, para así cubrir un área poco explorada y de suma relevancia para el beneficio, potenciamiento y rendimiento de los atletas de powerlifting; cumpliendo con las necesidades básicas requeridas desde cada movimiento, ergonomía y confort. Los elementos y recursos con los que se desarrollaran esta tesis provienen de trabajo bibliográfico, entrevistas/encuestas con profesionales y/o atletas del área, análisis de documentos y casos de estudio que permitan categorizar y establecer las bases del proyecto.

El enfoque del proyecto tendrá un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) en donde se encuestará la comunidad powerlifter sobre calzado específico para dicha disciplina, lo que ayudará a la comprensión de experiencias y deficiencias en el caso de estudio.

## Objetivo general

- Incrementar el rendimiento deportivo en atletas de powerlifting con un diseño de suela seccionada en patrones de espiga para la obtención mínima de coeficiente de roce.

## Objetivos específicos

- Realizar encuestas y entrevistas con atletas y entrenadores para recopilar datos sobre la satisfacción y los problemas comunes asociados con el calzado existente.
- Aplicar herramientas de estudio con fundamento científico para la determinación de formas y patrones.
- Analizar los resultados de las encuestas y herramientas de recolección de datos para identificar las principales deficiencias y áreas de mejora en el diseño del calzado.
- Examinar la materialidad utilizada en términos de versatilidad, comodidad y rendimiento del equipamiento ya existente.

## Marco Teórico

### Definición e historia del powerlifting

Este deporte se compone de tres movimientos específicos: la sentadilla, el press de banca y el peso muerto, en donde cada atleta tiene como objetivo alcanzar la mayor cantidad de peso posible en una repetición máxima (1RM), para luego determinar el total de pesos levantados más alto durante competencias en los que atletas disponen de tres intentos por movimiento.

A diferencia de otros deportes de fuerza, el powerlifting enfatiza tanto el desarrollo de la fuerza máxima como la precisión técnica en la ejecución de los levantamientos. Este enfoque lo distingue de disciplinas como la halterofilia, donde la potencia explosiva y el movimiento dinámico juegan roles predominantes.

El origen del powerlifting se encuentra en las competencias de fuerza practicadas en la antigüedad, como en la Grecia clásica, donde levantar piedras para demostrar fuerza y virilidad fue el precursor de lo que luego se transformaría en el levantamiento de pesas, deporte que se oficializó como parte de los Juegos Olímpicos en 1896 (O'g'li, 2022). Como disciplina organizada, el powerlifting comenzó a tomar forma en la década de 1950. En sus primeros años, las competencias no estaban estandarizadas, y las reglas variaban considerablemente entre diferentes regiones y organizaciones. Con el tiempo, se establecieron normativas más consistentes, y nacieron las primeras organizaciones encargadas de regular el deporte (Warpeha, 2015).

Un hito clave en la historia del powerlifting ocurrió en 1965, cuando se celebró el primer Campeonato Nacional de Powerlifting en York, Pensilvania. Este evento marcó un paso importante en la formalización de la disciplina, ayudando a consolidar las reglas y estándares de la competencia, lo que permitió un crecimiento más estructurado



Figura 2: Larry Pacifico en el World Powerlifting Championships 1976. Fuente: (The History Of Powerlifting, s. f.).

del deporte y el establecimiento de federaciones nacionales e internacionales (Warpeha, 2015). Sin embargo, el primer intento de realizar un campeonato nacional de powerlifting se llevó a cabo en 1959, y fue en septiembre de 1964 cuando finalmente se celebró el primer torneo nacional bajo los auspicios de la York Barbell Company. Esta empresa, dirigida por Bob Hoffman, jugó un papel fundamental en el desarrollo del deporte, particularmente en la producción de equipamiento especializado que compensaba la caída en las ventas de equipos olímpicos (O'g'li, 2022).

Además de estos eventos fundacionales, figuras como Joe Weider también dejaron una marca significativa en el levantamiento de pesas, no solo a través de su influencia, sino también mediante publicaciones como "Desarrollo Muscular", que contribuyeron a popularizar el culturismo y las competiciones de levantamiento de pesas olímpico. El Torneo de Halterofilia de América de 1964, por su parte, se consolidó como el primer campeonato nacional de levantamiento de pesas de Estados Unidos, un evento que cimentó aún más la importancia de los deportes de fuerza en la cultura deportiva estadounidense (O'g'li, 2022).

### Powerlifting en Chile

El powerlifting en Chile cuenta con registros oficiales desde aproximadamente el año 2011, sin embargo, su auge y gran crecimiento comenzó a notarse a partir de 2019, cuando se registraron 150 afiliados y los torneos nacionales contaban con una participación promedio de 80 a 90 competidores. A pesar de la interrupción en 2020 debido a la pandemia, la disciplina retomó su crecimiento en 2021, con 200 afiliados y dos torneos nacionales que promediaron entre 70 y 90 participantes. Un punto de inflexión se dio en 2022 con la implementación de torneos zonales, lo que permitió una mayor descentralización y accesibilidad para los atletas, alcanzando un total aproximado de

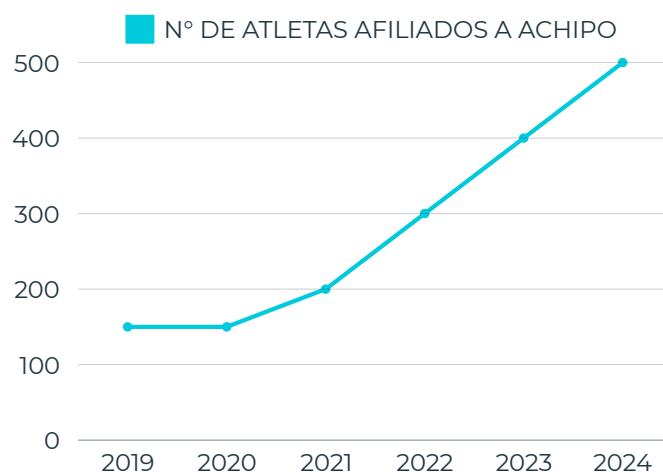


Figura 3: Gráfico que expone el crecimiento de atletas afiliados a ACHIPO (Agrupación chilena de powerlifting). Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Roberto Correa Pizarro, presidente de ACHIPO.

300 afiliados. En ese año, la zona norte registró entre 50 y 60 competidores, la zona centro entre 80 y 120, y la zona sur entre 80 y 100 atletas.

El crecimiento continuó en 2023, donde el número de afiliados aumentó a 400 y la participación en los torneos zonales fue aún mayor: la zona norte se mantuvo con 50-60 competidores, mientras que la zona centro alcanzó hasta 140 atletas y la zona sur hasta 130 competidores. Además, el torneo nacional registró una participación récord de 160 atletas. Este 2024, el número de afiliados alcanzó entre 450 y 500, con torneos zonales que reúnen hasta 70 competidores en el norte, 120 en el centro y 140 en el sur, y un torneo nacional con 240 participantes. Estos datos reflejan un crecimiento superior al 200% en cinco años, consolidando al powerlifting como una disciplina en constante expansión y con una comunidad cada vez más robusta a nivel nacional.

### Categorías

Dentro de la disciplina existen filtros que estructuran las competencias para que estas sean justas y equitativas para los atletas. Estas categorías se definen principalmente por género, permitiendo que los atletas compitan en condiciones que igualen las diferencias fisiológicas entre hombres y mujeres, categorías por peso corporal, en donde la organización se asegura que quien compita, se enfrente contra otros de tamaño y masa corporal similares, lo que es crucial para mantener la equidad en un deporte en donde la fuerza relativa es un factor determinante.

Las clases de peso corporal reconocidas por la IPL (International Powerlifting League) para hombres y mujeres son:

**Hombres:** 52.0kg - 56.0kg - 60.0kg - 67.5kg - 75.0kg - 82.5kg - 90.0kg - 100.0kg - 110.0kg - 125.0kg -140.0kg - 140+kg

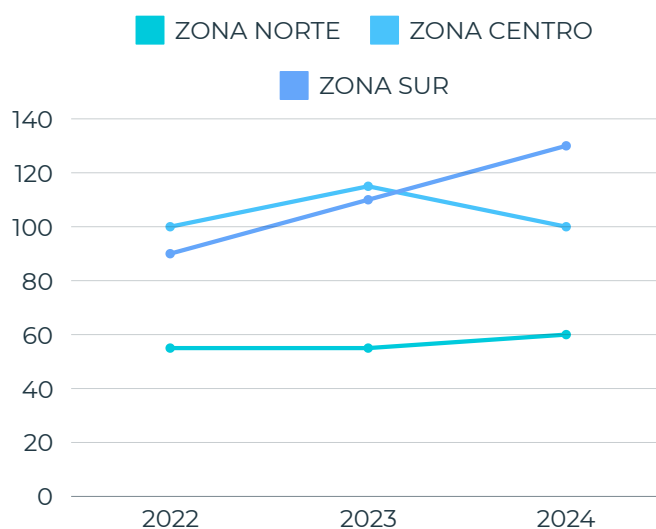


Figura 4: Grafico que expone el n° de atletas inscritos en torneos zonales. Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Roberto Correa Pizarro, presidente de ACHIPO.

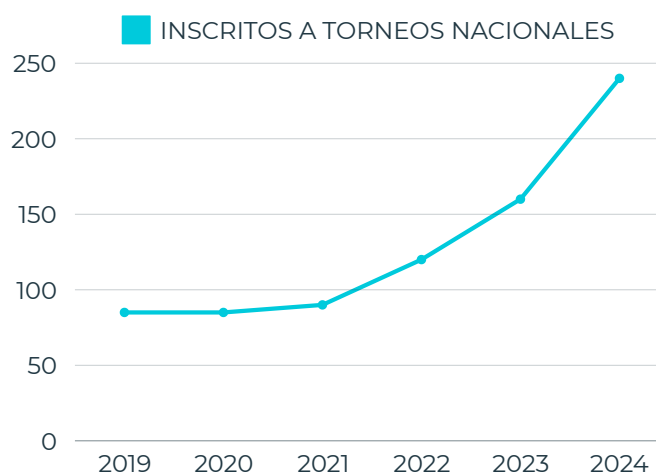


Figura 5: Grafico que expone el n° de atletas que participaron de torneos nacionales. Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Roberto Correa Pizarro, presidente de ACHIPO.

Mujeres: 44.0kg - 48.0kg - 52.0kg - 56.0kg - 60.0kg - 67.5kg - 75.0kg - 82.5kg - 90.0kg - 90+kg

Aparte del género y peso corporal, la IPL agrupa a los competidores en rangos etarios específicos asegurando que compitan contra individuos de capacidades físicas y niveles de desarrollo similares, en donde los rangos de edades van desde los 15 a 19 años en categoría sub-junior, 20-23 junior, 24-39 open y la categoría máster con su división 40-44 como inicio de mas subdivisiones para la misma, en donde los rangos siguen sumando desde los 45 a 85 o más años de edad.

Y como ultimo modo de asegurar una competencia pareja entre atletas, se encuentra la categoría por equipamiento e indumentaria en donde se utilizan terminos como "raw", en donde los atletas están limitados a usar solo cinturones, muñequeras, y rodilleras, "classic raw" en donde se remplaza el uso de rodilleras a vendas, y "equipped" que permite el uso de trajes de levantamiento y camisas de press de banca que proporcionan soporte adicional y pueden mejorar el rendimiento (Wilk, Krzysztofik, & Bialas, 2020).



Figura 6: Vendas de rodilla "SBD". Fuente: (Vendas de Rodillas STORM – SBD Chile, s. f.).



Figura 7: Rodilleras de 7mm "SBD". Fuente: (Rodilleras STORM – SBD Chile, s. f.).

EQUIPAMIENTO	RAW	CLASSIC RAW	EQUIPADO
SINGLET	X	X	X
CAMISETA DE ALGODÓN	X	X	X
CAMISA ERECTOR			X
CAMISA DE BANCO			X
ROPA INTERIOR EN V	X	X	X
CALCETAS	X	X	X
CINTURÓN	X	X	X
CALZADO	X	X	X
MUÑEQUERAS	X	X	X
CODERAS	X	X	X
VENDAS		X	X
RODILLERAS	X		
PANTALONCILLOS DE SOPORTE (BRIEFS)			X
ESPINILLERAS	X	X	X

Figura 8: Tabla que muestra el listado de material de competición permitido en cada categoría. Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el reglamento de la International Powerlifting League (IPL, 2023).

## Movimientos de competencia

Como bien se mencionaba anteriormente, el powerlifting se conforma de 3 movimientos: sentadilla, press de banca y peso muerto. Estos 3 movimientos deben de realizarse en tarimas aptas para apoyar el material competitivo y así proteger la integridad física del atleta. En el caso de la sentadilla, movimiento que se conforma de 3 etapas para su correcta ejecución, es necesario utilizar un combo-rack (estructura monolítica que se compone por dos soportes independientes que mantienen la barra en una posición horizontal segura) o monolift (máquina con palancas de brazo oscilante), que son estructuras metálicas con mecanismos diseñados para el soporte y fácil adaptación de alturas y anchuras según las proporciones de los atletas.

## Sentadilla

La sentadilla de powerlifting es un movimiento que se conforma de 3 etapas para la correcta ejecución. Luego de sacar la barra del “combo rack / mono-lift” y posicionarse de manera segura, se presenta una etapa descendente en donde la cadera, rodillas y tobillos hacen la función de una bisagra para obtener la profundidad necesaria para validar el movimiento. Con la flexión se genera un pliegue ubicado en el punto más alto de los cuádriceps, y esta por reglamento, debe de romper la paralela para su validación.

Luego del descenso viene el ascenso y posterior bloqueo de rodillas (extensión completa de la articulación), para concluir el movimiento con la devolución de la barra en el rack de competición.



Figura 9: Combo rack de competencia "Ilus".  
Fuente: (ILUS Combo Rack, s. f.).



Figura 10: Mono-lift "The Deluxe Monolift" de "Elitefts".  
Fuente: (ELITEFTSTM DELUXE-MONOLIFT, s. f.).



Figura 11: Secuencia de fotos que dan cuenta de las etapas que conforman la sentadilla. Fuente: Capturas de video propio.

Existen diferentes causas por las que los jueces pueden invalidar el movimiento y estas se encuentran especificadas en el reglamento de la liga internacional de powerlifting. Entre los errores más comunes que cometen los atletas se encuentra el no hacer caso o adelantarse a las señales del juez central que indican cuando iniciar y dejar el levantamiento. Un doble rebote o más de un movimiento descendente o ascendente o el desplazamiento de pies en cualquier sentido durante la ejecución también se consideraría como movimiento nulo. Y el no asumir una posición erguida con las rodillas bloqueadas al inicio y final del levantamiento.

### Press de banca

El press de banca es un movimiento que, al igual que la sentadilla, consta de una etapa descendente y ascendente en donde el atleta debe esperar la orden de “baje” para comenzar con el descenso. La barra debe llegar y estar en un contacto estabilizado con el pecho o región abdominal para que el juez central de la orden de “press”, y así, el competidor empujara con todas sus fuerzas la barra hasta alcanzar una extensión completa de sus codos antes de recibir la orden de guardar la barra.

Las causas más comunes de un movimiento inválido son el no escuchar las órdenes del juez central, despegar pies del suelo o glúteos del banco, no lograr la extensión de codos, rebotar o hundir la barra después de recibir la orden “press” o realizar cualquier doble rebote o más de un movimiento descendente durante la etapa ascendente del levantamiento.



Figura 12: Ejemplo de profundidad valida en sentadilla. Fuente: (IPL, 2023).

Figura 13: Secuencia de fotos que dan cuenta de las etapas que conforman el press de banca. Fuente: Capturas de video propio.



## Peso muerto

Es el último movimiento por atleta durante una competencia, el cual puede realizarse de dos maneras, convencional o sumo, y esto se determina por la separación de las piernas dejando el centro de masa mucho más vertical. Este movimiento puede ser iniciado sin necesidad de oír una orden del juez central. Solo basta con que el juez tenga su brazo en el aire para comenzar el levantamiento. Una vez levantado y con una posición erguida y estabilizada en rodillas y cadera, el juez dará la orden de bajar la barra, y debe acompañarse de manera controlada hasta estar en completo reposo en tarima. Apoyar la barra sobre los muslos en pleno movimiento ascendente, no bloquear rodillas ni cadera, bajar la barra antes de recibir la señal o dar un paso en cualquier sentido durante el levantamiento es motivo de invalidez del movimiento.



Figura 14: Secuencia de fotos que dan cuenta de las etapas que conforman el peso muerto convencional. Fuente: Capturas de video propio.



Figura 15: Secuencia de fotos que dan cuenta de las etapas que conforman el peso muerto sumo. Fuente: Capturas de video propio.

## Powerlifting, Levantamiento Olímpico y beneficios

El entrenamiento de fuerza y acondicionamiento es un aspecto crucial en el desarrollo de atletas en diversas disciplinas deportivas. En este sentido, dos metodologías importantes para el desarrollo de deportistas son el powerlifting y el levantamiento olímpico. Ambas metodologías tienen sus propias características y beneficios que las hacen relevantes en el ámbito del entrenamiento deportivo. Entre las características principales “se observa que la halterofilia se usa más la fuerza-velocidad y la técnica” (Everett, 2020), mientras que en el powerlifting “predomina más la fuerza máxima” (Ferland et al., 2020) que se conoce como la capacidad de un músculo o grupo muscular para generar la máxima cantidad de fuerza posible en una sola contracción (Schoenfeld et al., 2021). Esto se puede traducir en múltiples beneficios para la salud y el rendimiento físico, mejorando las condiciones de fuerza y resistencia, teniendo un impacto positivo en la salud mental y el bienestar general dentro de un colectivo de atletas en busca de esclarecer a los más fuertes del país en sus respectivas categorías.

Según Schoenfeld et al. (2021), los programas de entrenamiento que integran movimientos de levantamiento de pesas con métodos tradicionales de entrenamiento de fuerza, como la sentadilla, press banca y peso muerto, han demostrado ser efectivos para mejorar el rendimiento deportivo. Estos programas no solo aumentan la fuerza muscular, sino que también mejoran la técnica y la eficiencia en otros movimientos deportivos. Esto implica el uso de técnicas como el "arqueo" en el press de banca y el "sumo" en el peso muerto para reducir la distancia del levantamiento y aumentar la estabilidad.



Figura 16: Katherin Echandia en los Youth Olympic Games en Buenos Aires, Argentina (2018). Fuente: (Historia de la Halterofilia: ¿Cómo Se Originó el Deporte?, 2020).



Figura 17: Panagiotis levantando 285 kilogramos en el World Open Classic Powerlifting en St. Julian's, Malta, 2023. Fuente: (Panagiotis Tarinidis, s. f.).

El desarrollo de fuerza e hipertrofia muscular es uno de los principales beneficios que deja la practica de powerlifting. Y asi lo demuestra Suchomel et al. en el año 2015, donde realizó un estudio para analizar los efectos de cargas variables producidos al realizar el movimiento “hang high pull” en la halterofilia o “peso muerto” en el powerlifting, en donde se demuestra la mejora significativa de las características de fuerza-tiempo producidas por los atletas, lo que es crucial para el desarrollo de la fuerza explosiva.

**TABLE 2. The effect of load on hang high pull performance variables (mean ± SD) (n = 14).\***

Load (% 1RM HPC)	Performance variable				
	PF (N)	PV (m·s <sup>-1</sup> )	PP (W)	F <sub>PP</sub> (N)	V <sub>PP</sub> (m·s <sup>-1</sup> )
30	2920.9 ± 514.1	2.05 ± 0.25	4479.60 ± 1104.44	2583.2 ± 404.7	1.73 ± 0.22
45	3172.0 ± 686.0†	1.95 ± 0.18	4596.37 ± 976.45	2775.2 ± 423.4‡	1.67 ± 0.16
65	3193.7 ± 530.1§	1.78 ± 0.14§	4296.11 ± 865.22¶	2772.2 ± 417.9§	1.55 ± 0.13§¶
80	3254.0 ± 534.4‡	1.68 ± 0.14‡  #	4190.28 ± 812.80¶	2877.6 ± 419.7‡¶#	1.48 ± 0.12‡  #

\*HPC = hang power clean; PF = peak force; PV = peak velocity; PP = peak power; F<sub>PP</sub> = force at peak power; V<sub>PP</sub> = velocity at peak power.  
†Statistically different from value at 30% 1RM HPC (p ≤ 0.05).  
‡Statistically different from value at 30% 1RM HPC (p < 0.001).  
§Statistically different from value at 30% 1RM HPC (p < 0.01).  
||Statistically different from value at 45% 1RM HPC (p < 0.001).  
¶Statistically different from value at 45% 1RM HPC (p < 0.04).  
#Statistically different from value at 65% 1RM HPC (p ≤ 0.05).

El entrenamiento de fuerza también tiene implicaciones positivas para la salud ósea y del tejido conectivo. Stone (1988) señala que los ejercicios de resistencia pueden ayudar a prevenir alteraciones óseas y mejorar la densidad ósea, lo cual es esencial para la prevención de enfermedades como la osteoporosis. Además, el fortalecimiento del tejido conectivo puede reducir el riesgo de lesiones, lo que es crucial para la longevidad en el deporte.

Figura 18: Tabla que muestra los efectos de cargas variables producidos al realizar un hang high pull. Fuente: Suchomel et al. (2015).

TABLE 2. Comparison between athletes performing different activities (average ± SD).

	Number	Bone Density (g·cc <sup>-3</sup> )	Quadriceps Force (kg)	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)
Weight lifters	11	0.247 ± 0.058	50.1 ± 9.1	20.7 ± 8.4	173 ± 6	71.7 ± 9.1
Throwers	4	0.238 ± 0.061	59.1 ± 7.2	23.5 ± 3.0	191 ± 8	106.7 ± 24.7
Runners	25	0.235 ± 0.052	38.6 ± 8.2	22.2 ± 7.1	179 ± 7	66.2 ± 8.1
Soccer players	15	0.233 ± 0.048	41.4 ± 8.7	24.9 ± 5.2	179 ± 3	72.2 ± 6.4
Swimmers	9	0.226 ± 0.041	45.2 ± 11.6	17.9 ± 4.5	183 ± 9	75.4 ± 12.8

Taken from Nilsson and Westlin (39).

Figura 19: Tabla comparativa de la densidad ósea y fuerza de cuádriceps en atletas de diferentes deportes. Fuente: Stone, M. H. (1988), como se cita a Nilsson & Westlin (1971).

Además de los beneficios físicos, el levantamiento de pesas y el powerlifting también tienen un impacto positivo en la salud mental. La práctica regular de estos deportes puede mejorar la autoestima, reducir los niveles de estrés y ansiedad, y promover una sensación general de bienestar. Según Schoenfeld et al. (2021), la integración de estos métodos de entrenamiento en una estrategia de programación más holística puede contribuir significativamente al bienestar psicológico de los atletas.

## Riesgos

Así como existen beneficios que la práctica de powerlifting le deja a sus atletas, también aparecen los riesgos que el mismo material deportivo, como el calzado para correr por ejemplo, al no existir una reglamentación que abarque el concepto de calzado deportivo específico para la disciplina con las características de diseño necesarias para soportar las cargas pesadas y proporcionar la estabilidad requerida, puede ser el inicio de posturas inadecuadas y un mayor estrés en las articulaciones y columna vertebral (Whitting et al., 2016).

Kooistra B, Gurnanai N, Weeninig A, Van den Bekerom M., (2021), como se citó en Álvarez et al., p.19, 2023 y González & Patricio, p.X, (2019), dan cuenta de estadísticas que revelan que entre el 40% y el 50% de esta población presenta un espectro de lesiones que abarcan desde tendinitis primaria y secundaria hasta tendinopatía crónica. Este fenómeno plantea un desafío considerable en la gestión de la salud física, ya que estas afecciones pueden derivar de diversas causas, como alteraciones de carga en el sistema musculoesquelético, malos hábitos de entrenamiento y asimetrías musculares, entre otros factores.

Es importante destacar que estas lesiones ocurren cuando el cuerpo es sometido a fuerzas que exceden su capacidad de resistencia. Estas fuerzas pueden ser de naturaleza única y repentina, resultando en una lesión aguda, o pueden ser continuas y repetitivas a lo largo del tiempo, dando lugar a una lesión crónica que tienden a progresar y pueden llegar a un estado crítico, representado por la tendinopatía en su etapa más avanzada. La temprana detección y tratamiento de estas condiciones son cruciales para evitar el desarrollo de complicaciones graves. La tendinopatía en su fase 4, caracterizada por la rotura completa del tendón, se presenta como un escenario preocupante "dificultando el tratamiento y el regreso a la práctica deportiva." (González & Patricio, p.34, 2019).

Las zonas y tipos de lesiones mas comunes en la practica por el uso de calzado deportivo tradicional y/o el endeble material de construcción y patrones de suela que no pertenecen a la disciplina del calzado deportivo especifico para powerlifting se ubican en los ligamentos, “teniendo lugar sobre la zona interna del tobillo o pie, desplazando la tibia hacia afuera” (Cirugía Ortopédica y Traumatología, S. E. 2010), debido a la aplicación de fuerza exagerada sobre el lado expuesto estando generalmente en extensión.

Las lesiones musculares a su vez, son contracturas o acortamientos musculares producto de un gran esfuerzo físico, en donde el musculo a modo de defensa se contrae y entrara en un estado de rigidez y palpitación constante. Al contrario de los desgarros, que son un estado en el que el musculo, producto de un estiramiento brusco de forma pasiva (sin contracción muscular) o activa (con contracción), y son frecuentes, sobre todo en los músculos que cruzan las articulaciones como los de la cadera o los de la rodilla, manifestando la aparición de síntomas clásicos de inflamación: dolor, rubor (enrojecimiento), calor e hinchazón (Serra, 2019).

Todos estos riesgos de lesiones existen y son capaces de producirse debido a la poca atención reglamentaria sobre el calzado permitido durante competencias oficiales organizadas por la IPL, donde los únicos puntos a tratar son que debe cubrir el pie por completo y contar con una suela interna, lo que incluye botas, calzado deportivo y zapatillas de gimnasia. Sin embargo, hacen especial énfasis en la prohibición de zapatos con puntas o tacos de metal, para garantizar la seguridad de todos los participantes.

## Revisión y análisis de estados de la técnica más significativos

### Notorius Lift

Establecida en 2019, se ha consolidado como una marca líder en calzado para powerlifting, debido a su bajo costo, sistema de ajuste por correa dual con velcro en la zona del metatarso, materiales de construcción y suela con un patrón de tracción ondeante y de bajo espesor para permitir una conexión cercana con el suelo y mayor estabilidad.

Si bien el modelo tradicional que Notorius Lift desarrolla es uno de los más comunes de ver en atletas tanto principiantes como avanzados, no quiere decir que este no tenga problemas de diseño asociados. Especialmente si del patrón de tracción ondeante que se caracteriza por poseer pequeños tacos de goma seccionados intercaladamente y de manera oscilante, en donde uno de ellos predomina su contacto con el suelo ya que presenta una superficie con mayor densidad de material y el otro tipo de taco solo ofrece apoyo en uno de sus extremos debido a su amplitud periódica en dirección a la puntera. Además de ofrecer una horma tradicional, presenta 3 intersecciones en la zona superior e inferior que realizan un quiebre de manera diagonal con la misma característica de amplitud periódica.



Figura 20: Isotipo "Notorius Lift". Fuente: (Notorius Lift, s. f.-a).



Figura 21: Calzado plano "SSGI" de "Notorius Lift". Fuente: Capturas fotográficas propias.

## Sabosports

Destacada marca dedicada al diseño y desarrollo de calzado específico para powerlifting con alto nivel de tecnología, innovación y diseño, que hacen de este calzado, un material deportivo premium dentro de la comunidad.

Presenta un recubrimiento total (caña alta) del peroneo tertius y peroneo lateral corto, sistema de ajuste por cordones y correa doble con velcro (una ubicada en la zona del metatarso y otra en peroneo lateral corto, suela de goma antideslizante con recubrimiento ondeante sobre paredes laterales, con énfasis en la zona del 5to metatarsiano, 1era cuña y calcáneo, horma que respeta el patrón natural del pie y espesores que van de los 2mm en la zona del metatarso y falanges, a 5mm en la zona del tarso con respecto al suelo.

Si bien este calzado ofrece un nivel de tecnología y materialidad premium, se ve opacada por un aspecto que generalmente el público desconoce y esta asociado al patrón de módulos con canales multidireccionales en la zona superior e inferior conectados por un módulo a modo de puente en la zona del metatarso y los módulos circulares ubicados a la altura del 1er metatarsiano que son originarios del calzado para basquetbol, con el fin de ser utilizados como punto de pivoteo sobre el eje y que son de nula ayuda para la presión ejercida entre el pie y el suelo a la hora de realizar peso muerto en su modalidad sumo.



Figura 23: Gráfica de especificaciones técnicas del "Deadlift PRO" de "Sabosports". Fuente: (Deadlift PRO, s. f.).



Figura 22: Imagotipo "Sabosports". Fuente: (Sabo Deadlift 1 - Centro Deportivo y Tienda, 2023).



Figura 24: Calzado plano "SSGI" de "Notorius Lift". Fuente: Capturas fotográficas propias.



Figura 25: Patrón de suela del "Deadlift PRO" de "Sabosports". Fuente: (Deadlift PRO, s. f.).

## Avancus

Avancus representa la cúspide de la innovación en calzado deportivo específico gracias a su gran tracción y seguridad que otorga por medio de los puntos de talón y metatarsianos extendidos, que ofrecen una mayor zona de contacto y mejor distribución de la presión. La caja ancha y anatómica para los dedos del pie permiten una expansión plantar natural, contribuyendo a la estabilidad del pie.

Numerosos son los beneficios que ofrece el modelo Apex Power en sus diferentes versiones de Avancus, pero el patrón "Viziun Grip Tech" no es más que un isotipo dispuesto de manera bidireccional que la marca resalta por ser el patrón con mayor tracción y agarre de la industria, pero esto tiene que ver solamente con la densidad y porosidad de la goma de caucho.



Figura 26: Isotipo "Avancus". Fuente: (AVANCUS, s. f.).



Figura 27: Gráfica de especificaciones técnicas del "Apex Power V1.5" de "Avancus". Fuente: (AVANCUS, s. f.).

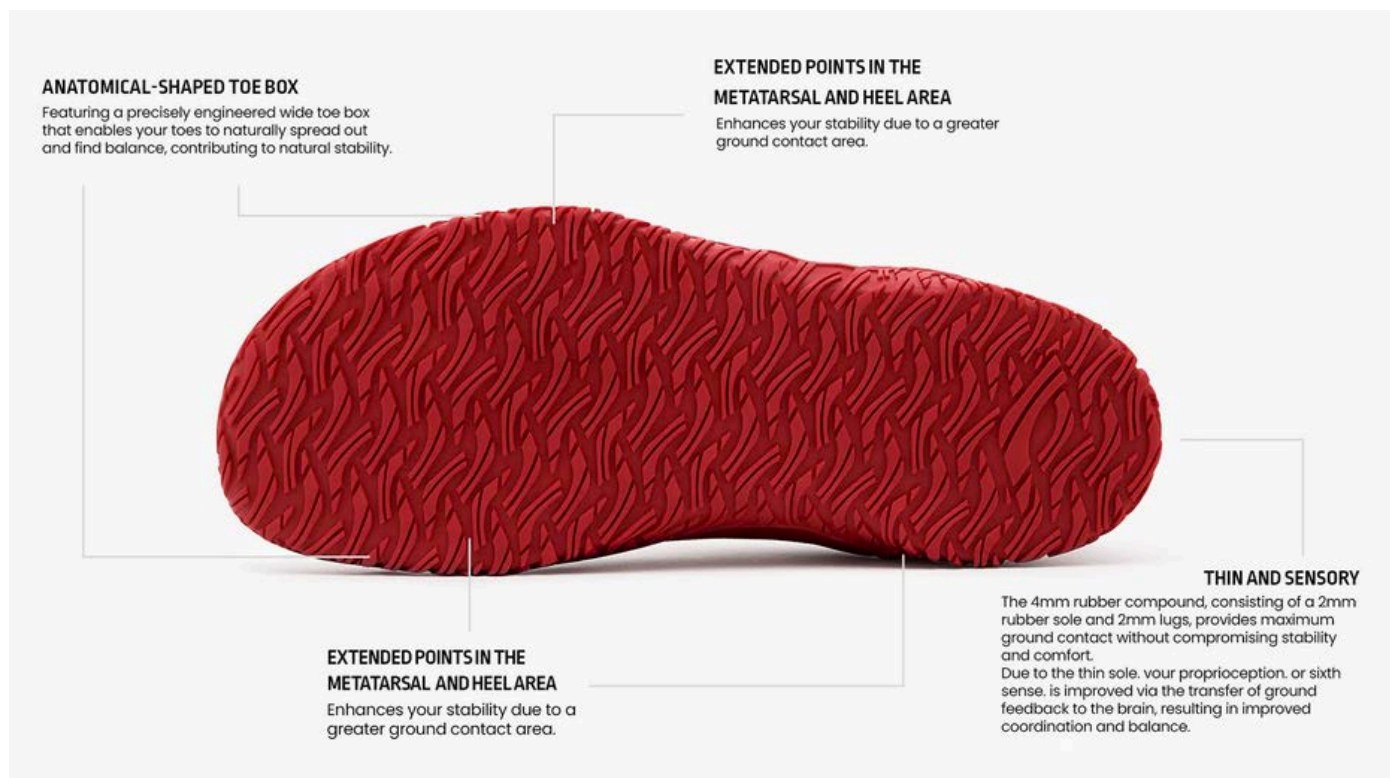


Figura 28: Gráfica de especificaciones técnicas del "Apex Power V1.5" de "Avancus". Fuente: (AVANCUS, s. f.).

### Primer caso de estudio



Luego del análisis realizado a los calzados especializados para powerlifting más significativos que la comunidad utiliza, se tomó la decisión de trabajar material audiovisual para efectuar el primer registro y análisis grabado para identificar los principales problemas que el calzado especializado existente presenta.

De los tres modelos significativos presentados, se trabajó con 2 de ellos (Notorius Lift y Sabosports), ambos ejercicios con la misma carga externa (150kg), mismo suelo (plataforma de caucho) y misma implementación, para garantizar que el primer caso de estudio se lo mas igualado en cuanto a condiciones.

El primer registro inició con el calzado de la marca “Notorius Lift”, en donde se evidencia un desplazamiento del metatarso y falanges en el interior del calzado, producto de la endeble construcción de paredes laterales externas y maleabilidad de la zona plantar del calzado. Quedando así la distribución del tarso, metatarso y falanges de manera heterogénea por sobre la planta. Las zonas que quedan excluidas de recibir carga externa por la deficiente construcción del transmisor de potencia son el 5to metatarsiano, falange distal/media/proximal del 5to dedo externo y falanges del primer dedo producto de la aplicación de fuerza diagonal, la cual puede traducirse en un riesgo de lesión o fractura de la base del 5to metatarsiano por una mala tracción de los peroneos en esquinces de tobillo de gran gravedad y fracturas del 2do y 3er metatarsiano por estrés de un micro-traumatismo repetido por el uso prolongado de calzado inadecuado.



Figura 29: Fotografías que dan cuenta del desplazamiento lateral producido por la aplicación de fuerza lateral. Fuente: Capturas de video propio.



-  Eje vertical inicial
-  Eje vertical máximo de desplazamiento

El segundo registro se realizó con el calzado "Deadlift PRO" de "Sabosports", en donde nuevamente se evidencia desplazamiento de la falange distal/media/proximal proveniente del 5to metatarsiano en el interior del calzado, producto de la endeble construcción de paredes laterales. Las zonas que quedan excluidas de recibir carga externa por la deficiente construcción del transmisor de potencia son el 5to metatarsiano y falange distal/media/proximal del 5to dedo externo producto de la aplicación de fuerza diagonal.

Si bien el calzado ofrece una horma ergonómica y amigable con el trazo natural del pie humano, esta carece de un sostén lateral para posicionar y contener el pie homogéneamente sobre el recubrimiento interno de la suela, lo que puede traducirse en un riesgo de lesión o fractura de la base del 5to metatarsiano por una mala tracción de los peroneos en esquinces de tobillo de gran gravedad y fracturas del 2do y 3er metatarsiano por estrés de un micro-traumatismo repetido por el uso prolongado de calzado inadecuado.



Figura 30: Fotografías que dan cuenta del desplazamiento lateral producido por la aplicación de fuerza lateral. Fuente: Capturas de video propio.

-  Eje vertical inicial
-  Eje vertical máximo de desplazamiento

## Primera encuesta para la comunidad

En el presente estudio, se realizó una encuesta a 51 atletas para evaluar el uso y las preferencias de calzado en el contexto de un deporte complejo como el powerlifting. Los resultados obtenidos proporcionan una visión detallada sobre las tendencias actuales y las necesidades específicas de los atletas en relación con su calzado.

La mayoría de los encuestados se encuentra en el rango de edad de 19 a 23 años, representando el 39.2% (n=20) de la muestra. Le sigue el grupo de 24 a 39 años con un 31.4% (n=16), y el grupo de 14 a 18 años con un 27.5% (n=14). Solo un 2% (n=1) de los encuestados pertenece al rango de 40 años o más. Estos datos sugieren que el powerlifting es una actividad predominantemente practicada por jóvenes adultos, lo cual puede influir en las preferencias y necesidades de calzado debido a las diferencias en biomecánica y rendimiento entre los distintos grupos etarios. Ahora bien, en cuanto a la afiliación de los encuestados, el 84.3% (n=43) se identificó como solo atletas, mientras que un 2% (n=1) se identificó como solo coach. Un 13.7% (n=7) de los encuestados son tanto coaches como atletas. Este predominio de atletas sobre coaches puede reflejar una mayor demanda de calzado especializado entre aquellos que están activamente involucrados en la práctica del powerlifting.

Un 82.4% (n=42) de los encuestados indicó que utilizan calzado especializado durante sus entrenamientos o competencias, en contraste con un 17.6% (n=9) que no lo hace. Este alto porcentaje de uso de calzado especializado subraya la importancia que los atletas otorgan a la elección del calzado adecuado para optimizar su rendimiento y prevenir lesiones. Donde ese 82,4% de los encuestados que si utilizan calzado especializado para powerlifting, un 76.5% (n=39) hace uso de calzado plano, lo que puede estar relacionado directamente con la necesidad de sentir una mayor estabilidad,

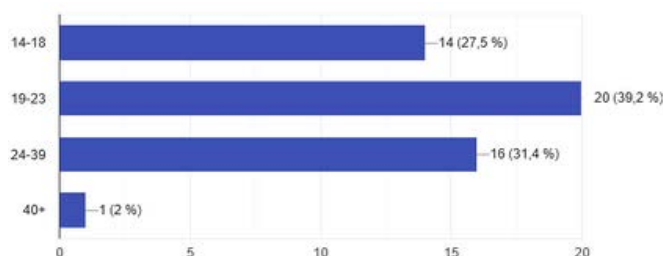


Figura 31: Gráfico de barras que refleja el rango etario de los encuestados en porcentajes. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google Forms.

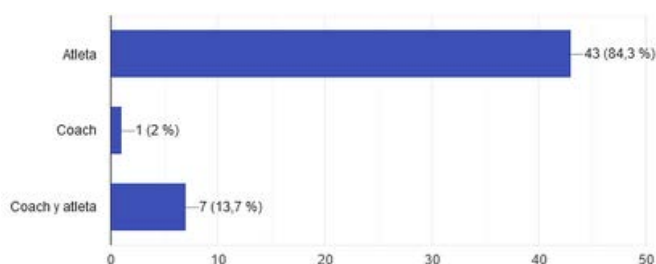


Figura 32: Gráfico de barras que refleja el grupo de pertenencia de los encuestados en porcentajes. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms.

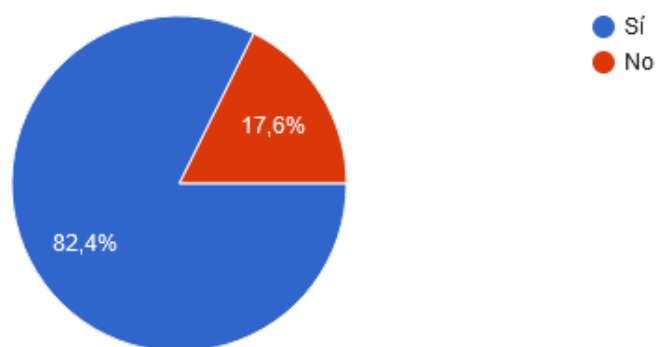


Figura 33: Gráfico que refleja el porcentaje de atletas que utiliza calzado especializado. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms.

gracias al contacto directo con el suelo. mientras que el 23.5% (n=12) utiliza tanto calzado plano como con tacones. Lo que puede estar relacionado directamente con la necesidad de sentir una mayor estabilidad, gracias al contacto directo con el suelo.

La búsqueda de características especiales que un calzado pueda otorgarnos dentro de una disciplina competitiva de gran esfuerzo físico es de suma importancia, ya que este material deportivo influye directamente en el rendimiento, potenciamiento y así mismo, en los resultados que llegan a diferenciarse de otros por rangos de peso que van desde los 500 gramos en adelante. Así lo demuestra la encuesta con resultados que hablan de que un 70,6% (n=36) busca características específicas al comprar calzado para powerlifting, mientras que un 29.4% (n=15) no lo hace. Entre las características más buscadas, el buen agarre de la suela es la más destacada con un 37.7%, seguida de la suela plana (14.8%), estabilidad (13.1%), ergonomía (11.5%), comodidad (11.5%), calidad de construcción (4.9%) y elevación de tacones considerable (6.6%).

Estos resultados indican la valoración de los atletas por aspectos funcionales y de seguridad, y que la influencia de esos aspectos son significativos, resaltando la importancia de desarrollar un calzado que presente estos conceptos.

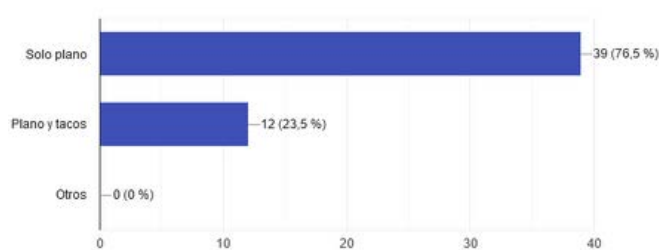


Figura 34: Gráfico de barras que refleja la preferencia de calzado de los encuestados en porcentajes. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms.

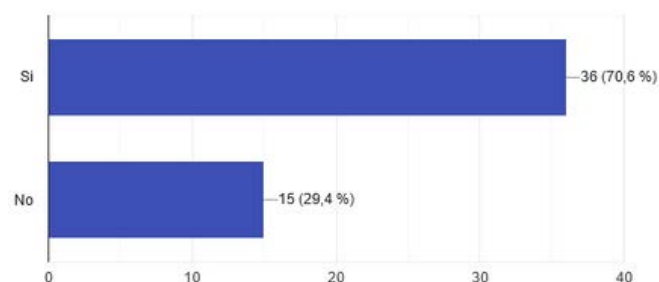


Figura 35: Gráfico de barras que detalla el número de atletas/coaches que buscan características específicas en un calzado especializado. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms.

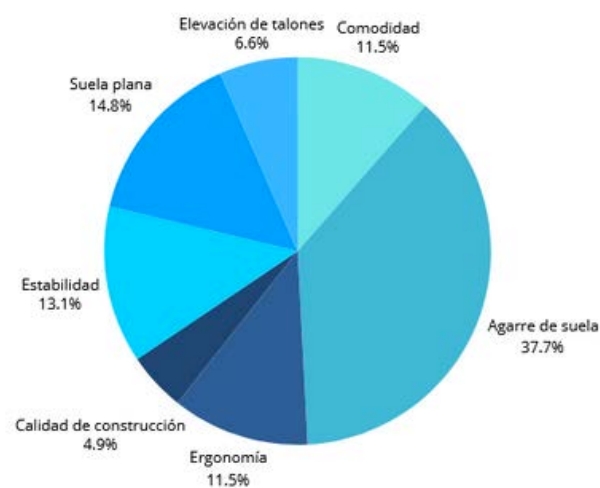


Figura 36: Gráfico que refleja la preferencia de características específicas en calzado especializado en porcentajes. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms.

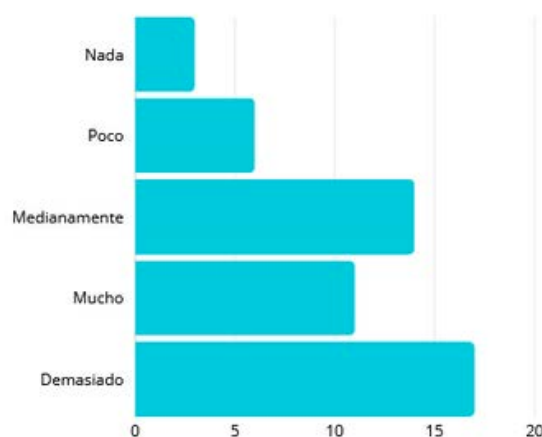


Figura 37: Gráfico de barras que refleja la influencia del uso de calzado especializado de los encuestados en porcentajes. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms.

Para concluir la encuesta, se indagó sobre posibles experiencias negativas con el calzado actual de los encuestados, con el objetivo de identificar el rango de usuarios que perciben deficiencias en su calzado y el tipo de problemas que enfrentan. Los resultados mostraron que el 39.2% (n=20) de los participantes reportó haber experimentado inconvenientes, mientras que el 60.8% (n=31) no reportó problemas. Entre las dificultades más comunes, el agarre insuficiente de la suela fue la principal queja, mencionada por el 36.4% de quienes señalaron problemas. A esta le siguieron el desgaste prematuro de la suela (27.3%), la mala ergonomía (22.7%) y la firmeza deficiente del calzado (13.6%). Estos hallazgos destacan áreas críticas que deben abordarse en el desarrollo de calzado especializado para powerlifting, particularmente en aspectos como la tracción, la durabilidad, la ergonomía y la estabilidad.

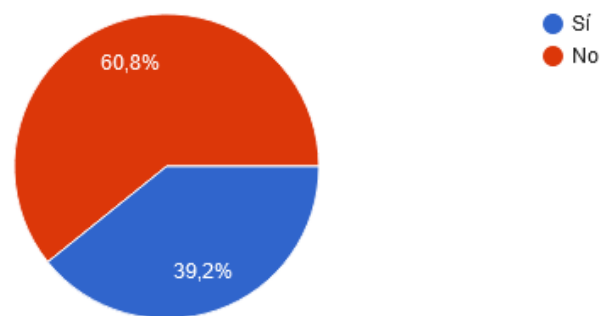


Figura 38: Gráfico que refleja el número de atletas/coaches que han experimentados problemas con su calzado especializado. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms

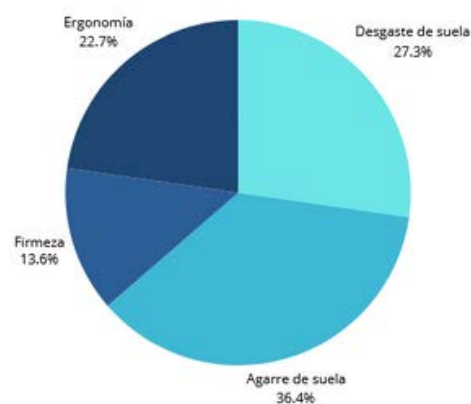


Figura 39: Gráfico que refleja los problemas experimentados por atletas/coaches con su calzado especializado. Fuente: Elaboración propia mediante una encuesta realizada a 51 atletas/coaches vía Google forms

## Discusión de primera encuesta

La encuesta reveló que un 39.2% de los atletas experimentan problemas con sus calzados actuales, mientras que un 60.8% no reporta inconvenientes. Entre los problemas más frecuentes, el agarre de la suela fue el más mencionado, con un 36.4% de los encuestados señalándolo como un área de mejora. Le siguieron el desgaste de la suela con un 27.3%, la mala ergonomía con un 22.7%, y la firmeza deficiente con un 13.6%.

Estos resultados sugieren que, aunque una mayoría de los atletas no reporta problemas significativos con su calzado, existe una proporción considerable que enfrenta desafíos que podrían afectar su rendimiento y eficiencia deportiva. El agarre y el desgaste de la suela son las principales áreas de preocupación, lo que indica la necesidad de materiales más duraderos y con mejor tracción. La ergonomía y la firmeza también son aspectos críticos que deben ser abordados para mejorar la experiencia general del usuario.

En el contexto del diseño de calzado específico para powerlifting, estos hallazgos subrayan la importancia de una investigación detallada y un enfoque centrado en el usuario. La necesidad de un agarre superior y una suela duradera sugiere que los materiales utilizados en la fabricación del calzado deben ser reevaluados. Materiales como el caucho de alta resistencia y compuestos avanzados podrían ofrecer soluciones viables para mejorar la tracción y reducir el desgaste (Sabosports, 2023).

Además, la ergonomía del calzado es un aspecto crucial que no debe ser subestimado. La mala ergonomía reportada por el 22.7% de los encuestados indica que el diseño actual del calzado no se adapta adecuadamente a la morfología del pie del atleta. Un enfoque en el diseño ergonómico, que permita una mayor flexibilidad y soporte, podría mejorar significativamente la comodidad y el rendimiento del usuario. La inclusión de características como una caja

ancha y anatómica para los dedos del pie, que permita una expansión natural, podría contribuir a una mayor estabilidad y eficiencia en los levantamientos (Avancus, 2023).

La firmeza deficiente, mencionada por el 13.6% de los encuestados, también es un área que requiere atención. La firmeza del calzado es esencial para proporcionar el soporte necesario durante los levantamientos pesados. Un diseño que incorpore correas ajustables y materiales de alta resistencia podría ofrecer una solución efectiva para este problema. La implementación de una suela con soporte lateral, que evite que los pies se vuelquen, podría mejorar la estabilidad y seguridad del atleta durante el entrenamiento y la competición (Notorious Lift, 2023).

En los resultados de la encuesta destacan varias áreas clave a abordar en el diseño de calzado específico para powerlifting. La mejora del agarre y la durabilidad de la suela, la optimización de la ergonomía y el aumento de la firmeza son aspectos críticos que pueden mejorar significativamente la experiencia del usuario y su rendimiento deportivo. Un enfoque en la investigación y el desarrollo de materiales y diseños innovadores son esenciales para satisfacer las necesidades de los atletas y establecer un nuevo estándar en el calzado especializado para powerlifting.

Según Whitting et al. (2016), los atletas que utilizan calzado diseñado específicamente para powerlifting tienden a mostrar una mejor estabilidad y una mayor eficiencia biomecánica en comparación con aquellos que utilizan calzado deportivo estándar. Esto se debe a las características de diseño del calzado para powerlifting, que están optimizadas para proporcionar soporte y estabilidad durante los levantamientos pesados.

Y tal cual menciona Wilk M. en el artículo “La influencia del equipo de compresión en la carga máxima levantada en el powerlifting competitivo” (2020), con un estudio realizado para corroborar y registrar que los resultados de un atleta de powerlifting equipado “son significativamente más altos que los alcanzados en competencias sin equipamiento” (Wilk et al., 2020), y que si presentan una ventaja respecto a quienes no utilizan material específico. Al igual que Hickey, E. (2017), se realizó una comparativa del rendimiento de los atletas al utilizar distintos materiales de competición en ejercicios de fuerza y potencia. Los resultados, representados en el gráfico presentado, evidencian un incremento significativo en la producción de fuerza al emplear calzado específico en comparación con el uso de otros implementos como rodilleras o cinturón lumbar.

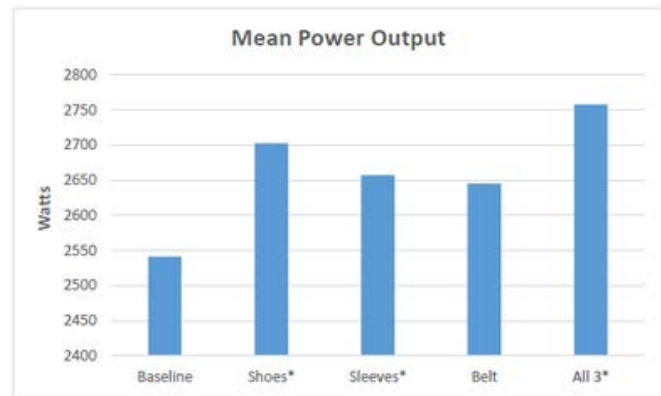


Figura 40: Gráfico de barras que compara la producción de fuerza/potencia con distintos materiales de competición específicos. Fuente: Hickey, E. (2017).

## Análisis de patrón plantar

El inicio del proceso de diseño para un calzado específico para powerlifting comienza con el análisis del patrón natural del pie humano. Gracias a la amable atención de don Moises Chavez, ortopedista del centro ortopédico "Oberbeck", que sin interés de por medio me realizó un "footscan" que sería necesario para trabajar el patrón del calzado a diseñar, considerando el largo y ancho natural.

Del análisis del gráfico, se identifican las zonas de mayor apoyo plantar, lo cual resulta fundamental para el desarrollo de patrones de suela capaces de soportar el peso corporal y minimizar el coeficiente de roce generado por la fuerza aplicada de manera diagonal. Se observa que el ancho de la zona correspondiente a las falanges es considerablemente mayor que el ofrecido por calzados específicos para powerlifting actualmente en el mercado, como Notorious Lift y Sabosports. Esta diferencia queda evidenciada en el foto-montaje realizado, donde se destacan las áreas de mayor estrechez que deben ser ajustadas. Estas modificaciones son esenciales para respetar la pisada natural, permitiendo una mayor expansión plantar que distribuya de manera uniforme las cargas dentro del calzado.

## Registro de deslizamiento en calzado específico para powerlifting

Tras una gran red de contactos, se concretó una reunión junto a Ignacio Castelucci, director del Centro de Estudios del Trabajo y Factores Humanos (CETyFH) de la Universidad de Valparaíso, para consultar la posibilidad de realizar una evaluación cinética milimétrica que pudiese determinar las áreas de mayor desplazamiento entre el pie y calzado específico para powerlifting, con el fin de tener un respaldo clave a la hora de trabajar el diseño de la suela especializada.

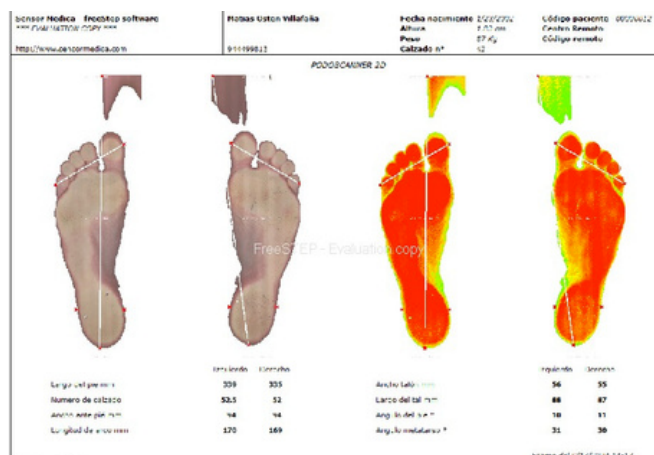


Figura 41: Gráfico que refleja medidas y puntos de mayor apoyo plantar. Fuente: Footscan realizado en "Ortopedia Oberbeck".



Figura 42: Foto-montaje comparativo de horma en calzados específicos existentes. Fuente: Elaboración propia.

El día programado para el estudio, se trasladó al CETyFH material de competencia calibrado, el cual fue facilitado por el gimnasio de powerlifting La Fábrica. El equipo utilizado constó de los siguientes elementos: una barra específica para peso muerto Texas Deadlift Bar, conocida por sus propiedades técnicas que favorecen el desempeño en esta modalidad; tres pares de discos calibrados de 25 kg marca Ilus, cuya precisión en peso es fundamental para garantizar la fiabilidad de los resultados; un par de discos calibrados de 15 kg, palmetas de caucho destinadas a la protección del suelo durante los levantamientos y seguros plásticos para asegurar la correcta fijación de los discos en la barra, evitando movimientos involuntarios que pudieran alterar los registros.

La planificación del estudio contempló la realización de 10 levantamientos consecutivos con un peso fijo de 170 kg en la barra, seleccionado para estandarizar las condiciones de prueba y garantizar la comparabilidad de los resultados. Estos levantamientos se dividieron en dos series de 5 repeticiones cada una, ejecutadas con dos modelos de calzado específicos para la disciplina: Notorious Lift y Deadlift PRO de Sabosports. La elección de ambos modelos respondió a su popularidad en la comunidad de powerlifting y a sus características técnicas orientadas a mejorar el rendimiento en el peso muerto.

Durante el proceso, se recopilaron datos que permitieron identificar las áreas de mayor desplazamiento y las zonas críticas en las que se producen las principales interacciones entre el pie, el calzado y la superficie de apoyo. Estos registros resultaron fundamentales para detectar puntos de mejora que deben ser abordados en el diseño de un calzado innovador, con el objetivo de optimizar su rendimiento funcional, estabilidad y ergonomía. La información obtenida servirá como base para desarrollar patrones de suela y ajustes estructurales que respeten la pisada natural



Figura 43: Vista lateral de una Texas Deadlift Bar. Fuente: (Texas Deadlift Bar, s. f.)



Figura 44: Vista frontal de una Texas Deadlift Bar. Fuente: (Texas Deadlift Bar, s. f.)



Figura 45: Discos calibrados "Ilus". Fuente: (Set Discos Calibrados Iron ILUS 5 A 25 Kg, s. f.)



Figura 46: 170kg en Texas Deadlift Bar. Fuente: Fotografía propia.

del atleta y promuevan una distribución homogénea de las cargas, contribuyendo así a una mayor eficiencia y seguridad durante la ejecución de levantamientos.

Con el apoyo del Ingeniero Civil Biomédico Edgardo Silva, se llevó a cabo la instalación de 14 marcadores de captura de movimiento en los modelos de calzado Notorious Lift y Deadlift PRO. Estos marcadores permitieron transmitir información precisa a un software especializado de captura de movimiento, con el fin de registrar y analizar con gran exactitud los desplazamientos y patrones durante los levantamientos.

Una vez completada la instalación, se dio inicio formal al estudio. Tras finalizar las pruebas, se procedió a revisar los registros gráficos generados por el software, los cuales fueron traducidos a partir de los datos capturados por los marcadores. El análisis de estos registros evidenció de manera clara y objetiva diferencias significativas en el comportamiento biomecánico entre los dos calzados en estudio.

Estos hallazgos proporcionan una base cuantitativa sólida para identificar las particularidades de cada modelo y su influencia en la estabilidad, el desplazamiento y el rendimiento durante la ejecución de ejercicios de fuerza específicos, como el peso muerto.



Figura 47: Deadlift PRO con marcadores de captura de movimiento Fuente: Fotografía propia.



Figura 48: Notorious Lift con marcadores de captura de movimiento Fuente: Fotografía propia.



Figura 49: Matías Osten realizando un levantamiento con 170kg para estudio de desplazamientos. Fuente: Fotografía propia.

Los datos obtenidos del estudio de deslizamiento, comparados en una tabla, permiten analizar el desplazamiento máximo medido en milímetros para ambos calzados evaluados: Notorious Lift y Deadlift PRO de Sabosports. Los resultados reflejan el promedio del desplazamiento registrado en los 14 marcadores instalados estratégicamente en diferentes secciones del pie, considerando los 5 levantamientos realizados con cada calzado.

Al promediar los resultados de todos los marcadores, se obtuvo un desplazamiento total promedio de 0,799 mm para el calzado Notorious Lift y 0,062 mm para el calzado Deadlift PRO de Sabosports. Estos valores indican una diferencia significativa entre ambos modelos, sugiriendo que el calzado Deadlift PRO proporciona una mayor estabilidad al reducir considerablemente el desplazamiento durante el levantamiento.

### Análisis por secciones del pie

Los 14 marcadores fueron agrupados en 6 secciones clave, permitiendo identificar las áreas de mayor y menor desplazamiento. A continuación, se detallan los resultados obtenidos:

#### 1. Marcador 1 – Dedo gordo del pie

- Notorious Lift: 2,025 mm
- Deadlift PRO: 0,725 mm

El dedo gordo mostró el desplazamiento más significativo, especialmente con Notorious Lift, lo que sugiere un menor agarre en esta zona crítica del calzado.

#### 2. Marcador 2 – Talón

- Notorious Lift: 0,319 mm
- Deadlift PRO: 0,219 mm

En la región del talón, ambos calzados presentan valores más bajos de desplazamiento, aunque Deadlift PRO mantiene una ligera ventaja en estabilidad.

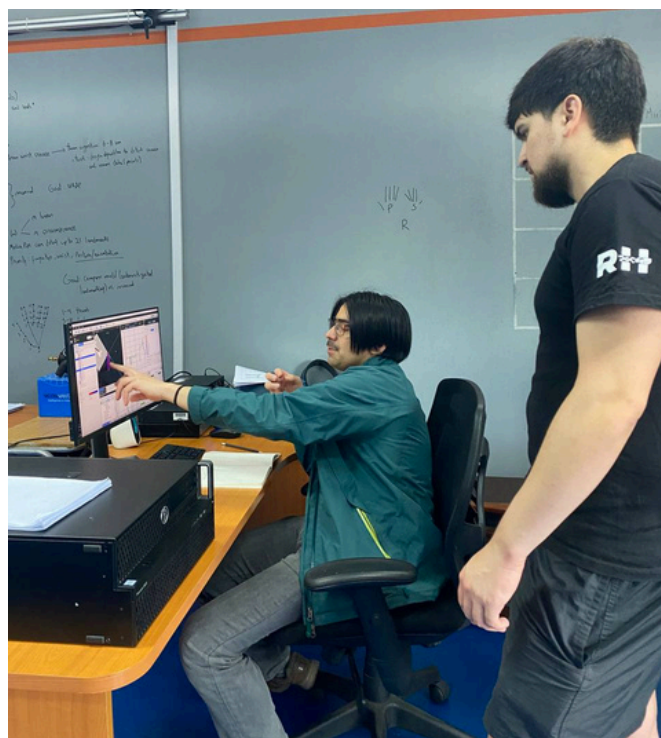


Figura 50: Análisis de resultados junto a Edgardo Silva  
Fuente: Fotografía propia.



Figura 51: Distribución de marcadores  
Fuente: Elaboración propia.

	Posición inicial vs máximo de desplazamiento	
	Notorious Lift	Sabosports
<b>Marcador1</b>	2,025	0,725
<b>Marcador2</b>	0,319	0,219
<b>Marcador3</b>	1,372	0,949
<b>Marcador4</b>	1,633	2,035
<b>Marcador5</b>	1,364	0,420
<b>Marcador6</b>	0,799	0,062
<b>Promedio</b>	1,337	0,982

Figura 52: Gráfico con resultados en milímetros de los desplazamientos registrados. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Marcador 3 – Dedo meñique

- Notorious Lift: 1,372 mm
- Deadlift PRO: 0,949 mm

El desplazamiento del dedo meñique es notable con ambos calzados, aunque Deadlift PRO muestra un mejor desempeño al reducir este valor.

### 4. Marcador 4 – Cuarto dedo

- Notorious Lift: 1,633 mm
- Deadlift PRO: 2,035 mm

A diferencia de otras secciones, el cuarto dedo mostró mayor desplazamiento con el calzado Deadlift PRO, lo cual podría indicar una diferencia en el ajuste o la distribución de presión en esta zona.

### 5. Marcador 5 – Tercer dedo

- Notorious Lift: 1,364 mm
- Deadlift PRO: 0,420 mm

El tercer dedo presentó un desplazamiento considerablemente reducido con Deadlift PRO, evidenciando una mayor estabilidad en esta sección.

### 6. Marcador 6 – Segundo dedo

- Notorious Lift: 1,364 mm
- Deadlift PRO: 0,420 mm

En esta sección, Deadlift PRO mostró el valor más bajo de desplazamiento registrado, destacando su capacidad para mantener el pie estable durante los cinco levantamientos.

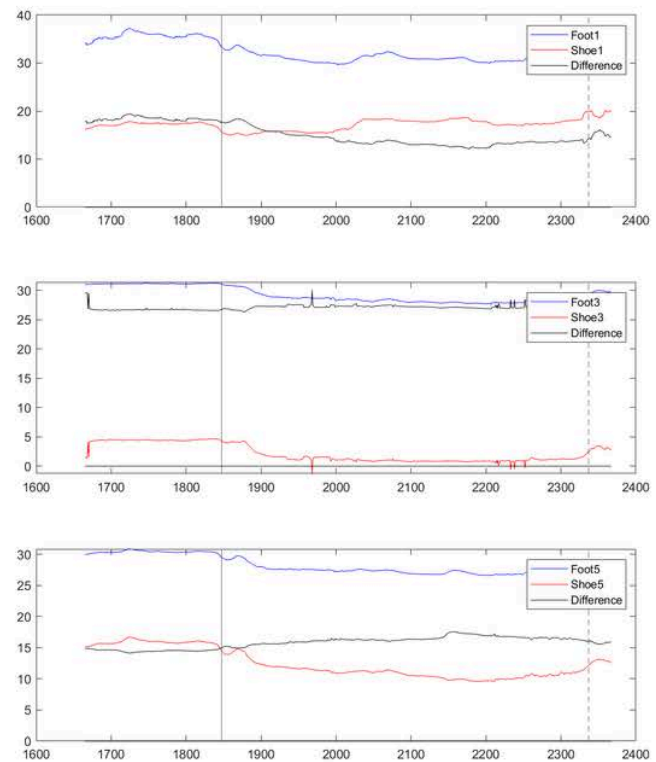


Figura 53: Gráficos que evidencian alteraciones de los marcadores 1, 3 y 5 en el posicionamiento del primer levantamiento con calzado especializado Notorious Lift. Fuente: Captura otorgada por Edgardo Silva.

## Conclusiones preliminares

Los resultados del estudio permiten concluir que el calzado Deadlift PRO de Sabosports presenta un desempeño superior en términos de estabilidad y reducción del desplazamiento en comparación con Notorious Lift. Si bien ambos calzados presentan diferencias en zonas específicas, el calzado Deadlift PRO logra minimizar el movimiento no deseado en la mayoría de las secciones evaluadas, lo cual resulta fundamental para la ejecución eficiente y segura de levantamientos de peso muerto.

El dedo gordo y el dedo meñique son las zonas con mayores desplazamientos, especialmente con Notorious Lift, lo que sugiere la necesidad de ajustes en el diseño para mejorar el agarre y la distribución de presión en estas áreas críticas. Por otro lado, el cuarto dedo mostró una excepción al patrón general, lo que amerita un análisis más detallado en futuros estudios.

## Segunda encuesta para la comunidad

En una encuesta realizada a 31 atletas de powerlifting, se analizaron las preferencias y atributos más valorados del calzado utilizado para realizar peso muerto sumo, comparando modalidades como entrenar descalzo, usar slippers (Notorious Lift), Deadlift PRO de Sabosports, o calzado plano tradicional. La encuesta, llevada a cabo a través de Google Forms, evaluó aspectos clave como comodidad, agarre, sistemas de ajuste, tipo de horma y libertad de expansión plantar, permitiendo identificar tendencias y relaciones entre las preferencias de los atletas.

En el primer apartado, enfocado en el entrenamiento descalzo, 21 atletas respondieron, destacando los atributos principales: comodidad (11 selecciones, 52,4%), agarre (11 selecciones, 52,4%) y libertad de expansión plantar (10 selecciones, 47,6%). Estos resultados reflejan la importancia de la sensación natural y el contacto directo con el suelo para quienes optan por esta modalidad.

En el segundo apartado, se analizaron las preferencias al usar slippers (Notorious Lift), donde 28 atletas participaron. Los resultados evidenciaron una valoración significativa hacia la comodidad (20 selecciones, 71,4%) y el agarre de suela (19 selecciones, 67,9%). Otros aspectos destacados incluyen el sistema de ajuste por doble correa de velcro (13 selecciones, 46,4%) y la horma (13 selecciones, 46,4%). Este modelo parece ofrecer un balance entre funcionalidad y ergonomía.

El tercer apartado evaluó las opiniones sobre las Deadlift PRO de Sabosports, que recibieron 16 respuestas, sugiriendo un carácter más exclusivo. Los atributos más valorados fueron la comodidad (9 selecciones, 56,3%) y el sistema de ajuste mediante cordones (7 selecciones, 43,8%), igualado por la horma (7 selecciones, 43,8%). El agarre de suela fue mencionado en menor medida (6 selecciones, 37,5%), lo que podría indicar áreas de mejora.

Preferencias de usuarios respecto a diseño de calzado específico existente "descalzo"				
Nº	USUARIOS	Comodidad	Agarre	Libertad de expansión plantar
1		no aplica	no aplica	no aplica
2		✓	✓	✓
3		no aplica	no aplica	no aplica
4		no aplica	no aplica	no aplica
5		✓	✓	✓
6		✓	✓	✓
7		no aplica	no aplica	no aplica
8		✓	✓	✓
9		no aplica	no aplica	no aplica
10		✓	✓	✓
11		✓	✓	✓
12		✓	✓	✓
13		no aplica	no aplica	no aplica
14		✓	✓	✓
15		no aplica	no aplica	no aplica
16		no aplica	no aplica	no aplica
17		✓	✓	✓
18		✓	✓	✓
19		✓	✓	✓
20		✓	✓	✓
21		✓	✓	✓
22		✓	✓	✓
23		no aplica	no aplica	no aplica
24		no aplica	no aplica	no aplica
25		✓	✓	✓
26		✓	✓	✓
27		✓	✓	✓
28		✓	✓	✓
29		✓	✓	✓
30		no aplica	no aplica	no aplica
31		no aplica	no aplica	no aplica

Figura 54: Tabla individualizada con las respuestas proporcionadas por atletas de powerlifting respecto al no uso de calzado durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia



Figura 55: Gráfico que evidencia la cantidad de respuestas y sus respectivos porcentajes al no uso de calzado durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia.

Preferencias de usuarios respecto a diseño de calzado específico existente "Slippers"					
Nº	USUARIOS	Comodidad	Agarre de suela	Sistema de ajuste	Horma
1		✓	✓	✓	✓
2		✓	✓	✓	✓
3		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
4		✓	✓	✓	✓
5		✓	✓	✓	✓
6		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
7		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
8		✓	✓	✓	✓
9		✓	✓	✓	✓
10		✓	✓	✓	✓
11		✓	✓	✓	✓
12		✓	✓	✓	✓
13		✓	✓	✓	✓
14		✓	✓	✓	✓
15		✓	✓	✓	✓
16		✓	✓	✓	✓
17		✓	✓	✓	✓
18		✓	✓	✓	✓
19		✓	✓	✓	✓
20		✓	✓	✓	✓
21		✓	✓	✓	✓
22		✓	✓	✓	✓
23		✓	✓	✓	✓
24		✓	✓	✓	✓
25		✓	✓	✓	✓
26		✓	✓	✓	✓
27		✓	✓	✓	✓
28		✓	✓	✓	✓
29		✓	✓	✓	✓
30		✓	✓	✓	✓
31		✓	✓	✓	✓

Figura 56: Tabla individualizada con las respuestas proporcionadas por atletas de powerlifting respecto al uso de slippers durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el caso del calzado plano tradicional, respondieron 20 atletas. Los resultados resaltaron la comodidad como el atributo principal (13 selecciones, 65%), seguido del agarre de suela (9 selecciones, 45%), la horma (10 selecciones, 50%) y el sistema de ajuste por cordones (6 selecciones, 30%).

### Conclusión y Reflexión

Los resultados de la encuesta muestran cómo los diferentes atributos del calzado influyen en las preferencias de los atletas de powerlifting y cómo estos aspectos están interrelacionados. En particular, la comodidad de los slippers (71,4%) parece estar directamente relacionada con su diseño minimalista, que emula la sensación de estar descalzo, combinado con un sistema de ajuste simple de velcro que elimina puntos de presión y facilita la expansión plantar. Esto sugiere que los slippers ofrecen una experiencia natural que prioriza el contacto directo con el suelo, al tiempo que proporcionan un ajuste rápido y eficiente.

Por otro lado, la comodidad también es valorada en el entrenamiento descalzo (52,4%), lo que refuerza la idea de que los atletas buscan calzado que respete la anatomía natural del pie. Este atributo se complementa con la libertad de expansión plantar, destacada también en el entrenamiento descalzo (47,6%), un aspecto que los slippers parecen imitar, aunque con menos protagonismo en las respuestas sobre expansión plantar.

En el caso de las Deadlift PRO, la comodidad (56,3%) es menor en comparación con los slippers, posiblemente debido a su sistema de ajuste con cordones, que proporciona mayor soporte pero puede limitar la sensación natural del pie. No obstante, los cordones parecen aportar mayor estabilidad en comparación con el velcro, lo que podría explicar su aceptación en el agarre de suela (37,5%) y su relevancia en competidores que buscan mayor firmeza en levantamientos pesados.



Figura 57: Gráfico que evidencia la cantidad de respuestas y sus respectivos porcentajes al uso de slippers durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia.

Preferencias de usuarios respecto a diseño de calzado existente "Sabo Deadlift"					
Nº	USUARIOS	Comodidad	Agarre de suela	Sistema de ajuste	Horma
1		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
2		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
3		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
4		V	V	V	V
5		V	V	/	/
6		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
7		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
8		/	/	/	V
9		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
10		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
11		/	V	V	/
12		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
13		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
14		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
15		V	V	/	V
16		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
17		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
18		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
19		V	/	V	V
20		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
21		V	V	/	/
22		V	/	V	V
23		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
24		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
25		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
26		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
27		V	/	V	/
28		V	/	V	V
29		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
30		V	/	/	V
31		V	V	V	V

Figura 58: Tabla individualizada con las respuestas proporcionadas por atletas de powerlifting respecto al uso de Deadlift PRO durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia



Figura 59: Gráfico que evidencia la cantidad de respuestas y sus respectivos porcentajes al uso de Deadlift PRO durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia.

El calzado plano tradicional, a pesar de no ser específico para el peso muerto, mantiene una alta valoración en comodidad (65%) y una buena percepción de la horma (50%), lo que podría deberse a su diseño sencillo y a su capacidad de adaptarse a diferentes tipos de pie. Sin embargo, su agarre de suela (45%) y sistema de ajuste (30%) son menos valorados, destacando la necesidad de optimizar estos aspectos en modelos específicos.

En general, los datos reflejan una relación estrecha entre comodidad, libertad de movimiento y sistemas de ajuste. Mientras que los slippers destacan por replicar la experiencia de entrenar descalzo, las Deadlift PRO ofrecen mayor soporte y estabilidad, pero con menor sensación de naturalidad. Estas preferencias indican que un diseño ideal podría integrar la ergonomía y la libertad de expansión de los slippers, con la estabilidad y el soporte de calzado más estructurado, optimizando así las necesidades de los atletas según su estilo y nivel de entrenamiento.

Preferencias de usuarios respecto a diseño de calzado específico existente "Calzado tradicional plano"					
Nº	USUARIOS	Comodidad	Agarre de suela	Sistema de ajuste	Horma
1		V	V	V	V
2		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
3		V	V	?	V
4		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
5		V	V	?	V
6		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
7		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
8		V	V	?	?
9		?	V	?	V
10		V	V	V	?
11		?	?	?	?
12		?	?	?	V
13		V	?	?	?
14		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
15		V	?	?	?
16		V	V	V	V
17		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
18		?	?	?	V
19		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
20		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
21		V	V	V	V
22		?	?	?	V
23		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
24		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica
25		V	?	V	?
26		?	V	?	?
27		V	?	?	?
28		V	?	V	?
29		V	?	?	?
30		V	V	?	V
31		no aplica	no aplica	no aplica	no aplica

Figura 60: Tabla individualizada con las respuestas proporcionadas por atletas de powerlifting respecto al uso de calzado tradicional plano durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia

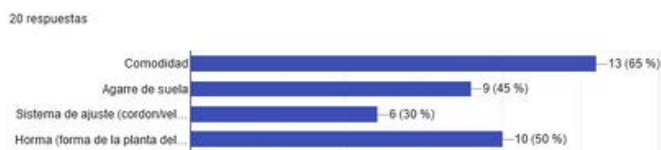


Figura 61: Gráfico que evidencia la cantidad de respuestas y sus respectivos porcentajes al uso de calzado tradicional plano durante el peso muerto sumo. Fuente: Elaboración propia.

## Inspiración para el desarrollo formal

El desarrollo formal del calzado especializado para peso muerto sumo surge de una inspiración que se remonta al mundo del baloncesto y a la admiración por un jugador en particular: James Harden. Desde 2016, cuando practicaba este deporte, su estilo de juego, en especial su habilidad para generar movimientos estratégicos en la cancha, se convirtió en una influencia significativa. Esta conexión entre el diseño deportivo y la técnica del baloncesto marcó el inicio de una búsqueda por trasladar principios similares de funcionalidad y rendimiento al ámbito del powerlifting.

James Harden, reconocido por su destacada carrera en la NBA gracias a su capacidad de anotación, creatividad ofensiva y dominio de balón con su step-back, técnica de dribbling que utiliza para generar espacio entre él y su defensor antes de lanzar un tiro. Este movimiento combina un drible hacia adelante o lateral, seguido de un retroceso rápido, creando una separación que le permite ejecutar un lanzamiento sin oposición.

Surge la interrogante sobre el diseño exclusivo de los calzados que la marca alemana Adidas desarrolla para James Harden, lo que llevó al inicio de un análisis enfocado en la línea completa de calzado que el jugador ha lanzado en colaboración con la marca. Desde 2017 hasta la actualidad, esta colección comprende un total de nueve volúmenes, caracterizados por diseños innovadores que rompieron con las tendencias tradicionales de la época.

En lugar de la caña alta predominante en la mayoría de los modelos de la competencia, Harden y Adidas optaron por una caña baja, más ligera y versátil. Estos diseños incorporan una lengüeta envolvente que garantiza un ajuste total al pie, junto con un sistema de amortiguación basado en Boost, que proporciona comodidad y respuesta óptima en cada movimiento. Además, la suela de goma está inspirada en la sucesión de Fibonacci, un detalle que no solo añade



Figura 62: James Harden. Fuente: (Wright, 2020).



Figura 63: James Harden step back. Fuente: (Deportes baloncesto, 2022).



Figura 64: Harden volumen 1. Fuente: (Novelship, s. f.)

un enfoque estético único, sino que también asegura un agarre superior, ideal para un jugador explosivo como Harden. Este enfoque vanguardista marcó un antes y un después en el diseño de calzado deportivo, definiendo una nueva era de innovación funcional y estilística.

En las Harden Volumen 2, Adidas introdujo una serie de ajustes sutiles pero significativos en el diseño general. Estos cambios abarcaron desde el sistema de ajuste, que fue optimizado para un mejor soporte, hasta la modificación de los ángulos en la zona del tarso, mejorando la ergonomía y la respuesta del calzado. Aunque el patrón de la suela mantuvo una continuidad con el primer volumen, simulando cráteres, este diseño fue refinado para maximizar el agarre y la tracción en la cancha, consolidando la evolución funcional de la línea.

La tercera edición de la línea de James Harden presenta una silueta renovada con cambios significativos en su diseño. Entre las innovaciones más destacadas se encuentra la incorporación de una cinta en la zona del metatarso, diseñada para proporcionar mayor soporte y estabilidad frente a los cambios de dirección rápidos y bruscos que caracterizan el estilo explosivo de Harden. Además, esta versión abandona la lengüeta envolvente de una sola pieza utilizada en modelos anteriores, optando por una lengüeta tradicional que permite un ajuste más personalizado.

Uno de los cambios más importantes radica en los patrones en diseño de espiga que ahora adornan la suela. Estos patrones, caracterizados por sus distintos grosores y su disposición bidireccional, están estratégicamente seccionados para adaptarse a las diferentes necesidades de tracción según los cambios de ritmo y dirección en la cancha. Este enfoque no solo mejora el agarre, sino que también optimiza el rendimiento en movimientos dinámicos, consolidando este modelo como un referente en innovación funcional.



Figura 65: Harden volumen 2. Fuente: (Adidas Harden Vol. 2 Granate, s. f.)



Figura 66: Harden volumen 3. Fuente: (Adidas Harden Vol. 3 Liga Drew, s. f.)



Figura 67: Harden volumen 4. Fuente: (Amazon.com | Adidas Mens Harden Vol.4 Basketball Sneakers Shoes Casual - Blue - Size 6.5 D | Basketball, s. f.)

Volumen 4 y 5 destacan por su diseño innovador y funcionalidad, con un enfoque especial en las suelas, que incorporan patrones de malla ondeante como elemento central. Este diseño proporciona una tracción excepcional, al adaptarse de manera eficiente a movimientos multidireccionales y cambios de ritmo propios del estilo explosivo de Harden.



Figura 68: Harden volumen 5. Fuente: (Adidas Harden Vol. 5 Future Natural Core Negro, s. f.)

La sexta edición de las James Harden regresa al patrón en espiga visto en el volumen 3, pero esta vez adoptando una disposición unidireccional. La construcción del calzado es considerablemente más robusta en comparación con las ediciones anteriores, lo que sugiere un diseño orientado a ofrecer mayor protección. Esto se ve reflejado especialmente en la implementación de una caña media que cubre el tobillo, proporcionando un soporte adicional para mayor estabilidad y seguridad durante los movimientos explosivos en la cancha.



Figura 69: Harden volumen 6. Fuente: (Adidas Harden Vol. 6 Monograma Rojo Vivo, s. f.)

El volumen 7 es, en mi opinión, el modelo que mejor equilibra diseño y funcionalidad. Esto se debe a la variedad de patrones utilizados, como el radial en la zona del tarso, diseñado para facilitar los pivoteos. Además, incorpora dos patrones en espiga con rotación, alineados con la dirección en la que el pie se posiciona durante el característico stepback de Harden. Estos patrones están envueltos por un patrón radial adicional, que complementa y optimiza la tracción y estabilidad en los movimientos dinámicos, ofreciendo una experiencia de alto rendimiento para su propósito.



Figura 70: Harden volumen 7. Fuente: (Adidas Harden Vol. 7 En Gris y Blanco Tiza, s. f.)

El último modelo, el volumen 8, continúa con la misma dinámica de patrones multidireccionales del volumen 7, pero con algunas variaciones en su disposición. El patrón radial se traslada a la altura del primer metatarso y el dedo gordo, manteniendo el característico patrón en espiga, aunque esta vez en una sola dirección. En cuanto a su diseño, presenta una estética futurista similar a la de su predecesor, con cortes sencillos y redondeados que refuerzan su aspecto moderno y dinámico.



Figura 71: Harden volumen 8. Fuente: (Adidas Harden Vol. 8 Sculpt, s. f.)

### Aspectos a destacar

Tras el análisis individual de los ocho volúmenes diseñados para James Harden, se aprecia una clara evolución en cuanto a prestaciones y patrones de suela. Aunque algunos de los patrones no parecen estar completamente alineados con el estilo de juego de Harden, otros, como los del volumen 3, 6, 7 y 8, implementan el patrón en espiga como un elemento clave. Este patrón, que ha demostrado ser efectivo para optimizar la tracción y el rendimiento en movimientos rápidos y explosivos, guarda una notable similitud con la presión plantar lateral que experimentan los atletas de powerlifting al realizar peso muerto sumo.

En ambos casos, todo el peso se carga en un solo punto de apoyo, lo que requiere un soporte adecuado para maximizar la estabilidad y la eficiencia del movimiento. Dado que el calzado de Harden se diseñó para soportar su estilo de juego, donde la estabilidad y la tracción son fundamentales, estos mismos principios podrían aplicarse al diseño de un calzado especializado para powerlifting, especialmente al considerar la necesidad de un patrón de suela que optimice la distribución del peso y la presión lateral durante el levantamiento de peso muerto sumo.

### Estudio coeficiente de roce

Luego del análisis de los 8 volúmenes de calzado para James Harden, se tomó la decisión de profundizar en el estudio del patrón en espiga debido a su eficacia y versatilidad. Como parte de este proceso, se modelaron en 3D tres bases con variaciones en el tamaño y grosor del patrón, las cuales se imprimieron en material TPU (poliuretano termoplástico) en las instalaciones del FabLab de la Universidad de Valparaíso. Estas impresiones serán sometidas a estudios detallados para determinar su coeficiente de roce, lo que permitirá fundamentar la elección del diseño óptimo, asegurando que la implementación del patrón cumpla con los requisitos funcionales y de rendimiento necesarios para un calzado especializado.

¿Por qué utilizar TPU en lugar de goma de caucho? La elección del TPU (poliuretano termoplástico) responde principalmente a su accesibilidad y costo. Trabajar con caucho, un material ampliamente usado en suelas deportivas, representa un desafío técnico y económico considerable, especialmente cuando se trata de producir un número limitado de modelos de prueba. En contraste, el TPU ofrece una solución más viable sin comprometer la funcionalidad.

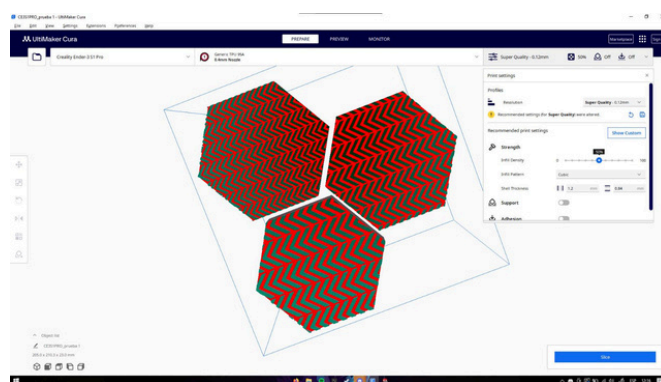


Figura 72: Preparación de impresión 3D en UltiMaker Cura.  
Fuente: Captura de pantalla propia

El TPU es frecuentemente empleado en la industria del calzado de seguridad debido a sus destacadas propiedades físicas: alta resistencia a la abrasión, excelente elasticidad y una capacidad superior de amortiguación. Estas características no solo garantizan durabilidad, sino que también proporcionan una experiencia de comodidad y agarre en la pisada, atributos esenciales para un calzado diseñado para powerlifting. Adicionalmente, el TPU presenta beneficios ambientales. Al ser un material reciclable, se alinea con prácticas sostenibles, reduciendo el impacto ecológico en comparación con otros materiales industriales. Esto lo convierte no solo en una opción práctica y funcional, sino también en una alternativa responsable con el medio ambiente, integrando el diseño deportivo con la conciencia ambiental.

Además de la impresión de las tres bases, se fabricó un soporte de madera diseñado específicamente para servir como apoyo de un disco calibrado. Este disco actuaría como resistencia frente al empuje necesario, permitiendo determinar la masa total a desplazar y facilitando el posterior cálculo del coeficiente de roce. Este sistema garantiza una medición precisa y controlada, contribuyendo al análisis detallado del desempeño de los patrones impresos en las pruebas experimentales.

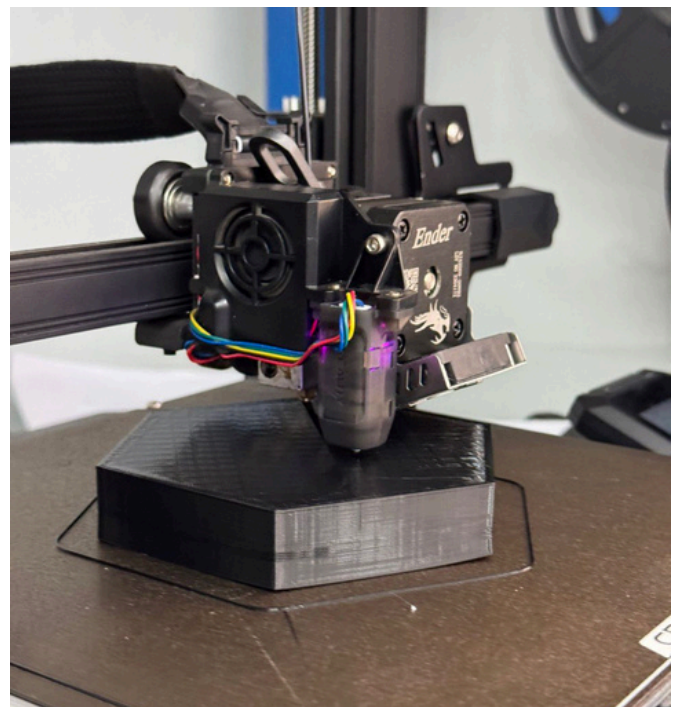
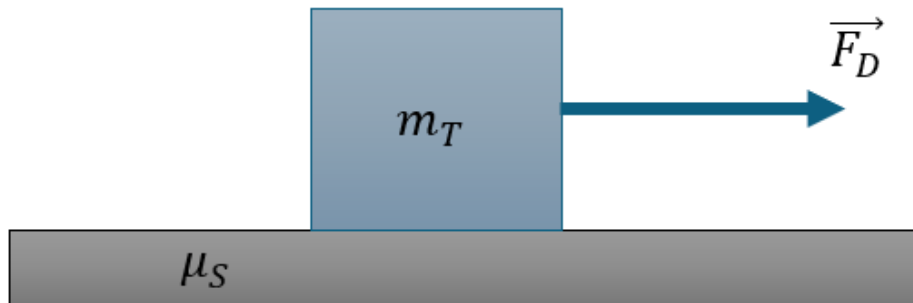


Figura 73: Impresión 3D de base en TPU. Fuente: Fotografía propia

## Metodología

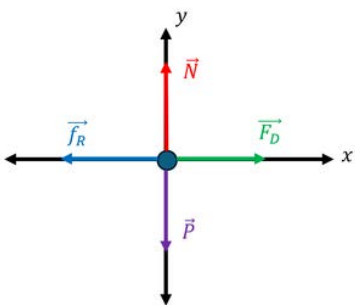
Para un objeto en reposo en una superficie con roce, con una fuerza aplicada para comenzar el movimiento. La configuración experimental es de la siguiente forma:



donde,

- $\vec{F}_D$ : fuerza aplicada por el dinamómetro
- $\mu_S$ : coeficiente de roce entre los materiales en contacto
- $m_T$ : masa total del objeto a mover

El diagrama de cuerpo libre correspondiente a esta configuración experimental será:



Las fuerzas involucradas son:

- $\vec{F}_D$ : fuerza aplicada por el dinamómetro
- $\vec{f}_R$ : fuerza de roce
- $\vec{N}$ : fuerza normal
- $\vec{P}$ : fuerza peso

La segunda ley de Newton indica que la sumatoria de las fuerzas es igual al producto de la masa por la aceleración del objeto,

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

En este caso no hay a aceleración porque el objeto está en reposo,

$$\sum \vec{F} = 0$$

En el eje x, esta ecuación es,

$$F_D - f_R = 0$$

Es decir,

$$f_R = F_D \quad (1)$$

En el eje y, la ecuación queda,

$$N - P = 0$$

Es decir,

$$N = P \quad (2)$$

Además de esto, algunas ecuaciones conocidas son,

- El peso es igual al producto de la masa total del objeto por la aceleración de gravedad,  $P = m_T g$
- La fuerza de roce es igual al producto del coeficiente de roce por la normal,  $f_R = \mu_s N$
- La fuerza del dinamómetro es igual a la masa que marca por la aceleración de gravedad,  $F_D = m_D g$

Usando esto en la ecuación (1)

$$f_R = F_D$$

$$\mu_s N = m_D g$$

$$\mu_s m_T g = m_D g$$

Al simplificar por la aceleración de gravedad,

$$\mu_s m_T = m_D$$

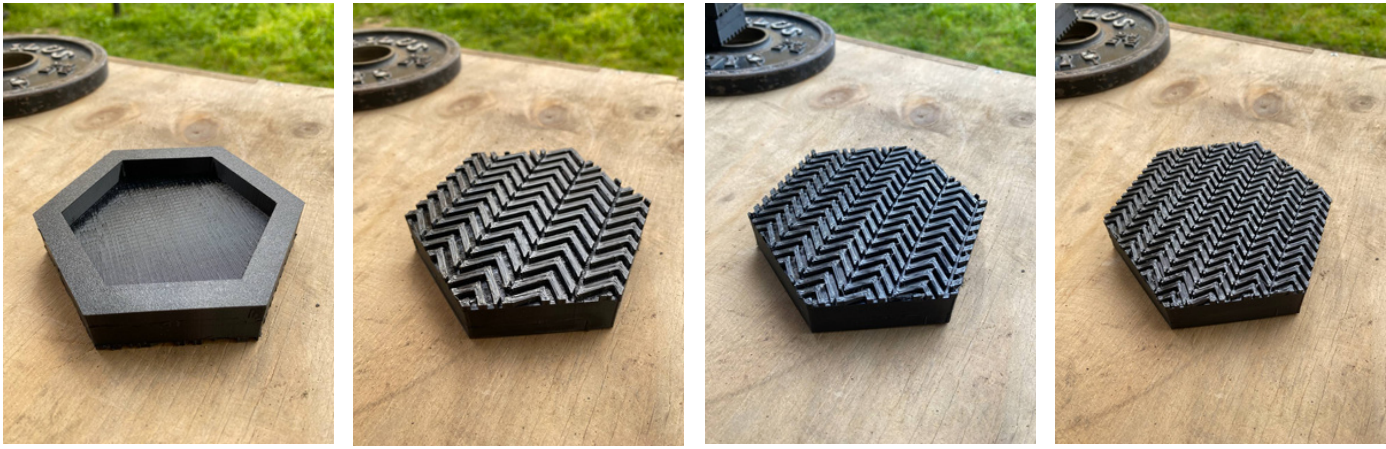
Finalmente,

$$\mu_s = \frac{m_D}{m_T}$$

donde,

$m_D$  : masa que marca el dinamometro

$m_T$  : masa total



Cara superior

Cara inferior  
Prueba 1

Cara inferior  
Prueba 2

Cara inferior  
Prueba 3

El primer estudio se llevó a cabo utilizando una gramera para medir con precisión la fuerza aplicada sobre una masa total aproximada de 2,8 kg, que incluía el peso de la base, el soporte de madera y un disco calibrado de 2,5 kg. Se realizaron un total de 15 mediciones, rotando la base en diferentes orientaciones (vista frontal, trasera y lateral) con el objetivo de registrar las posibles variaciones en los resultados según la dirección del empuje sobre un material caucho y alfombra, que son las dos superficies permitidas para realizar peso muerto según la IPL.

Los resultados obtenidos en esta primera etapa no fueron completamente confiables debido a la limitada precisión de la gramera utilizada. Esto llevó a la decisión de repetir el estudio, pero empleando un dinamómetro, un instrumento capaz de proporcionar mediciones más precisas y confiables, aunque aproximadas. A pesar de las limitaciones iniciales, los resultados del primer estudio mostraron una tendencia a la similitud entre los patrones evaluados y sus diferentes orientaciones, lo que sugiere una consistencia preliminar en el desempeño de los diseños analizados.

Figura 74: Bases de TPU con patrones en espiga. Fuente: Fotografía propia



Figura 75: Material de medición. Fuente: Fotografía propia

Datos generales para estudio de coeficiente de roce

	Grosor espigas	Separación laterales	Separación puntas medias	Peso probeta	Peso soporte madera	Peso externo (disco calibrado)	Masa total
Patrón 1	0.29	0.18	0.40	57.74gr	239gr	2.5kg	2,796,74kg
Patrón 2	0.23	0.14	0.32	59.66	239gr	2.5kg	2,798,66kg
Patrón 3	0.19	0.10	0.26	59.06	239gr	2.5kg	2,798,06kg

Figura 76: Tabla con datos generales de peso de los implementos a medir. Fuente: Elaboración propia

Datos obtenidos en primer estudio con gramera

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atrás caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento lateral caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atrás alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento lateral alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	2,520kg	0.90	2,600kg	0.929	2,480kg	0.886	/		/		/	
Patrón 2	2,600kg	0.928	2,330kg	0.83	3,000kg	1.07	2,700kg	0.96	2,580kg	0.92	2,150kg	0.768
Patrón 3	2,850kg	1.01	2,900kg	1.03	2,500kg	0.89	2,550kg	0.91	2,630kg	0.94	2,200kg	0.79

Figura 77: Tabla con peso en kg de lo necesario para mover la masa completa junto al coeficiente de roce. Fuente: Elaboración propia

Con el cambio de instrumento de medición, de gramera a dinamómetro, se realizaron ajustes en el soporte de madera y en el disco calibrado utilizado. El peso del disco se incrementó de 2,5 kg a 10 kg, lo que permitió obtener mediciones más consistentes y representativas. En este nuevo estudio inicial, se llevaron a cabo un total de 18 mediciones, considerando los respectivos cambios de orientación del patrón. Durante el proceso, se identificó que la vista lateral del patrón en espiga presentó un coeficiente de roce menor al promedio, motivo por el cual se decidió no continuar con ese enfoque específico, avanzando directamente hacia nuevas configuraciones y estudios más prometedores.



Figura 78: Vista lateral de todos los materiales usados para la medición de coeficiente de roce. Fuente: Fotografía propia

**Datos generales para estudio de coeficiente de roce**

	Grosor espigas	Separación laterales	Separación puntas medias	Peso probeta	Peso soporte madera	Peso externo (disco calibrado)	Masa total
Patrón 1	0.29	0.18	0.40	57.74gr	385gr	10kg	10,442kg
Patrón 2	0.23	0.14	0.32	59.66	385gr	10kg	10,444kg
Patrón 3	0.19	0.10	0.26	59.06	385gr	10kg	10,444kg

Figura 79: Tabla con nuevos datos generales de peso de los implementos a medir. Fuente: Elaboración propia

**Datos obtenidos en 1er estudio con dinamómetro**

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento lateral caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento lateral alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	6.0kg	0.57	8.2kg	0.78	3.5kg	0.33	6.5kg	0.62	8.0kg	0.77	3.0kg	0.29
Patrón 2	6.3kg	0.60	7.8kg	0.75	5.0kg	0.48	8.2kg	0.78	7.7kg	0.74	3.3kg	0.31
Patrón 3	6.5kg	0.62	7.5kg	0.72	4.0kg	0.38	7.5kg	0.72	7.5kg	0.72	5.0kg	0.48

Figura 80: 2da Tabla con nuevo registro de peso en kg de lo necesario para mover la masa completa junto al coeficiente de roce. Fuente: Elaboración propia

Tras decidir no continuar con las mediciones en la vista lateral debido a su bajo coeficiente de roce, se procedió a realizar 60 estudios adicionales, sumándose a los 33 ya realizados, lo que resultó en un total de 93 mediciones. La decisión de llevar a cabo un número tan elevado de pruebas responde a la intención de contar con un registro amplio de datos, permitiendo calcular un promedio representativo y obtener información más confiable y robusta para determinar el patrón más adecuado.

**Datos obtenidos en repetición, 1er estudio con dinamómetro**

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	7.000kg	0.67	7.000kg	0.67	6.500kg	0.62	7.400kg	0.71
Patrón 2	7.200kg	0.69	6.400kg	0.61	8.000kg	0.76	8.000kg	0.76
Patrón 3	7.300kg	0.70	6.000kg	0.57	7.500kg	0.72	7.500kg	0.72

**Datos obtenidos en repetición, 2do estudio con dinamómetro**

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	7.500kg	0.72	6.700kg	0.64	6.500kg	0.62	7.000kg	0.67
Patrón 2	6.000kg	0.57	8.500kg	0.81	6.200kg	0.59	7.600kg	0.73
Patrón 3	7.500kg	0.72	8.000kg	0.76	6.500kg	0.62	8.000kg	0.76

**Datos obtenidos en repetición, 3er estudio con dinamómetro**

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	8.000kg	0.77	6.200kg	0.59	5.500kg	0.53	6.800kg	0.65
Patrón 2	6.000kg	0.57	8.600kg	0.82	7.800kg	0.75	7.900kg	0.76
Patrón 3	8.000kg	0.76	5.800kg	0.55	8.700kg	0.83	8.000kg	0.76

**Datos obtenidos en repetición, 4to estudio con dinamómetro**

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	7.800kg	0.75	6.000kg	0.57	6.800kg	0.65	8.000kg	0.77
Patrón 2	5.600kg	0.54	7.700kg	0.74	7.500kg	0.72	7.300kg	0.70
Patrón 3	6.500kg	0.62	5.500kg	0.53	7.900kg	0.76	8.000kg	0.76

**Datos obtenidos en repetición, 5to estudio con dinamómetro**

	KG/desplazamiento frente caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras caucho	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento frente alfombra	Coefficiente de roce	KG/desplazamiento atras alfombra	Coefficiente de roce
Patrón 1	6.900kg	0.66	6.700kg	0.64	6.000kg	0.57	8.000kg	0.77
Patrón 2	6.600kg	0.63	8.200kg	0.78	8.600kg	0.82	7.000kg	0.67
Patrón 3	7.800kg	0.75	8.000kg	0.76	7.400kg	0.71	6.000kg	0.57

Figura 81: 5 tablas con datos registrados del estudio de coeficiente de roce. Fuente: Elaboración propia

En esta disciplina, la fuerza lateral aplicada por los atletas es tan elevada que requiere un material deportivo con fundamentos científicos sólidos, dejando de lado diseños que, aunque funcionales para otras disciplinas, no cumplen con las necesidades específicas de este movimiento técnico.

El estudio permitió extraer conclusiones importantes sobre el comportamiento del patrón en espiga, destacándose la rotación lateral como el enfoque menos eficiente debido a su bajo coeficiente de roce en ambas superficies evaluadas (caucho y alfombra). Este dato, consistente en las tres bases analizadas, llevó a descartar esta orientación del patrón, ya que no aportaría beneficios relevantes al diseño final.

Los resultados reflejaron datos similares entre los patrones o diferencias mínimas de hasta 0.005, lo que indica un comportamiento uniforme. Sin embargo, se observaron dos patrones destacados que serán implementados estratégicamente en las zonas del calzado que requieren mayor agarre.

Un punto clave del análisis es la decisión de incluir un patrón que, aunque no sea el de mayor puntuación (0.695), ofrece ventajas notables en términos de versatilidad y estabilidad frente a las dos superficies más comunes en el peso muerto sumo: las palmetas de caucho y las alfombras. Por ejemplo:

- Patrón 1: Aunque fue descartado como el principal diseño debido a la gran diferencia entre sus puntuaciones (0.19 de variación en caucho y 0.07 en alfombra), este patrón será utilizado en las zonas de menor presión plantar, permitiendo expresar mayor dinamismo en áreas donde el agarre extremo no es prioritario.
- Patrón 2: En superficies de alfombra, alcanzó la puntuación más alta del estudio (0.74), destacándose como la opción más confiable para este tipo de suelo. Su estabilidad frente a las variaciones lo convierte en el claro favorito para las zonas de mayor agarre.

**Promedios de coeficientes de roce obtenidos**

	Coefficiente de roce frente caucho	Coefficiente de roce atrás caucho	Coefficiente de roce frente alfombra	Coefficiente de roce atrás alfombra
Patrón 1	0.69	0.65	0.50	0.72
Patrón 2	0.60	0.61	0.74	0.73
Patrón 3	0.695	0.65	0.73	0.71

Figura 82: Tabla con registro de coeficientes de roce para los 3 patrones puestos a prueba. Fuente: Elaboración propia



Figura 83: Modelado 3D de bases con variables de patrón en espiga. Fuente: Elaboración propia

Patrón 3: Se optó por la orientación frontal (0.695) en lugar de la trasera debido a su consistencia, con una diferencia mínima de 0.035 en superficie de caucho frente a los 0.015 del sentido trasero con alfombra.

Este análisis exhaustivo permitió identificar los patrones más adecuados para el diseño de la suela, integrando datos objetivos y funcionalidad específica. Mientras que los patrones seleccionados para las zonas críticas priorizan un alto coeficiente de roce y estabilidad, la inclusión del Patrón 1 en áreas de menor presión plantar busca añadir dinamismo al calzado. Este enfoque fundamentado científicamente asegura que el calzado especializado para powerlifting no solo cumpla con las demandas de la disciplina, sino que también represente un avance significativo en la evolución del diseño deportivo.

## Diseño de suela y materialidad

El desarrollo formal de la suela comenzó con el análisis de la horma utilizada en los modelos de Sabosports, destacada por su amplia caja en la zona de los metatarsos y falanges, permitiendo una expansión plantar natural. Inicialmente, se trabajó en un primer prototipo basado en esta forma, pero fue descartado tras su impresión en 3D, ya que su diseño presentaba estrecheces en ciertas áreas, causando molestias y dificultando la pisada natural que se buscaba lograr.

Las modificaciones posteriores dieron lugar a un proceso iterativo, donde cada ajuste fue cuestionado y revisado. Los ángulos de las paredes laterales, concebidos para contener el pie frente al empuje lateral típico del movimiento de peso muerto sumo, fueron especialmente desafiantes. Estas paredes laterales se ajustaron repetidamente debido a las deformaciones del material observadas al simular la flexión del pie durante el caminar. El objetivo era garantizar estabilidad sin comprometer la comodidad o la durabilidad del diseño.

En cuanto al patrón en espiga elegido para las zonas de mayor presión plantar, este fue rotado 45° con respecto al eje central. Esta decisión se tomó para alinear el patrón con la posición natural del pie durante el peso muerto sumo, optimizando el contacto con la superficie. Además, la orientación frontal del patrón respondió directamente a los hallazgos del reciente estudio sobre coeficiente de roce, asegurando un mejor rendimiento en superficies como caucho y alfombra.

La horma diseñada respetó los patrones naturales del pie humano, considerando los anchos de las falanges, metatarsos y tarso. Esto permitió un apoyo completo del pie sobre la suela, reafirmando la hipótesis de que un contacto pleno del pie con la superficie mejora la transferencia de fuerza y, por ende, el rendimiento en el levantamiento.

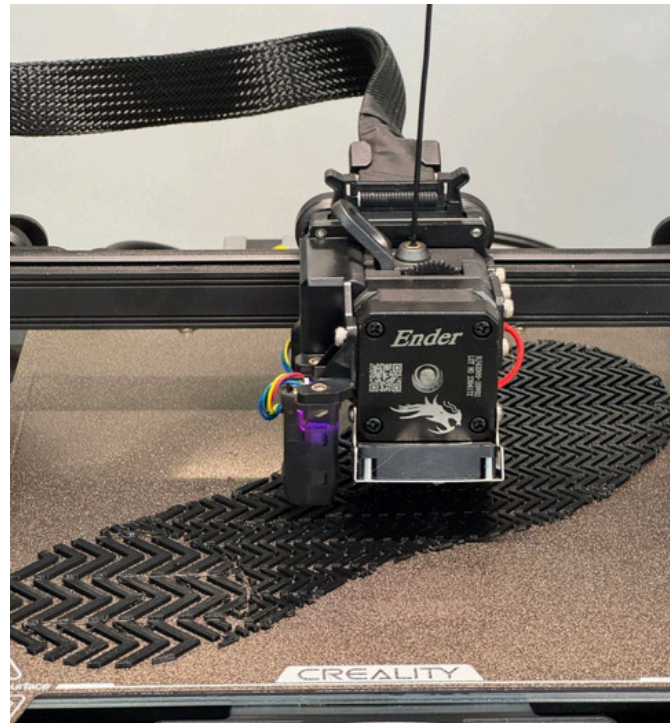


Figura 84: Impresión 3D de primer prototipo Fuente: Fotografía propia



Figura 85: Resultado de impresión 3D de primer prototipo Fuente: Fotografías propias

El desarrollo de la impresión de la suela presentó desafíos significativos debido a limitantes externas, como la clausura temporal de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso. Sin embargo, gracias al apoyo de Víctor Contreras, monitor del FabLab, se logró avanzar en el proceso. Contreras facilitó la impresión de prototipos iniciales que permitieron visualizar y evaluar la forma de la suela en el plano real. Finalmente, se obtuvieron impresiones de alta calidad que fueron utilizadas en la construcción del prototipo final, marcando un paso clave en la materialización del diseño especializado para calzado de peso muerto sumo. Esta etapa no solo superó los obstáculos logísticos, sino que también destaca la importancia de la colaboración y la adaptación en proyectos de diseño e innovación.



Figura 86: Segundo prototipo Fuente: Fotografía propia

Como parte del desarrollo del calzado especializado, se prepararon un par de hormas en yeso que replican la forma de un pie humano, con el objetivo de utilizarlas como base para la construcción del prototipo final. Este proceso presentó ciertos desafíos debido al corto tiempo disponible para trabajar con el alginato de alta resistencia, un material con propiedades similares a la gelatina, ideal para crear moldes precisos. El alginato se empleó para capturar los detalles del pie con alta fidelidad, y posteriormente, estos moldes fueron rellenados con yeso para obtener las hormas necesarias. Este método, aunque complejo por las limitaciones temporales que impone el alginato antes de su fraguado, resultó crucial para garantizar una forma anatómica adecuada, alineada con los requisitos del diseño y la funcionalidad del calzado.



Figura 87: Moldes de yeso para horma. Fuente: Fotografía propia

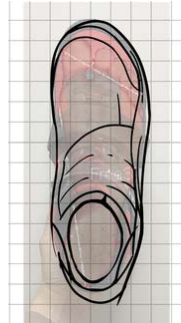
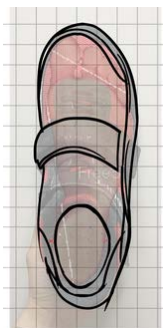
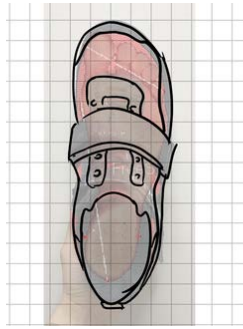
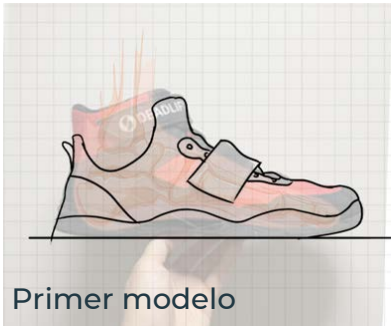
El diseño del calzado especializado para peso muerto sumo considera una cuidadosa selección de materiales y detalles constructivos que responden tanto a las necesidades funcionales como estéticas de los atletas. Para la construcción principal, se eligió una malla sandwich, un material que destaca por su textura acolchada y su esponja fusionada al tejido de malla. Este diseño no solo aporta una apariencia deportiva, sino que garantiza una excelente transpirabilidad, comodidad y funcionalidad.

En cuanto a los aspectos decorativos y estructurales, se optó por el uso de gamuza en zonas específicas, lo que aporta mayor rigidez y durabilidad al calzado. La decisión de prescindir de cordones responde a las preferencias de los atletas recogidas en encuestas previas, donde la sensación de comodidad fue uno de los aspectos más valorados. En su lugar, se integró una correa de velcro que se extiende desde el extremo externo del metatarso hasta la zona media lateral del pie opuesto. Este sistema permite un ajuste completo y seguro, preparado para soportar las intensas presiones laterales generadas durante el peso muerto sumo. Adicionalmente, se incorporó un ojal en la parte trasera del calzado para facilitar la introducción del pie, evitando así deformaciones y minimizando el desgaste del material, lo que contribuye a prolongar la vida útil del producto. Este enfoque combina funcionalidad, comodidad y diseño, asegurando que el calzado cumpla con las exigencias del deporte.



Figura 88: Malla sandwich Fuente: (Fulltex |, s. f.)

# Génesis formal



Cuarto modelo y final



## Patronaje

Debido al desconocimiento técnico en ciertas áreas del proceso de construcción del calzado, esta etapa fue delegada a un experto con más de 30 años de experiencia en el rubro: Luis Parra, un reconocido trabajador de un taller especializado en la reparación y fabricación de calzado, ubicado en los locales comerciales del tradicional barrio Victoria, en Santiago.

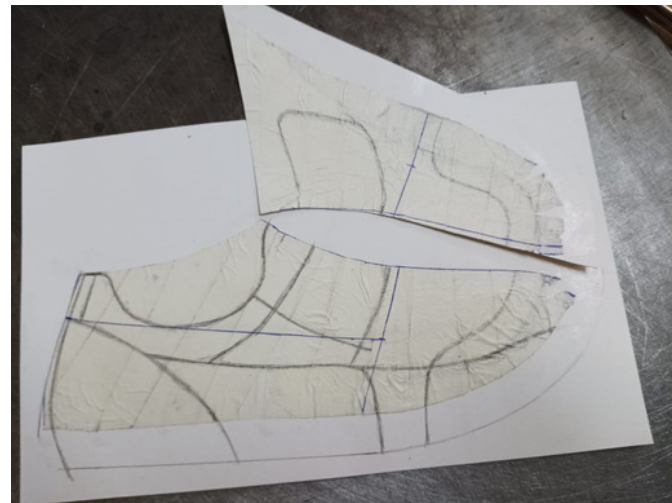
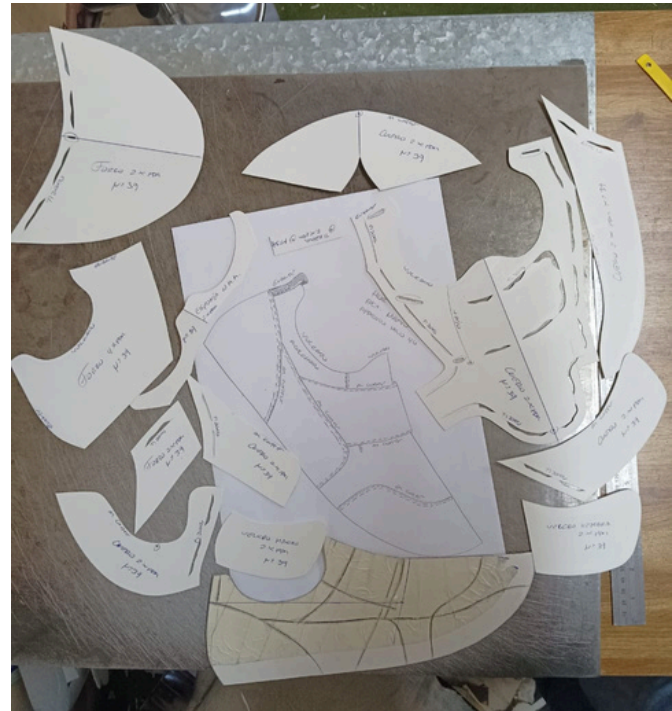


Figura 89: Patronaje de calzado especializado para powerlifting. Fuente: Fotografías por Luis Parra.

## Marca

"Espiga" es el nombre asignado a este proyecto, debido a la estrecha relación con el patrón que recibió una gran cantidad de estudios y dedicación de tiempo. Este patrón fue crucial en el diseño del calzado, ya que representa la zona en la que todo el peso corporal del atleta se carga de manera diagonal. El objetivo principal fue desarrollar un calzado capaz de recibir y contener esta presión, asegurando la estabilidad del pie durante el movimiento. Así, se busca ofrecer un producto que no solo garantice una alta seguridad, sino también una eficiencia deportiva al más alto nivel.

Así mismo, el isotipo de la marca simula el patrón de espiga utilizado en el diseño del calzado, pero con pequeñas modificaciones que buscan individualizarlo y dotarlo de un carácter más agresivo. Estas alteraciones no solo refuerzan la conexión visual con el concepto de estabilidad y fuerza que transmite el patrón en espiga, sino que también aportan una identidad única y distintiva a la marca, alineada con los valores de rendimiento y seguridad del calzado especializado para powerlifting.

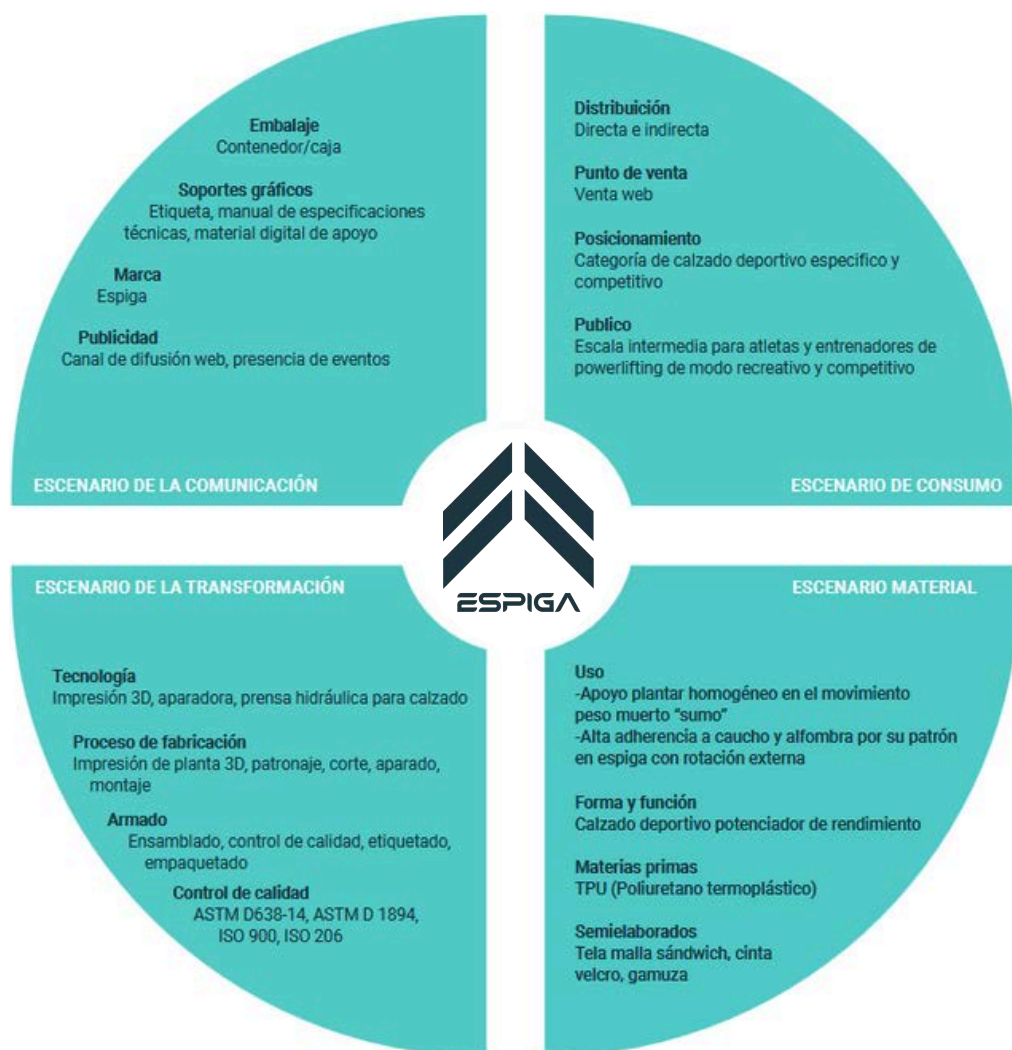
Se utilizó la fuente "Warpen" del autor Albert Kalingga, elegida específicamente para transmitir agresividad y potencia, características esenciales en un calzado diseñado para soportar grandes cargas de peso. Esta tipografía refuerza la idea de un producto robusto y de alto rendimiento, alineado con las exigencias del powerlifting. Además, el código de color #213843 fue seleccionado para complementar la imagen del calzado, buscando transmitir seriedad y sofisticación, acorde con su naturaleza premium y los sólidos fundamentos científicos que respaldan su diseño.



#213843



## Mapa sistema producto



## Reflexión general del proyecto

El desarrollo de este proyecto representa la culminación de un proceso integral en el diseño de un calzado especializado para peso muerto sumo en powerlifting, un deporte que demanda la máxima eficiencia y seguridad en cada elemento del equipo utilizado. Desde sus inicios, el proyecto estuvo fundamentado en un enfoque metodológico que incluyó investigación científica, análisis de materiales, estudios de patrones de suela y pruebas prácticas, garantizando que cada decisión estuviera sustentada en datos y necesidades reales de los atletas.

Uno de los aspectos más significativos fue la relación entre diseño y funcionalidad. La elección del patrón en espiga como eje principal del proyecto no solo se basó en su estética, sino en su rendimiento comprobado a través de estudios de coeficiente de roce, lo que permitió identificar las áreas clave donde la suela debe garantizar mayor adherencia y estabilidad. A ello se sumó la exploración de materiales como el TPU, la malla sandwich y la gamuza, seleccionados cuidadosamente por sus propiedades técnicas y por su contribución a la comodidad, transpirabilidad y rigidez estructural del calzado.

El proceso no estuvo exento de desafíos, como las limitaciones técnicas y de tiempo en la fabricación de prototipos o la necesidad de colaborar con expertos en áreas específicas. Sin embargo, estos obstáculos se convirtieron en oportunidades para aprender y enriquecer el diseño final, asegurando que el calzado no solo cumpla con las expectativas de los atletas, sino que también represente una solución innovadora dentro del mundo del powerlifting.

La marca "Espiga" simboliza el esfuerzo y la dedicación puestos en este proyecto. Su isotipo, inspirado en el patrón en espiga, y su identidad visual transmiten fuerza, precisión y profesionalismo, valores que reflejan la esencia del calzado y su objetivo de optimizar el rendimiento de los deportistas. En conclusión, este proyecto no solo aborda una necesidad técnica dentro del powerlifting, sino que también demuestra cómo el diseño puede ser una herramienta poderosa para mejorar la seguridad y la eficiencia deportiva. Espiga se posiciona como un producto que combina funcionalidad, estética y ciencia, marcando un precedente en el diseño de calzado especializado. Este trabajo no solo representa un aporte tangible para la disciplina, sino también una invitación a seguir innovando y explorando el vínculo entre diseño y deporte.

## Referencias

- O'g'li, J. S. S. (2022). "THE HISTORY OF THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF THE SPORT OF POWERLIFTING." Zenodo (CERN European Organization For Nuclear Research).
- International Powerlifting League. (2023). Technical Rules (1.a ed.).
- Warpeha, J. (2015). "A History of Powerlifting in the United States: 50 Years after York." ("The History of American Powerlifting - Physical Culture Study") USA Powerlifting Minnesota.
- Wilk, M., Krzysztofik, M., & Bialas, M. (2020). "The influence of compressive gear on maximal load lifted in competitive powerlifting." *Biology of Sport*, 37(4), 437-441.
- Billings, A. C. (2010). *La comunicación en el deporte* (Vol. 2). Editorial UOC.
- Javaloy, F. (1989). *El comportamiento colectivo en el deporte*. Anuario de psicología/The UB Journal of psychology, 25-46.
- Gil, Gastón Julián. 2018. "Deporte y estilos de vida. El running en Argentina". *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología* 30: 43-63.
- Everett, G. (2020). *Halterofilia: Guía completa para deportistas y entrenadores*. Barcelona: Paidotribo.
- "Suchomel, T. J., Beckham, G. K., & Wright, G. A. (2015)." ("Hang Clean High Pull: Maximize Power Development") Effect of various loads on the force-time characteristics of the hang high pull. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1295-1301.
- Stone, M. H. (1988). Implications for connective tissue and bone alterations resulting from resistance exercise training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(5 Suppl), S162-8.
- Apex Power V1.5 Shoes Black. (s. f.). AVANCUS
- Deadlift PRO. (s. f.). Sabosports.
- Ferland, P. M., Allard, M. O., & Comtois, A. S. (2020). "Efficiency of the wilks and IPF formulas at comparing maximal strength regardless of bodyweight through analysis of the open powerlifting database." 13(4), pp. 567582.
- "Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021)." ("Sci-Hub | Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and ...")
- Whitting, John W.; Meir, Rudi A.; Crowley-McHattan, Zachary J.; Holding, Ryan C.. "Influence of Footwear Type on Barbell Back Squat Using 50, 70, and 90% of One Repetition Maximum: A Biomechanical Analysis." *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(4):p 1085-1092, April 2016.
- González, D., & Patricio, H. (2019). Efectividad de la aplicación de frío vs. calor superficial en la fase temprana de la tendinitis rotuliana en deportistas amateur [Informe de investigación, Universidad Técnica de Ambato].
- Serra, J. (2019). *Fortalece tus huesos y articulaciones*. RBA. Integral.
- Cirugía Ortopédica y Traumatología, S. E. (2010). *Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Hickey, E. (2017). The effects of weightlifting belts, knee sleeves, and Olympic weightlifting shoes on power output in the barbell back squat. [Bachelor's thesis, Waterford Institute of Technology].
- Historia de la halterofilia: ¿cómo se originó el deporte? (2020, 19 diciembre). Journey Sports
- Panagiotis Tarinidis. (s. f.). Fandom.
- Sato, K., Fortenbaugh, D., & Hydock, D. S. (2012). Kinematic changes using weightlifting shoes on barbell back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 28-33.

- Vendas de rodillas STORM – SBD Chile. (s. f.). ipl
- Notorious Lift. (s. f.-a). About us.
- Rodilleras STORM – SBD Chile. (s. f.).
- AVANCUS. (s. f.). Buy Apex Power Shoes at the best deals
- ILUS Combo Rack. (s. f.). ILUSFitness.com.
- ELITEFTSTM DELUXE-MONOLIFT. (s. f.).
- Sabo Deadlift 1 - Centro deportivo y tienda. (2023, 19 diciembre). Centro Deportivo y Tienda.
- Wright, M. C. (2020, 8 diciembre). Rockets star James Harden arrives in Houston after delay. NBA.com.
- The History of Powerlifting. (s. f.). Taylor ´ S Strength.
- Texas Deadlift Bar. (s. f.). Texaspowerbars.
- Novelship. (s. f.). Buy adidas Harden Vol. 1 «Trace Cargo» BW0550. Novelship.
- Fulltex |. (s. f.).
- Deportes baloncesto. (2022, 4 septiembre). Pinterest.
- Amazon.com | adidas Mens Harden Vol.4 Basketball Sneakers Shoes Casual - Blue - Size 6.5 D | Basketball. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 8 Sculpt. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 7 en gris y blanco tiza. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 6 Monograma Rojo Vivo. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 5 Futurenatural Core Negro. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 4 Azul real Bright Azul. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 3 Liga Drew. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 2 Granate. (s. f.).
- adidas Harden Vol. 1 Cargo. (s. f.).

