PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Escuela de Posgrado

Vigilancia Tecnológica y Plan de Negocios para la Introducción de Prótesis de Mano Inteligentes en el Mercado Peruano

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología que presenta:

Sebastian Rony Caballa Barrientos

Asesores:

Consuelo Corazón Cano Gallardo

Carlos Guillermo Hernández Cenzano

Lima, 2024

INFORME DE SIMILITUD

Yo, Carlos Guillermo Hernández Cenzano, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada Vigilancia Tecnológica y Plan de Negocios para la Introducción de Prótesis de Mano Inteligentes en el Mercado Peruano, del autor Sebastian Rony Caballa Barrientos, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 12%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 22/10/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 22 de Octubre de 2024.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: Carlos Guillermo Hernández Cenzano	
DNI: 07534917	Firma
ORCID: 0000-0001-6819-2270	

DEDICATORIA

Esta tesis es resultado del apoyo de cada una de las personas que confía en mí y de quienes me abrieron oportunidades. Agradezco principalmente a mi compañera de vida, Abigail, por incitarme a iniciar mi primer estudio de posgrado.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se ha desarrollado con el fin de proponer un plan de negocios atractivo para un dispositivo protésico de miembro superior en el mercado peruano. Con la reciente incorporación de los paquetes tecnológicos como resultado obligatorio de los instrumentos promovidos por ProCiencia en Perú y la creciente tendencia por el desarrollo de tecnología médica en la región, la transferencia tecnológica hacia afuera de las instituciones educativas es clave para el fomento de la Ciencia y Tecnología. Además, las investigaciones realizadas por la PUCP en el campo de prótesis de mano, las cuales vienen desarrollándose desde el 2016, están apuntando a lograr un producto con alto potencial comercial. El trabajo está enmarcado en el proyecto de investigación titulado "Desarrollo e implementación de una prótesis de miembro superior no invasiva con reconocimiento de gestos empleando algoritmos de inteligencia artificial" identificado con el código PE501079967-2022 ante ProCiencia. A partir de la revisión del estado actual del proyecto; la realización de un estudio de patentes, publicaciones, proyectos y empresas; y entrevistas a potenciales usuarios se diseña un plan de negocios que además de ser competitivo en la región, considera las expectativas respecto a costos, servicio y modelo de negocio de lo usuarios finales.

Palabras clave: Prótesis Transhumeral, Vigilancia Tecnológica, Bibliometría, Inteligencia Competitiva, Plan Comercial.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN i

DEDICATORIA ii

ÍNDICE DE FIGURAS vi

ÍNDICE DE TABLAS viii

Capítulo 1: Introducción 1

1.1. Justificación 2

1.2. Antecedentes 4

1.3. Objetivos de la investigación 7

1.3.1. Objetivo general 7

1.3.2. Objetivos específicos 7

Capítulo 2: Fundamentos Teóricos y Metodológicos 8

2.1. Marco Teórico 8

2.1.1. Vigilancia tecnológica 8

2.1.2. Inteligencia Competitiva 9

2.1.3. Plan de Negocios 10

2.2. Marco Metodológico 11

2.3. Evaluación de la Propuesta 12

2.3.1. Estado Actual del Proyecto 13

2.3.2. Evaluación según Quicklook **14**

Capítulo 3: Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva 25

3.1. Vigilancia Tecnológica **25**

3.1.1. Análisis de Patentes **25**

3.1.2. Análisis Bibliométrico **30**

3.1.3. Normas y Regulaciones **35**

3.2. Inteligencia Competitiva **38**

3.2.1. Proyectos **39**

3.2.2. Análisis de Competidores Comerciales **41**

3.2.3. Análisis de Startups **44**

Capítulo 4: Diseño del Plan Comercial 50

4.1. Propuesta de valor **50**

4.1.1. Perfil del usuario **50**

4.1.2. Mapa de Valor **52**

4.1.3. Ajuste del producto **54**

4.2. Modelo de Negocios **57**

4.2.1. Business Model Canvas **57**

4.3. Plan de Negocios **64**

4.3.1. Plan de Marketing **64**

4.3.2. Plan Financiero **76**

Capítulo 5: Conclusiones 82

5.1. Conclusiones de la evaluación inicial 82

5.2. Conclusiones de la vigilancia tecnológica 83

5.3. Conclusiones del plan de negocios 84

5.4. Recomendaciones 85

REFERENCIAS 86

Apéndice A. Entrevista a Técnico 108

Apéndice B. Cotización de Sensor 116

Apéndice C. Patentes Relevantes 117

Apéndice D. Análisis Bibliométrico 126

Apéndice E. Normas Relevantes 134

Apéndice F. Startups 137

Apéndice G. Constancia del Comité de Ética 142

Apéndice H. Encuesta a Potenciales Usuarios 143

Apéndice I. Análisis Financiero Detallado 165

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Modelo de mapa mental Quicklook. 13

Figura 2. Prótesis completa. 14

Figura 3. Mano y encaje unidos. 16

Figura 4. Muñón con sensores internos. 16

Figura 5. Sistema de energía post-procesado. 17

Figura 6. Componentes internos del sistema de energía. 17

Figura 7. Validación de prototipo. 18

Figura 8. Mapa mental Quicklook del proyecto. 23

Figura 9. Nube de palabras de artículos consultados en Web of Science. 31

Figura 10. Nube de palabras de artículos consultados en ScienceDirect. 32

Figura 11. Perfil del cliente. 51

Figura 12. Mapa de valor para el cliente 53

Figura 13. Propuesta de diseño adaptada a los requerimientos y preferencias del usuario. 55

Figura 14. Tipos de agarre y sujeción de objetos. 56

Figura 15. Empaque propuesto para la prótesis. 57

Figura 16. Modelo de Negocio según Modelo CANVAS. 58

Figura 17. Curva de adopción de la innovación. 65

Figura 18. Journey Map del cliente 67

Figura 19. Alternativas del diseño personalizado. 71

Figura 20. *Principales áreas abarcadas en trabajos de investigación consultados en Web of Science.* 126

Figura 21. *Autores relevantes en trabajos de investigación consultados en ScienceDirect.* . 127

Figura 22. *Autores relevantes en trabajos de investigación consultados en IEEEXplore.* 127

Figura 23. *Producción científica anual de artículos consultados en Web of Science.* 128

Figura 24. *Producción por fuente de artículos consultados en Web of Science.* 129

Figura 25. *Producción científica anual de artículos consultados en ScienceDirect.* 131

Figura 26. *Producción por fuente de artículos consultados en ScienceDirect.* 132

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Palabras clave para la búsqueda general de artículos. 26

Tabla 2. Cantidad de solicitantes según bases de datos. 27

Tabla 3. Palabras con mayor aparición en títulos y resúmenes de patentes. 28

Tabla 4. Número de patentes por país y su fecha de publicación. 29

Tabla 5. Fuentes más relevantes de artículos consultados en Web of Science. 33

Tabla 6. Fuentes más relevantes de artículos consultados en ScienceDirect. 34

Tabla 7. Clasificación y cantidad de normas y estándares. 37

Tabla 8. Competidores comerciales. 42

Tabla 9. Análisis FODA de Startups. 45

Tabla 10. *Comparación de empresas locales.* 47

Tabla 11. Estándares identificados para el producto. 61

Tabla 12. Marketing mix adaptado a la empresa. 72

Tabla 13. Estrategias para generación de demanda e indicadores clave. 75

Tabla 14. Materiales e Insumos de Prótesis. 77

Tabla 15. Pagos a personal de mano de obra. 78

Tabla 16. Pagos a personal administrativo. 78

Tabla 17. Costos implicados y precio de venta. 79

Tabla 18. Costos variables y fijos. 79

Tabla 19. Modelo de venta para empresas. 80

Tabla 20. Flujo de caja anual. 80

Tabla 21. Autores más importantes de artículos consultados en Web of Science. 129

Tabla 22. *Producción científica por país de artículos consultados en Web of Science.* 130

Tabla 23. *Palabras más relevantes de artículos consultados en Web of Science.* 130

Tabla 24. Autores más importantes de artículos consultados en ScienceDirect. 132

Tabla 25. *Palabras más relevantes de artículos consultados en ScienceDirect.* 133

Tabla 26. Análisis FODA Unlimited Tomorrow. 137

Tabla 27. Análisis FODA Esper Bionics. 138

Tabla 28. Análisis FODA Atom Limbs. 139

Tabla 29. *Acciones clave de Unlimited Tomorrow.* 140

Tabla 30. Acciones clave de Esper Bionics. 141

Tabla 31. Material ABS consumido 165

Tabla 32. Materiales para accesorio de sujeción. 165

Tabla 33. Materiales para accesorio estético. 165

Tabla 34. Gratificaciones del personal 166

Tabla 35. Costos de maquinaria y equipamiento. 166

Tabla 36. Depreciación de maquinaria y equipos por 5 años. 166

Tabla 37. Costos de equipos de oficina, seguridad y limpieza. 167

Tabla 38. Gastos de publicidad y marketing. 167

Tabla 39. Gastos de operación. 168

Tabla 40. Gastos Iniciales. 169

Tabla 41. Inversión Total. 170

Tabla 42. Proyección de ventas. 171

Tabla 43. Costo de Producción. 172

Tabla 44. Flujo de caja trimestral. 173

Capítulo 1: Introducción

Con el avance de las tecnologías médicas en el Perú, los proyectos de investigación relacionados van en aumento. Ante el creciente desarrollo de tecnologías asistivas como las prótesis, los métodos de transferencia tecnológica entre universidad e industria son el camino ideal para la implementación de los resultados de la investigación y desarrollo en el entorno real. El proyecto de investigación "Desarrollo e implementación de una prótesis de miembro superior no invasiva con reconocimiento de gestos empleando algoritmos de inteligencia artificial" (Prótesis IA), financiado por ProCiencia, tiene como uno de sus objetivos la elaboración de un paquete tecnológico el cual debe tener un plan comercial asociado. Por ello, este trabajo de investigación busca dar un enfoque asertivo para la elaboración de un paquete tecnológico que sea atractivo en el contexto local.

El presente documento inicia con el Capítulo 1, en dónde se describe la justificación de la investigación, los antecedentes tecnológicos, comerciales y contextuales del proyecto; y los objetivos propuestos.

El Capítulo 2 explica los conceptos del marco teórico, entre ellos Vigilancia Tecnológica y Plan de negocios; describe el marco metodológico del trabajo; y evalúa el proyecto en su estado actual según la metodología Quicklook.

En el Capítulo 3, se realiza el estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, el cual comprende la búsqueda y análisis de patentes, publicaciones académicas, normas, regulaciones, proyectos, competidores comerciales y startups relacionadas al proyecto considerando un panorama nacional e internacional.

La elaboración del plan comercial se explica en el Capítulo 4, en el cual se define el perfil de cliente, la propuesta de valor, el modelo de negocios, el plan de marketing y el plan financiero.

Finalmente, el último capítulo enumera las conclusiones y recomendaciones para la implementación del plan de negocios.

1.1. Justificación

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que 1300 millones de personas viven con una discapacidad importante y tienen problemas significativos en su salud física y mental (2023). Se estima que de las 22.3 millones de personas viven con amputación de alguna extremidad del cuerpo por causas traumáticas, 3.2 millones pertenecen a la región latinoamericana (McDonald et al., 2021). En Perú, se estima que 10,3% de la población, 3 millones 209 mil 261 personas, presenta algún tipo de discapacidad (INEI, 2017), siendo en su mayoría adultos de 65 años a más (45,6%) y personas de 15 a 64 años (44,8%) según INEI (2021).

Según el boletín informativo del Ministerio del Trabajo de febrero del 2024, se registraron un total de 2986 casos, de los cuales 29.3% corresponden a lesiones parciales o totales de miembro superior, y de estas, el 21.01% son lesiones incapacitantes. En periodos anteriores, se han registrado hasta 40 nuevos casos de pérdida de mano en un solo mes (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2024). No obstante, estos informes oficiales no contemplan los accidentes ocurridos en el sector informal, lo que impide un dimensionamiento adecuado de la cifra real de accidentabilidad laboral (Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo, 2021).

La inclusión laboral de personas con discapacidad exige la adaptación de los espacios de trabajo y la implementación de dispositivos o servicios de asistencia personal que promuevan su autonomía y flexibilidad (Padkapayeva et al., 2017). Gracias a los avances tecnológicos, se ha logrado reducir los costos y ampliar la accesibilidad de las tecnologías asistivas, facilitando su integración en diversos entornos. Asimismo, el respaldo de políticas públicas puede potenciar el desarrollo y la adopción de estas tecnologías accesibles en la región, contribuyendo

a una mayor equidad en el ámbito laboral (Deepti Samant Raja, 2016). En el Perú, la normativa vigente sobre discapacidad y empleo establece, entre sus disposiciones, el fomento de la investigación científica y la capacitación a nivel nacional en los sectores de salud y rehabilitación. Estas medidas están respaldadas por la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo - Ley N° 29783 (2011) y la Ley General de la Persona con Discapacidad - Ley N° 29973 (2012), las cuales buscan garantizar entornos laborales inclusivos y promover la autonomía de las personas con discapacidad mediante el acceso a servicios adecuados.

El uso de prótesis es la alternativa ideal para superar las barreras y problemas relacionados a las amputaciones de miembro superior. Desde el 2007, los desarrollos están orientados a prótesis de activación eléctrica que cubran las necesidades y preferencias de los usuarios, entre ellas: gran cantidad de grados de libertad para ejecutar mayor cantidad de agarres, forma antropométrica del producto, encaje adaptado al nivel de amputación y la posibilidad de realizar actividades de la vida diaria (AVD). Así mismo, se destaca la tendencia de uso de tecnologías para la identificación de las intenciones del usuario mediante sensores electromiográficos (EMG) y sistemas de retroalimentación del tacto hacia el usuario (Biddiss et al., 2007; Cordella et al., 2016; Segura et al., 2024). En el Perú, las instituciones académicas han desarrollado estos productos (Chavez & Vives, 2021; Flores & Verastegui, 2019; Oficina de Comunicaciones y Proyección de CTI, 2021); también pequeñas empresas locales han creado sus propios productos, los cuales aún están en proceso de mejora, y están trabajando para obtener certificaciones y aprobaciones internacionales con la intención de alcanzar mayor reconocimiento y expansión en el futuro, similar a sus competidores de nivel mundial (Agencia Andina, 2023; Innova Spain, 2022). De este modo, la opción más fiable para la adquisición de una prótesis son las empresas del sector ortopedia (Ortopedia Wong, 2023; OrtoProtésica, s/f), las cuales importan y comercializan productos de marcas reconocidas a nivel mundial que pueden llegar a costar al menos $30,000 dólares americanos (Orthexo, s/f), un monto que

excede por creces el sueldo promedio de un ciudadano de la capital peruana, aproximadamente $500 dólares americanos (El Peruano, 2023).

De acuerdo con el informe titulado "Perú: Caracterización de las Condiciones de Vida de la Población con Discapacidad, 2021", se determinó que el 25.8% de la población con discapacidad vive en condiciones de pobreza y el 55.6% no es económicamente activa (INEI, 2021). A pesar de este panorama, se ha evidenciado un crecimiento en la producción científica y en el desarrollo de tecnologías asistivas en el país. Sin embargo, persiste la necesidad de establecer normas técnicas peruanas que respalden las tecnologías locales (CONADIS, 2021). Ante esta realidad, resulta crucial el desarrollo de una prótesis que se ajuste al contexto socioeconómico peruano, con el objetivo de crear un producto comercial viable que no solo facilite la reinserción laboral, sino que también funcione como un dispositivo ocupacional y asistivo.

1.2. Antecedentes

Investigaciones recientes concentran esfuerzos en diseñar dispositivos protésicos con sensores y técnicas de procesamiento con la finalidad de facilitar el uso de estos productos, cuyas capacidades varían según el método de procesamiento de información. El uso de sensores electromiográficos (EMG) y los sensores electromiográficos superficiales (sEMG) permiten mejorar la experiencia de interacción con la prótesis durante su uso (Meng et al., 2021). El procesamiento de imágenes también es aplicado para mejorar la funcionalidad de las prótesis de miembro superior mediante el afinamiento de la precisión y posición durante el agarre de objetos (Huang et al., 2023). Así mismo, las técnicas de procesamiento de señales mediante inteligencia artificial complementan y corrigen las ejecuciones de movimiento. Complementando las señales de actividad muscular, el uso de Deep Learning y Redes Neuronales Convolucionales (CNN) habilitan la posibilidad de implementar un sistema de

clasificación de gestos con precisión mayor al 90% (Sharma et al., 2019). Así mismo, modelos como las Redes Neuronales Recurrentes (RNN) posibilitan realizar ajustes en tiempo real de parámetros como la velocidad de movimiento de los dedos y la adaptación al tamaño del objeto (Huang et al., 2022; Toro-Ossaba et al., 2023). La funcionalidad de estos desarrollos no se quedan en el laboratorio, sino que la validación con usuarios reales permite identificar mejoras técnicas para favorecer la destreza de los usuarios y reducir sensaciones como la fatiga muscular (Johannes et al., 2020; Starke et al., 2022).

En las solicitudes de patentes, se encuentran desde prótesis de mano electrónicas que se apoyan del uso de cámaras e inteligencia artificial para identificar objetos mejorar el control de la misma (Gi, 2020), hasta manos neuro protésicas que se controlan por señales del cerebro (Z. Yang et al., 2023). Además, se registran sistemas de control modulares para el uso de prótesis de múltiples grados de libertad y sensores de actividad muscular (D. Yang et al., 2022).

Iniciativas independientes de alcance global como E-NABLE, Limbitless Solutions y Open Bionics desarrollaron diseños de dispositivos de activación por el cuerpo y de activación electrónica que se pueden fabricar mediante el uso de impresoras 3D (E-NABLE, s/f; Limbitless Solutions, s/f; Open Bionics, s/f-b). De manera similar, diversas empresas tecnológicas han comenzado a operar en Latinoamérica con el objetivo de comercializar prótesis de mano personalizadas producidas en la región. Ejemplos de estas empresas incluyen a Po Paraguay, en Sudamérica, y Victoria Hand Project en el mundo (Po Paraguay, s/f; Victoria Hand Project, s/f-b). De las cinco organizaciones mencionadas, solo Victoria Hand Project tiene un modelo de colaboración con la universidad de origen, la Universidad de Victoria en Canadá; E-NABLE y Po Paraguay se dedican exclusivamente a su labor social (Fundación iSocial, s/f; HOY, 2015). Las prótesis comúnmente comercializadas son de activación mecánica; sin embargo, son pocas las empresas que comercializan prótesis electrónicas. Ta1 es

el caso de Pixed Corp en Perú, empresa que adapta modelos Open Source para el desarrollo de su producto final (Pixed Corp, s/f).

El desarrollo de tecnologías asistivas centradas en prótesis de mano ha venido desarrollándose en el país desde el 2016. En el Laboratorio de Investigación en Biomecánica y Robótica Aplicada (LIBRA) de la PUCP se han desarrollado modelos de prótesis personalizadas, sistemas de actuación novedosos para los dedos, sistemas de retroalimentación para los usuarios, interfaces de control mediante el uso de sensores electrom(Mio, Ccorimanya, et al., 2017; Mio et al., 2019; Mio, Villegas, et al., 2017; PUCP, s/f; Punto Edu PUCP, 2018; Romero et al., 2017; Romero & Elias, 2017)(Mio, Ccorimanya, et al., 2017; Mio et al., 2019; Mio, Villegas, et al., 2017; PUCP, s/f; Punto Edu PUCP, 2018; Romero et al., 2017; Romero & Elias, 2017). Con intenciones de escalar los resultados de las investigaciones en el área de las prótesis de mano, en 2019 se realizó un proyecto en colaboración con la empresa Repsol para la entrega de 20 dispositivos mecánicos (Repsol Perú, 2019). Dicho proyecto permitió la colaboración con usuarios, cuya retroalimentación nutrió otros proyectos tecnológicamente más complejos y relacionados a tecnologías para miembros superiores desarrolladas en el laboratorio (Cifuentes-Cuadros et al., 2023; Fabian et al., 2023; Romero & Elias, 2022; Saldarriaga et al., 2024). Además, en 2020 se fundó la empresa Lat Bionics, la cual surgió como una empresa de base tecnológica creada por investigadores del laboratorio que busca comercializar tanto prótesis mecánicas como electrónicas diseñadas a la medida (Lat Bionics, s/f).

Con el reciente proyecto titulado “Desarrollo e implementación de una prótesis de miembro superior no invasiva con reconocimiento de gestos empleando algoritmos de inteligencia artificial”, el cual pudo recibir financiamiento de ProCiencia bajo el código PE501079967-2022, se ha elaborado un nuevo producto en la universidad. Trabajos de investigación previos

en el ámbito académico fueron utilizados de base para poder partir con el diseño del producto; posteriormente, las validaciones con usuarios permitieron afinar los aspectos tecnológicos y de usabilidad. Finalmente, en la última etapa del proyecto se está elaborando un paquete tecnológico que incluye un plan comercial que permita la comercialización de la prótesis.

1.3. Objetivos de la investigación

Los objetivos propuestos para el trabajo son:

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un plan de comercialización integral para una prótesis mioeléctrica, considerando el análisis de tecnologías emergentes, normativas internacionales, y modelos de negocio adaptados al contexto local, con el fin de facilitar la introducción y competitividad del producto en el mercado.

1.3.2. Objetivos específicos

Analizar el estado actual de la tecnología aplicada a prótesis mioeléctricas, identificando innovaciones clave y evaluando la viabilidad de su protección intelectual tanto a nivel nacional como internacional.

Desarrollar un plan de negocios que se adapte al mercado local, enfocándose en la reducción de costos, mejora de la funcionalidad del producto, y establecimiento de alianzas estratégicas para su comercialización.

Elaborar un plan de marketing que integre estrategias tradicionales y digitales, alineadas con la identidad de la marca y las necesidades de los usuarios finales, para fomentar la aceptación del producto en el mercado.

Capítulo 2: Fundamentos Teóricos y Metodológicos

En este capítulo se presenta el desarrollo del marco teórico, metodológico y la evaluación del proyecto en curso. El marco teórico describe los conceptos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva; el marco metodológico detalla los procedimientos y técnicas utilizados para el planteamiento del plan comercial del proyecto. Finalmente, se realiza una descripción y evaluación del estado actual del proyecto siguiendo la metodología Quicklook.

2.1. Marco Teórico

En esta sección se presentan los conceptos vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva, plan de negocios y adopción de la tecnología, los cuales son necesarios para el entendimiento de la investigación.

2.1.1. Vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica es un proceso organizado que combina la recopilación de información interna y externa con el objetivo de convertirla en conocimiento estratégico para la toma de decisiones (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2018). Esta práctica aborda una amplia gama de datos, desde avances técnicos hasta investigaciones, procesos de fabricación, tecnologías, sistemas informáticos y materiales (Escorsa & Maspons, 2001; Paplop & Vicente, 1999). La clasificación y análisis de esta información permiten la construcción de un sistema de inteligencia valioso (Ponjuán, 1998).

La inteligencia generada mediante la vigilancia tecnológica se despliega en seis etapas esenciales: planificación, selección de fuentes, análisis, difusión, toma de decisiones y acción (Rodríguez & Escorsa, 1997). Este proceso no solo permite identificar amenazas y oportunidades, utilizando información clave como patentes, investigaciones y productos, sino que también contribuye a la obtención de ventajas competitivas y a la mejora constante de

productos y servicios (Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología - Universidad de Alicante, s/f).

Otro método para la identificación de oportunidades en desarrollo e innovación es la metodología Quicklook, la cual tiene un enfoque evaluador para la toma de decisiones respecto a una tecnología con potencial de comercialización. Se centra en la revisión de características y aplicaciones tecnológicas, comprensión del mercado, propiedad intelectual, estrategias de comercialización y modelos de negocio, análisis de rentabilidad financiera, y la elaboración de actividades propuestas y recomendaciones. Toda la información se recopila con la intención de ser analizada posteriormente para el planeamiento estratégico (Habert et al., 2012). Además, los resultados de la evaluación se pueden aplicar como entrada para un proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia, permitiendo así un enfoque más acertado en el trabajo (Bollás & Valencia, 2017).

2.1.2. Inteligencia Competitiva

Las acciones de vigilancia tecnológica se complementan con procesos como el de la inteligencia estratégica, la cual puede ser clasificada en: inteligencia empresarial, focalizada en la identificación de oportunidades de clientes a través de la exploración de grandes conjuntos de datos; la inteligencia competitiva, orientada a procesos y seguimiento del mercado; y la inteligencia tecnológica, dedicada al estudio de tecnologías, legislación y contexto económico para respaldar la toma de decisiones (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva, 2015).

La inteligencia asociada a la vigilancia tecnológica se considera un proceso complementario, donde la información recopilada se somete a un riguroso proceso de análisis y procesamiento para generar conocimiento valioso aplicable en la toma de decisiones estratégicas (Guagliano et al., 2014). Este proceso no solo contribuye a la identificación de factores influyentes en los

cambios de mercado, sino que también juega un papel crucial en la reducción de la incertidumbre, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones (Cristòfol, 2008).

Este enfoque va más allá de las fronteras locales, permitiendo el análisis del contexto mundial junto con el contexto cercano (Valdelamar-Zapata et al., 2015). Al recopilar, clasificar y analizar la información generada, la vigilancia tecnológica se convierte en un habilitador estratégico para el crecimiento y fortalecimiento del negocio u organización (Moya-Espinosa & Moscoso-Durán, 2017). Este proceso se centra en la generación de valor estratégico que permite a una organización destacar frente a sus competidores y fortalecer su posición en el mercado (Gibbons & Prescott, 1996).

2.1.3. Plan de Negocios

La elaboración de un plan de negocios puede ser guiada por plantillas y métodos existentes y exitosos como el Business Model Canvas, modelo que permite describir y diseñar modelos de negocio mediante la definición de la propuesta de valor, las actividades clave y la estructura de costos. Para completar el modelo, también se requiere identificar el segmento de clientes, relaciones con el cliente, canales de distribución, recursos clave, asociaciones clave y fuente de ingresos (Osterwalder & Pigneur, 2009).

Adicionalmente, el libro Value Proposition Design propone un lienzo para desarrollar la propuesta de valor orientada en el cliente junto al descubrimiento de las características del usuario y la definición del perfil del cliente (Osterwalder et al., 2015). Ambos modelos resaltan la importancia de la puesta en marcha de prototipos para realizar iteraciones de la propuesta.

En la misma línea, la metodología Lean Startup permite crear negocios a partir de la creación pronta de prototipos mínimos viables para su validación con usuarios. Este método es conocido

por la presentación del ciclo crear-medir-aprender, la cual se caracteriza por aprender y rediseñar a partir de las validaciones de hipótesis previas (Ries, 2011).

2.2. Marco Metodológico

El presente estudio comprende la elaboración de un plan de negocio y comercialización para una prótesis de mano, teniendo en consideración la comparación del producto con tecnologías similares existentes para marcar su diferencial innovador. Para ello, se trabaja con un estudio de caso. Se aborda una metodología aplicada descriptiva de tipo cualitativa (Hernandez et al., 2014).

Inicialmente, se realiza la recopilación de información y documentación del proyecto en cuestión y de proyectos concluidos del laboratorio en dónde se desarrolla la tecnología con la finalidad de evaluar la tecnología. Complementando la información con una entrevista a un miembro del equipo de desarrollo se organiza la información y se caracteriza al proyecto según la metodología Quicklook (Escorsa & Maspons, 2001). Como resultado de la revisión de la información se plantean los siguientes pasos y recomendaciones.

A continuación, se realiza un trabajo de vigilancia tecnológica el cual comprende la revisión del estado de la tecnología mediante la búsqueda de patentes, la realización de un análisis bibliométrico y la revisión de normas y regulaciones aplicables. También, se lleva a cabo un mapeo de oportunidades mediante la inteligencia competitiva, la cual permite identificar avances tecnológicos a partir del análisis de la situación actual del mercado, análisis de los competidores y la revisión de desarrollos recientes en tendencia.

Finalmente, se elabora un plan de negocio y comercialización basado en lienzos y modelos existentes (Blank, 2013; Llamas & Fernández, 2018). Además, se complementa la información con entrevistas realizadas a miembros del equipo de desarrollo y potenciales usuarios del

producto (Seidman, 2013). El plan comprende la identificación de la propuesta de valor, la delimitación del perfil del usuario, identificación del mapa de valor, planteamiento del modelo de negocio, la propuesta de planificación de marketing y la elaboración de una estrategia financiera. La propuesta de negocio se estructurará en base a la información obtenida a partir de las encuestas realizadas a potenciales usuarios, las cuales brindaron datos relevantes sobre los aspectos clave del modelo de negocio. Como resultado se ajustará la oferta a las necesidades y expectativas de los usuarios, asegurando mayor viabilidad en el producto. En total, seis personas con amputación de mano aceptaron la invitación para participar de la encuesta.

2.3. Evaluación de la Propuesta

La aplicación de la herramienta Quicklook permite identificar fortalezas y puntos de mejora para una propuesta a partir de los aspectos de tecnología, propiedad intelectual, análisis financiero, mercado, competencia y plan de comercialización, como se muestra en la figura 1 (Habert et al., 2012). Con la finalidad de elaborar unas recomendaciones pertinentes, se inicia con la entrevista a un miembro fundamental del equipo técnico del proyecto y se complementa la información con los registros documentados de proyectos previos; posteriormente, se describen los aspectos de la evaluación Quicklook (tecnología, propiedad intelectual, análisis financiero, mercado, competencia y plan de comercialización); finalmente se plantean las actividades propuestas (siguientes pasos y recomendaciones).

La etapa actual en la que se encuentra el proyecto es la de desarrollo tecnológico, por lo que es posible abordar las categorías tecnología, mercado y competencia. Las categorías propiedad intelectual, análisis financiero y plan de comercialización se completaron haciendo uso de información previa de proyectos previos desarrollados por el laboratorio en la misma línea de investigación. La información primaria se obtuvo a partir de una entrevista con el técnico del proyecto quién trabaja en el laboratorio y además ha participado en otros proyectos de

investigación del grupo y ha liderado iniciativas de colaboración universidad-empresa. El detalle de la información brindada se encuentra en el Apéndice A, lo cual permitió completar las secciones abordadas por el mapa mental Quicklook.

Figura 1.

Modelo de mapa mental Quicklook.

Nota. Adaptado de "Mind Map and Demonstration of the Quicklook Methodology for Technology Commercialization" (p.13), por Habert et al., 2012.

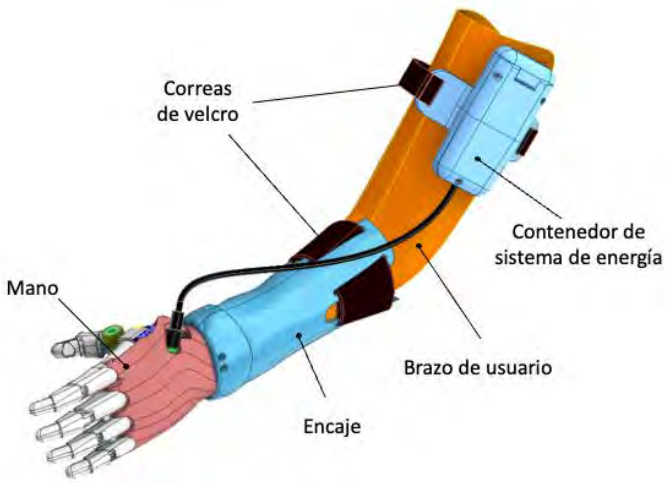
2.3.1. Estado Actual del Proyecto

Se realizó una entrevista al responsable técnico del proyecto usando una guía de ocho preguntas establecidas en el Apéndice A con la finalidad de recoger información relevante y actualizada sobre el proyecto. Tras la conversación, se solicitó acceso a documentación de proyectos relacionados a prótesis de mano que se hayan realizado en el laboratorio. La información fue brindada e incluyó: Informes técnicos y de hitos de proyectos financiados por el estado y por la universidad, producciones científicas, diseños conceptuales, modelos digitales, entre otros. No todos los documentos son de acceso público, por lo que se mantuvo un compromiso de confidencialidad.

En resumen, la prótesis, figura 2, es un dispositivo no invasivo que se coloca por encima del muñón de la persona y está compuesto por el sistema de energía, el cual se coloca a la altura del brazo, y la mano en cuya base se encuentra el encaje protésico el cual sujeta a los sensores interiores. Dichos sensores de tipo EMG permiten capturar muestras de la actividad eléctrica de los músculos estando en contacto directo con estos. El diseño propuesto es personalizable y fabricable mediante manufactura aditiva e incorpora un algoritmo inteligente, el cual permite reducir la cantidad de falsos positivos al momento de que el usuario genera en su musculatura la intención de abrir o cerrar la mano. La tecnología implementada en este producto nuevo es fruto del conocimiento y desarrollos generados desde los primeros proyectos del laboratorio en el área de prótesis de mano en el año 2012 y 2016 (Vicerrectorado de Investigación PUCP, s/f-a, s/f-b).

Figura 2.

Prótesis completa.



2.3.2. Evaluación según Quicklook

La información recogida se ordenó según las seis categorías de la metodología Quicklook, las cuales se describen a continuación.

Tecnología. El sistema de movimiento de la prótesis está ubicado dentro de la mano y está compuesto por 3 servomotores, los cuales se sujetan mediante uniones atornilladas. Adicionalmente, los dedos son sujetados por dos ejes giratorios en la base de la palma y permiten el paso del engranaje y la biela de activación de los mismos. El dedo índice cuenta con un sistema de accionamiento de engranajes conectado al servomotor 1810MG mediante un acople que le permite engranar con los dientes de la base del dedo índice. Por otro lado, para el accionamiento de los dedos medio, anular y meñique en su conjunto se utiliza una sola biela de activación la cual es activada mediante el uso del mismo modelo de servomotor y una conexión al acople largo del motor. Para el accionamiento del dedo pulgar, se usa un modelo de servomotor más compacto y menos potente, ES09MD II, el cual se conecta al acople fijado en la base inferior de la palma. Con la finalidad de agarrar objetos de mayor diámetro o medida se cuenta con un pulgar ampliable haciendo uso de un pulsador mecánico ubicado en el pulgar.

La mano, ensamblada en su totalidad, se une al encaje protésico mediante un conector intermedio entre la mano y el encaje mostrados en la figura 3. La pieza en su interior cuenta con una ranura que permite asegurar la mano mediante el uso de dos tornillos y encaja por forma con el encaje. Para asegurar la fijación al muñón del usuario, el encaje diseñado a la medida creado a partir del escaneo 3D del muñón del usuario cuenta con ranuras por donde pasa una correa de velcro, la cual permite doblar el extremo del encaje y crear un ajuste contra la piel. Asimismo, la pieza conectora entre la mano y el encaje cuenta con unas ranuras internas por la cual se pueden colocar los cables internos que conectan a la placa de control con los sensores o botones dispuestos en el interior del encaje y en contacto directo con la piel. La figura 4 presenta la posición de los sensores, los cuales son sensores EMG de alta gama modelo Trigno Quattro Sensor (Delsys Incorporated, 2024) los cuales tienen un costo de $6,100.00 dólares americanos

en el mercado local sin considerar el costo de su estación base y accesorios de interfaz con la piel; la cotización del sensor se muestra en el Apéndice B.

Figura 3.

Mano y encaje unidos.

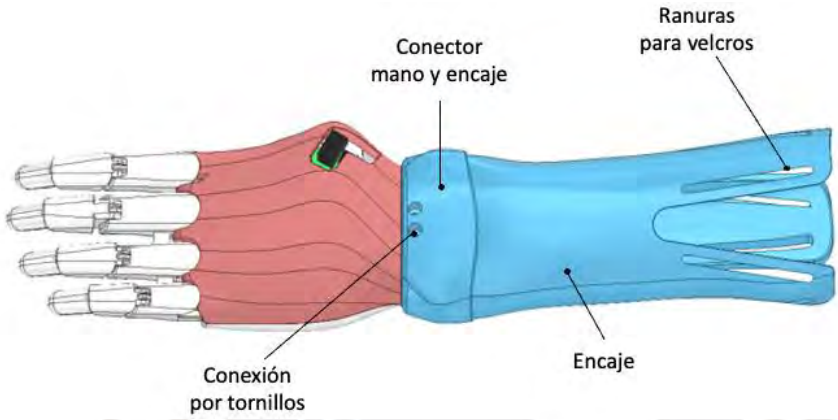
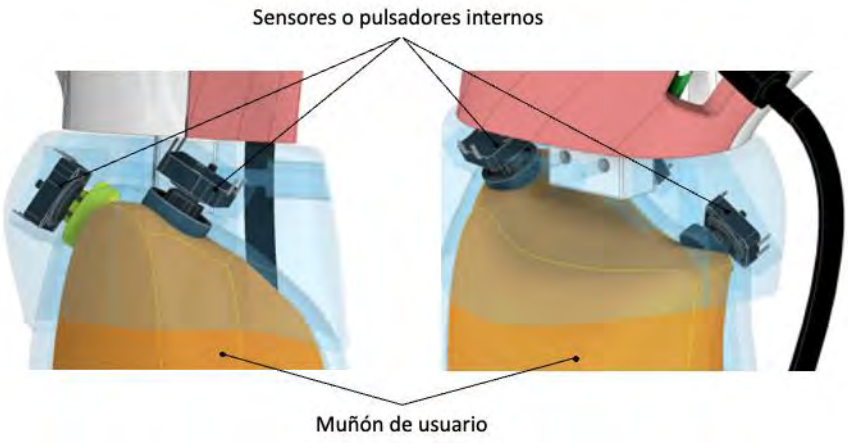


Figura 4.

Muñón con sensores internos.



Debido a la falta de espacio en el interior del encaje y la mano, se ha creado un sistema de energía externa, el cual se fabrica totalmente recto para facilitar el método de fabricación mediante impresión 3D. Las ranuras de esta pieza se pueden doblar con la

intención de acoplarse a la geometría del brazo del usuario haciendo uso de la técnica de termoformado aplicado únicamente en las ranuras señaladas en la figura 5.

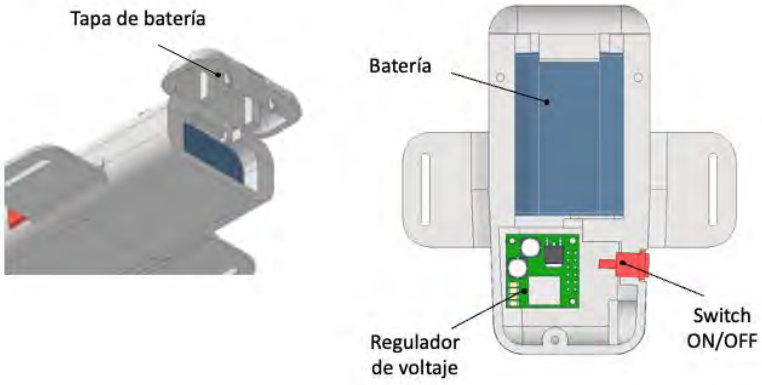
Figura 5.

Sistema de energía post-procesado.

El sistema de energía en su interior cuenta con una cavidad para batería removible, la cual está adaptada al modelo Panasonic DMW-BLF19 y espacio para sujetar al regulador de voltaje a la cantidad necesaria en placa de control, figura 6. Además, cuenta con un switch ON/OFF de acceso externo para comodidad del usuario y tiene una tapa giratoria que permite el acceso y protección de la batería.

Figura 6.

Componentes internos del sistema de energía.



La propuesta se ha prototipado y ya ha sido diseñada y probada con un usuario real, figura 7. En la validación, se confirmó que los aspectos de diseño de producto, energía y movimiento fueron adecuados; sin embargo, el algoritmo para el filtrado de señales EMG no se validó.

Figura 7.

Validación de prototipo.

Dicho algoritmo busca lograr la distinción entre tres gestos: agarre tipo pinza, agarre cilíndrico e indicación con el índice extendido. Complementario al desarrollo del algoritmo, es necesario abordar los posibles riesgos de fallo del producto mediante la incorporación de un sistema de aislamiento y protección electrónico, así como la consideración de la posibilidad de adquisición del producto en el contexto actual de la economía del público objetivo.

Propiedad Intelectual. El proyecto en cuestión presentará solicitudes de protección de sus resultados. En base a las gestiones anteriores realizadas por miembros del laboratorio el proyecto previo titulado “Prótesis Transhumeral de 5 grados de libertad con Retroalimentación Háptica controlado por Señales Fisiológicas” (Prótesis TH)

(PUCP, 2021a) relacionado a prótesis se pueden identificar posibles elementos patentables. En la Prótesis TH, el "mecanismo de apertura y cierre de dedos para prótesis de mano con un solo actuador" fue el componente que fue evaluado por la Oficina de Propiedad Intelectual de la universidad y obtuvo un resultado negativo en el Informe de Patentabilidad realizado en el 2022. Pese al fuerte desarrollo tecnológico, la propuesta no posee nivel inventivo ni ventaja técnica, pero sí posee novedad y aplicación industrial. Adicionalmente, se conoce que no se protegió el flujo del programa, debido a que no se trataba de un sistema novedoso y de complejidad, ni el diseño externo de la prótesis debido a que se diseña y adecúa por cada usuario.

En la Prótesis TH realizada del laboratorio, se ha logrado proteger a través de patentes dos invenciones: Una propuesta de recubrimiento para dedos de prótesis (Mio & Bustamante, 2017) y un dispositivo de retroalimentación háptica portátil con elementos intercambiables (Romero, 2017), los cuales pueden incorporarse en el proyecto actual. Con la experiencia en solicitudes de protección, existe la posibilidad de proteger componentes del proyecto actual como: diseño industrial de la prótesis, patente de modelo de utilidad del mecanismo de activación de los dedos, derechos de autor de la interfaz de uso, entre otros.

La tecnología aplicada a la Prótesis IA es de autoría y desarrollo propio. Adicionalmente es posible la utilización parcial de diseños enmarcados dentro de la categoría Open Hardware, por lo que no se estaría vulnerando algún derecho de propiedad intelectual o protección existente.

Análisis Financiero. Los costos asociados al proyecto se pueden abordar desde dos aspectos: desde el punto de vista del desarrollo tecnológico y desde el punto de vista comercial. El costo de producción de una prótesis completa puede estimarse en

alrededor de S/. 30,000, considerando la valorización del costo de diseño, adquisición de componentes, servicio de fabricación de piezas y servicios de ensamble. En el país se tiene referencia sobre una iniciativa social de la PUCP en colaboración con una empresa privada del país, costearon un producto similar de bajo nivel tecnológico (sin componentes electrónicos) en aproximadamente S/.3,000 y otro de alto nivel (con accionamiento electrónico) con S/.9,000 (La Voz de Perú, 2022). Además, una empresa que desarrolla prótesis de mano en el país cotiza prótesis de bajo nivel tecnológico en alrededor de S/.6,000 (Fundación WIESE, 2019).

Mercado. En Perú, más de 12 mil personas con amputación de miembro superior fueron identificadas según INEI (2021). Según un estudio estadístico realizado en un Instituto de Rehabilitación (INR) en Lima y Callao, se identificó que, en tan solo un año, 13 de las 177 prótesis creadas estaban relacionadas a amputación de mano y adicionalmente se fabricaron 5 accesorios para prótesis en la sede "Dra. Adriana Rebaza Flores" ubicada en Chorrillos (2021). Así mismo, entre el 2014 y 2018, se ha registrado un crecimiento del 30% de casos en el Registro Nacional de la Persona con Discapacidad (CONADIS, 2018). Toda la información disponible sobre las estadísticas solo considera a personas identificadas y pertenecientes al grupo de trabajadores formales existentes en el país, por lo que existe un grupo no identificado de personas con necesidad y poder adquisitivo de estos dispositivos de asistencia.

Competencia. El panorama de la competencia comprende los productos de empresas, trabajos realizados en universidades, producciones científicas y noticias, nacionales e internacionales. Empresas como Ayudame 3D y Bionico Hand realizan la fabricación de prótesis mediante la impresión 3D con la finalidad de generar valor social (Ayudame3D, s/f; Bionico, s/f). Localmente, en el país las empresas LatBionics y Pixed

Corp se dedican al desarrollo y comercialización de prótesis (Lat Bionics, s/f; Pixed Corp, s/f). En la academia, se resalta el trabajo de universidades norteamericanas y europeas, el cual se enfoca en el desarrollo de prótesis personalizadas, sistemas de bajo costo y productos para niños a través de sus proyectos de investigación y tesis de posgrado. Así mismo, se sabe que startups exitosas y de mayor reputación tienen su origen en universidades. En el país, instituciones como la Universidad Nacional de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Continental cuentan con laboratorios de investigación que abarcan diversos niveles de amputación e incluso brindan servicios enfocados a personas con la condición de discapacidad.

Plan de Comercialización. El plan de comercialización aún no se ha elaborado para el presente proyecto; sin embargo, el mapeo de empresas exitosas del sector permite conocer sus canales y técnicas de comercialización. Si bien todas comercializan un producto funcional, difieren en la particularidad del acabado estético, funcionalidades técnicas y tecnología de accionamiento, lo cual influye en la toma de decisión para su adquisición (Clautilde et al., 2021). Los niveles de amputación más comunes son los transradiales y los transhumerales (L. J. Resnik et al., 2020; Salminger et al., 2022a). En el alcance del proyecto Prótesis IA se trabajará con los transradiales, población que se describió cualitativamente en la sección de mercado.

Para iniciar se registra la intención de adquisición mediante un formulario que permite evaluar la compatibilidad del posible usuario con el producto. A continuación, se realiza un escaneo o la toma referencial de información para la fabricación del producto final, antes de la fabricación. El producto puede ser adquirido directamente mediante un pago al contado y también es posible realizar la financiación en cuotas del pago del mismo, logrando un mayor alcance en el segmento de clientes (Unlimited Tomorrow, s/f-a).

Los canales de distribución suelen ser a través de redes sociales y a través de la recomendación del servicio con centros médicos, clínicas especializadas y médicos particulares. Así mismo, en las páginas de cada empresa tiene una sección dedicada a la exposición de clientes haciendo uso de sus prótesis y cómo han mejorado su calidad de vida. Complementariamente, la relación con el cliente se fortalece mediante el envío gratis del producto, una prueba de 30 días, garantía de 2 años y la oferta de mitad de precio para renovar el producto (Ottobock SE & Co, s/f-a).

Actividades Propuestas. Tras haber clasificado la información, se plantean los siguientes pasos y recomendaciones. Para ello, no se considera relevante el nivel de madurez o la valorización de la tecnología, sino los trabajos o avances relacionados a la futura posibilidad de comercialización de la propuesta. El resumen del mapa mental Quicklook se muestra en la figura 8.

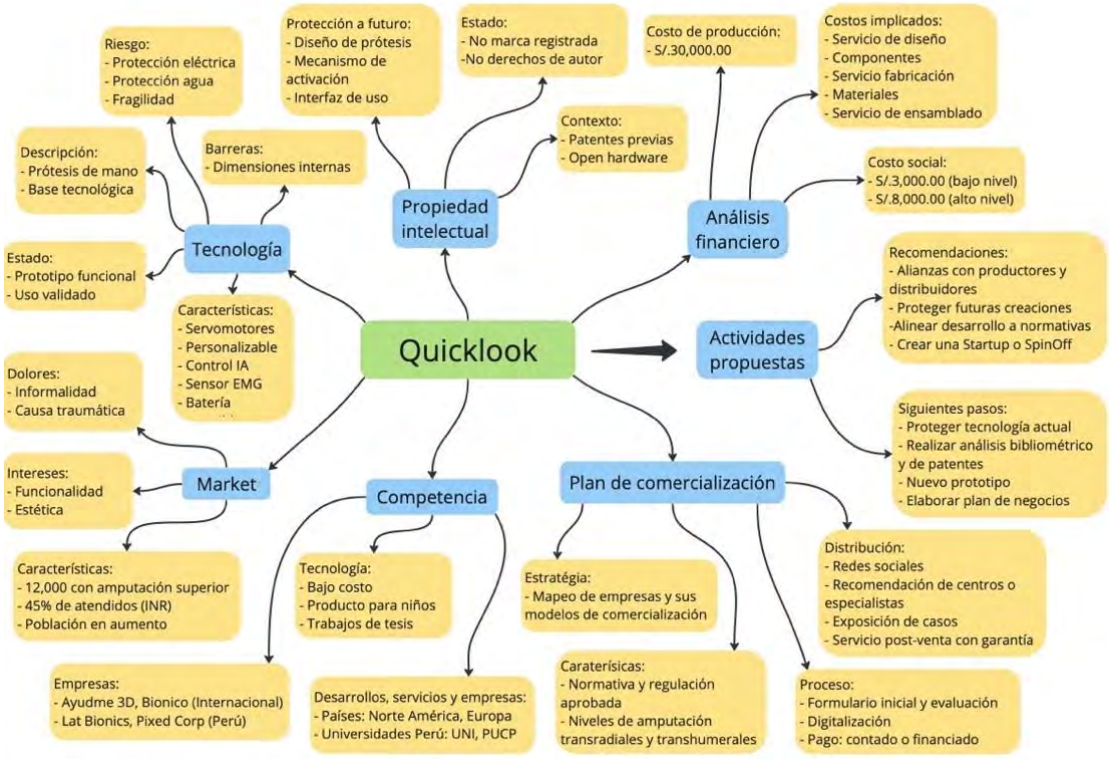
Siguientes Pasos. La tecnología del prototipo descrito ya fue desarrollada, por lo que someterla a un análisis de patentabilidad sería provechoso para proteger alguno de los elementos de la propuesta. De ser positivo el resultado del análisis sería conveniente la protección nacional como internacional, permitiendo una ventaja competitiva de alcance internacional.

La realización de un estudio dedicado a la revisión de publicaciones científicas y patentes es de suma importancia para identificar técnicas y herramientas usadas en la actualidad. Para la Prótesis IA un análisis bibliométrico y un análisis de patentes son sugeridos para potenciar la propuesta.

Tras haber revisado los análisis y sus conclusiones, se requiere continuar con el desarrollo de nuevo prototipo tomando en consideración los nuevos descubrimientos de la revisión bibliográfica y de patentes.

Figura 8.

Mapa mental Quicklook del proyecto.



Con la finalidad de comercializar los resultados del proyecto de investigación, se propone elaborar un plan de negocios que considere las dimensiones y características del mercado actual y del contexto local.

Considerando una visión a largo plazo y de escalamiento, se recomienda establecer alianzas o negociaciones con empresas del sector manufacturero y con distribuidores oficiales de materiales o componentes electrónicos usados para la producción de la prótesis. De esta manera, será posible la reducción de costos hacia el consumidor final.

Debido a que se trata de un proyecto de investigación, las futuras creaciones e invenciones deberían protegerse o patentarse, para evitar la réplica de la tecnología. Si bien en el país no se tiene un sistema o ley de regulación para este tipo de productos, se sugiere alinear la tecnología a estándares de normas y regulaciones internacionales

que aseguren el buen funcionamiento del producto. Internacionalmente, algunas empresas del rubro sí cuentan con certificaciones en sus productos (Open Bionics, s/f-a; Steeper Group, s/f-a).

La creación de un startup de base tecnológica o un SpinOff de la universidad permitiría articular la gestión necesaria para la pronta comercialización de las prótesis. Debido a que parte del equipo de investigación formaría parte de la empresa, se proyecta un crecimiento exponencial en aspectos tecnológicos.

Capítulo 3: Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva

En este capítulo se realizan los trabajos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva con la finalidad de revisar el panorama completo respecto al proyecto en desarrollo. La vigilancia tecnológica está dividida en análisis de patentes y análisis bibliométrico; la inteligencia competitiva, en análisis de competidores y descripción del contexto. Toda la información recogida y las bases de datos consultadas son de alcance nacional e internacional.

3.1. Vigilancia Tecnológica

Inicialmente se realizó una revisión del estado del arte en relación a las prótesis de mano que hagan uso de herramientas de aprendizaje de máquina para su funcionamiento con la finalidad de identificar palabras clave pertinentes. A continuación, se definieron las palabras clave, entre ellas: “amputación de mano”, “inteligencia artificial” e “impresión 3D”. La Tabla 1 describe la traducción al inglés y los sinónimos usados para las búsquedas, los cuales se seleccionan y prueban en cada una de las bases de datos.

3.1.1. Análisis de Patentes

La búsqueda de patentes se realizó en los buscadores de bases de datos relevantes: INDECOPI, plataforma que contiene solicitudes del estado peruano; WIPO, base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual; Latipat, plataforma con documentación de América Latina y España; USPTO, base de datos del gobierno de EEUU; y Espacenet, plataforma europea para búsqueda de patentes con alcance mundial. El detalle de las frases y palabras claves usadas para la búsqueda, así como el resumen de la información relevante de las patentes encontradas y consideradas de importancia para el proyecto se muestran en el Apéndice C (EPO, s/f-b, s/f-a; INDECOPI, s/f; USPTO, s/f; WIPO, s/f).

Tabla 1.

Palabras clave para la búsqueda general de artículos.

Palabras claves	Traducción	Sinónimos	Acrónimos
"amputación de mano"	"hand amputee"	"transhumeral amputee" "transradial amputee" "arm amputee"	"TA" "AA"
		"prosthetic hand"	"PH"
"prótesis de mano"	"hand prosthesis"	"prosthetic arm" "transhumeral prosthesis" "transradial prosthesis" "arm prosthesis"	"TP" "AP"
"inteligencia artificial"	"artificial intelligence"	"machine learning" "neural network"	"ML"
"impresión 3d"	"3D printing"	"fused deposition modeling" "digital fabrication" "fast prototyping"	"FDM"
"tecnología asistiva"	"assistive technology"	"assistive tech"	

El total de patentes encontradas resume que en su mayoría los solicitantes son empresas o instituciones, seguido de universidades y de un pequeño grupo de personas. Así mismo se encontró mayor cantidad de registros respecto al tema en la plataforma Latipat. La Tabla 2 muestra la distribución de cantidades según base de datos.

Procesando la información de las patentes respecto a nombre, entidad solicitante, año de solicitud, país de procedencia y el abstract, se reconoce que en la base de datos Indecopi se obtuvo un total de resultados de 324 documentos referidos a "prótesis de mano", de los cuales

solo 4 fueron considerados como relevantes y en relación a “prótesis de brazo” se obtuvieron 76 resultados, considerando solo a 1 como de cercanía al proyecto. Del total de 5 resultados importantes, 4 son producto de la labor docente y de investigación en la universidad PUCP. Para la búsqueda en INDECOPI se configuró la consulta para excluir “expedientes reservados” y solo mostrar resultados a partir del 2016.

Tabla 2.

Cantidad de solicitantes según bases de datos.

Bases de datos	Universidad	Empresa o Institución	Personas	Total de patentes
Indecopi	4	1		5
LATIPAT	2	6	3	11
Espacenet	3	3		6
USPTO	1	4	2	7
WIPO Patentscope	1	6	1	8
Total de patentes	11	20	6	37

En Latipat, se obtuvieron buenos resultados con las frases de búsqueda “Prótesis de mano” obteniendo un total de 48 resultados y 4 de ellos relevantes; haciendo uso de la frase “Prótesis mioeléctrica de mano” se obtuvieron 5 resultados y se marcaron todos como relevantes; finalmente, con la frase “Prótesis mioeléctrica de brazo” se obtuvieron 2 resultados, ambos relevantes. Así mismo, en Espacenet se realizó una búsqueda selectiva haciendo uso de keywords en inglés. Para la fórmula “(transhumeral prosthesis OR transhumeral amputee) AND machine learning” se obtuvieron 4 resultados, todos importantes y para “(transhumeral prosthesis OR transhumeral amputee OR hand prosthesis) AND machine learning” se obtuvieron 3, solo 2 seleccionados como relevantes. En su mayoría, los documentos encontrados son de procedencia mexicana y española.

En la plataforma USPTO se usó la fórmula “(((“transhumeral prosthesis” OR “transhumeral amputee”) AND “machine learning”))”, la cual resultó en 8 documentos, de los cuales se descartó uno por la falta de relación con el proyecto actual. Finalmente, en WIPO se realizó la consulta con las fórmulas “((("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning") AND "3d printing"))” y “((("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning"))”. En el primer caso, se obtuvieron 5 resultados, de los cuales 4 se consideraron importantes y 3 se descartaron debido a que ya se estaban considerando en otra base de datos anteriormente consultada. En el segundo caso, se obtuvieron 10 resultados y finalmente se consideraron 3 patentes, ya que 1 de ellas ya fue identificada en consultas anteriores. Los resultados son principalmente de procedencia norteamericana.

Tabla 3.

Palabras con mayor aparición en títulos y resúmenes de patentes.

Palabra	Frecuencia
Mano	16
Control	11
Mioeléctrica	10
Sensores	8
Gestos	7
Reconocimiento	7
Interfaz	6
EMG	5
Prótesis de mano	5
Método	4

Realizando la revisión de las palabras más repetidas en dichos documentos seleccionados se muestran en la Tabla 3 las diez palabras que cuentan con una frecuencia de aparición mayor a 3 y que son complementarias a las palabras base como “brazo”, “prótesis”, entre otras. Con

ello, es posible notar que los términos “mano”, “control”, “mioeléctrica” y “gestos” son los más recurrentes y son la tendencia notable en el campo de estudio. Así mismo, se reconoce que la tecnología usada para la medición de señales fisiológicas hace uso de los sensores EMG y existe el reconocimiento de la importancia de un método de clasificación o reconocimiento de gestos para el control de la prótesis.

Tabla 4.

Número de patentes por país y su fecha de publicación.

Año	Perú	México	Nueva Zelanda	España	Colombia	USA	Italia	India	Total de patentes
2005	1	1							2
2012	1	1		2					4
2013						1			1
2016	3								3
2018						2	1		3
2019				2		2			4
2020		2				3			5
2021		1	1		1	2	1		6
2022		1				2	1	1	5
2023						2	1		3
Total de patentes	5	6	1	4	1	14	4	1	**36**

Revisando el detalle de la información se identifica la intención de protección por parte de las instituciones de educación superior de diversas partes del mundo, así como de las empresas privadas relacionadas al sector. La Tabla 4 muestra la cantidad de publicaciones realizadas por cada país y la cantidad de publicaciones realizadas por año hasta el 2023, respectivamente. Es notable un crecimiento en la cantidad de patentes entre el 2016 y el 2023; además, la cantidad

de patentes en Perú resalta por encima de Colombia, Italia, India, España y Nueva Zelanda, quedando casi a la par con México.

3.1.2. Análisis Bibliométrico

La estrategia de búsqueda para la revisión bibliográfica del área de estudio inició con la selección de cinco bases de datos ampliamente conocidas en el ámbito académico y usadas para este tipo de análisis. Se seleccionó la ecuación ideal de búsqueda: (((“transhumeral prosthesis” OR “transhumeral amputee”) AND “machine learning”) AND “3d printing”) y se realizó la búsqueda considerando la verificación en “All fields” y agregando en la búsqueda el término “Transradial amputee” de forma conveniente. Se realizó la consulta en las bases de datos Scopus, obteniendo 10 resultados; MDPI, donde se obtuvieron 14 resultados; IEEE Xplore, con 69 resultados; Web of Science, con 154 resultados y ScienceDirect con 312 resultados (IEEE Xplore, s/f; MDPI, s/f; ScienceDirect, s/f; Scopus, s/f; Web of Science, s/f).

Posteriormente se realizó un ajuste en la ecuación de búsqueda en dónde se consideró filtrar según el lenguaje “English”; tipo de documento “Article”; categorías “Engineering”, “Neuroscience” y “Computer Science”; y fecha de publicación desde el año 2016, ya que a partir de esa fecha hubo un incremento notorio en la cantidad de publicaciones por año. Además, se centró el estudio en las 3 bases de datos en las se obtuvieron mayor cantidad de artículos según la búsqueda inicial. Finalmente, se consideraron para el estudio 8 artículos de IEEE Xplore, 23 de ScienceDirect y 48 en Web of Science.

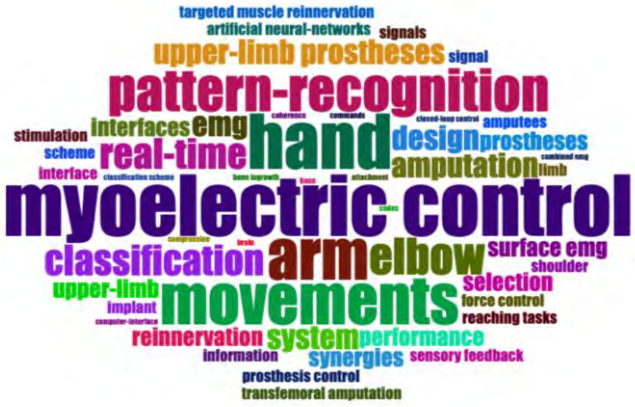
El procesamiento de la información se dió mediante el uso de las herramientas VOS Viewer y Bibliometrix. Para la generación de un mapa en base al texto recopilado de Web of Science usando VOS Viewer, se configuraron los siguientes parámetros: Number of occurrences of a term (7) y Number of terms to be selected (10). Con ello, solo se consideraron 28 términos que se redujeron a 17 seleccionados. Por otro lado, para la generación de un mapa basado en

información bibliográfica con la data de ScienceDirect e IEEEXplore se usaron los parámetros: Type of analysis (Co-authorship), full counting method y minimum number of documents of an author (2). La herramienta Bibliometrix se utilizó para visualización de la información obtenida de Web of Science y ScienceDirect a través de los gráficos: average scientific production, most relevant source, source groth, most relevant author, country scientific production, most frequent words, trend topics y Country collaboration map. Los resultados obtenidos se detallan en el Apéndice D, el resumen de la información se muestra a continuación:

Las áreas de investigación más relevantes según la revisión de Web of Science se podrían agrupar en dos: Un primer gran grupo que incluye los temas "prótesis", "amputaciones transhumerales", "mano", "brazo" y "pruebas en usuario" y un segundo grupo que comprende "sensores EMG", "precisión", "reconocimiento de patrones" y "sistema de control". Adicionalmente, otras palabras clave relevantes son: "redes artificiales neuronales", "interface", "control de fuerza". La figura 9, muestra la nube de palabras que incluye además otros términos auxiliares que también dan a conocer sub-temas y términos clave relevantes.

Figura 9.

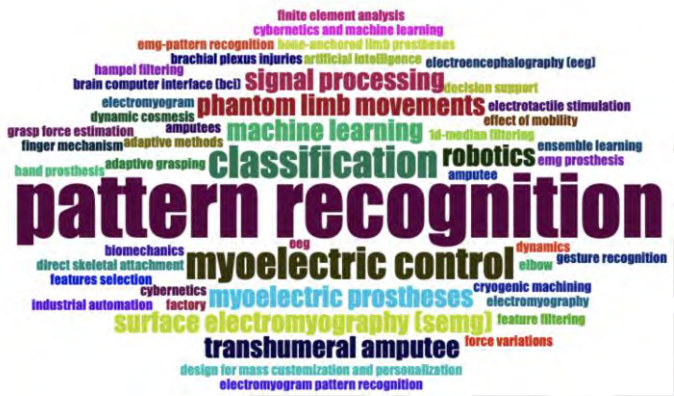
Nube de palabras de artículos consultados en Web of Science.



En Web of Science, la búsqueda resaltó el término “control mioeléctrico” como el más concurrente, seguido de “reconocimiento de patrones” y “clasificación”. Como palabras relacionadas, se identificó “machine learning”, “procesamiento de señales” y “electromiografía superficial (semg)”. De forma complementaria, la búsqueda de artículos en ScienceDirect señala como el término más recurrente a “reconocimiento de patrones”, por encima de “clasificación” y “control mioeléctrico”, figura 10. Además, su nube de palabras muestra otros términos relacionados, entre ellos: “reconocimiento de gestos”, “estimación de fuerza del agarre”, “interfaz cerebro computador”, entre otras.

Figura 10.

Nube de palabras de artículos consultados en ScienceDirect.



La cantidad de producción anual de artículos científicos se refleja en el análisis de revistas en Web of Science, en dónde se evidencia una reducción de la producción de artículos relacionados a prótesis de mano con control inteligente. En 2023, se concretaron 5 publicaciones, mientras que en 2018 se tuvo hasta 8. Complementaria a la producción de artículos, es relevante conocer la proveniencia de dichos documentos. Se identificó que el “Journal of Neuroengineering and Rehabilitation” ha publicado 5 artículos; mientras que revistas conocidas como “Sensors” ha publicado 3 y revistas más específicas en las áreas

complementarias de estudio, como la manufactura mediante impresión 3D, han publicado solo un artículo. Todas las fuentes comparadas se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5.

Fuentes más relevantes de artículos consultados en Web of Science.

Fuente	Cantidad de documentos
Journal of Neuroengineering and Rehabilitation	5
IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation	4
Frontiers in Neurorobotics	3
IEEE Journal of Translational Engineering in Health	3
Sensors	3
IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics	2
IEEE-ASME Transactions on Mechatronics	2
IET Cyber-systems and Robotics	2
Journal of Electromyography and Kinesiology	2
3D Printing and Additive Manufacturing	1

La cantidad de producción en artículos registrados en la plataforma Web of Science por país es liderada por Estados Unidos de Norte América, con una frecuencia de 53 artículos. En segundo lugar, sigue Suecia con 19 artículos y, en tercer lugar, Francia con 18. China, Pakistán y Japón también han desarrollado artículos relacionados en menor cantidad. La cantidad de artículos provenientes de ScienceDirect es menor, sin embargo tuvo un pico en el año 2020 y cuenta con al menos un artículo publicado por año.

En ScienceDirect, la revista con mayor cantidad de publicaciones es "Biomedical Signal Processing and Control" con 5 artículos por año. También la revista "Intelligent Systems with Applications" resalta debido a que ha publicado 3 artículos. Otras revistas, listadas en la Tabla

6, se centran en temas complementarios como: neurofisiología clínica, inteligencia artificial y computación blanda aplicada tienen una publicación.

Tabla 6.

Fuentes más relevantes de artículos consultados en ScienceDirect.

Fuente	Cantidad de documentos
Biomedical Signal, Processing and Control	5
Intelligent Systems with Applications	3
Computers in biology and Medicine	2
Medical Engineering & Physics	2
Procedia Computer Science	2
Applied Soft Computing	1
Clinical Neurophysiology	1
Computer Methods and Programs in Biomedicine	1
Computers & Electrical Engineering	1
Engineering Applications of Artificial Intelligence	1

La producción por fuente o revista ha ido en aumento desde el año 2020 a la actualidad. En ScienceDirect, revistas como "Medical Engineering & Physics" y "Biomedical Signal Processing and Control" registraron un promedio de un artículo por año en el 2017, y en 2023, las 5 revistas más importantes han publicado al menos 2 artículos.

De los artículos obtenidos de la IEEE Xplore, se identificó que los autores principales provienen del Institute of Intelligent Systems and Robotics, Sorbonne Université, Paris entre ellos se encuentran N. Martinet, N. Jarraé y A. Touillet. Los artículos de Web of Science resaltan a Nsugbe, E.; Ortiz-Catalan, M. y Jarressé, N. como los investigadores principales, quienes tienen al menos 4 publicaciones en el campo.

Realizando la consulta de autores en ScienceDirect, se distingue la presencia de tres grupos provenientes de la École Polytechnique de Montréal de la Université De Montréal en Canadá, la universidad The Chinese University of Hong Kong, University of Inglaterra y Chinese Academy of Sciences, Zhengzhou University y la Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences en China. Entre los autores más relevantes resaltan Guanglin, L.; Oluwarotimi, W.y Xiangxin, L. todos con una cantidad de al menos 5 publicaciones elaboradas. El resto de autores de los artículos recopilados cuenta con una producción máxima de 3 artículos en su totalidad.

3.1.3. Normas y Regulaciones

En el listado de normas, estándares y aprobaciones, existen algunas centradas en proteger al usuario frente a posibles fallos en la tecnología, otras que rigen el proceso de fabricación o gestión del mismo y algunas aprueban o restringen su comercialización en determinada región. Con la finalidad de identificar cuales son las normas y regulaciones a las cuales el producto en cuestión puede someterse se realizó una búsqueda de estándares nacionales e internacionales. Además, se realizó una revisión de aprobaciones asignadas a productos similares de diversas empresas del mundo, las cuales se describen con detenimiento en la subsección 2.2 Inteligencia Competitiva.

La búsqueda se realizó en las plataformas de las principales bases de datos de normativas y estándares internacionales: Organización Internacional de Normalización (ISO), Norma Técnica Peruana (INACAL Perú) y IEC System of Conformity Assessment Schemes for Electrotechnical Equipment and Components (IECEE) (IECEE, s/f; INACAL Perú, s/f; ISO, s/f-d). Se escogieron diversas palabras clave o frases de búsqueda, se seleccionaron los documentos más relevantes y se clasificaron en las siguientes categorías: “vocabulario”, “definiciones”, “proceso”, “compatibilidad biológica (CB)”, “compatibilidad electromagnética

(CE)", "baterías", "software" y "producto". La Tabla 7, muestra el resumen clasificado por categorías y cantidad de documentos de las normas encontradas y detalladas en el Apéndice E.

En primer lugar, para la búsqueda de las normas ISO se utilizaron las palabras clave "prosthesis", con la que se obtuvo 89 resultados en total y 12 resultados relevantes, y "prosthetics" con la que se obtuvo 25 resultados totales y se seleccionaron 7 como relevantes. Los resultados parciales señalaron que casi todas las normas seleccionadas como relevantes están orientadas a la descripción de términos y establecer definiciones (técnicas y/o médicas) y componentes de una prótesis. La norma ISO 22523 sí está centrada en prótesis, sus requerimientos y procesos de validación. Adicionalmente, se identificaron 3 normas en productos similares, las cuales indican que también es importante considerar el impacto ambiental del proceso de fabricación, ISO 14001:2015, la evaluación de riesgo biológico del usuario, ISO 10993-1:2018, y la aplicación de un método de gestión de la calidad, ISO 9001:2015.

En la búsqueda de estándares de la INACAL Perú, se utilizó una palabra clave general, "dispositivos médicos", con la cual se obtuvieron 28 resultados y se anotaron 11 como los más relevantes. Ocho de los documentos se refieren al cuidado a nivel biológico del usuario que debe cumplir producto; dos resultados se refieren a los sistemas de gestión de riesgos, NTP, y gestión de la calidad, NTP-ISO 13485:2017; y un resultado brinda indicaciones de simbología a usarse en la herramienta informativa brindada por el fabricante, NTP-ISO 15223-1:2023.

Por otro lado, en plataforma digital de la IEC System of Conformity Assessment Schemes for Electrotechnical Equipment and Components (IECEE) se pueden encontrar estándares referidos principalmente a sistemas electrónicos. En este caso, se realizó una búsqueda manual en la que se identificaron 3 normas: La IEC 60601-1, referida a requisitos generales de seguridad en compatibilidad electromagnética; la IEC 60601-1-2, complementaria y colateral

a la anterior; y la IEC 62133, referida al cuidado y seguridad de baterías para aplicaciones portátiles. Realizando una revisión de normas IEC aplicadas a productos similares se identificaron normas como la IEC 62366-1:2015, la cual comprende temas de usabilidad aplicada a dispositivos médicos, y las normas IEC 62304, IEC 82304, relacionadas al software de un dispositivo médico. También se identificó una norma reciente que busca incluir conceptos y validaciones de productos que hagan uso de Inteligencia artificial o aprendizaje de máquina, la norma IEC 63450 ED1 (2024).

Tabla 7.

Clasificación y cantidad de normas y estándares.

Estándar	Vocabulario	Definiciones	Proceso	CB	CE	Baterías	Software	Producto	Total
ISO	4	11	2	1	0	0	0	1	19
NTP	0	0	2	8	0	0	0	1	11
IEC	0	0	1	0	2	1	3	1	8
Total	4	11	5	9	2	1	3	3	38

Además de las normativas y estándares internacionales, es importante revisar otras consideraciones, recomendaciones o sellos de aprobación. Al igual que dispositivos electrónicos comerciales como los celulares, las prótesis pueden ser sometidas a evaluación para obtener aprobaciones especificadas en la norma IEC 60529, entre ellas la IP66, hermeticidad al polvo y chorros potentes de agua, y la IP67, hermeticidad al polvo y protección contra la inmersión en agua. Así mismo es posible considerar para el desarrollo tecnológico y para los aspectos comerciales las Normas de Ortoprotésica establecidas por la OMS (2017a, 2017b) las cuales brindan información acerca del producto, servicios relacionados al producto, políticas involucradas e información relevante respecto al equipo de trabajo o desarrollo. Además, debido a que la prótesis de mano puede considerarse un dispositivo médico,

aprobaciones y sellos reconocidos como la European Commission, brindada por la Unión Europea para certificar la seguridad e impacto ambiental de un producto para su comercialización en el Espacio Económico Europeo, y aprobación de la agencia de Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), la cual clasifica, evalúa y regula la comercialización de dispositivos seguros en el mercado norteamericano.

La comercialización a nivel nacional no exige las aprobaciones internacionales mencionadas anteriormente; sin embargo, existen otras regulaciones específicas que son aplicables. Las normativas legales vigentes del Perú deben tenerse en consideración, sobre todo aquellas relacionadas directamente a los dispositivos médicos. El INACAL Perú (2024) resalta una lista de normas técnicas aplicables a los dispositivos médicos para la aprobación de la comercialización de prótesis en el país. Así mismo, se establecen requerimientos para fabricantes y distribuidores, entre ellos la documentación técnica y las indicaciones de etiquetado.

Como parte de los requisitos, se exige el registro sanitario otorgado por la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID) para realizar actividades de fabricación, almacenamiento y comercialización de un dispositivo como la prótesis de mano. Dicho producto además debe obtener el Certificado de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), emitido por la misma entidad (El Peruano, 2023b).

3.2. Inteligencia Competitiva

El trabajo de inteligencia competitiva comprendió la búsqueda y descripción de proyectos relacionados a prótesis de mano existentes; los resultados de la búsqueda se seleccionaron y clasificaron en dos categorías: proyectos académicos e iniciativas sociales. Por otro lado, se identificaron empresas y startups qué trabajan con tecnologías similares. Así mismo, se realizó una comparación de aspectos comerciales de las empresas, incluyendo sus productos

principales, y se identificaron fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. En ambos casos se inició con la búsqueda de referentes internacionales y, posteriormente, nacionales.

3.2.1. Proyectos

En el ámbito académico, diversas universidades del mundo trabajan proyectos de investigación académicos en el campo de la ingeniería biomédica y puntualmente en el tema de prótesis de mano. La University of Minnesota sobresale con su desarrollo de una prótesis invasiva capaz de interpretar señales cerebrales, facilitando su uso. Además, ha creado una iniciativa empresarial, Fasikl, una startup dedicada a comercializar estos avances (University of Minnesota, 2022). Por otro lado, la Florida Atlantic University ha creado una mano protésica equipada con un sensor de metal líquido en las yemas de los dedos, permitiendo al usuario distinguir rugosidades mediante un procesamiento inteligente de datos, proporcionando así una retroalimentación precisa y útil (Galoustian, 2021). En New Castle University se ha empleado la inteligencia artificial para desarrollar un sistema que, en cuestión de segundos, analiza imágenes y calcula la posición de los dedos, permitiendo a las prótesis sujetar objetos de manera eficaz, incluso para aquellos que carecen de la habilidad para hacerlo (New Castle University, 2017). Estas instituciones demuestran un compromiso continuo con la excelencia en la investigación y el desarrollo de tecnologías que mejoran la calidad de vida de las personas con discapacidades.

Los proyectos de investigación no solo han derivado en la formación de startups o SpinOffs, sino también a iniciativas sociales o colaborativas entre universidades y empresas o universidades y entidades financieras. La University of Victoria, en Canadá, ha liderado proyectos innovadores en el campo de las prótesis, marcando una diferencia significativa en la vida de personas amputadas en todo el mundo. Victoria Hand Project inició en 2014 y se centra en el diseño y la fabricación de prótesis de mano impresas en 3D, que son accesibles y

altamente funcionales para aquellos que las necesitan. En colaboración con socios clínicos en 10 países, han brindado apoyo a más de 170 amputados, permitiéndoles una vida más independiente y plena mediante dispositivos protésicos que se adaptan a sus necesidades (Victoria Hand Project, s/f-b). Además, la Duke University ha contribuido al e-NABLE Prosthetic Hand STEM Project desde 2016, formando parte de una red global de donadores y creadores que trabajan en conjunto para desarrollar prótesis de mano de bajo costo (Duke eNable, s/f). Sus modelos de código abierto facilitan la replicabilidad del proyecto, promoviendo la accesibilidad a estas tecnologías vitales en todo el mundo.

Por otro lado, el Project "Auxilia" - Jaiden's Prosthetic Arm, liderado por la University of Akron en 2019 en Estados Unidos, se enfocó en crear una prótesis de brazo para Jaiden Foden, un niño de 15 años nacido con una afección genética que le dejó solo un brazo plenamente desarrollado. Este proyecto tenía como objetivo aumentar la independencia de Jaiden en sus actividades diarias, permitiéndole realizar tareas como cepillarse los dientes. La prótesis debía ser ajustable, asequible, liviana y portátil, además de cómoda y estéticamente similar a una mano. Su éxito podría no solo beneficiar a Jaiden, sino también reducir costos hospitalarios, brindar a personas con dificultades económicas acceso a tratamientos adecuados y ofrecer a los niños una prótesis que se adapte a su crecimiento, proporcionándoles mayor independencia y calidad de vida (Christopher et al., 2023).

En el país, un proyecto llamado “Dando una Mano” surgió del trabajo colaborativo entre la Pontificia Universidad Católica del Perú y una entidad privada del sector petroquímico con la finalidad de entregar 20 prótesis de bajo costo a personas de una comunidad de bajos recursos económicos. El proyecto busca que un equipo multidisciplinario diseñe y fabrique prótesis de activación mecánica y activación electrónica mediante el uso de un escáner 3D, para diseñar encajes a medida; un software propio de la universidad para agilizar el diseño paramétrico en

3D; e impresoras 3D, para fabricar los productos finales. En ambos tipos de prótesis la finalidad es tener un dispositivo funcional y que se conserve el aspecto y proporciones del resto de su cuerpo (Portal de Investigación PUCP, 2021).

3.2.2. Análisis de Competidores Comerciales

En la búsqueda de empresas reconocidas que desarrollan y comercializan prótesis de mano categorizadas como mioeléctricas se identificaron cinco empresas grandes, detalladas en la Tabla 8, cuyos productos son bien recibidos por los usuarios finales: Össur, Open Bionics, Ottobock, Steeper Group y Vincent Systems. Se realizó una exploración para obtener información técnica sobre sus productos y se recopiló información sobre las empresas (Open Bionics, s/f-b; Össur, s/f-b; Ottobock SE & Co, s/f-b; Steeper Group, s/f-b; Vincent Systems GmbH, s/f-a).

Todas las empresas mencionadas comparten características similares. Todas comercializan un producto que es controlado mediante el uso de sensores EMG y consideran la incorporación de un sistema de clasificación de gestos de cuatro opciones diferentes, como mínimo. La importancia del uso de una aplicación se remarca en empresas como Össur, Open Bionics y Steeper Group, ya que con ella es posible realizar la configuración inmediata del producto sin necesidad del acompañamiento de especialistas en la locación física del fabricante, además de ofrecer capacidades de personalización. Así mismo, todas han protegido sus creaciones tecnológicas y metodológicas mediante las patentes y autorías en países como Alemania, Canadá, Estados Unidos y en Europa. Las certificaciones de las empresas y sus productos son relevantes para la aprobación de la comercialización, entre ellas las normas ISO e IEC se aplican frecuentemente al producto, en dónde se evalúan: las emisiones electromagnéticas, el sistema de alimentación energética e incluso la gestión de procesos; por otro lado, las certificaciones de resistencia a la corrosión y resistencia al agua son valoradas. La

diversificación de productos de cada empresa también es un factor común. Además de vender prótesis de mano mioeléctricas, también comercializan artículos como órtesis, módulos complementarios para las prótesis; algunos complementos son: muñecas, encajes, entre otros y accesorios de personalización como carcasas intercambiables (Open Bionics, s/f-a; Össur, s/f-a; Ottobock SE & Co, s/f-a; Steeper Group, s/f-a; Vincent Systems GmbH, s/f-b).

Las empresas identificadas fueron fundadas antes del año 2000, a excepción Open Bionics, la cual se fundó en el 2014. Ello marca una diferencia en la cantidad de patentes protegidas por propiedad intelectual, así como la diversificación de productos, ya que la empresa solo comercializa prótesis de mano, más no en prótesis de miembros inferiores, como Össur, Ottobock o Steeper Group. Otra diferencia notable es la implementación de tecnologías centradas en la articulación de la muñeca de la prótesis, así como la diferenciación de marcas que ofrecen un producto en tallas o medidas distintas.

El plazo de validez de la garantía difiere según cada empresa. Össur ofrece una garantía de 2 años por el producto, al igual que Ottobock, mientras que Open Bionics y Steeper Group ofrecen 5 años de garantía. Solo Open Bionics y Ottobock ofrecen una garantía especializada en la batería. Finalmente, los precios oscilan entre los $30,000 dólares americanos y los $100,000 dólares americanos en casi todas las empresas, a excepción de Open Bionics, cuyo producto está valorizado en un rango de $10,000 dólares americanos y los $20,000 dólares, más accesible en comparación con las empresas más antiguas (Nanalyze, 2019; Orthexo, s/f; Robots, s/f; Unlimited Tomorrow, s/f-b; VintageNVShop, 2023).

Tabla 8.

Competidores comerciales.

	Össur	Open Bionics	Ottobock	Steeper Group	Vincent Systems

País	Escocia	Reino Unido	Reino Unido	Reino Unido	Alemania
Inicio	1971	2014	1919	1962	1998
Producto	I-Limb	Hero Arm	Bebionic	Myo Kinisi	VINCENTevolution4
Funciones	- Aplicación	Rotación de muñeca Aplicación	Rotación de muñeca -	- Aplicación	- Aplicación
Gestos	36	6	14	4	14
Tallas	XS, S, M, L		S, M		XS,S,M,L,XL
Costo	$100,000	$10,000 - $20,000	$30,000 - $40,000	-	Superior a $50,000
Garantía	24 meses	5 años (producto), 12 meses (batería)	2 años (producto), 12 meses (batería)	5 años (producto)	-
Otros productos	Accesorios prótesis Artículos de terapia Órtesis Prótesis inferiores	Accesorios prótesis	Accesorios prótesis Otros módulos de la prótesis Órtesis Prótesis inferiores	Accesorios prótesis Otros módulos de la prótesis Órtesis Prótesis inferiores	Accesorios prótesis Otros módulos de la prótesis Software Otras prótesis

En el país y la región no se ha identificado una empresa que desarrolle tecnología en prótesis y que sea considerada como competitiva en el mercado local. Ortopedia Wong es una empresa con más de 40 años de existencia que se dedica a la confección de prótesis y órtesis, además de la venta y alquiler de productos relacionados al bienestar y rehabilitación. Esta empresa vende prótesis estéticas y biónicas para adultos, las cuales son comerciales y no se adaptan a la antropometría de los usuarios. Sus precios oscilan entre los $10000 y $15000 dólares americanos (Ortopedia Wong, 2023; Robots, s/f). Pese a que la empresa no se dedica a

actividades de desarrollo, existen empresas pequeñas de alcance local que sí lo hacen y se analizarán en la siguiente sección (Innova Spain, 2022; Perú 21, 2019).

3.2.3. Análisis de Startups

En el mundo se han identificado gran variedad de Startups centradas en prótesis de mano de accionamiento electrónico, algunas cuya ventaja competitiva es la funcionalidad u otras cuya característica principal es la estética. Entre ellas se encuentran las empresas Unlimited Tomorrow, empresa fundada en 2014 que fabrica prótesis de mano de bajo costo; Esper Bionics, empresa fundada en 2020 cuyo enfoque es la funcionalidad y diseño de la prótesis; y Atom Limbs, una Startup con potencial de crecimiento cuyo producto comercial aún está en desarrollo para su producción en masa. Sus precios oscilan dependiendo de la complejidad técnica del producto: Unlimited Tomorrow posiciona su prótesis TrueLimb en cerca de $8000 dólares americanos (Unlimited Tomorrow, s/f-b), mientras que los productos de Atom Limbs y Esper Bionics están costeados en $20000 dólares americanos (BBC, 2024; VOA News, 2023).

Con la finalidad de reconocer las características principales de cada empresa se realizó una descripción de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que definen a cada empresa. Un resumen representativo de la información se muestra en la Tabla 9 y el detalle de cada análisis se muestra en el Apéndice F. Unlimited Tomorrow es una empresa de origen norteamericano que cuenta con un producto no diversificado en el cual se centran todas las acciones de investigación y desarrollo, actividades que se potencian gracias a la participación y colaboración de empresas grandes como HP. Así mismo, ha logrado crear un producto certificado por la FDA que ha alcanzado la internacionalización de más de mil unidades. Debido a que no tiene tantos años en el mercado al igual que empresas competitivas como Ottobock, la cantidad de recursos limita sus actividades (Unlimited Tomorrow, s/f-a).

Tabla 9.

Análisis FODA de Startups.

	Aspectos	Unlimited Tomorrow	Esper Bionics	Atom Limbs
Fortalezas	Producto certificado por FDA	✓	✓	
	Tecnología novedosa	✓	✓	✓
	Tecnología personalizada	✓	✓	✓
	Comunidad de usuarios	✓	✓	
	Partners estratégicos	✓	✓	
Oportunidades	Nuevos desarrollos a futuro			
	Visibilidad internacional	✓	✓	
	Precio diferenciado o financiamiento	✓	✓	
Debilidades	Recursos limitados por tamaño de la empresa	✓	✓	✓
	Tecnología de alto costo	✓	✓	✓
	Empresa es nueva en el mercado	✓	✓	✓
	Aún no inicia operaciones			✓
Amenazas	Competidores con precios inferiores		✓	✓
	Regulación para comercialización	✓	✓	✓

Esper Bionics es otra empresa norteamericana cuyo producto de alta funcionalidad ha sido reconocido por la FDA. Su tecnología incorpora el uso de técnicas de autoaprendizaje que permiten adaptar el producto a cada usuario. La empresa ha formado relaciones importantes con entidades internacionales de financiación y de alcance para la comunidad con la condición de discapacidad. Además de comercializar prótesis de mano también producen accesorios para personas con otras condiciones como parálisis corporal. Sin embargo, debido a que es una empresa nueva en el mercado, no tiene el mismo reconocimiento internacional al igual que empresas más antiguas, lo cual sumado al alto costo de su producto limita su adquisición (Esper Bionics, s/f).

Atom Limbs se presenta como una Startup que propone un producto novedoso, altamente tecnológico y de precio competitivo. La propuesta conceptual de su producto ha logrado la

preventa de más de nueve mil unidades en el mundo, el cual proponen fabricar en masa tras alcanzar el financiamiento necesario, y la recaudación de fondos por parte de entidades financieras de alto nivel. Se destaca la participación de miembros directivos con amplia experiencia en Startups y empresas exitosas en el mundo, cuyo conocimiento comercial y red de contactos potenciarán el crecimiento de la empresa. Pese a contar con un producto de bajo costo, en comparación con la competencia, su producto sigue siendo costoso para los usuarios finales, por lo que esa sería una dificultad en la comercialización del producto. Además, la plataforma WeFounder menciona que pese a las varias rondas de recaudación con cifras positivas aún se necesita mayor cantidad de fondos (Atom Limbs, s/f; WeFounder, s/f).

Además de conocer las características de cada Startup, es importante identificar qué pasos fueron fundamentales para el crecimiento de las empresas. Se identificaron acciones clave en las empresas Unlimited Tomorrow y Esper Bionics, respectivamente. En el caso de la primera, se tuvo un inicio previo a la fundación con la participación activa en el campo de la tecnología de uno de los miembros fundadores. Más adelante, la alianza con Tony Robbins permitió no solo fundar la empresa sino también direccionar la planificación; tres años más tarde, se logró desarrollar un producto enfocado en una usuaria, proyecto para el cual se sumó una empresa importante, Microsoft. En 2018 se logró realizar una ronda de crowdfunding que recaudó una suma de un millón de dólares y la obtención de una impresora 3D de alta calidad de HP. Es así como en el año 2020 se presentó el primer producto comercial de la empresa, la prótesis TrueLimb, la cual debido a su bajo costo y alcance a los usuarios permitió el posicionamiento a nivel mundial de la empresa.

Por otro lado, Esper Bionics tuvo un crecimiento diferente. El equipo inicial logró ganar un concurso internacional, Vernadasky Challenge, dónde obtuvieron más de $50,000 dólares americanos en el año 2019. Con dicho fondo se pudo trabajar en el desarrollo de un prototipo

probado en la primera usuaria, lo cual permitió que se fundara oficialmente la empresa. Durante el año 2021 y 2022 se logró obtener la aprobación de la FDA para su comercialización y se inició una etapa de difusión y expansión de la empresa. Es así como Esper Bionics logró participar en ferias internacionales como la CES2022 y obtener reconocimientos por su producto. Así mismo, se abrieron oficinas en New York y Berlín. En 2023 se obtuvo la aprobación de la Institución para Fijación de Precios, Análisis de Datos y Codificación (PDAC) para su integración como producto entregado a través de compañías aseguradoras en Estados Unidos.

En la nación peruana se identificaron tres Startups que se dedican al desarrollo y comercialización de estos productos. En comparación con empresas de alcance internacional mostradas anteriormente, cuya información relevante está disponible en línea, las Startups locales se describen en base al producto que ofrecen. Todas diseñan prótesis que capturan información del cuerpo mediante sensores para el posterior accionamiento de la mano protésica. Un resumen de la información se muestra en la Tabla 10.

La empresa Pixed Corp es una Startup dedicada a la realización de prótesis para adultos y niños. A la fecha ha podido recaudar financiamiento de plataformas locales como Kunan, ha logrado colaboraciones con empresas grandes como 3D Rey y ha sido reconocida por instituciones como Protagonistas de Cambio UPC. Su producto cuenta con capacidad limitada para personalizar o configurar el agarre de objetos y tiene un costo relativamente alto; como referencia, su prótesis mecánica tiene un costo de aprox S/.6000 soles (Fundación WIESE, 2019; Perú 21, 2019).

Tabla 10.

Comparación de empresas locales.

Atributos	Pixed Corp	KYP Bioingeniería	Lat Bionics
Usuarios	Adultos, niños	Adultos	Adultos
Otros productos	-	Prótesis de pierna	-
Fondos	Kunan y Rey 3D Protagonistas del Cambio UPC 2018	Pró Innovate	-
Soluciones	Prótesis mecánicas (adultos)	Prótesis estéticas	Prótesis mecánicas
	Prótesis Biónicas (niños)	Prótesis Biónicas	Prótesis Biónicas
Forma	Genérica	No antropométrica	Antropomórfica y antropométrica
Nivel de amputación	Mano, transradial	Dedo, mano, transcarpiana parcial de mano, transradial	Dedo, mano, transcarpiana, parcial de mano, transradial, transhumeral
Agarre regulable por el usuario	No	No	Sí
Costo aproximado	S/.6000 (mecánica)	S/.8000 (mecánica) S/.42000 (biónica)	S/.3000 (mecánica) S/.9000 (electrónica)

Por otro lado, KYP Bioingeniería es una empresa que lleva más años en el sector; sin embargo, recientemente ha iniciado el desarrollo en prótesis biónicas completas o parciales dependiendo del nivel de amputación gracias al fondo concursable del estado ofrecido por Pro Innovate. Se enfoca en el desarrollo de prótesis para público adulto cuyo diseño es antropomórfico más no antropométrico y su costo de adquisición es productos de miembro superior es cercano a los S/.8000 soles en prótesis mecánicas y S/.42000 soles en prótesis mioeléctricas, según sus información adquirida mediante canal de atención por mensajería directa (KYP Bioingeniería, s/f).

Finalmente, Lat Bionics, empresa fundada por investigadores de la PUCP, se dedica a la fabricación y desarrollo de prótesis mecánicas y eléctricas para adultos. Sus productos resaltan por la capacidad del equipo para crear una prótesis que conserve la forma y dimensiones del usuario real en casi todos los niveles de amputación de miembro superior, además del bajo costo de sus productos, S/.3000 soles en su modelo mecánico y S/.9000 su modelo electrónico sin sensores, aproximadamente (La Voz de Perú, 2022; TED, 2022). Al igual que en Pixed

Corp, uno de los miembros fundadores de la empresa ha sido reconocido internacionalmente en The Royal Academy of Engineering's Leaders in Innovation Fellowships (LIF).

Capítulo 4: Diseño del Plan Comercial

En este capítulo se desarrolla y justifica el diseño del plan comercial orientado a la creación de una empresa. Para la comercialización del producto, existen diversos escenarios, entre ellos: la posibilidad de colaborar con la empresa Lat Bionics, formar una empresa de base tecnológica con origen en la PUCP y crear una empresa nueva con los integrantes del proyecto PUCP. Sin embargo, este trabajo considera la creación de una empresa nueva con integrantes del proyecto PUCP, debido a que Lat Bionics se centra en productos de bajo costo y la universidad aún se encuentra en proceso de desarrollo de los lineamientos definitivos para la conformación de una SpinOff (Modelo de Contrato para Spin Off - PUCP, 2021).

Inicialmente se describe la propuesta de valor a través de la identificación del usuario, la revisión de su mapa de valor y el ajuste propuesto al producto. Posteriormente, se detalla el modelo de negocio según el Business Model Canvas. Finalmente, se desarrollan los planes de marketing y el financiero.

4.1. Propuesta de valor

La propuesta de valor para el usuario se describe mediante la definición del perfil de usuario, la identificación de los componentes del mapa de valor y acomodando la propuesta de producto comercial a las necesidades y posibilidades del usuario.

4.1.1. Perfil del usuario

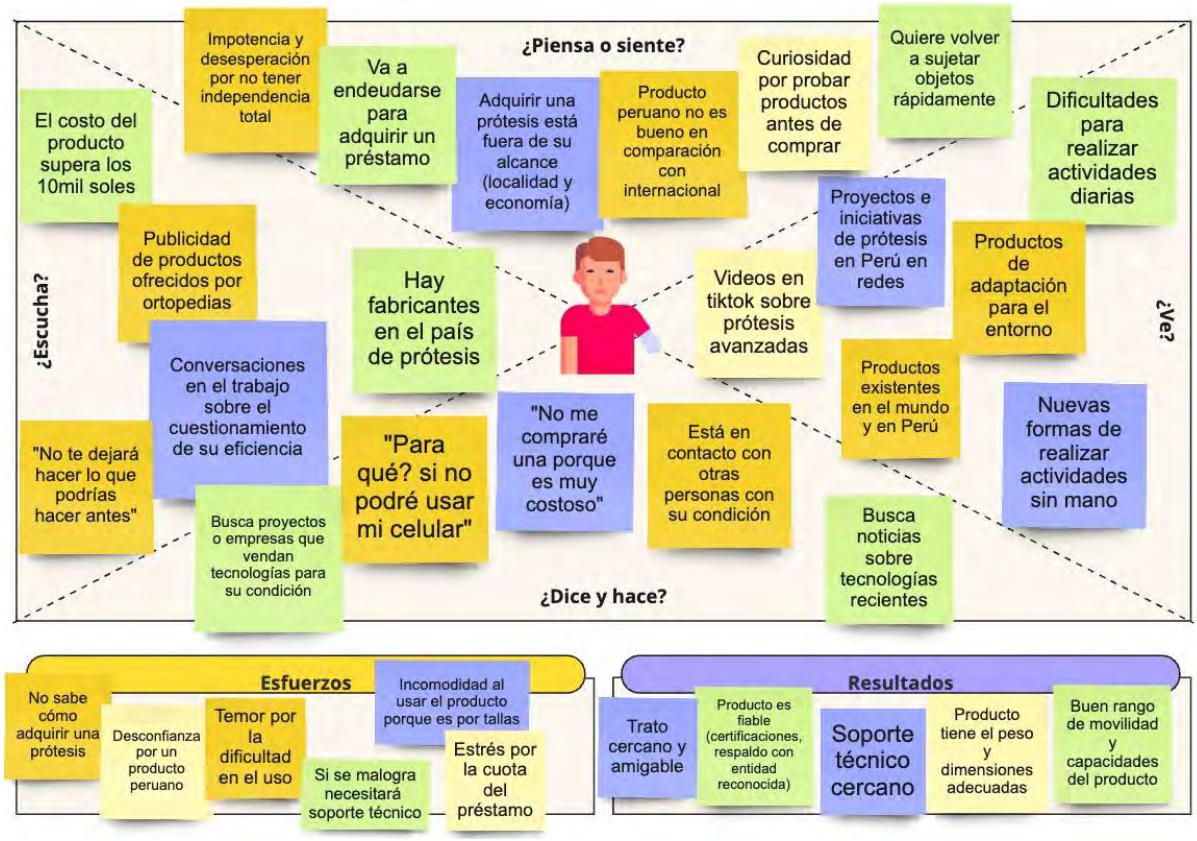
La elaboración del perfil de usuario permite entender qué necesita y cómo se comporta en su día a día (Haaso Plattner Institute of Design at Stanford, s/f). La empatía entre el usuario y el diseñador es fundamental para entender al usuario, ya que la información recopilada influye en el proceso de diseño (Wright & McCarthy, 2008). El mapa de empatía es una herramienta

creada por XPLANE que permite diseñar rápidamente un perfil de cliente comprendiendo su información y entorno (Osterwalder & Pigneur, 2009; XPLANE, s/f).

Inicialmente, se realizó una búsqueda de los requerimientos y opiniones de usuarios de prótesis de mano a nivel global (L. Resnik et al., 2019; Salminger et al., 2022b; Zahedi, 2021). Esta información fue contrastada y corroborada con los datos obtenidos a partir de una revisión del mapa en compañía de un potencial usuario. La figura 11 presenta el mapa de empatía, centrado en una persona con amputación de mano a causa de un accidente laboral. Esta persona es un padre de familia clasificado en el nivel socioeconómico NSE E (Ipsos, 2020), con experiencia previa en el uso de prótesis mecánicas de bajo costo, y actualmente empleado en un almacén.

Figura 11.

Perfil del cliente.



En resumen, se puede ordenar la información con los enfoques emocional, de producto y de la empresa:

Factores Emocionales. Tiene esperanza sobre una prótesis que se ajuste a sus necesidades, forma del miembro y presupuesto; sin embargo, no confía en la calidad de los productos locales. La necesidad lo ha llevado a considerar endeudarse para adquirir una prótesis de calidad.

Expectativas del Producto. El usuario anhela una prótesis de precio asequible que permita reincorporarse rápidamente a sus actividades diarias. Así mismo, espera que su prótesis sea funcional y tenga las certificaciones correspondientes para asegurar su inversión.

Expectativas de la organización. Antes de realizar la compra, preferiría informarse sobre qué opciones tiene y poder probar los productos. Así mismo, espera que la empresa tenga cercanía para temas de soporte técnico con su producto.

4.1.2. Mapa de Valor

La propuesta de valor se puede describir como una herramienta que permite ofrecer mayor valor a un grupo de clientes (Payne et al., 2017a). Ello se logra mediante la participación del cliente en el proceso de creación de valor, lo cual puede modelar aspectos económicos o de servicio (Kirchberger et al., 2020). La importancia de analizar y segmentar el mercado según las necesidades del cliente, permite encontrar oportunidades en cada segmento y encontrar el valor que debe ofrecer la estrategia de negocio (Lanning & Michaels, 1988).

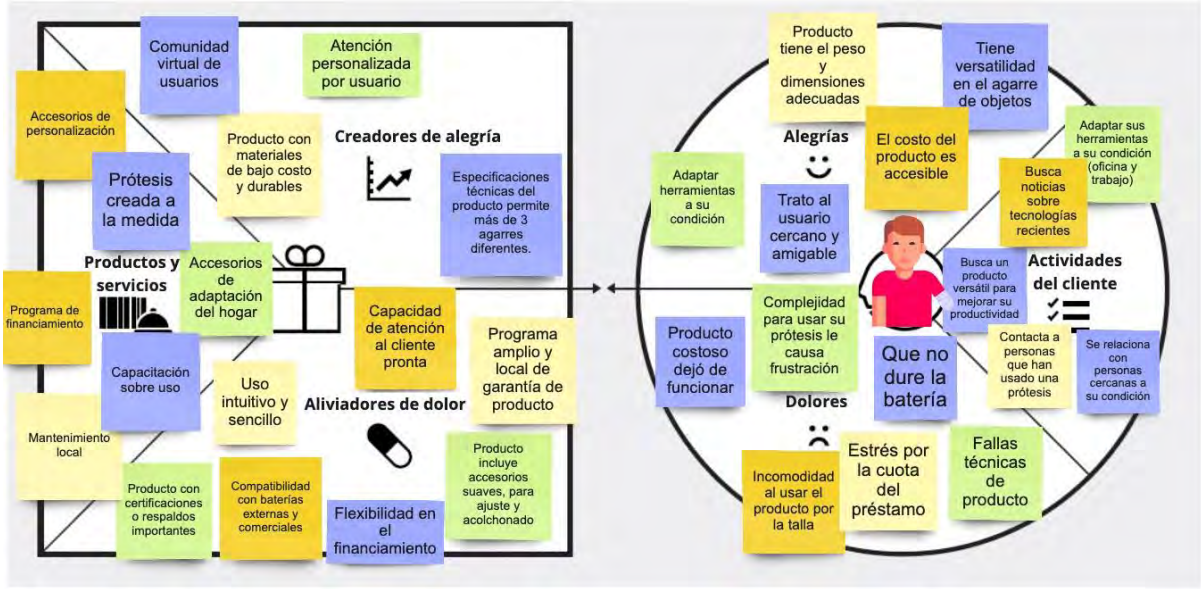
La propuesta de valor se puede presentar mediante una herramienta propuesta por Osterwalder. Este lienzo describe la relación de la organización con el usuario y lo divide en dos partes: el mapa de valor y el perfil del cliente (Osterwalder et al., 2015). El perfil del cliente permite describir las actividades laborales y no laborales de la persona, los dolores o frustraciones derivadas de las acciones del usuario y los resultados esperados indicados como alegrías. Por

ejemplo, un estudio de caso aplicado a una clínica validó la importancia de analizar la propuesta de valor. Sin necesidad de conocer otros modelos de negocio existentes en el sector, el equipo pudo diseñar ofertas de servicio atractivas para cada segmento de cliente (Sibalija et al., 2021).

La figura 12 muestra el mapa de valor completo considerando que en la sección inferior del perfil del cliente, dónde se indican los dolores, se habla del usuario tras haber adquirido la prótesis.

Figura 12.

Mapa de valor para el cliente.



Al igual que en el mapa de empatía, se reordena la información según los enfoques emocionales, de producto y de la empresa:

> **Factores Emocionales.** El usuario se siente cómodo al recibir un trato amigable y cercano así como beneficiado por tener la posibilidad de adaptar no solo su producto sino también su entorno (hogar, oficina) con los accesorios adicionales. Por otro lado, se puede sentir frustrado al ver que se le hace complicado el uso de la prótesis o si el

producto deja de funcionar por alguna falla técnica. El estrés por el financiamiento del dinero solicitado para adquirir el producto podría ser una preocupación adicional.

Expectativas del Producto. La persona busca un producto versátil que mejore su productividad y se adapte a su estilo de vida. Se espera que la prótesis sea de costo accesible y dure en el tiempo (en batería interna y acabado externo de la carcasa), así como que tenga la capacidad de ejecutar diversos tipos de agarres.

Expectativas de la organización. El usuario está en búsqueda de un producto de calidad respaldado por certificaciones, que esté asociado a un plan de financiamiento. Además, se requiere contar con atención inmediata para la solución de problemas eventuales mediante la atención al cliente y una garantía amplia.

4.1.3. Ajuste del producto

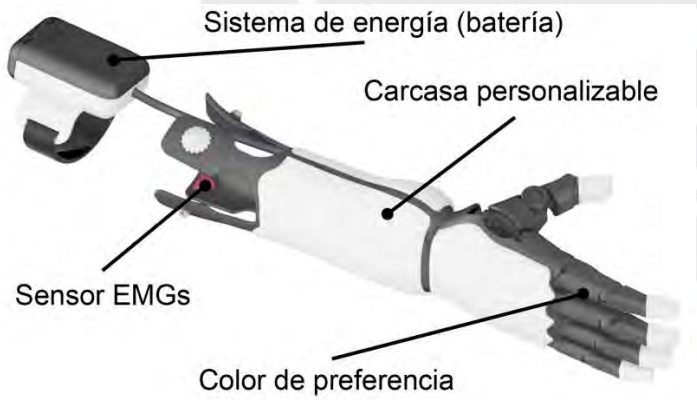
El producto consiste en una prótesis de mano inteligente, diseñada a medida y fabricada con materiales de bajo costo. Su funcionamiento se basa en componentes electrónicos protegidos contra el entorno exterior y en un sistema de inteligencia artificial que filtra las señales electromiográficas del usuario para optimizar su uso. Además, la prótesis es personalizable en cuanto al color externo, permitiendo adaptarse al gusto e identidad del usuario.

La colaboración entre investigadores y usuarios finales tiene impactos positivos para la adopción del producto; por ejemplo, las encuestas y entrevistas permiten que los investigadores conozcan las necesidades y expectativas (Slattery et al., 2020). Por ello, se aplicó una encuesta dirigida a personas con la condición de discapacidad de mano en dónde recopiló información acerca de condiciones económicas y expectativas de uso del producto. Con la finalidad de que este producto sea comercial, se planteó una adaptación del producto del laboratorio con componentes comercialmente accesibles y con buena relación precio-calidad.

La adaptación del producto consistirá en el cambio de los componentes y materiales usados para la creación del producto para lograr la reducción del costo total de adquisición y facilitar su fabricación en cantidad. De este modo, las modificaciones comprendieran el cambio de los sensores a unos comercialmente más accesibles, los sensores MyoWare 2.0 de Advancer Technologies o los sensores EMG Gravity Sensor de OYMotion; se transferirá y modificará el programa creado para el filtrado de señales mediante el algoritmo de machine learning Random Forest para que pueda ser ejecutado en una placa de desarrollo compacta como la Raspberry Pi, en lugar de una computadora portátil potente; y se usará adaptará el diseño para la fabricación de la carcasa externa en material PLA+ de Esun, debido a que es un filamento comercial con gran variedad de colores disponibles que permite obtener piezas con una resistencia adecuada para su uso en prótesis (Advancer Technologies, s/f; Briouza et al., 2022; DF Robot, s/f; Esun, s/f; Raspberry Pi, s/f; Robinson et al., 2018).

Figura 13.

Propuesta de diseño adaptada a los requerimientos y preferencias del usuario.

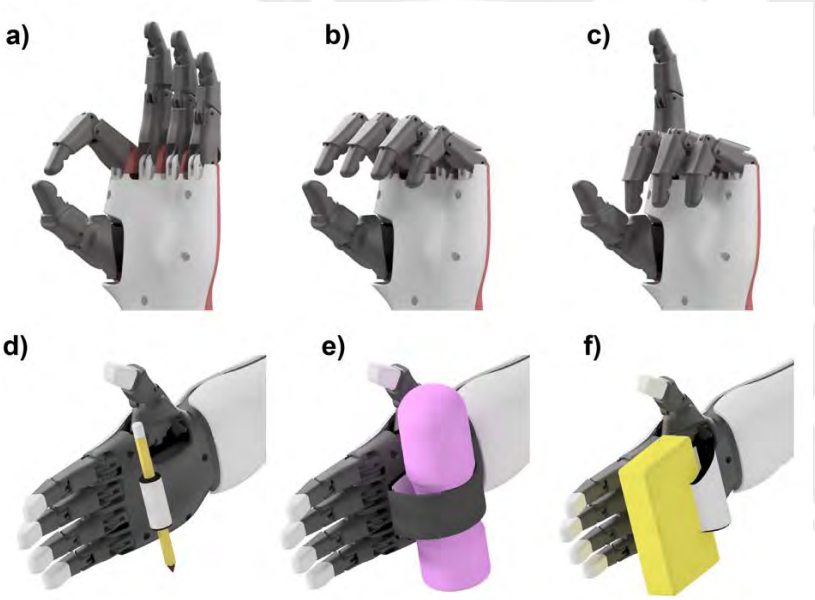


Según la información recopilada en la encuesta a usuarios, se rescata la importancia de la funcionalidad del producto. Debido a que las capacidades de la prótesis actual son limitadas, se responde a la preferencia de los usuarios por tener la posibilidad de contar con un sistema que permita la sujeción de diversos objetos con la implementación de dos accesorios de

sujeción colocados en la palma. Así mismo, se resalta la preferencia por un producto personalizable en aspecto estético. En comparación con los resultados de la vigilancia tecnológica, el producto propuesto está a la altura de los productos comerciales existentes y hace uso de las tecnologías en tendencia en investigaciones recientes; así mismo, el equipo de investigación contribuye con estudios en el campo de las prótesis que trabajan con inteligencia artificial. Las modificaciones propuestas del diseño adaptadas a los requerimientos y preferencias del usuario se muestran en la figura 13. El detalle de las preferencias de los usuarios se encuentra en el Apéndice H.

Figura 14.

Tipos de agarre y sujeción de objetos.

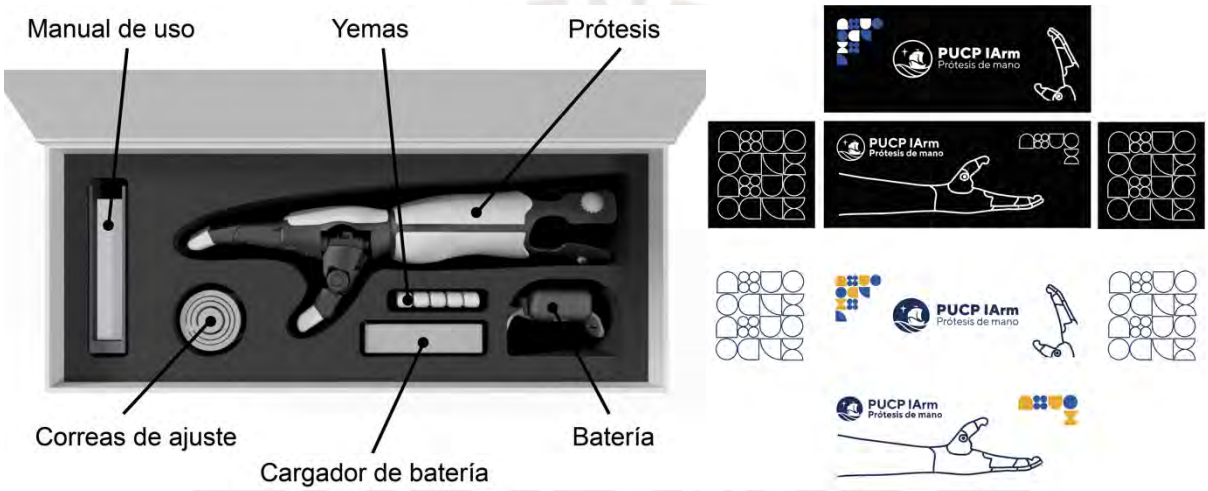


Esta prótesis es capaz de ejecutar los siguientes tipos de gestos: agarre pinza, agarre cilíndrico y apuntar con índice. Así mismo, mediante el uso de adaptadores desmontables es posible sujetar: lápices, objetos cilíndricos de gran diámetro y objetos prismáticos de gran tamaño. La figura 14 muestra a la mano protésica sujetando los objetos mencionados anteriormente.

Así mismo, se propone la implementación de un empaque para el producto que contenga y proteja a todos los componentes que son necesarios para su uso inmediato y prolongado por parte de los usuarios. El nombre propuesto por el equipo de desarrollo para la prótesis es "PUCP IArm" y el diseño se realizó en base a la Guía de estilo PUCP (2021b). El detalle interior y exterior del empaque propuesto se muestra en la figura 15.

Figura 15.

Empaque propuesto para la prótesis.



4.2. Modelo de Negocios

Con la identificación de las características del usuario, la propuesta de valor y las modificaciones del producto es posible elaborar el modelo de negocios.

4.2.1. Business Model Canvas

La propuesta de valor puede verse a nivel empresarial, con un enfoque interno; a nivel del segmento de clientes, desde el área de marketing; y a nivel individual, desde un enfoque de ventas (Payne et al., 2017b). Así mismo, la definición del segmento de clientes, la identificación de procesos, plantear un modelo de ingresos y las relaciones con actores

importantes conforman la base para elaborar estrategias para segmentos de clientes (Payne et al., 2020).

Figura 16.

Modelo de Negocio según Modelo CANVAS.

La propuesta de modelo de negocios se puede describir según el modelo Business Model Canvas. La herramienta propuesta por Osterwalder consta de 9 módulos con los que se describen los componentes de una empresa cuyos objetivos principales están ligados a la creación, oferta y captación de valor (Osterwalder & Pigneur, 2009). La figura 16, muestra el lienzo del modelo de negocio planteado para la creación de la empresa.

Los componentes del modelo se describen en orden:

> **Segmentos de Mercado.** Los compradores pueden ser adultos, familiares de usuarios y empresas. Los principales compradores son los usuarios adultos, quienes se pueden dividir en aquellos que buscan un producto personalizado en diseño o personalizado según capacidades de uso y en personas que buscan usar un modelo base estándar. En

segundo lugar, se encuentran los familiares de usuarios, quienes pueden ser los apoderados de un joven menor de edad o un familiar adulto mayor. Finalmente, empresas pueden adquirir el producto. Un centro de rehabilitación y terapia puede adquirir el producto para añadirlo a su catálogo de soluciones en prótesis; una empresa puede financiar el costo de producto para un trabajador mediante el área de recursos humanos o público específico externo mediante su área de responsabilidad social.

Propuestas de Valor. La accesibilidad al producto está asegurada gracias a su costo competitivo (S/. 11,400) y a un programa de financiamiento flexible que permite adquirir la prótesis en cuotas de 3 a 12 meses, con un pago inicial del 26.32%, según lo indicado en la encuesta. La prótesis está diseñada para facilitar la realización de AVD, como la sujeción de objetos (botellas, cubiertos, monedas), el transporte de elementos de un lugar a otro (libros, bolsas), e incluso para apoyar el cuerpo. Su diseño se adapta a las medidas individuales de cada usuario y permite personalizar tanto la forma como el color según las preferencias del cliente. Además, se incluyen accesorios funcionales que optimizan la sujeción y la ejecución de tareas específicas, así como accesorios estéticos que complementan la apariencia física de la prótesis. La calidad del producto está garantizada, debido a que la tecnología se desarrolló considerando las regulaciones y normativas tanto nacionales como internacionales. Asimismo, el servicio al cliente incorpora un enfoque ocupacional y terapéutico antes y después del uso de la prótesis, y se refuerza con una sólida política de soporte postventa.

Canales. Los canales seleccionados se definieron con dos objetivos: Contar con canales de promoción, y venta del producto, y el soporte post venta. Los canales digitales seleccionados son las redes sociales populares (Facebook, Instagram y Tiktok) y el canal de atención técnica (telefónica y por mensajería en whatsapp). En canales físicos

se consideran la tienda física para la venta directa y demostraciones de productos, la atención en el local para brindar soporte técnico (preventivo y correctivo) y la participación en eventos nacionales e internacionales para la promoción y venta de productos. Además, se forman alianzas en colaboración con empresas y entidades del sector salud.

Relaciones con Clientes. La relación se da mediante la atención en soporte, la interacción con la comunidad y el trato del cliente. En el soporte post venta, se brinda una atención oportuna con un corto tiempo de respuesta mediante los canales presenciales y virtuales; así mismo, se cumplen y respetan las garantías y plazos establecidos. En relación a la comunidad, la empresa busca crear una comunidad activa en redes sociales con la finalidad de tener interacción con ellos y recoger comentarios y opiniones de sus usuarios y potenciales usuarios. La relación con los clientes se da de forma personalizada y mantiene en confidencialidad la información de los mismos.

Fuentes de Ingresos. La venta directa del producto es la principal fuente de ingresos. Posterior a ello, se dan los casos mantenimiento y/o de renovación del mismo. De forma complementaria, se comercializan accesorios de personalización y complementos (carcasas, sujetadores). El financiamiento otorgado a los usuarios proporciona ingresos adicionales más allá del costo del producto, ya que incluye el costo de los intereses generados, constituyéndose así en una fuente de ingresos. En el caso de colaboraciones con empresas, estas pueden: financiar el costo de un lote de productos, ser parte de los aliados comerciales o ser patrocinadores; las dos últimas opciones incluyen la colaboración en branding del producto. Finalmente, se considera a largo plazo la posibilidad de licenciar la tecnología con otras empresas locales bajo contrato (Contrato para Licenciamiento PUCP, 2021).

Recursos Clave. La inversión económica es el principal recurso necesario para iniciar. Parte de la inversión permitirá la adquisición de equipos de hardware, software y maquinaria necesaria para la fabricación de la máquina. Así mismo, se necesita un personal orientado a la fabricación y manufactura del producto con experiencia y conocimiento en el campo (electrónica embebida, diseño de productos, modelado 3D, mecatrónica). Un equipo encargado del soporte técnico y atención al cliente también es requerido. La propiedad intelectual de los subsistemas del producto es importante; con la finalidad de proteger las creaciones de la empresa la Oficina de Propiedad Intelectual de la universidad apoyará a las actividades de protección de los sistemas de interfaz para el usuario, el sistema integral de la prótesis y su software de inteligencia artificial en INDECOPI y en un futuro cercano en una plataforma internacional como LATIPAT o WIPO (EPO, s/f-b; INDECOPI, s/f; WIPO, s/f). Finalmente, la comunidad de usuarios es vital para el funcionamiento de la empresa, ya que sus miembros son los principales difusores de la tecnología y los usuarios que brindarán retroalimentación para la mejora y evolución de los productos ofrecidos.

Tabla 11.

Estándares identificados para el producto.

Categoría	Norma	Descripción
Producto	IEC EN 60601-1-1	Equipos electromédicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad. Sección 1: Normas colaterales. Requisitos de seguridad para sistemas electromédicos.
	IEC EN 60601-1-2	Equipos electromédicos. Parte 1-2: Requisitos generales para la seguridad básica y características de funcionamiento esencial. Norma colateral: Perturbaciones electromagnéticas. Requisitos y ensayos.
	IEC EN 60601-1-6	Equipos electromédicos. Parte 1-6: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial. Norma colateral: Aptitud de uso.
	IEC EN 60601-1-11	Equipos electromédicos. Parte 1-11: Requisitos generales para la seguridad básica y el funcionamiento esencial. Norma colateral: Requisitos para el equipo

		electromédico y el sistema electromédico utilizado para el cuidado en el entorno médico del hogar.
	IEC 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
	ISO 10993-1	Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 1: Evaluación y ensayos mediante un proceso de gestión del riesgo.
	ISO 10993-10	Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 10: Ensayos para la sensibilización cutánea.
	ISO 10993-23	Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 23: Ensayos de irritación.
	ISO 22523	Prótesis externas de miembro y órtesis externas - Requerimientos y pruebas requirements and test
Gestión de la calidad	ISO 13485	Dispositivos médicos. Sistemas de gestión de calidad
	ISO 14971	Dispositivos médicos/productos sanitarios (MD) - Aplicación de la gestión del riesgo a los MD

Actividades Clave. El diseño mediante escaneo y la producción a través de impresión 3D son fundamentales para que el producto sea personalizado y de bajo costo. La empresa resaltará en el sector debido a la tecnología utilizada, la cual se actualizará conforme a los resultados de las actividades internas de I+D. Estos resultados se compartirán en revistas de alto impacto, como Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, Biomedical Signal Processing and Control y Sensors (BioMed Central, 2024; Elsevier, 2024; MDPI, 2024). Las certificaciones de calidad, respaldadas por pruebas en laboratorios especializados añadirán valor al producto; a futuro, se espera trabajar con empresas certificadoras cómo Intertek, SGS y Aenor (Aenor, s/f; Intertek Group plc, s/f; SGS, s/f), para el cumplimiento de algunos estándares mostrados en la Tabla 11, ello facilitará el alcance internacional del producto. En Perú, este producto no requiere la aprobación de DIGEMID para su comercialización, debido a que no está catalogado como un dispositivo médico. Las actividades de promoción y conocimiento

de la marca se dan mediante las actividades de difusión en redes sociales y la participación (presencial y virtual) en plataformas y eventos de networking.

Asociaciones Clave. Para el producto, los actores clave con los que se colaborará incluyen distribuidores de materiales y componentes, representantes y distribuidores de empresas tecnológicas, las instituciones certificadoras (Dispositivos Médicos PUCP, empresas locales que ofrecen servicio de certificación) y las empresas de courier. El financiamiento para la adquisición de producto podrá gestionarse directamente con la empresa o indirectamente mediante un financiamiento con las entidades financieras de la región. Así mismo, la promoción de la empresa y su producto se dan mediante: los trabajos relacionados a difusión con el soporte de una agencia de marketing, con la alianza con profesionales de la salud particulares para la recomendación a sus pacientes y con la promoción en asociaciones de la comunidad de personas con amputación de mano. A largo plazo, se busca una colaboración directa con las clínicas para ofrecer el producto como parte de los productos que un paciente puede usar posterior a su atención; la colaboración con Hospitales puede llevarse a cabo mediante el financiamiento de una empresa u entidad externa.

Estructura de Costes. Los costos se distribuyen principalmente en: máquinas, materiales y mano de obra para la manufactura; costo de desarrollo de productos y accesorios; y costo de atención post venta o de soporte técnico. Además, se toman en cuenta los costos de alquiler de espacios de trabajo como oficinas, almacenes, salas de atención; el pago de personal por servicios o por contrato; el costo de trámites regulatorios o certificaciones municipales, de funcionamiento, y de tecnología. Así mismo, se invierte en marketing y publicidad para asegurar el crecimiento del alcance de la empresa.

4.3. Plan de Negocios

El plan de negocios se describe a partir de dos acciones clave para iniciar con la empresa: el plan de marketing y el plan financiero. En el primero se describen los perfiles de cliente, su proceso de interacción con la empresa y la estrategia para generación de demanda; en el segundo, se detallan todos las implicaciones económicas y las proyecciones propuestas.

4.3.1. Plan de Marketing

La teoría de difusión de Rogers describe la forma en la que un producto o servicio innovador se da a conocer mediante diversos medios con la finalidad de llegar a todos los públicos. En ese camino, se identifica la categorización del público en "Innovadores", "Adoptantes Tempranos", "Mayoría Temprana", "Mayoría Tardía" y "Rezagados". Los primeros usuarios de un producto son líderes de opinión, la cual es buscada por los usuarios que forman parte de la mayoría. Rogers explica que el pico máximo de la tecnología se encuentra con la llegada a la mayoría tardía; después de ellos, la cantidad de adoptantes va en disminución (2003). En comparación con la teoría de Rogers, en dónde la clasificación depende del momento o fecha en el que adoptó una tecnología, la teoría de Moore sugiere la existencia de una independencia entre los innovadores y la mayoría marcada por un abismo. Dicho fenómeno se describe como un periodo en el que un producto innovador puede caer o puede adaptarse para continuar en el tiempo; además, se tiene evidencia empírica según la evolución de las ventas de productos exitosos en el mundo (Libai et al., 2009; Moore, 2014).

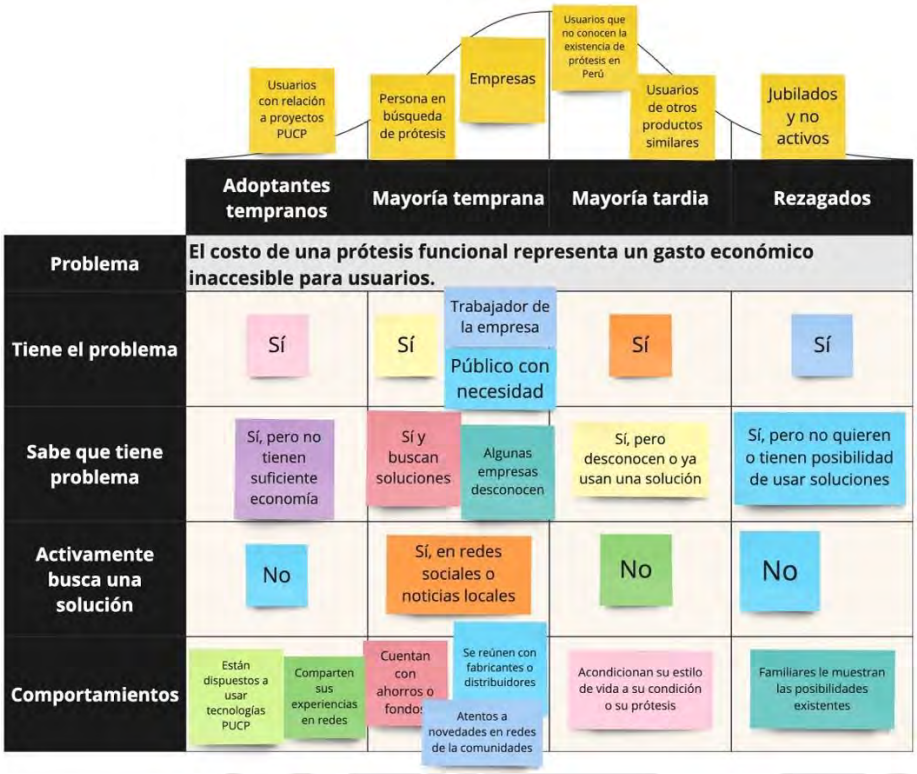
La correcta definición del cliente permite validar el modelo de negocio y anticipar cambios radicales en el futuro. Customer Development Labs propone el Focus Framework para la aplicación de ejercicios y experimentos basados en Lean Startup para la validación del producto al mercado (Wilcox, 2016). Para ello, iniciar con la descripción de los primeros adoptantes es clave para proponer acciones con el resto de adoptantes (Teaching

Entrepreneurship, 2019). La figura 17 muestra la clasificación de los segmentos de clientes según la curva de difusión de Rogers adaptada a las descripciones del Focus Framework.

La curva de adopción del público objetivo local se muestra cuatro segmentos: adoptantes tempranos identificados como posibles usuarios quienes han tenido participaciones previas con la universidad en proyectos de investigación o de recopilación de información, principalmente pertenecientes al NSE C y D; mayoría temprana en dónde se incluyen las personas que se encuentran en búsqueda de una prótesis de mano, con NSE A, B y C, y las empresas que invierten en proyectos de responsabilidad social y/o cuentan con un colaborador que tiene la condición en su miembro superior; mayoría tardía en dónde se encuentran usuarios que no conocen la existencia de empresas que comercialicen prótesis de mano en el país y personas que usan otros productos iguales o similares; y los rezagados quienes son un público sin actividad constante como personas retiradas o jubiladas, representantes del 60,4% de la población con discapacidad (INEI, 2017; Ipsos, 2020). El problema principal identificado para el público es el costo elevado de las prótesis funcionales, lo cual hace que este producto sea inaccesible para la mayoría.

Figura 17.

Curva de adopción de la innovación.



El primer segmento de adoptantes tempranos sí se ven influenciados por el problema y debido a que no cuentan con suficientes recursos para adquirir una prótesis han aceptado con anterioridad participar en proyectos relacionados al uso de prótesis, más no consideran la adquisición de una. Así mismo, se sabe que tienen una predisposición para seguir colaborando a futuro con la universidad y disfrutan de compartir sus experiencias en redes sociales con familiares y amigos.

El segundo segmento, la mayoría temprana, se divide en dos. En primer lugar, las personas sin relación previa con la universidad que tienen la condición en su miembro superior y que buscan activamente una solución o producto para su estilo de vida. Para ello, activamente realizan búsquedas de novedades en redes sociales y en noticias locales. Económicamente, cuentan con ahorros suficientes como para solventar la compra de este producto. En segundo lugar, las empresas son afectadas directa o indirectamente por el problema. Por ejemplo, un trabajador que por condición accidental o congénita está laborando en la empresa puede adquirir una

prótesis mediante su organización en coordinación con otra empresa de fabricantes o distribuidores del producto. Así mismo, el área de responsabilidad social empresarial frecuentemente está en búsqueda de iniciativas con las que pueda colaborar, por lo que es posible el apoyo a determinada zona o agrupación para la entrega de prótesis de mano. De igual forma, se colabora con fabricantes o distribuidores y, adicionalmente, se está atento a las novedades de problemas sociales similares.

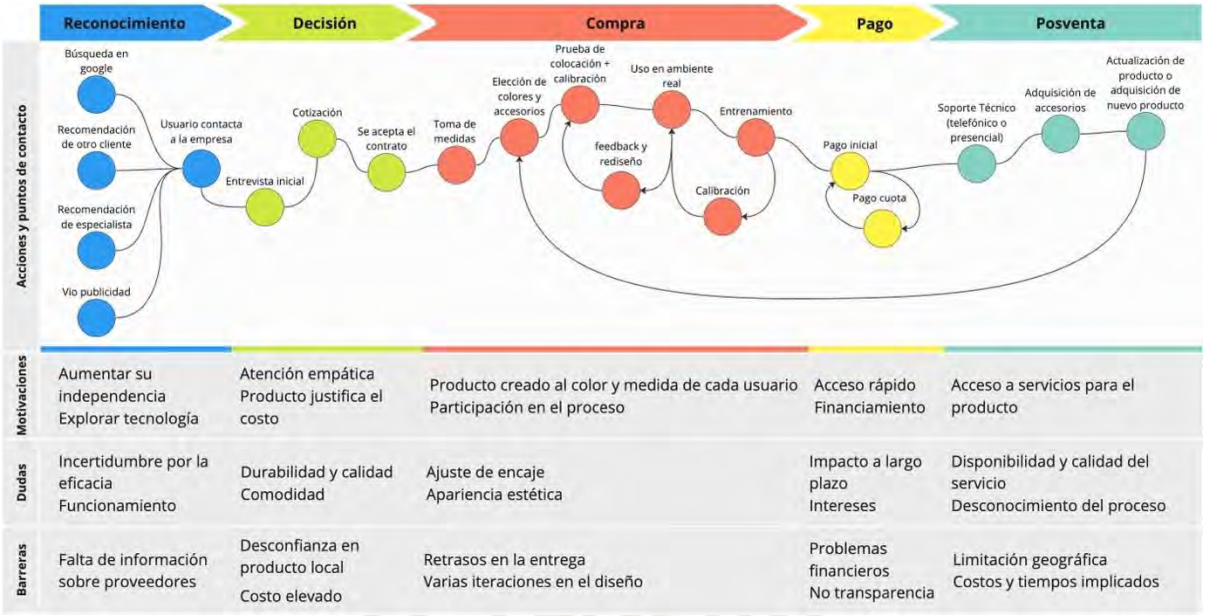
El segmento mayoría tardía también está compuesta por usuarios que sí son parte del público con la condición de discapacidad de mano, pero que desconocen la existencia de soluciones en la región o ya hacen uso de una prótesis o dispositivo de asistencia similar. Por tal motivo, no buscan activamente una solución y han acondicionado su estilo de vida a su condición motora haciendo uso o no de su prótesis.

Finalmente, el segmento de rezagados está conformado por personas que han definido que no desean o no tienen posibilidad de usar o adquirir una prótesis, por lo que no buscan soluciones. Pese a su decisión, sus familiares cercanos sí les presentan las opciones disponibles en el mercado global.

El concepto Customer Journey engloba la descripción del proceso del usuario al adquirir o usar un producto o servicio. El análisis se realiza alrededor del cliente con la finalidad de identificar los momentos importantes de su experiencia con una persona, empresa, organización y su contexto. Además, permite identificar los canales, sistemas y sensaciones de los clientes durante el proceso en análisis (Halvorsrud et al., 2016; Mangiaracina et al., 1970).

Figura 18.

Journey Map del cliente.



La descripción del Journey debe incluir las acciones que realiza el cliente en cada etapa y cómo se relacionan con las siguientes; las motivaciones que influyen para la decisión del próximo paso, las preguntas o incertidumbres; y las barreras que estancarán la continuidad del proceso (Richardson, 2010). El Customer Journey Map muestra de forma gráfica el paso a paso de la experiencia del usuario a la vez que identifica las emociones del mismo (Azzine Shiratori et al., 2021). Estratégicamente, se puede agregar un enfoque de investigación del marketing al Journey Map con información proveniente de los administradores del comercio o extraída de los clientes mediante encuestas o entrevistas; así mismo, se recomienda la selección de acciones relevantes con apoyo de un profesional experimentado. La figura 18 muestra la estimación del Customer Journey Map, el cual fue creado a partir de las información investigada previamente y las opiniones de los usuarios potenciales. El proceso de adquisición se ha dividido en cinco etapas: reconocimiento, decisión, compra, pago y postventa. Cada una de ellas tiene sus acciones clave identificadas, las motivaciones, dudas y barreras identificadas para el usuario. A continuación, se describe cada etapa.

Inicialmente, la etapa de reconocimiento describe cómo el usuario identifica las posibilidades de productos existentes, para lo cual puede realizar una búsqueda en la red a través de google,

puede seguir la recomendación de otro cliente a través de redes sociales o a través de la recomendación directa en persona, puede haber recibido la recomendación de un especialista en salud que le ofrece opciones o pudo haber visto publicidad en redes sociales. Tras conocer las posibilidades, el usuario contacta a al menos una empresa para realizar preguntas más detalladas. Pese a la incertidumbre y las dudas respecto al funcionamiento del producto, el usuario se ve motivado por la necesidad y deseo de aumentar su independencia y explorar opciones tecnológicas disponibles. La cantidad de opciones de soluciones podría representar una dificultad, ya que si no se cuenta con suficiente información sobre los proveedores y distribuidores la decisión estará delimitada.

Posteriormente, en la etapa de decisión el usuario se reúne con las empresas de su preferencia. En el caso de la empresa, se realiza inicialmente una entrevista inicial para identificar si el candidato es apto para el producto y si este es atractivo para el usuario. Se realiza una cotización para la posible compra del producto y se da la opción de realizar una demo en formato full day del producto. Como paso final, el cliente acepta el contrato. Durante este proceso, el usuario se siente atraído por la calidad de la atención la cual es empática y la concordancia entre la funcionalidad y el costo del producto. Así mismo, tiene dudas respecto a la calidad, durabilidad y comodidad del producto en su día a día. A pesar de todos los aspectos positivos, aún el cliente no tiene confianza absoluta en un producto fabricado de forma local y considera que el costo es elevado para su economía.

La tercera etapa es la compra en dónde se inicia el proceso con la toma de medidas del usuario. A continuación, inicia la participación activa del usuario para la decisión de colores y accesorios que incorporará el producto. Tras la fabricación de la prótesis, se realiza la primera prueba de colocación y calibración del producto; tras ello, se realizan pruebas en entornos que asemejan actividades de la vida real. Finalmente se llevan a cabo sesiones de entrenamiento.

Entre los pasos mencionados anteriormente es posible que se necesite un ajuste en el diseño o la calibración del sistema, por lo que se contemplan las iteraciones correspondientes. Así mismo, existe la posibilidad de retrasos en la entrega debido a la disponibilidad de insumos de los proveedores y tiempo de producción asociado a las iteraciones en diseño. La posibilidad de personalizar el producto fomenta la sensación de pertenencia del usuario; sin embargo, el ajuste encaje-muñón y la apariencia estética generan dudas.

En la siguiente etapa se realizan los pagos. Para ello, es posible realizar el pago al contado o realizarlo en cuotas de hasta 12 meses con un adelanto inicial del 26.8%; con lo cual se favorece la accesibilidad del producto. Como factores negativos para el usuario se contemplan: el desconocimiento del impacto a largo plazo del crédito, el valor acumulado en intereses y la incertidumbre económica ante problemas financieros del entorno y de la persona. La transparencia de la información crediticia será clave para contrarrestar los posibles efectos.

Finalmente, en el servicio postventa se contemplan el soporte técnico telefónico o presencial en el local de atención, la adquisición posterior de accesorios complementarios para la prótesis y la actualización de producto o adquisición de uno nuevo en un largo plazo. La actualización o compra de producto implica retornar al proceso de compra. Los servicios posventa fortalecen la relación del cliente con la empresa; sin embargo, es posible que la ubicación geográfica, los costos y tiempos implicados y la disponibilidad de la atención sean una limitación. Así mismo, es importante cubrir las dudas respecto a la calidad del servicio y el desconocimiento de los procesos de atención en el usuario.

La propuesta de valor para el cliente debe ser transmitida en todos las comunicaciones de la empresa y se puede resumir con la siguiente frase: La “empresa” soluciona en "personas con ausencia de mano" que quieren "realizar independientemente actividades diarias" con un "producto de funcionamiento versátil", "precio accesible" y un "diseño altamente

personalizado" diferente a "KYP Bioingeniería", "Unlimited Tomorrow" y "Ottobock". La personalización es un aspecto clave de nuestra propuesta de valor, ya que permite que los usuarios adapten el diseño a sus preferencias individuales e identidad, mejorando su experiencia y satisfacción. Algunos ejemplos de las posibilidades de personalización en tono de piel, preferencia cultural y color de la carcasa se muestran en la figura 19.

Figura 19.

Alternativas del diseño personalizado.

De acuerdo a la teoría marketing mix, se deben tener en cuenta cuatro aspectos principales para una estrategia de marketing efectiva: el producto, el precio, la plaza, y la promoción (McCarthy, 1964). El paradigma del marketing mix se puede acomodar a los objetivos de una empresa particular y puede cambiar de acuerdo a las condiciones y recursos disponibles para lograr el alcance al cliente (Goi, 2009). Actualmente, el uso de esta teoría ha incorporado las consideraciones de las plataformas digitales y los grandes volúmenes de datos, debido a la posibilidad de tener un canal potente para acercarse al cliente y comprender sus comportamientos y necesidades (Zhu, 2021).

Los componentes del marketing mix se detallan en la Tabla 12. El producto principal ofrecido es la prótesis, la cual incluye en su empaque la batería, el cargador de la batería, el sistema de energización de la prótesis, las yemas para dedos y las correas de ajuste. Este producto se puede

adquirir por un costo de S/. 11,400.00 a través de la tienda física de la empresa, clínicas especializadas en rehabilitación y ortopedia, y mediante donaciones de fundaciones.

Tabla 12.

Marketing mix adaptado a la empresa.

Producto	Precio	Plaza	Promoción
Caja incluye: -Prótesis de mano personalizada -Batería -Cargador de Batería -Sistema de energía -Yemas -Correas de ajuste	Precio fijo: S/. 11,400.00	-Tienda física de la empresa -Clínicas especializadas en rehabilitación y ortopedia -Fundaciones de Donación	-Publicidad en medios tradicionales y digitales -Relaciones públicas como prensa, artículos, ferias y eventos -Marketing de contenidos en blogs y webinars informativos y educativos -Estrategias de ventas: promociones especiales, demos, referidos -Marketing digital en redes, email, influencers -Visitas a clínicas y hospitales -Participar en concursos de innovación social, empresarial y tecnológica -Colaboración con marcas o empresas
Accesorio de sujeción	Precio fijo: S/. 150.00	-Tienda física de la empresa -Tienda de distribuidores y proveedores de equipos médicos -Eventos y ferias de salud	
Accesorio estético	Precio fijo: S/. 368.00	-Tienda física de la empresa -Tienda de distribuidores y proveedores de equipos médicos -Eventos y ferias de salud	
Respuestos de piezas: -textiles -mecánicas -eléctricas	Precio de repuestos (accesorios, materiales e insumos). No se incluye el costo de servicio de mantenimiento	-Tienda física de la empresa -Tienda de distribuidores y proveedores de equipos médicos -Eventos y ferias de salud	

Los productos secundarios incluyen accesorios de sujeción, disponibles por S/. 150.00, y accesorios estéticos, cuyo costo es de S/. 3,680.00. Estos se pueden adquirir en la tienda física de la empresa, a través de distribuidores y proveedores de equipos médicos, y directamente con la empresa en eventos y ferias del sector salud.

Adicionalmente, se ofrecen repuestos de piezas, que incluyen componentes textiles, mecánicos y electrónicos, cuyo costo varía según el componente. Estos repuestos se pueden adquirir mediante el servicio de mantenimiento del producto, el cual se realiza en la tienda física. Los repuestos textiles, yemas, carcasas y otros componentes de instalación sencilla también están disponibles en tiendas distribuidoras y proveedoras de equipos médicos, así como en eventos y ferias de salud organizados por la empresa.

Todos los productos mencionados se promocionan a través de varias estrategias: publicidad en medios tradicionales (televisión, radio, diarios) y digitales (redes sociales, publicidad en buscadores web, plataformas digitales); exposición en prensa, ferias y eventos; marketing de contenidos en blogs y webinars informativos y educativos; y estrategias de ventas que incluyen promociones especiales, demostraciones, referidos, marketing digital en redes, correos electrónicos, influencers, visitas a clínicas y hospitales, participación en concursos de innovación social, empresarial y tecnológica, y colaboración con otras marcas o empresas.

Para la empresa, es evidente la necesidad de establecer estrategias tradicionales y digitales para la generación de demanda del producto. La Tabla 13 presenta las estrategias planteadas y sus respectivos indicadores clave para el seguimiento de la efectividad de los mismos. Las estrategias se dividen en los segmentos: marketing tradicional, marketing digital y página web.

En el marketing tradicional se considera la participación en medios de prensa impresa, prensa digital, comunicación radial y de video; la participación en ferias y eventos relacionados a los temas de innovación, tecnología, medicina y salud; visita presencial a clínicas, hospitales y centros de salud en la región con la finalidad de conseguir acuerdos comerciales, ventas o referencias a clientes; elaboración y difusión de material impreso como folletos informativos, flyers, catálogos para la difusión en persona o para la exhibición en ferias; y un programa de

referencias con profesionales e instituciones pertenecientes al sector salud y colaboraciones con marcas y artistas para el diseño de los productos.

En las estrategias de marketing digital se proponen la presencia en redes sociales en tendencia como facebook, instagram, tiktok y twitter en dónde se realizarán publicaciones de videos demostrativos, testimonios de usuario, presentaciones del producto y sus cualidades y contenido de educación/concientización referido al tema; así mismo, se realizará publicidad a través de las redes sociales; y se realizará publicidad mediante email a partir de una base de datos inicial de interesados en el proyecto, la cual se irá ampliando tras el establecimiento de nuevas alianzas comerciales.

La página web también se considera como una herramienta de marketing digital; sin embargo, esta tiene sus cualidades y objetivos diferenciados. Las estrategias propuestas mediante la web son: brindar información sobre el producto, la empresa y las actividades recientes en las secciones internas de la web y en el blog informativo; se realizarán ventas, para lo cual se contará con un simulador de personalización y un simulador de financiamiento del producto; se tendrá un apartado específico para incrementar la cantidad de alianzas o patrocinios; así mismo, se buscará atraer a nuevos seguidores para y desde las redes sociales, los cuales también podrían convertirse en futuros clientes; y se fomentará la interacción entre usuarios y potenciales usuarios mediante un foro.

Además de las estrategias previamente mencionadas, la implementación a largo plazo de un programa de embajadores en colaboración con líderes de opinión, activistas, deportistas, actores, actrices y celebridades que viven con alguna discapacidad permitirá ampliar significativamente el alcance hacia el público objetivo, tanto a nivel nacional como internacional. Este enfoque no solo potenciará la visibilidad del producto, a la vez que genera una mayor conciencia sobre la accesibilidad de tecnologías asistivas.

Tabla 13.

Estrategias para generación de demanda e indicadores clave.

	Estrategias	Indicadores clave
Marketing tradicional	Participación en medios de prensa (Digitales/TV/Radio)	Cantidad de entrevistas Cantidad de notas escritas Cantidad de notas audiovisuales
	Participación en eventos y ferias (innovación, tecnología, medicina, salud)	Cantidad de exposiciones Cantidad de participaciones en stand Cantidad de eventos presenciales Cantidad de eventos virtuales
	Visitas a clínicas y hospitales	Cantidad de reuniones realizadas Cantidad de acuerdos concretados
	Elaboración de material impreso	Cantidad de materiales impresos (catálogos, folletos) Cantidad de activaciones de difusión
	Referencias	Cantidad de alianzas con profesionales de salud Cantidad de alianzas con organizaciones de salud Cantidad de colaboraciones con marcas y artistas
Marketing digital	Presencia en redes sociales en tendencia (facebook, instagram, titkok, twitter)	Cantidad de publicaciones por cada red social Cantidad de seguidores por cada red social Cantidad de publicaciones en colaboración con otras páginas relacionadas al sector
	Elaboración de contenido audiovisual	Cantidad de videos demostrativos de la tecnología Cantidad de testimonios de usuarios Cantidad de presentaciones del producto Cantidad de publicaciones educativas, de conciencia
	Publicidad en redes	Cantidad de anuncios pagados Cantidad de clientes provenientes de la publicidad
	Publicidad en email	Cantidad de posibles clientes en base de datos (BD) Cantidad de nuevas alianzas para ampliar BD Cantidad de contenido enviado en la semana
Página web	Brindar información sobre el producto, la empresa, sus servicios y actividad reciente	Cantidad de interacciones mediante la página web Cantidad de blogs publicados por semana Cantidad de actualizaciones de información o de servicios realizadas en el mes
	Ventas en web	Cantidad de simulaciones de financiamiento en web Cantidad de ventas concretadas a través de la app
	Establecer nuevas alianzas	Cantidad potenciales nuevas alianzas comunicadas mediante la página web
	Capturar nuevos seguidores	Cantidad de tráfico de visitantes a la web Cantidad de conexiones entre web y redes sociales
	Fomentar la interacción usuario empresa	Cantidad de nuevos miembros en el foro Cantidad de participaciones de usuarios y potenciales usuarios realizadas en el foro

4.3.2. Plan Financiero

Reportes globales referidos al mercado de las prótesis de mano indican que actualmente se tiene como oportunidad la expansión de negocio a países en vías de desarrollo aprovechando la colaboración con actores locales (proveedores, desarrolladores, etc). Es así que el informe de Transparency Market Research señala que entre los años 2023 y 2031 se espera una tasa de crecimiento anual compuesta de 5.1% (2023). Precedence Research clasificó el mercado de $293.47 millones de dólares americanos por regiones e identificó que Norteamérica abarca el 43% del mercado, mientras que Europa el 26% y Latinoamérica el 5% en el año 2023. Así mismo, proyectó que para el año 2033 estará valorizado en $485.83 millones de dólares americanos (2024). La aproximación es similar a la realizada por Technavio, la cual proyecta un mercado de $493.52 millones de dólares americanos para el 2027 y un crecimiento anual de mercado de 11.77% (PR Newswire, 2023).

Para la elaboración de un plan financiero eficaz en el mercado local peruano y con enfoque de internacionalización se realiza la descripción de los materiales, el personal a contratar, los costos de producción y costo de venta; con ello se detalla el flujo de caja propuesto para los próximos cinco años. La descripción del plan financiero se realizó en base a un estudio de factibilidad previo realizado en un proyecto de prótesis de activación mecánica del laboratorio (Punto Edu PUCP, 2017).

Inicialmente, se enlistan los componentes electrónicos, materiales y accesorios necesarios para la elaboración del producto principal, la prótesis. Los costos implicados para la fabricación de los accesorios funcionales y estéticos se detallan en el Apéndice I y no se consideran para el cálculo del flujo de caja debido a que sus costos no influyen considerablemente. La Tabla 14 detalla los costos de los productos individualmente y el costo total de los materiales.

Tabla 14.

Materiales e Insumos de Prótesis.

Nº	Materiales e insumos	Costo Unitario (S/.)
1	Plástico ABS	19.084
2	Plástico PLA	117.845
3	Kit de resortes	27
4	Kit de bolas de acero	1.02
5	Kit de tornillos	18.34
6	Hilo rígido	34.17
7	Accesorios textiles	50
8	Pack de motores	204
9	Controlador	515
10	Cables	50
11	Carcasa	500
12	Batería y cargador	410
13	Kit de sensores	800
14	Caja	40
15	Funda	30
Costo Total de Materiales		**2816.449**

A continuación, se definen los dos tipos de colaboradores: personal de mano de obra y personal administrativo. El personal de mano de obra incluye a dos diseñadores, dos ensambladores contratados bajo el concepto de practicantes y una terapeuta, quienes en suma representan un sueldo mensual de S/.6,812.5. El personal administrativo considera al socio fundador de la empresa, quién dirigirá la organización, el ingeniero de desarrollo, un gestor operativo, un gestor comercial, un gestor de ventas y dos practicantes: un asistente técnico y un personal de atención al cliente; en total representan un sueldo mensual de S/.17,767.00. Los sueldos de cada colaborador se detallan en la Tabla 15 y la Tabla 16. Dichos empleados representan en gratificaciones semestrales un monto total de S/.14,250.00.

Tabla 15.

Pagos a personal de mano de obra.

Personal de mano de obra	Cantidad	Sueldo mensual	Sueldo mensual total
Diseñador	2	1500	3000
Ensamblador (Practicante)	2	1025	2050
Terapeuta	1	1200	1200
Total			**6812.5**

Tabla 16.

Pagos a personal administrativo.

Personal administrativo	Descripción	Sueldo mensual
Fundador de Empresa	Director ejecutivo	S/. 1,000.00
Ingeniero de Desarrollo	Gestor tecnológico y desarrollador de tecnología	S/. 2,000.00
Gestor Operativo	Coordinación y gestión de actividades. Optimización de procesos.	S/. 2,000.00
Gestor Comercial		S/. 1,500.00
Gestor de ventas		S/. 1,500.00
Asistente técnico	Practicante	S/. 1,025.00
Atención al cliente	Practicante	S/. 1,025.00
Total		**S/. 10,954.50**

Los gastos en publicidad, considerando gastos mensuales y gastos de inversión inicial; los gastos de operación, incluidos los gastos generales, administrativos y de ventas; gastos iniciales, incluyendo gastos preoperativos, de constitución y de establecimiento; y las proyecciones de ventas, considerando ventas generales incrementales de dos en dos a partir del segundo año, ventas por empresas sostenidas en tres cada trimestre a partir del tercer año y ventas en financiamiento cada trimestre con inicial de S/.3000 y doce cuotas de S/.807 por mes, se desarrollan en el Apéndice I.

Los costos considerados para el cálculo del costo unitario de venta se muestran en la Tabla 17. Dicho valor con un margen de ganancia agregado del 34% y con una proyección de producción mensual de 6 prótesis resulta en S/.11,385.00 los cuales se redondean a un valor de precio de

venta de S/.11,400.00. Así mismo, se consideran los costos variables y costos fijos totales para la producción mensual para el cálculo de costo variable unitario, el cual se muestra en la Tabla 18.

Tabla 17.

Costos implicados y precio de venta.

Items	Cantidad	Monto
Materiales e insumos directos		S/. 16,898.69
Mano de obra directa		S/. 6,812.50
Gastos indirectos de fabricación		S/. 200.00
Costo de producción		S/. 23,911.19
Servicio de Ev. Médica, Ev. Psicológica		S/. 1,800.00
Costo de servicio total		S/. 25,711.19
Gastos Generales y Administrativos	1	S/. 21,670.50
Gastos de Ventas	1	S/. 3,600.00
Gastos Financieros	1	S/. -
Costo de venta		**S/. 50,981.69**
Costo unitario de producción		S/. 3,985.20
Costo unitario de servicio		S/. 4,285.20
Costo unitario de venta		S/. 8,496.95
Precio de venta		**S/. 11,400.00**

Tabla 18.

Costos variables y fijos.

Items	Cantidad	Monto
Materiales e insumos directos	1	S/. 16,898.69
Mano de obra directa	1	S/. 6,812.50
Gastos indirectos de fabricación	1	S/. 200.00
Costo variable de producción total		**S/. 23,911.19**
Servicio de Ev. Médica, Ev. Psicológica		S/. 1,800.00
Costo variable de servicio total		**S/. 25,711.19**
Gastos Generales y Administrativos	1	S/. 21,670.50
Gastos de Ventas	1	S/. 3,600.00
Gastos Financieros	1	S/. -
Costo fijo total		**S/. 25,270.50**
Costo de producción y costo fijo		**S/. 49,181.69**
Costo variable unitario		**S/. 4,285.20**

Complementariamente al precio de venta del producto para las ventas generales, se plantea un modelo de venta para empresas. El valor total de producto tiene una retención de impuestos de S/.2,052.00 y un ingreso neto por venta sin IGV de S/.9348.00, por lo cual considerando un factor de 2.17 en el precio del producto se entrega, según los datos mostrados en la Tabla 19, la o las prótesis, un video de los casos atendidos y una programación de difusión digital.

Tabla 19.

Modelo de venta para empresas.

Modelo para empresas (Prótesis, video y difusión)	Precio de venta	Ingreso Neto
1 caso	S/ 24,700.00	S/. 22,250.67
2 casos	S/. 47,233.33	S/. 43,129.33
3 casos	S/. 67,600.00	S/. 61,444.00
5 casos	S/. 101,833.33	S/. 91,573.33
10 casos	S/. 149,500.00	S/. 139,240.00

Tabla 20.

Flujo de caja anual.

Cuentas	0	1	2	3	4	5
Utilidad Neta		-S/. 208,568	-S/. 21,082	S/. 141,701	S/. 167,536	S/. 167,536
Depreciación		S/. 5,546	S/. 5,546	S/. 5,546	S/. 5,546	S/. 5,546
Amortización		S/. 3,380	S/. 3,380	S/. 3,380	S/. 3,380	S/. 3,380
Flujo de Caja Operativo		-S/. 199,643	-S/. 12,157	S/. 150,626	S/. 176,461	S/. 176,461
Inversión	-S/. 368,297	S/. -	S/. -	-S/. 5,236	-S/. 5,236	-S/. 11,968
Valor residual		S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 15,926
IGV Neto	-S/. 6,323	-S/. 16,504	S/. 19,701	S/. 48,361	S/. 47,854	S/. 47,854
Flujo de Caja Económico	**-S/. 374,619**	-S/. 216,147	S/. 7,544	S/. 198,987	S/. 219,079	S/. 228,273
Valor Perpetuidad						S/.2,343,459
Flujo de Caja Económico Total	**-S/. 374,619**	**-S/. 216,147**	**S/. 7,544**	**S/. 198,987**	**S/. 219,079**	**S/.2,571,732**

Considerando la venta de 6 productos en el mes, un costo fijo total de S/.25,270.50, la diferencia entre el precio de venta y el costo variable unitario de S/.7,114.80 se obtiene un

punto de equilibrio de 4 unidades al mes, lo cual simboliza aproximadamente S/.40,500.00. En la Tabla 20 se presenta el flujo de caja anual, el cual muestra un flujo de caja positivo a partir del segundo trimestre del segundo año de operación. La proyección de ventas se ha planteado considerando que cada trimestre se realiza al menos una venta mediante financiamiento, y que en el primer año se venderán un total de 10 productos bajo este modelo de financiamiento.

Específicamente, se prevé que en el primer trimestre de 2025 se venderán en total 3 productos, en el segundo trimestre 4 productos, en el tercer trimestre 6 productos, y en el cuarto trimestre 9 productos. Para el año siguiente, la proyección de ventas es de 8 productos en el primer trimestre, 10 en el segundo, 12 en el tercero, y 14 en el cuarto. En los años siguientes, se proyecta un promedio de ventas de 17 productos por trimestre.

En resumen, se obtiene un valor presente neto (VPN) de S/.1,329,457.00, una tasa interna de retorno (TIR) de 44% y un índice de rentabilidad (IR) de 452%.

Capítulo 5: Conclusiones

El presente trabajo de tesis inició realizando una revisión del estado actual de la tecnología; así mismo, se identificaron las acciones realizadas a la fecha y las acciones pendientes en el proyecto. A continuación, se realizó un estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, los cuales permitieron identificar los aspectos tecnológicos relevantes y los mecanismos usados por empresas del sector. Finalmente, con toda la información recopilada se planteó una actualización del producto para la elaboración de un plan de comercialización basado en las opciones de potenciales usuarios finales.

5.1. Conclusiones de la evaluación inicial

Al iniciar el trabajo, la tecnología se encontraba en una etapa de desarrollo, por lo que el análisis de patentabilidad para la evaluación de la protección de sus componentes se proyectaba hacia un futuro cercano. La revisión de documentación existente respecto al estado actual de la tecnología en el mundo había sido explorada de forma superficial.

La revisión del estado de la tecnología permitió reconocer la necesidad de ejecutar estudios respecto a publicaciones, patentes y herramientas recientemente usadas en tecnologías similares. También se identificó la necesidad de considerar normativas internacionales para el desarrollo.

Adicionalmente, se planteó la elaboración de un plan de negocios diseñado para el contexto y mercado local, para el cual una empresa nueva pueda comercializar prótesis en alianza y negociación con otras empresas de la región.

5.2. Conclusiones de la vigilancia tecnológica

Como factor común de las investigaciones se encontró el uso de sensores superficiales EMG y la aplicación de algoritmos de machine learning para el procesamiento de señales. Con las tecnología mencionadas se diseñan algoritmos de reconocimiento de gestos, los cuales se aplican en prótesis mioeléctricas.

El estudio resalta como revistas relevantes para publicaciones académicas en el campo a "Journal of Neuroengineering and Rehabilitation", "Sensors" y "Biomedical Signal Processing and Control". Así mismo, los investigadores de EEUU son potenciales colaboradores para nuevas investigaciones o desarrollos a futuro.

En el país, se han identificado cuatro registros de propiedad intelectual proveniente de universidades, mientras que solo una empresa ha tramitado la protección. Por el contrario, en el mundo, las empresas son las principales interesadas por la protección de tecnologías en el área.

Localmente, la Norma Técnica Peruana abarca algunos aspectos relevantes en relación a un producto como la prótesis mioeléctrica de fabricación local desde un enfoque general. Sin embargo, en el mundo las empresas del sector alinean sus tecnologías a normativas ISO e IEC; además, cumplen los requisitos para la comercialización en Europa y EEUU.

Adicionalmente a los trámites del DIGEMID, la prótesis no requiere cumplir certificaciones normativas para su comercialización; sin embargo, se propone tomar a las normas como guía para facilitar la internacionalización del producto.

Las empresas grandes seleccionadas para el estudio cuentan con una diversificación de productos y servicios de alto costo. Así mismo, tienen más de 9 años en el mercado, por lo que sus procesos, proveedores y colaboradores ya están constituidos.

La mayoría de Startups identificadas han crecido debido a un impulso inicial económico y tecnológico. Además, sus tecnologías aplicadas al producto están protegidas en propiedad intelectual en su continente.

Localmente, no hay fabricante que comercialice un producto con la tecnología planteada en el proyecto. Además, no se han identificado distribuidores de prótesis con inteligencia artificial en el país.

5.3. Conclusiones del plan de negocios

Se ha elaborado un perfil de usuario creado para la proposición del mapa de valor, el cual está basado en un producto funcional y personalizado con una empresa que brinda atención personalizada, atenta y que brinda oportunidades de financiamiento para adquirir el producto.

Se propone un ajuste de la tecnología que permita bajar el costo comercial del producto. Además, se describen propuestas de mejora para el funcionamiento en su uso y el empaquetamiento físico del producto, manteniendo su accesibilidad en costo.

El plan de negocios se planteó a partir de la revisión de modelos de negocio existentes en el mercado tradicional y moderno en Startups. El plan también identifica actores, asociaciones clave y los segmentos del mercado existentes.

Finalmente se describe un plan de marketing que reconoce el paso a paso en el proceso de adquisición del producto e incorpora estrategias de marketing tradicional y digital. El plan financiero se elabora considerando un crecimiento moderado de la empresa teniendo en cuenta características relevantes de los usuarios, entre ellos aspectos económicos.

5.4. Recomendaciones

Con la finalidad de desarrollar un estudio más profundo, se plantea: Ampliar las bases de datos consideradas para la ejecución de la búsqueda de patentes, publicaciones y normativas. Tras haber filtrado la información necesaria, realizar una revisión detenida de cada documento. Así mismo, es relevante conocer más a detalle el recorrido y estrategia de las empresas; se propone ampliar el estudio a otras empresas e iniciativas existentes y contactar o entrevistar a colaboradores de empresas, Startups y organizaciones que actualmente operan en el mundo.

Se recomienda realizar modificaciones en el diseño externo del producto para ofrecer mayores opciones de personalización en su apariencia, así como optimizar el mecanismo interno para aumentar la versatilidad en los agarres de objetos. Estas mejoras permitirían adaptar la prótesis a entornos especializados, como deportes paralímpicos o trabajos repetitivos que requieran esfuerzo físico. Con estas modificaciones, el programa de embajadores e influencers podría ampliar su alcance y visibilidad.

Además, el impacto social de la empresa puede fortalecerse mediante la promoción de la inclusión laboral de sus usuarios en empresas asociadas externas o dentro de la misma organización. Esta estrategia no solo apoyaría la reintegración laboral de los clientes, sino que también podría estar vinculada a la cobertura de los costos asociados a la adquisición del producto, lo que reduciría significativamente el precio final para el usuario.

El plan comercial propuesto ha considerado la formación de una empresa, por lo que realizar un estudio de los otros escenarios posibles permitiría plantear un plan financiero más amplio y estratégico. Así mismo, es necesario realizar un estudio de mercado y factibilidad detallados que consideren múltiples escenarios existentes. Finalmente, se necesitará definir todos los aspectos relacionados a la identidad de marca del producto y la empresa a través de un estudio de branding e identidad corporativa.

REFERENCIAS

Advancer Technologies. (s/f). *MYOWARE® 2.0 Muscle Sensor*. Recuperado el 17 de abril de 2024, de https://myoware.com/products/muscle-sensor/

Aenor. (s/f). *Aenor Perú*. Recuperado el 12 de mayo de 2024, de https://www.aenorperu.com/certificacion

Agencia Andina. (2023, agosto 7). *Peruanos desarrollan prótesis biónica de brazo completo y es reconocida a nivel mundial*. https://andina.pe/agencia/noticia-peruanos-desarrollan-protesis-bionica-brazo-completo-y-es-reconocida-a-nivel-mundial-945661.aspx

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2018). UNE 166006:2018 Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia e Inteligencia. En *Normas UNE*. https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0059973

Atom Limbs. (s/f). *Atom - The first artificial human arm, coming soon*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.atomlimbs.com/

Ayudame3D. (s/f). *Ayudame3D*. Recuperado el 23 de abril de 2024, de https://ayudame3d.org/en/

Azzine Shiratori, E. K., Hofmann Trevisan, A., & Mascarenhas, J. (2021). The customer journey in a product-service system business model. *Procedia CIRP*, *100*, 313–318. https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2021.05.072

BBC. (2024, febrero 22). *The "mind-bending" bionic arm powered by AI*. https://www.bbc.com/news/technology-68368439

Biddiss, E., Beaton, D., & Chau, T. (2007). Consumer design priorities for upper limb prosthetics. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *2*(6), 346–357. https://doi.org/10.1080/17483100701714733

BioMed Central. (2024). *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/

Bionico. (s/f). *Bionicohand*. Recuperado el 23 de abril de 2024, de https://bionico.org/

Blank, S. (2013, mayo). *Why the Lean Start-Up Changes Everything*. https://hbr.org/2013/05/why-the-lean-start-up-changes-everything

Bollás, R., & Valencia, L. (2017). Análisis de los Modelos de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Proyectos I+D+i. *XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. https://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_323.pdf

Briouza, S., Gritli, H., Khraief, N., Belghith, S., & Singh, D. (2022). Classification of sEMG Biomedical Signals for Upper-Limb Rehabilitation Using the Random Forest Method. *Proceedings of the 2022 5th International Conference on Advanced Systems and Emergent Technologies, IC_ASET 2022*, 161–166. https://doi.org/10.1109/IC_ASET53395.2022.9765871

Chavez, E., & Vives, J. (2021). *Diseño y construcción de una prótesis mioeléctrica antropomorfa con agarre de fuerza de bajo costo para mano en niños* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4204

Christopher, H., Lindsay, J., & Autumn, Y. (2023). *Project "Auxilia" - Jaiden's Prosthetic Arm* [The University of Akron]. https://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/843/

Cifuentes-Cuadros, A. A., Romero, E., Caballa, S., Vega-Centeno, D., & Elias, D. A. (2023). The LIBRA NeuroLimb: Hybrid Real-Time Control and Mechatronic Design for Affordable Prosthetics in Developing Regions. *Sensors 2024, Vol. 24, Page 70*, *24*(1), 70. https://doi.org/10.3390/S24010070

Clautilde, N., Maxime, R., & Sofiane, A. (2021). Impact of the choice of upper limb prosthesis mechanism on kinematics and dynamic quality. *Medical Engineering & Physics*, *94*, 16–25. https://doi.org/10.1016/J.MEDENGPHY.2021.05.023

CONADIS. (2018). *Informe Estadístico Multisectorial "Aproximaciones sobre discapacidad en el Perú"*. https://www.mimp.gob.pe/omep/pdf/evidencias/CONADIS2018c.pdf

CONADIS. (2021). *Estudios, normas e iniciativas de desarrollo de tecnologías asistivas en el Perú*. https://www.mimp.gob.pe/omep/pdf/evidencias/CONADIS2021e.pdf

Contrato para Licenciamiento PUCP (2021). https://drive.google.com/drive/folders/1txK8DfYWMB7eBEyxWXsiUl21oMrTghqJ

Cordella, F., Ciancio, A. L., Sacchetti, R., Davalli, A., Cutti, A. G., Guglielmelli, E., & Zollo, L. (2016). Literature review on needs of upper limb prosthesis users. *Frontiers in Neuroscience*, *10*(MAY), 175438. https://doi.org/10.3389/FNINS.2016.00209/BIBTEX

Cristòfol, R. (2008). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para SEM-SEO. *Revistes Catalanes amb Accés Obert*, *6*. https://raco.cat/index.php/Hipertext/article/view/131952

Deepti Samant Raja. (2016). *Bridging the Disability Divide through Digital Technologies - GIWPS*. https://giwps.georgetown.edu/dei-resources/bridging-the-disability-divide-through-digital-technologies/

Delsys Incorporated. (2024). *Trigno Quattro Sensor*. https://delsys.com/trigno-quattro/

DF Robot. (s/f). *Gravity: Analog EMG Sensor by OYMotion*. Recuperado el 30 de mayo de 2024, de https://www.dfrobot.com/product-1661.html

Duke eNable. (s/f). *Duke University eNable*. Recuperado el 12 de abril de 2024, de https://dukeenable.wordpress.com/

El Peruano. (2011). Normas Legales Actualizadas: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo Ley N° 29783. En *Diario Oficial El Peruano*. https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38

El Peruano. (2012). Normas Legales: Ley General de la Persona con Discapacidad Ley N° 29973. En *Diario Oficial El Peruano*. https://www.leyes.congreso.gob.pe/documentos/leyes/29973.pdf

El Peruano. (2023a, marzo 16). *INEI: Ingreso mensual en Lima se incrementó 11.1%.* https://elperuano.pe/noticia/207822-inei-ingreso-mensual-en-lima-se-incremento-

El Peruano. (2023b, mayo 23). *DECRETO SUPREMO No 012-2023-SA*. https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2180169-2

Elsevier. (2024). *Biomedical Signal Processing and Control*. https://www.sciencedirect.com/journal/biomedical-signal-processing-and-control

E-NABLE. (s/f). *Enabling the Future*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de http://enablingthefuture.org/

EPO. (s/f-a). *Espacenet Patent Search*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://worldwide.espacenet.com/

EPO. (s/f-b). *Latipat - Espacenet*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://lp.espacenet.com/

Escorsa, Pere., & Maspons, R. (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva /* (1. edición). Financial Times.

Esper Bionics. (s/f). *About EsperBionics*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://about.esperbionics.com/

Esun. (s/f). *PLA+ Esun*. Recuperado el 17 de abril de 2024, de https://www.esun3d.com/es/pla-pro-product/

European Commission. (s/f). *CE marking*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/ce-marking_en

Fabian, H. W., Barrientos, J. R., Abarca, V. E., & Elias, D. A. (2023). Design and Characterization of a Soft Robotic Wrist Brace for Pediatric Rehabilitation. *1st IEEE Colombian Caribbean Conference, C3 2023*. https://doi.org/10.1109/C358072.2023.10436167

Flores, M., & Verastegui, C. (2019). *Diseño y fabricación de prótesis mioeléctrica de mano de 5 grados de libertad de bajo costo para personas con amputación transradial* [Universidad Nacional del Callao]. http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5904

Fundación iSocial. (s/f). *e-NABLE, red de 10.000 voluntarios que hacen prótesis con impresoras 3D*. 2021. Recuperado el 22 de abril de 2024, de https://isocial.cat/es/e-nable-red-de-10-000-voluntarios-que-hacen-protesis-con-impresoras-3d/

Fundación WIESE. (2019, septiembre 20). *Pixed nace para ayudar a personas con discapacidad: Queremos brindarles herramientas para explotar sus habilidades*. https://www.fundacionwiese.org/blog/es/pixed-nace-para-ayudar-a-personas-con-discapacidad/

Galoustian, G. (2021, julio 14). *Liquid Metal Sensors and AI could help prosthetic hands to 'feel'*. https://www.fau.edu/newsdesk/articles/prosthetic-hand-touch.php

Gi, K. (2020). *KR20200063353A Multi-functional Electronic Prosthetic Hand using cameras and artificial intelligence*. https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/071088793/publication/KR20200063353A?q=pn%3DKR20200063353A

Gibbons, P., & Prescott, J. (1996). Parallel competitive intelligence processes in organisations | International Journal of Technology Management. *International Journal*

of Technology Management, *11*(1–2), 162–178. https://doi.org/https://doi.org/10.1504/IJTM.1996.025425

Goi, C. L. (2009). A Review of Marketing Mix: 4Ps or More? *International Journal of Marketing Studies*, *1*(1), p2. https://doi.org/10.5539/IJMS.V1N1P2

Guagliano, M., Arcienaga, A., & Villanueva, M. (2014). *Desarrollo Metodológico para la Generación de Productos de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica del Sector Autopartista* [Universidad Nacional de Lomaz de Zamora]. http://repositorio.unlz.edu.ar:8080/bitstream/handle/123456789/426/Guagliano.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Haaso Plattner Institute of Design at Stanford. (s/f). *Design Thinking Bootleg*. Recuperado el 28 de abril de 2024, de https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg

Habert, P., Nichols, S., & Cadenhead, G. (2012). *Mind Map and Demonstration of the Quicklook Methodology for Technology Commercialization* [The University of Texas at Austin]. https://repositories.lib.utexas.edu/server/api/core/bitstreams/d344de07-cfe3-46ef-9eb3-9051740dfb46/content

Halvorsrud, R., Kvale, K., & Følstad, A. (2016). Improving service quality through customer journey analysis. *Journal of Service Theory and Practice*, *26*(6), 840–867. https://doi.org/10.1108/JSTP-05-2015-0111/FULL/XML

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (McGraw-Hill Interamericana de España S.L., Ed.; 6a ed.).

HOY. (2015, noviembre 24). *Po Paraguay: "Danos hoy una mano, y nosotros vamos a dar miles"*. https://www.hoy.com.py/tecnologia/po-paraguay-danos-hoy-una-mano-y-nosotros-vamos-a-dar-miles/amp

Huang, J., Li, G., Su, H., & Li, Z. (2022). Development and Continuous Control of an Intelligent Upper-Limb Neuroprosthesis for Reach and Grasp Motions Using Biological

Signals. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, *52*(6), 3431–3441. https://doi.org/10.1109/TSMC.2021.3069084

Huang, J., Li, Z., Xia, H., Chen, G., & Meng, Q. (2023). Cross-Modal Integration and Transfer Learning Using Fuzzy Logic Techniques for Intelligent Upper Limb Prosthesis. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *31*(4), 1267–1280. https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2022.3198172

IEC. (s/f). *IP Ratings*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.iec.ch/ip-ratings

IEC. (2006). *IEC 62304:2006+AMD1:2015 CSV* . https://webstore.iec.ch/publication/22794

IEC. (2013). *IEC 60529:1989+AMD1:1999+AMD2:2013 CSV Consolidated version*. https://webstore.iec.ch/publication/2452

IEC. (2015). *IEC 62366-1:2015+AMD1:2020 CSV* . https://webstore.iec.ch/publication/67220

IEC. (2016). *IEC 82304-1:2016* . https://webstore.iec.ch/publication/26120

IEC. (2017). *IEC 62133-1:2017*. https://webstore.iec.ch/publication/27284

IEC. (2020). *IEC 60601-2-1:2020*. https://webstore.iec.ch/publication/31388

IEC. (2024a). *IEC 60601-1:2024 SER* . https://webstore.iec.ch/publication/2603

IEC. (2024b, diciembre). *PT 63450*. https://www.iec.ch/ords/f?p=103:23:8202084647325::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1245,25

IEC System of Conformity Assessment Schemes for Electrotechnical Equipment and Components (IECEE). (s/f). *IEC Standards*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.iecee.org/certification/iec-standards

IEEE Xplore. (s/f). *IEEE Xplore Advanced Search*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://ieeexplore.ieee.org/search/advanced

INACAL Perú. (s/f). *Normas Técnicas Peruanas*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas

INACAL Perú. (2024). *Listado de Normas Técnicas Peruanas citadas en Dispositivos Obligatorios*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3241618/1515837-normas-obligatorias-2024.pdf?v=1708466397

INDECOPI. (s/f). *Buscador de Patentes INDECOPI*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://indecopi.gob.pe/web/invenciones-y-nuevas-tecnologias/buscadores-de-patentes

INEI. (2017). *Perfil Sociodemográfico de la Población con Discapacidad, 2017*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1675/libro.pdf

INEI. (2021). *Perú: Caraterización de las Condiciones de Vida de la población con Discapacidad, 2021*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1880/libro.pdf

Innova Spain. (2022, marzo 28). *LatBionics: prótesis robóticas hechas en Perú y al alcance de todos*. https://www.innovaspain.com/latbionics-protesis-roboticas-hechas-en-peru-y-al-alcance-de-todos%EF%BF%BC/

Instituto Nacional de Rehabilitación Dra. Adriana Rebaza Flores. (2021). *Catálogo de Servicios y Actividades Estandarizadas*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4118051/CPMyAE-2021.pdf.pdf?v=1676323210

Intertek Group plc. (s/f). *Intertek Perú*.

Ipsos. (2020). *Características de los niveles socioeconómicos en el Perú*. https://www.ipsos.com/es-pe/caracteristicas-de-los-niveles-socioeconomicos-en-el-peru

ISO. (s/f-a). *ISO 9001:2015 - Sistemas de gestión de calidad — Requisitos*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/20/62085.html

ISO. (s/f-b). *ISO 10993-1:2018 - Biological evaluation of medical devices — Part 1: Evaluation and testing within a risk management process*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.iso.org/standard/68936.html

ISO. (s/f-c). *ISO 14001:2015 - Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.iso.org/es/norma/14001

ISO. (s/f-d). *ISO Standards*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.iso.org/search.html

Johannes, M. S., Faulring, E. L., Katyal, K. D., Para, M. P., Helder, J. B., Makhlin, A., Moyer, T., Wahl, D., Solberg, J., Clark, S., Armiger, R. S., Lontz, T., Geberth, K., Moran, C. W., Wester, B. A., Van Doren, T., & Santos-Munne, J. J. (2020). The Modular Prosthetic Limb. *Wearable Robotics: Systems and Applications*, 393–444. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814659-0.00021-7

Kirchberger, M., Wouters, M., & Anderson, J. (2020). How Technology- Based Startups Can Use Customer Value Propositions to Gain Pilot Customers. *Journal of Business-To-Business Marketing*, *27*(4), 353–374. https://doi.org/10.1080/1051712X.2020.1831212

KYP Bioingeniería. (s/f). *KYP Bioingeniería*. Recuperado el 14 de abril de 2024, de https://www.kypbioingenieria.com/

La Voz de Perú. (2022, abril 18). *Enzo Romero, ingeniero del Perú construye mano biónica con botellas*. https://lavozdeperu.com/enzo-romero-ingeniero-del-peru-construye-mano-bionica-con-botellas/

Lanning, M., & Michaels, E. (1988). A Business is a Value Delivery System. *McKinsey Staff Paper*, *41*.

Lat Bionics. (s/f). *Lat Bionics [@latbionics]. (s.f.). [Perfil de Instagram]*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.instagram.com/latbionics/

Libai, B., Mahajan, V., & Muller, E. (2009). Can you see the chasm? Innovation diffusion according to rogers, bass, and moore. *Review of Marketing Research*, *5*, 38–57. https://doi.org/10.1108/S1548-6435(2008)0000005006/FULL/XML

Limbitless Solutions. (s/f). *Limbitless Solutions*. Recuperado el 7 de abril de 2024, de https://limbitless-solutions.org/ourWork

Llamas, F., & Fernández, J. (2018). La metodología Lean startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, *84*. https://doi.org/10.21158/01208160.N84.2018.1918

Mangiaracina, R., Brugnoli, G., Aless, & Perego, ro. (1970). The eCommerce Customer Journey: A Model to Assess and Compare the User Experience of the eCommerce Websites. *The Journal of Internet Banking and Commerce*, *14*(3), 1–11. https://www.icommercecentral.com/open-access/the-ecommerce-customer-journey-a-model-to-assess-and-compare-the-user-experience-of-the-ecommerce-websites.php?aid=38368

McCarthy, J. (1964). *Basic Marketing: A Managerial Approach* (Irwin, Ed.).

McDonald, C. L., Westcott-Mccoy, S., Weaver, M. R., Haagsma, J., & Kartin, D. (2021). Global prevalence of traumatic non-fatal limb amputation. *Prosthetics and Orthotics International*, *45*(2), 105–114. https://doi.org/10.1177/0309364620972258

MDPI. (s/f). *MDPI Search for Articles*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.mdpi.com/

MDPI. (2024). *Sensors*. https://www.mdpi.com/journal/sensors

Meng, Q., Li, Z., & Li, J. (2021). An intelligent upper limb prosthesis with crossmodal integration and recognition. *2021 6th IEEE International Conference on Advanced*

Robotics and Mechatronics, ICARM 2021, 747–752. https://doi.org/10.1109/ICARM52023.2021.9536080

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva. (2015). *Guía Nacional de Vigilancia e inteligencia estratégica (VeIE): Buenas prácticas para generar sistemas territoriales de gestión de VeIE* (p. 270). https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2018/10/guia-nacional-de-vigilancia-e-inteligencia-estrategica.pdf

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2024). *Notificaciones de accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales - Febrero 2024*. https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones/5334571-notificaciones-de-accidentes-de-trabajo-incidentes-peligrosos-y-enfermedades-ocupacionales-febrero-2024

Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo. (2021). *Diseño, construcción y cálculo del indicador de accidentabilidad laboral en el Perú*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1792339/Diseno_construccion_y_calculo_del_indicador_accidentabilidad.pdf

Mio, R., & Bustamante, M. (2017). *Recubrimiento para dedos de prótesis de mano* (Patent 1209).

Mio, R., Bustamante, M., Salazar, G., & Elias, D. A. (2019). A 3D-printed prosthetic hand with modular reconfigurable fingers. *Mechanisms and Machine Science*, *71*, 93–102. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16423-2_9/COVER

Mio, R., Ccorimanya, L., Flores, K. M., Salazar, G., & Elías, D. (2017). Design of a 3D-Printable Powered Prosthetic Hand for Transmetacarpal Amputees. *Lecture Notes in Networks and Systems*, *13*, 83–96. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54377-2_8/TABLES/3

Mio, R., Villegas, B., Ccorimanya, L., Flores, K. M., Salazar, G., & Elias, D. (2017). Development and assessment of a powered 3D-printed prosthetic hand for transmetacarpal amputees. *2017 3rd International Conference on Control, Automation and Robotics, ICCAR 2017*, 85–90. https://doi.org/10.1109/ICCAR.2017.7942665

Modelo de Contrato para Spin Off - PUCP (2021). https://drive.google.com/drive/folders/1yP4sZ8RSY_tNYvvQNhdQ3BpGd6nky6EY

Moore, G. (2014). *Crossing the Chasm, 3rd Edition: Marketing and Selling Disruptive Products to Mainstream Customers* (Harper Business).

Moya-Espinosa, P. I., & Moscoso-Durán, F. F. (2017). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en el modelo empresarial del sector hotelero colombiano. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, *8*(1), 11–22. https://doi.org/10.19053/20278306.V8.N1.2017.7367

Nanalyze. (2019, mayo 4). *When Will Bionic Arms Become More Affordable?* https://www.nanalyze.com/2019/05/bionic-arms-affordable/

New Castle University. (2017, mayo 3). *Hand that sees offers new hope to amputees*. https://www.ncl.ac.uk/press/articles/archive/2017/05/handthatsees/

NTP. (2017). *NTP-ISO 13485:2017*.

NTP. (2023a). *NTP-ISO 14937:2018 (revisada el 2023)*.

NTP. (2023b). *NTP-ISO 15223-1:2023*.

Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología - Universidad de Alicante. (s/f). *Guía de Vigilancia e Inteligencia Tecnológica*. Recuperado el 24 de marzo de 2024, de https://www.ovtt.org/guias/guia-de-inteligencia-tecnologica/

Oficina de Comunicaciones y Proyección de CTI. (2021, febrero 7). *Investigadores de la PUCP fabrican prótesis de mano para mejorar calidad de vida de personas con discapacidad*. https://www.gob.pe/institucion/concytec/noticias/341401-investigadores-

de-la-pucp-fabrican-protesis-de-mano-para-mejorar-calidad-de-vida-de-personas-con-discapacidad

OMS. (2017a). *Normas de Ortoprotésica Parte 1. Normas*. https://ispomexico.org/biblioteca-digital/normas-de-ortoprotesica-parte-1-normas/

OMS. (2017b). *Normas de Ortoprotésica Parte 2. Manual de Aplicación*. https://ispomexico.org/biblioteca-digital/normas-de-ortoprotesica-parte-2-normas/

OMS. (2023). *Discapacidad*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health

Open Bionics. (s/f-a). *Hero Arm*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://openbionics.com/hero-arm/

Open Bionics. (s/f-b). *Open Bionics*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://openbionics.com/en/

Orthexo. (s/f). *BeBionic myoelectric hand EQD: Hand prosthesis from Ottobock*. Recuperado el 14 de abril de 2024, de https://orthexo.de/en/exoskeletons/rehab-and-aids-2/bebionic/

Ortopedia Wong. (2023). *Prótesis de Mano Bionica OSSUR I-LIMB QUANTUM*. https://ortopediawong.com/inicio/product/protesis-de-mano-bionica-ossur-i-limb-quantum/

OrtoProtésica. (s/f). *OrtoProtésica*. Recuperado el 22 de abril de 2024, de https://www.ortoprotesicaperu.com/#

Össur. (s/f-a). *i-Limb Quantum*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.ossur.com/es-es/protesica/miembro-superior/i-limb-quantum

Össur. (s/f-b). *Össur: Life witouth limitations*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.ossur.com/es-es

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2009). Business Model Generation. En *Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla* (Número 5).

https://books.google.com/books/about/Business_Model_Generation.html?hl=es&id=Bjj8G3ttLWUC

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2015). *Value proposition design : how to create products and services customers want*. https://books.google.com/books/about/Value_Proposition_Design.html?hl=es&id=jgu5BAAAQBAJ

Ottobock SE & Co. (s/f-a). *Mano bebionic EQD*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.ottobock.com/es-mx/product/8E70

Ottobock SE & Co. (s/f-b). *Ottobock*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.ottobock.com/es-es/inicio

Padkapayeva, K., Posen, A., Yazdani, A., Buettgen, A., Mahood, Q., & Tompa, E. (2017). Workplace accommodations for persons with physical disabilities: evidence synthesis of the peer-reviewed literature. *Disability and rehabilitation*, *39*(21), 2134–2147. https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1224276

Paplop, F., & Vicente, J. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia empresarial. Su potencial para la empresa española*.

Payne, A., Frow, P., & Eggert, A. (2017a). The customer value proposition: evolution, development, and application in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *45*(4), 467–489. https://doi.org/10.1007/S11747-017-0523-Z/TABLES/6

Payne, A., Frow, P., & Eggert, A. (2017b). The customer value proposition: evolution, development, and application in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *45*(4), 467–489. https://doi.org/10.1007/S11747-017-0523-Z/TABLES/6

Payne, A., Frow, P., Steinhoff, L., & Eggert, A. (2020). Toward a comprehensive framework of value proposition development: From strategy to implementation. *Industrial*

Marketing Management, *87*, 244–255. https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2020.02.015

Perú 21. (2019, junio 18). *Emprendedor21: Pixed Corp, reconstruyendo vidas [FOTOS]*. https://peru21.pe/emprendimiento/emprendedor21-pixed-corp-reconstruyendo-vidas-fotos-485105-noticia/

Pixed Corp. (s/f). *Pixed Corp*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://pixedcorp.com/

Po Paraguay. (s/f). *PO*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://po.com.py/

Ponjuán, G. (1998). *Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones. Impresos Universitarios, Chile.*

Portal de Investigación PUCP. (2021, octubre 28). *Dando una mano: en busca de la prótesis propia*. https://investigacion.pucp.edu.pe/institucionales/dando-una-mano-en-busca-de-la-protesis-propia/

PR Newswire. (2023, junio 8). *Prosthetic robot arm market size to grow by USD 493.52 million from 2022 to 2027: The increase in amputation cases will boost the market growth - Technavio*. https://www.prnewswire.com/news-releases/prosthetic-robot-arm-market-size-to-grow-by-usd-493-52-million-from-2022-to-2027-the-increase-in-amputation-cases-will-boost-the-market-growth---technavio-301845214.html

Precedence Research. (2024, febrero). *Upper Limb Prosthetics Market*. https://www.precedenceresearch.com/upper-limb-prosthetics-market#:~:text=The%20global%20upper%20limb%20prosthetics,5.17%25%20from%202024%20to%202033

PUCP. (s/f). *Proyectos - Grupo de Investigación en Robótica Aplicada y Biomecánica*. Recuperado el 8 de abril de 2024, de https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/girab/proyectos/

PUCP. (2021a). *Prótesis Transhumeral de 5 grados de libertad con Retroalimentación Háptica controlada por Señales Fisiológicas*. https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/girab/proyecto/protesis-transhumeral-5-grados-libertad-retroalimentacion-haptica-controlada-senales-fisiologicas/

PUCP. (2021b). *Uso de Logotipo PUCP*. https://dci.pucp.edu.pe/recursos/uso-logotipo-pucp#logo-impresos

Punto Edu PUCP. (2017, abril 26). *Prótesis de mano 3D gana fondo Ideas Audaces*. https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticia/protesis-de-mano-3d-gana-fondo-ideas-audaces/

Punto Edu PUCP. (2018). *Investigadores PUCP desarrollan manos inteligentes*. https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticia/manos-inteligentes/

Raspberry Pi. (s/f). *Raspberry Pi Zero 2 W*. Recuperado el 17 de abril de 2024, de https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-zero-2-w/

Repsol Perú. (2019). *Informe de Sostenibilidad 2019: Indicadores a detalle Repsol Perú*. https://www.repsol.pe/content/dam/repsol-paises/pe/sostenibilidad/anteriores/InformedeSostenibilidadPeru2019_IndicadoresDetalle_2_tcm76-200552.pdf

Resnik, L., Benz, H., Borgia, M., & Clark, M. A. (2019). Patient Perspectives on Osseointegration: A National Survey of Veterans with Upper Limb Amputation. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, *11*(12), 1261–1271. https://doi.org/10.1002/PMRJ.12147

Resnik, L. J., Borgia, M. L., & Clark, M. A. (2020). A National Survey of Prosthesis Use in Veterans with Major Upper Limb Amputation: Comparisons by Gender. *PM&R*, *12*(11), 1086–1098. https://doi.org/10.1002/PMRJ.12351

Richardson, A. (2010). *Using Customer Journey Maps to Improve Customer Experience*. https://hbr.org/2010/11/using-customer-journey-maps-to

Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses* (Crown Currency, Ed.; 1a ed.). https://www.amazon.com/-/es/Eric-Ries/dp/0307887898

Robinson, C. P., Li, B., Meng, Q., & Pain, M. (2018). Effectiveness of surface electromyography in pattern classification for upper limb amputees. *ACM International Conference Proceeding Series*, 107–112. https://doi.org/10.1145/3268866.3268889

Robots. (s/f). *i-Limb*. Recuperado el 14 de abril de 2024, de https://robotsguide.com/robots/ilimb

Rodríguez, M., & Escorsa, P. (1997). De la Información a la Inteligencia Tecnológica: Un Avance Estratégico. *VII Seminario Bianual Latinoamericano de Gestión Tecnológica*.

Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations* (Free Press, Ed.; 5a ed.).

Romero, E. (2017). *Dispositivo háptico portátil con actuadores intercambiables para prótesis de extremidad*.

Romero, E., Callupe, R., & Elias, D. (2017). Implementation of a finger force detection platform with a graphical user interface. *Proceedings of the 2017 IEEE 24th International Congress on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2017*. https://doi.org/10.1109/INTERCON.2017.8079697

Romero, E., & Elias, D. (2017). Design of a non invasive haptic feedback device for transradial myoelectric upper limb prosthesis. *Proceedings of the 2016 IEEE ANDESCON, ANDESCON 2016*. https://doi.org/10.1109/ANDESCON.2016.7836230

Romero, E., & Elias, D. A. (2022). Design of a haptic palmar-finger feedback system for upper limb myoelectric prosthesis model PUCP-Hand. *International Conference on Electrical, Computer, and Energy Technologies, ICECET 2022*. https://doi.org/10.1109/ICECET55527.2022.9872575

Saldarriaga, A. M., Abarca, V. E., & Elias, D. A. (2024). *Design and Implementation of a Physical Simulator for Hand and Wrist Joint Range of Motion Validation for Rehabilitation Devices*. 1–6. https://doi.org/10.1109/CHILECON60335.2023.10418754

Salminger, S., Stino, H., Pichler, L. H., Gstoettner, C., Sturma, A., Mayer, J. A., Szivak, M., & Aszmann, O. C. (2022a). Current rates of prosthetic usage in upper-limb amputees – have innovations had an impact on device acceptance? *Disability and Rehabilitation*, *44*(14), 3708–3713. https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1866684

Salminger, S., Stino, H., Pichler, L. H., Gstoettner, C., Sturma, A., Mayer, J. A., Szivak, M., & Aszmann, O. C. (2022b). Current rates of prosthetic usage in upper-limb amputees – have innovations had an impact on device acceptance? *Disability and Rehabilitation*, *44*(14), 3708–3713. https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1866684

Science Direct. (s/f). *ScienceDirect Advanced Search*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.sciencedirect.com/search/entry

Scopus. (s/f). *Scopus Document Search*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic

Segura, D., Romero, E., Abarca, V. E., & Elias, D. A. (2024). Upper Limb Prostheses by the Level of Amputation: A Systematic Review. *Prosthesis 2024, Vol. 6, Pages 277-300*, *6*(2), 277–300. https://doi.org/10.3390/PROSTHESIS6020022

Seidman, I. (2013). *Interviewing as Qualitative Research: A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences* (Teachers College Press, Ed.).

SGS. (s/f). *SGS Productos Sanitarios*. Recuperado el 12 de mayo de 2024, de https://www.sgs.com/es-pe/service-groups/productos-sanitarios

Sharma, M., Malhotra, H., Kumar, N., & Yadav, J. (2019). *Deep Learning with Convolutional Neural Network for Controlling Human Arm Prosthesis using sEMG signals*. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8940571

Sibalija, J., Barrett, D., Subasri, M., Bitacola, L., & Kim, R. B. (2021). Understanding value in a healthcare setting: An application of the business model canvas. *Methodological Innovations*, *14*(3). https://doi.org/10.1177/20597991211050477/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_20597991211050477-FIG6.JPEG

Slattery, P., Saeri, A. K., & Bragge, P. (2020). Research co-design in health: A rapid overview of reviews. *Health Research Policy and Systems*, *18*(1), 1–13. https://doi.org/10.1186/S12961-020-0528-9/TABLES/2

Starke, J., Weiner, P., Crell, M., & Asfour, T. (2022). Semi-autonomous Control of Prosthetic Hands based on Multimodal Sensing, Human Grasp demonstration and User Intention. *Robotics and Autonomous Systems*, *154*, 104123. https://doi.org/10.1016/J.ROBOT.2022.104123

Steeper Group. (s/f-a). *Myoelectric Hand Myo Kinisi*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.steepergroup.com/prosthetics/upper-limb-prosthetics/hands/myo-kinisi/

Steeper Group. (s/f-b). *Steeper*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.steepergroup.com/

Teaching Entrepreneurship. (2019, febrero 25). *Finding Early Adopters: The Mechanical Pencil Challenge*. https://www.teachingentrepreneurship.org/finding-early-adopters/

TED. (2022, abril). *La asequible biónica del futuro*. La asequible biónica del futuro

Toro-Ossaba, A., Tejada, J. C., Rúa, S., & López-González, A. (2023). A Proposal of Bioinspired Soft Active Hand Prosthesis. *Biomimetics 2023, Vol. 8, Page 29*, *8*(1), 29. https://doi.org/10.3390/BIOMIMETICS8010029

Transparency Market Research. (2023, julio). *Artificial Limbs Market*. https://www.transparencymarketresearch.com/artificial-limbs-market.html

University of Minnesota. (2022, mayo 17). *University of Minnesota technology allows amputees to control a robotic arm with their mind*. https://cse.umn.edu/college/news/university-minnesota-technology-allows-amputees-control-robotic-arm-their-mind

Unlimited Tomorrow. (s/f-a). *Our Process Puts You First*. Recuperado el 23 de abril de 2024, de https://www.unlimitedtomorrow.com/process/

Unlimited Tomorrow. (s/f-b). *The Most Affordable Bionics Arm*. Recuperado el 14 de abril de 2024, de https://www.unlimitedtomorrow.com/pricing-old/

Unlimited Tomorrow. (s/f-c). *TrueLimb Prosthetic Arm*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.unlimitedtomorrow.com/truelimb/

USPTO. (s/f). *USPTO Patent Public Search*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://ppubs.uspto.gov/pubwebapp/

Valdelamar-Zapata, J. A., Ramírez-Cruz, Y. L., Rodríguez-Rivera, P. D., & Morales-Rubiano, M. E. (2015). Capacidad innovadora: cómo fomentarla, según docentes de Ciencias Económicas e Ingeniería de la UMNG. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, *6*(1), 7–14. https://doi.org/10.19053/20278306.3454

Vicerrectorado de Investigación PUCP. (s/f-a). *Diseño e implementación de un prototipo de prótesis de mano accionada por señales mioeléctricas*. Recuperado el 22 de abril de 2024, de https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/girab/proyecto/protesis-de-mano-accionada-por-senales-mioelectricas/

Vicerrectorado de Investigación PUCP. (s/f-b). *Modelamiento fisiológico de músculos del antebrazo y algoritmo de estimación de fuerza de los dedos para prótesis de mano*. Recuperado el 22 de abril de 2024, de https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/girab/proyecto/modelamiento-fisiologico-musculos-del-antebrazo-algoritmo-estimacion-fuerza-los-dedos-protesis-mano/

Victoria Hand Project. (s/f-a). *Victoria Hand Project: Prosthetics Within Reach*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://www.victoriahandproject.com/the-project

Victoria Hand Project. (s/f-b). *Victoria Hand Project: Prosthetics within reach*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.victoriahandproject.com/

Vincent Systems GmbH. (s/f-a). *Vincent Systems*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.vincentsystems.de/en

Vincent Systems GmbH. (s/f-b). *VINCENTevolution4*. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.vincentsystems.de/en/vincent-evolution4

VintageNVShop. (2023, junio 2). *Prosthetic Arm - Vincent Evolution 3 - German Prosthetic Arm - New - Working Bionic Arm - Prosthesis - Prosthetic limb*. https://www.etsy.com/listing/1392004556/prosthetic-arm-vincent-evolution-3

VOA News. (2023, diciembre 24). *Bionic Prostheses Empower Wounded Ukrainian Soldiers*. https://www.voanews.com/a/bionic-prostheses-empower-wounded-ukrainian-soldiers-/7410522.html

Web of Science. (s/f). *Web of Science Database*. Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://www.webofscience.com/wos

WeFounder. (s/f). *ATOM LIMBS Artificial limbs to end physical disability*. Recuperado el 27 de abril de 2024, de https://wefunder.com/atomlimbs

Wilcox, J. (2016). *FOCUS Framework: How to Find Product-Market Fit* (Customer Development Labs, Ed.).

WIPO. (s/f). *PATENTSCOPE*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de https://patentscope.wipo.int/

Wright, P., & McCarthy, J. (2008). Empathy and experience in HCI. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 637–646. https://doi.org/10.1145/1357054.1357156

XPLANE. (s/f). *Empathy Map Worksheet*. Recuperado el 28 de abril de 2024, de https://xplane.com/worksheet/empathy-map-worksheet/

Yang, D., Peng, C., Gu, Y., Shi, C., & Qi, L. (2022). *CN114681172 - Modularized closed-loop artificial limb control system for upper limb amputation patient*. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN368925064&_cid=P22-LO9LA3-18087-1

Yang, Z., Nguyen, A. T., & Luu, D. K. (2023). *WO2023044136 - Artificial Intelligence Enabled Neuroprosthetic Hand*.

Zahedi, S. (2021). Review of Prosthetics & Orthotics Needs for 21st Century – Vision for 2025. *Canadian Prosthetics & Orthotics Journal*, *4*(2). https://doi.org/10.33137/CPOJ.V4I2.37113

Zhu, Z. (2021). The Influence of Digital Technology in the Digital Marketing. *Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Economic Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021)*, *203*, 1514–1519. https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.211209.246

Apéndice A. Entrevista a Técnico

Descripción

Con la finalidad de obtener información acerca del estado actual del proyecto, tecnologías usadas, propiedad intelectual, finanzas, mercado, competencia y estrategia comercial, se realizó una entrevista en persona al responsable técnico del proyecto, quién además participaba como organizador de las sesiones semanales de actualización de avances de proyecto. La entrevista fue realizada mientras se tomaba notas de los comentarios y grabando en audio la conversación para la posterior transcripción de la información. La conversación fue guiada por las siguientes preguntas:

Preguntas

1. ¿En qué consiste el producto o los productos resultado del proyecto de investigación?
2. ¿Qué tecnologías o métodos se requieren para fabricar, usar o aplicar el producto? ¿Cómo se usa?
3. ¿Se ha fabricado un prototipo? ¿Se ha logrado validar la idea o el prototipo en un posible usuario real?
4. ¿La tecnología desarrollada se ha patentado? ¿Si no, es posible patentar o proteger algún componente a futuro? ¿El producto hace uso de otras creaciones o diseños protegidos o libres?
5. ¿Qué costos están implicados en la creación del producto? ¿Cuál sería el valor del producto considerando dichos aspectos? ¿Se ha determinado un costo de venta para el público? ¿Conoce los precios de algún referente cercano?
6. ¿Cuál es el público objetivo y qué tamaño tiene el mercado? ¿Cuál es la proyección del mercado?
7. ¿En el mundo y el país, se tiene competencia directa o indirecta? ¿Qué aspectos

resaltan?

8. ¿Se tiene un avance sobre el plan de comercialización? ¿En el laboratorio tienen antecedentes relacionados a la comercialización de este tipo de productos?

Respuestas

1. Esta prótesis está basada en investigaciones previas se han desarrollado en el laboratorio, las cuales abarcaron los aspectos de diseño de prótesis antropométricas, mecanismos de activación de dedos, sistemas electrónicos de realimentación háptica, algoritmos de procesamiento de datos, entre otros. Se trata de un dispositivo que se puede colocar y retirar en el momento que el usuario lo desee, es de colocación no invasiva. La persona debería colocarse en primer lugar la prótesis por encima del muñón; posteriormente, se coloca en el antebrazo el sistema de batería y, finalmente, se pueden conectar mediante el cable negro. Dentro del encaje se encuentran los sensores EMG, el cual brinda información sobre la actividad muscular del usuario y, en acompañamiento con algoritmo inteligente de procesamiento previamente entrenado, permitirá que el usuario pueda controlar la apertura o cierre con hacer uno movimientos en el brazo.

2. En el interior de la prótesis se esconde la electrónica necesaria. Dentro de la mano hay 3 servomotores, de los cuales 2 están en conexión con un mecanismo intermediario para la activación de dedos y uno está conectado directamente al eje de rotación. El dedo índice se conecta directamente mediante un juego de engranajes sin reducción al servomotor 1810MG; los dedos medio, anular y meñique se mueven juntos mediante la conexión de una biela a otro servomotor del mismo modelo; y finalmente, el dedo pulgar está conectado a un motor más potente y pequeño de código 1810MG mediante

un acople directo. Además, el pulgar cuenta con la posibilidad de ampliar el rango de alcance mediante un botón manual. Todos los dedos están sujetos a las piezas de la palma las cuales mediante los ejes de 3 mm fijados a la base de cada dedo.

Haciendo uso de una pieza intermedia llamada conector mano-encaje es posible asegurar a la mano contra el encaje protésico mediante una unión de dos tornillos M3 de al menos 12 mm de longitud e incluye cavidades para permitir el paso del cableado de los sensores ubicado en el encaje. El encaje cuenta con ranuras para su sujeción mediante velcros; al contraer el velcro es posible flexionar los extremos del encaje de modo que lo presiona contra la piel. Por otro lado, debido a que no se cuenta con mayor cantidad de espacio en el interior de la mano y que para conservar la estética del encaje protésico no se puede ampliar las medidas del mismo, se decidió mover el sistema de energía al exterior, el cual también se ajusta a la superficie de la piel del usuario mediante la sujeción por velcros. La carcasa del sistema de energía se ajusta y moldea a la forma del brazo mediante el proceso de termoformado, el cual consiste en aplicar una temperatura de aproximadamente 60 grados celsius para deformar el plástico. Debido a la necesidad de personalización, la tecnología de impresión 3D FDM facilita la etapa de prototipado y validación de ideas, así como la rapidez en la fabricación de los productos físicos. El sistema de energía cuenta con una cavidad para colocar y almacenar a la batería removible de modelo Panasonic DMW-BLF19 y protege al regulador de voltaje. Además, cuenta con un switch ON/OFF de accesibilidad externa.

3. Ambos sistemas se han podido validar en funcionamiento con el apoyo de un usuario real, con quién se pudo obtener una retroalimentación sobre los aspectos de diseño de producto, facilidad de uso, funcionamiento de la mecánica y durabilidad del sistema de

energía; sin embargo, el algoritmo para el filtrado de señales EMG no se validó aún. A futuro, es necesario contemplar el desarrollo del algoritmo, los riesgos de fallo de la prótesis, la protección de la electrónica, así como la consideración de la posibilidad de adquisición del producto en el contexto actual de la economía del público objetivo. El dispositivo aún está en desarrollo e irá iterando el prototipo según las nuevas validaciones que se realicen.

4. El proyecto en cuestión no ha generado ninguna solicitud de evaluación de patentabilidad a la fecha; sin embargo, un proyecto similar que ha concluido recientemente sí ha realizado este procedimiento. El proyecto tuvo la intención de proteger el "mecanismo de apertura y cierre de dedos para prótesis de mano con un solo actuador", por lo que fue evaluado por la Oficina de Propiedad Intelectual de la universidad y obtuvo un resultado negativo en el Informe de Patentabilidad realizado en el año 2022. Pese al gran trabajo realizado y el fuerte desarrollo tecnológico, no se posee ni el nivel inventivo ni ventaja técnica. Un aspecto a favor es la posición de novedad y aplicación industrial. Adicionalmente, se conoce que no se protegió el flujo del programa, debido a que no se trataba de un sistema novedoso y de complejidad, ni el diseño externo de la prótesis debido a que se diseña y adecúa por cada usuario.

   En todos los años de trabajo del se ha logrado proteger a través de patentes dos invenciones: "Una propuesta de recubrimiento para dedos de prótesis", el cual beneficia al usuario con la posibilidad de sujetar objetos con mayor facilidad y evita los deslices, y un "dispositivo de retroalimentación háptica portátil con elementos intercambiables" que permitiría dar a conocer al usuario sobre la cantidad de fuerza que ejerce al sujetar un objeto. Ambas patentes pueden incorporarse en el proyecto actual debido a que la

autoría es de la universidad y los inventores, quienes siguen teniendo una relación cercana con el laboratorio.

5. Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico de una prótesis anterior, se consideran los costos de servicio de diseño, la adquisición de componentes, el servicio de fabricación de piezas y servicios de ensamble, entre otros, resultando en una suma de aproximadamente S/. 30,000.

   Además, se ha trabajado a modo de colaboración entre la universidad y una empresa privada una iniciativa de índole social en la que se cotizó el costo de un producto de tecnología no electrónica a S/. 2,500. Realizando un mapeo de la competencia local se pudo conocer que una empresa vende modelos genéricos de prótesis por un valor de S/.8,000, casi el doble de lo que cotiza una segunda empresa de menor tamaño en la ciudad de Lima.

   Si bien la información brindada no está relacionada directamente con el producto en cuestión, permite tener una referencia de los costos que puede pagar el país. Además, habría que considerar el costo de la alta tecnología que se ha seleccionado para el proyecto actual.

6. En el país, existe un gran grupo de población con amputación de miembro superior, también llamada amputación de brazo, más de 12 mil personas según INEI (2021). Tan solo en 2012, el Instituto de Rehabilitación en Lima y Callao indicó que 45% de los pacientes atendidos fue por causa traumática, o sea que perdieron su miembro por un accidente. Así mismo, se ha registrado un crecimiento entre el 2014 y 2018 del 30% de casos en el Registro Nacional de la Persona con Discapacidad, tendencia que va en

aumento con los años debido a la acumulación de casos. La información conocida es únicamente de personas identificadas y trabajadores formales, ya que existe un mercado informal que forma parte de las personas no identificadas hasta el momento con la condición de amputación.

7. Existen empresas que realizan la fabricación de prótesis mediante la impresión 3D con la finalidad de generar valor social conectando comunidades o personas necesitadas con empresas o inversionistas que financien el trabajo como Ayudame 3D (España) y Bionico Hand (Italia). Se sabe que existen iniciativas similares a lo largo del mundo, algunas que nacieron en universidades o empresas pequeñas. En el país, las empresas más conocidas en medios de comunicación son Lat Bionics y Pixed Corp, las cuales se dedican al desarrollo y comercialización de prótesis de mano como actividad principal.

   En la academia resalta principalmente el trabajo realizado por universidades norteamericanas y europeas. Dicho trabajo se enfoca en el desarrollo de prótesis personalizadas y sistemas de bajo costo y productos para niños a través de sus proyectos de investigación en dónde estudiantes de pregrado, posgrado y docentes tienen oportunidad de participar. Así mismo, se sabe que startups exitosas y de mayor reputación suelen tener su origen en universidades con buena reputación en investigación académica. En el país, la Universidad Nacional de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Continental cuentan con laboratorios de investigación que abarcan diversos niveles de amputación e incluso brindan servicios enfocados a personas con la condición de discapacidad. Complementariamente, es usual ver trabajos de pregrado enfocado en el desarrollo de prótesis de mano de bajo costo con mayores capacidades de funcionamiento.

8. El plan de comercialización no se ha elaborado; sin embargo, se sabe cómo trabajan las grandes empresas referentes del sector. Sus canales y técnicas de comercialización están disponibles en internet. Si bien todas comercializan un producto funcional, difieren en la particularidad del acabado estético, funcionalidades técnicas y tecnología de accionamiento. Al igual que en nuestro país, los niveles de amputación más comunes son los transradiales y los transhumerales.

   Para iniciar con el proceso de compra, se registra la intención de adquisición mediante un formulario con el cual la empresa evalúa la condición del usuario y la compatibilidad del posible usuario con el producto. Posteriormente, se realiza un escaneo 3D del muñón del usuario y se realiza el proceso de diseño 3D, el cual pasará a fabricación del producto final. Existen métodos de financiamiento para la adquisición de una prótesis, ya que representan un gasto significativo en la economía de personas de cualquier sector. El producto puede ser adquirido directamente mediante un pago al contado y también es posible realizar la financiación en cuotas del pago del mismo, logrando un mayor alcance en el segmento de clientes.

   Así mismo, se identificó que tanto las empresas internacionales como las nacionales hacen uso de los siguientes canales de distribución: redes sociales y a través de la recomendación del servicio con centros médicos, clínicas especializadas y médicos particulares. Así mismo, en las páginas de cada empresa se tiene una sección dedicada a la exposición de clientes haciendo uso de sus prótesis y cómo han mejorado su calidad de vida. Así mismo, en algunos casos la relación con el cliente es atractiva, ya que

plantean el envío gratis del producto, una prueba de 30 días, garantía de 1 a 2 años y la oferta de mitad de precio para renovar el producto, útil para personas en crecimiento.

Apéndice B. Cotización de Sensor

FERCO MEDICAL

COT. Nº 1401-2024-EQP/SIM

Lima, 11 de junio de 2024

Señores
Pontificia Universidad Católica del Peru
Presente. -

Atención: **Victoria Abarca Pino**
Laboratorio de Investigación en Biomecánica y Robótica Aplicada

De nuestra consideración

Por medio de la presente los saludamos y les hacemos llegar la siguiente cotización:

DESCRIPCION	MARCA/ FABRICANTE	CANT.	UNID.	PRECIO UNITARIO DOLARES	MONTO TOTAL DOLARES
SP-W06-016 | Trigno Quattro Sensor	DELSYS	1	UND	6,100.00	6,100.00
SC-F03 | Interfaz de piel del sensor Trigno (paquete de 80)	DELSYS	2	PQTE	00.00	00.00
SC-F04 | Interfaz de piel para cabeza mini Trigno (paquete de 80)	DELSYS	2	PQTE	00.00	00.00
TOTAL EN DOLARES					**6,100.00**

PRECIOS	EN DOLARES NO INCLUYEN IGV (18%)
GARANTIA	2 AÑOS (1 AÑO STANDARD, 1 AÑO EXTENDIDA)
VALIDEZ DE LA OFERTA	30 DIAS
TIEMPO DE ENTREGA	6-8 SEMANAS
FORMA DE PAGO	50% CON LA ORDEN DE COMPRA 50% A LA INSTALACION, CAPACITACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

Abono en Cuenta Corriente en los siguientes bancos:

Banco	Moneda	Nº Cuenta	Código Interbancario
Banco Continental BBVA	MN	0011-0357-0100005672-19	0011-0357-0100005672-19
Banco de Crédito BCP	MN	193-1415616-0-50	002-193-001415616050-10
Scotiabank	MN	000-5591732	009-028-000005591732-22

INSTALACION Y TRANSPORTE:

- Cubierta al 100% por FERCO MEDICAL SAC.

ENTRENAMIENTO:

- Organizado por Delsys con soporte de Ferco Medical SAC

Página 1 de 2

Apéndice C. Patentes Relevantes

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
Indecopi	Prótesis de mano	324	obviar "Expediente reservado" y desde 2016	Método para el reconocimiento de gestos previamente definidos, realizados con la mano.	PUCP	2016	Perú	La presente invención se refiere a un método de reconocimiento de gestos, captados a través de un guante de datos, que se basa en el análisis posicional de gesto, además del angular y temporal, al mismo tiempo que se eliminan los errores causados por diferentes medidas de la mano entre los usuarios y por movimientos involuntarios. En ese sentido, el método comprende proporcionar un modelo matemático de la estructura de una mano antropomórfica de dimensiones variables, realizar un pre-procesamiento de datos y reconocer un gesto, a través de un diccionario de gestos previamente definidos, a través de una red neuronal.
				Dispositivo de reconocimiento de movimientos y gestos de extremidades del cuerpo humano con señales eco ultrasonido	Tech innovation	2016	Perú	Un dispositivo de reconocimiento de movimientos y gestos de extremidades del cuerpo humano con señales eco ultrasonido que genera lecturas ecográficas del comportamiento y actividades de los tendones flexores de las extremidades del cuerpo humano 8 y lecturas de sensores de desplazamiento tridimensional sobre las extremidades creando una interfase con el ordenador en el que se traduce en función de control múltiples, del tipo que comprende más de 3 etapas de desarrollo tal como: a) generador de señales ECO ultrasonido, b) Transductores de ultrasonido 4, c) proceso digital de señales 1, d) las lectura sensor de posicionamiento tridimensional 6, e) finalmente la interpretación de movimientos y gestos; cuya estructura está caracterizada porque equidistan los sensores ECO ubicados en posiciones estratégicas 11 para generar lecturas con mayor precisión
				Prótesis de mano con medios de apoyo para el usuario	PUCP	2016	Perú	El presente modelo de utilidad se refiere a una prótesis de mano que comprende una muñeca con dos aberturas laterales, una abertura inferior y una base; una palma y dedos articulados divididos en falanges; siendo que estas partes se unen entre sí por medio de ensambles a presión. El movimiento de los dedos se logra mediante cables flexibles, cables rígidos y pines de tensión, los que constan de una barra circular, una base de mayor diámetro y una sección cuadrada entre la barra y la base; siendo que esta configuración permite la regulación manual de la tensión de los cables. Adicionalmente, cuenta con medios de apoyo en zonas de mayor contacto entre la prótesis y la piel que protegen y facilitan la ventilación; superficies antideslizantes para facilitar la sujeción de objetos, algunos de los cuales poseen cortes en cruz que ocultan, protegen y permiten el acceso a la zona donde se encuentran los agujeros donde se amarran los cables flexibles y rígidos; y medios de sujeción para ajustar la prótesis con la extremidad afectada.
				Cubierta para dedos de prótesis de mano	PUCP	2017	Perú	Unos recubrimientos para prótesis de dedos que presentan unos patrones circulares concéntricos distanciados simétricamente por la zona palmar de las falanges, dichos patrones poseen un coeficiente de fricción semejante al de la piel humana, de esta forma se trata de simular el comportamiento de las huellas dactilares en términos de agarre de objetos
	Prótesis de brazo	76		Dispositivo háptico portátil con actuadores intercambiables para prótesis de extremidad	PUCP	2017	Perú	Comprende actuadores intercambiables para extremidades superiores o inferiores, dichos actuadores son modulares e intercambiables, de tal forma que el usuario puede elegir el tipo de estímulo que desea recibir y la cantidad de estímulos que desea utilizar; brinda una mayor portabilidad gracias a su carcasa, la cual engloba los componentes principales para su adecuado funcionamiento, esto permite que el usuario pueda desplazarse sin problemas con el dispositivo háptico sujeto a su cuerpo, los actuadores modulares pueden brindar estímulos del tipo vibración, presión y/o fuerza tangencial.
latipat	Prótesis de mano	48		Acoplamiento de prótesis, acoplamiento de enchufe, núcleo de conector giratorio y elemento de montaje compatible (WO 2021/177840 A1)	5th element private limited	2021	Nueva Zelanda	Una conexión de muñeca giratoria y extraíble para una mano protésica. Un acoplamiento de prótesis incluye una primera y una segunda secciones de la rodadura de bola que pueden moverse juntas o separadas para restringir los cojinetes de bola a una zona interior o a una zona exterior para permitir que el acoplamiento de prótesis se fije o se retire de un acoplamiento del enchufe. Un acoplamiento de enchufe incluye un cuerpo de enchufe para recibir un acoplamiento de muñeca que tiene un núcleo de conector giratorio que se extiende desde el cuerpo de enchufe y está montado de forma compatible con el cuerpo de enchufe

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
Latipat	Prótesis de mano	48		Prótesis biomecánica de mano (MX2021015838 (A))	Universidad de Guadalajara	2022	México	La presente invención se encuentra relacionada con una prótesis biomecánica de mano que comprende: un bastidor palmar al que se interconecta un primer, segundo, tercer, cuarto y quinto dedo; el primer dedo es movido por un primer mecanismo flexo-extensor y un mecanismo de rotación, presentando flexión, extensión y rotación axial; el segundo dedo es movido por un segundo mecanismo flexo-estensor, presentando flexión y extensión; el tercer dedo es movido por un tercer mecanismo flexo-extensor, presentando flexión y extensión; el cuarto dedo es movido por un cuarto mecanismo flexo-extensor, presentando flexión y extensión; el quinto dedo es movido por un quinto mecanismo flexo-extensor, presentando flexión y extensión; el primer, segundo, tercer, cuarto y quinto mecanismo flexo-extensor se conforman cada uno de un tendón flexor, un tendón extensor, un eslabón fijo y un eslabón móvil interconectados entre sí; el mecanismo de rotación se conforma de un primer tendón de tracción, un segundo tendón de tracción y un cuerpo elástico de torsión interconectádose entre sí; un primer sistema motriz que acciona al primer mecanismo flexo-extensor; un segundo sistema motriz que acciona simultáneamente al segundo, tercer, cuarto y quinto mecanismo flexo-extensor; un tercer sistema motriz que acciona al mecanismo de rotación; una unidad de control que controla el funcionamiento del primer, segundo y tercer sistema motriz; y un módulo de energía que alimenta eléctricamente a dicha prótesis.
				Prótesis de mano (MX2020004609 (A))	Pro/Bionics	2022	México	Prótesis de mano adaptable a nivel del antebrazo o muñeca. La prótesis incluye un diseño mecánico cuya cantidad de partes es menor al arte, facilitando así su ensamble, mantenimiento y producción. Asimismo, la prótesis incluye una pluralidad de sistemas de transmisión de movimiento en un alojamiento similar al volumen de una mano biológica y proporcionando fuerza de agarre suficiente para reincorporar al usuario a las actividades cotidianas. Se incluye prótesis de mano para adulto, prótesis de mano infantil y muñeca que permite sujetar cargas pesadas mientras el usuario se desplaza.
				Prótesis de dedo con activación biológica por extensión de muñeca (MX20190081 80 (A))	Pro/Bionics	2020	México	Prótesis para al menos un dedo que ha sido amputado resultando en un muñón a la altura de la falange proximal, media y/o distal, o en donde no existe muñón alguno. La prótesis a partir de un mecanismo articulado modular que permite un movimiento de flexión, con regreso automático, además de una activación de dicho mecanismo a partir de al menos una fuerza aplicada en cualquier punto de un plano sobre dicho mecanismo. Igualmente se proporciona una prótesis de mano en donde no existen muñones a partir del movimiento de la muñeca proporcionando un rango de operación mayor a la técnica, en donde la flexión se activa a partir de un movimiento de extensión de muñeca.

	Prótesis mioeléctrica mano	5	Sistema y método para simular antropomórficamente la funcionalidad de la mano, a través de una prótesis subactuada- mioeléctrica y por intermedio de un software (CO202101239 4 (A1))	Corporación universitaria del huila	2022	Colombia	La presente invención está relacionada con un sistema y método para simular antropomórficamente la funcionalidad de la mano, a través de una prótesis subactuada- mioeléctrica y por intermedio de un software, donde la prótesis permite realizar distintos tipos de agarre, tal y como lo ejerce una mano real, debido a que se encuentra construida en material flexible ya que posee unas medidas antropomórficas. El sistema posee un software diseñado en lenguaje de open source Python, embebido en un microcontrolador dispuesto en el interior de la prótesis. A su vez, el componente mioeléctrico se puede disponer tanto en el antebrazo como en los músculos bíceps o tríceps del miembro superior, lo que permite una mejor adaptación a los niveles de amputación del paciente. La función subactuada de la prótesis del presente sistema, permite disminuir su peso manteniendo su funcionalidad de agarre. Por su parte el método planteado en la presente invención consiste en la captura de las señales mioeléctricas, el preprocesamiento de las señales, el entrenamiento de la red neuronal convolucional y la implementación embebida de la red neuronal en el microcontrolador. El campo de aplicación de la presente invención está dirigido al sector de la salud, que sirve como herramienta de rehabilitación de personas que han sufrido amputación transradial de mano.

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
Latipat	Prótesis mioeléctrica mano	5		Prótesis ergonómica mi oeléctrica mecánica inteligente extraíble con adhesión a la piel sin inserciones (MX2017003245 (A))		2018	México	Prótesis inteligente que recoge las señales cerebrales y estímulos nerviosos, a través de electrodos fijados en los puntos más altos del estímulo nervioso , al interior de tela de látex con microrugosidades que se adhiere a la piel del sujeto y de su muñón , sostenido por la piel restante del muñón del sujeto que requiere la prótesis , la energía pasa a través de hilos de oro a un microcomponente que está programado a conectarse con 5 servomotores que contienen 2 cables de cera al interior de los falanges de los 5 dedos de la mano cada uno y que pueden ser movidos a voluntad del sujeto , que funciona en sus movimientos externos e internos por estímulos nerviosos, de fácil manejo al ponerla y quitarla con gran adhesión a la piel humana , echa de polímero , aluminio ligero , con molde creado de acuerdo alas características del muñón , y características físicas del sujeto, sin que requiera inserción de ningún componente en su cuerpo. A base de electrodos de superficie, que dirigen la señal del sistema nervioso central a los impulsos eléctricos, que se centran en electromotores y programa diseñado a relacionar el estímulo con el movimiento y la función de los servomotores , que permiten la movilidad y accionamiento de cada uno de las articulaciones de la prótesis en su interior y en su exterior reflejándose en movimientos suaves y controlados por el sujeto con resistencia y carga de peso totalmente ergonómica.
				(Prótesis mioeléctrica E S2728761 (A2))	Centro Ortopédico Tecnológico SLU	2019	España	Prótesis mioeléctrica; que comprende: una mano electromecánica (2); una unidad de giro (3) de la muñeca, una fuente de alimentación (4) y cuatro electrodos (21, 22, 31, 32) de entrada dispuestos en la prótesis (1) de forma adecuada para la captación por cada uno de ellos de un impulso mioeléctrico independiente de un paciente o usuario; encontrándose conectados dos primeros electrodos (21, 22), encargados de la apertura y cierre de la mano a un procesador (23) de la mano electromecánica (2); y dos segundos electrodos (31, 32), encargados del movimiento de giro de muñeca, a un procesador (33) de la unidad de giro (3) de la muñeca.
				Controlador para prótesis mioeléctric a con mano y unidad de giro de la muñeca (ES1257081 (U))	Empoderando para Sanar SL	2020	España	Controlador (1) para prótesis (2) mioeléctrica de mano (20) con unidad de giro (21) para la muñeca: del tipo que comprenden un primer procesador (3) asociado a, al menos, un primer motor (30) de apertura y cierre de la mano (20) mioeléctrica, un segundo procesador (4) de control de la unidad de giro (21) asociado a un segundo motor (40) perteneciente a la unidad de giro (21) para pronación y supinación de la mano (20) y unos electrodos conectados a dichos procesadores (3, 4) y posicionables en el antebrazo para recibir impulsos mioeléctricos y producir movimientos de los motores (30, 40) en función de los mismos caracterizado por que comprende: -un primer electrodo (5) de cierre de la mano (20) conectado al primer procesador (3), -un segundo electrodo (7) de pronación de la mano (20), conectado al segundo procesador (4),y -un tercer electrodo (10) de apertura y supinación de la mano (20), conectado al primer procesador (3) y al segundo procesador (4).

		Prótesis para amputación por arriba de codo con accionamiento paralelo (MXPA03009416A)	Instituto Politécnico Nacional	2005	México	Se describe una prótesis para amputación por arriba de codo propulsada por actuadores lineales eléctricos dispuestos en un mecanismo paralelo que permite la realización de tres movimientos activos en el codo y la prensión activa de la mano u otro dispositivo terminal. Este novedoso mecanismo permite sumar las fuerzas de varios actuadores de la prótesis para producir los movimientos de flexión de codo, prono-supinación y rotación humeral. La protesis se comanda mediante interruptores eléctricos colocados en el arnes o mediante la interpretación de la señal mioeléctrica.
Prótesis mioléctrica brazo	2	Sistema y método de adquisición y procesamiento de senales mioeléctricas para control de una prótesis de brazo (P E20121656)		2012	Perú	Que comprende: un par de electrodos colocados en un músculo en una parte residual de un brazo que ha sido amputado de una persona para detectar señales mioeléctricas, y un electrodo colocado en la parte residual del brazo alejado del par de electrodos que funciona como una tierra, un medio de acondicionamiento de señal mioeléctrica, y un medio de procesamiento y control de prótesis que recibe señales acondicionadas del medio de acondicionamiento; en donde el medio de procesamiento y control de prótesis incluye: un medio para comparar un tiempo de contracción muscular y un voltaje de contracción muscular con un tiempo de umbral y un voltaje de umbral, respectivamente; un medio para activar que activa por lo menos un motor que produce un movimiento predeterminado de la prótesis, en respuesta a una señal de activación enviada desde el medio para comparar, en donde los electrodos proporcionan la señal mioeléctrica para activar diferentes movimientos de la prótesis, sin necesidad de cambiar los electrodos a otro músculo.

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
Latipat	Prótesis mano mioelectrica	2		Sistema y método de adquisición y procesamiento de señales mioeléctricas para control de una prótesis de brazo (MX2012002735 (A))		2012	México	La invención se refiere a un sistema de adquisición y procesamiento de señales mioeléctricas con el fin de controlar una prótesis de brazo, que comprende: un par de electrodos situados en un músculo en el muñón de un brazo que se ha amputado el fin de detectar las señales mioeléctricas, un electrodo situado a una distancia de dicho par de electrodos, que actúa como un sistema de tierra, un medio para condicionar la señal mioeléctrica, y medios de control y procesamiento de la prótesis que recibe las señales condicionadas. De acuerdo con la invención, los medios de control y procesamiento de la prótesis incluyen: un medio para comparar un tiempo de contracción muscular y un voltaje de contracción muscular con un tiempo de umbral y un voltaje de umbral, respectivamente; y un medio un medio que activa por lo menos un motor que produce un movimiento predeterminado de la prótesis, en respuesta a una señal de activación enviada desde el medio para comparar. Los electrodos proveen una señal mioeléctrica para activar los diferentes movimientos de la prótesis, sin la necesidad de cambiar los electrodos a otro músculo.
Espacenet	(transhumeral prosthesis OR [illegible]	4		Systems and methods for controlling a prosthetic based on amplifiednerve signals (WO 2023/164202 A1)	University of Michigan	2019	USA	The present disclosure provides methods and systems for receiving, with processing circuitry of an implant device, electrical signals from free tissue grafts attached to nerves through bipolar electrode pairs, each having a positive and a negative electrode, in electrical communication with the free tissue grafts. The free tissue grafts are surgically attached to a subject such that the free tissue grafts are entirely surrounded by and in direct contact with non-grafted tissue of the subject, the free tissue grafts being autografts of tissue that is harvested from the subject, devascularized, and deinnervated prior to being surgically attached to the subject. The electrical signals from the free tissue graft have a voltage amplitude of greater than or equal to about 150 microvolts. The processing circuitry processes and wirelessly transmits the electrical signals to a prosthetic controller that controls a prosthetic device.

Myoelectric-controlled prosthetic device and method for calibration and use of said device (WO2022069969A1)	Bionit Labs	2022	Italia	Prosthetic device comprising: a limb or artificial joint or orthosis or exoskeleton comprising a mechanism provided with at least an actuator and configured to carry out one or more actions; a supplying source; at least an input source modulated by the contraction of one or more muscles of the subject wearing the device, comprising at least an electrode; electronic computing means, characterized in that on said computing means computer programs are loaded configured to carry out the method comprising the steps of: (100) recording the signals (Ns) detected by said at least one electrode while said subject wearing the device is in a predetermined condition of movement or rest; (110) subdividing each of said signals (Ns) in a plurality of time intervals of predetermined duration; (120) extracting from the signal relative to each of the time intervals defined at point (120) at least a characteristic parameter (feature) relative to the signal selected from the list comprising: peak or peak-to-peak average amplitude, peak or peak-to-peak maximum amplitude, effective value, power spectrum average frequency, power spectrum median frequency, -6dB power spectrum band, -20dB power spectrum band; (130) calculating a statistical estimator for each feature calculated at point (120). (140) repeating the steps (100) to (130) sequentially with said subject in rest condition and, in the following, with said subject carrying out a known movement selected from a list of a plurality of predetermined movements (Mov_1, Mov_2,..., Move_n) for each iteration, (150) associating a vector defined by the set of the values of the features calculated at point (130) with each movement known carried out by the subject and with the rest condition of point (140), and storing said vectors.
Prosthetic virtual reality training interface and related methods (US10796599B2(A1))	Chicago Rehabilitation Institute	2020	USA	An apparatus comprising an electromyographic (EMG) control module is disclosed. The apparatus includes an electromyographic (EMG) control module configured to receive EMG information generated by an individual; identify a gesture class based on the EMG information, and train using the received EMG information and the gesture class. The gesture class corresponds to an intended gesture made by the individual.
Systems and methods for controlling a prosthetic based on amplified nerve signals (WO2023164202A1)	University of Michigan	2023	USA	The present disclosure provides methods and systems for receiving, with processing circuitry of an implant device, electrical signals from free tissue grafts attached to nerves through bipolar electrode pairs, each having a positive and a negative electrode, in electrical communication with the free tissue grafts. The free tissue grafts are surgically attached to a subject such that the free tissue grafts are entirely surrounded by and in direct contact with non-grafted tissue of the subject, the free tissue grafts being autografts of tissue that is harvested from the subject, devascularized, and deinnervated prior to being surgically attached to the subject. The electrical signals from the free tissue graft have a voltage amplitude of greater than or equal to about 150 microvolts. The processing circuitry processes and wirelessly transmits the electrical signals to a prosthetic controller that controls a prosthetic device.

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
Spacenet	(transhumeral prosthesis OR transhumeral amputee OR hand prosthesis) AND machine learning	3		Sistemas y métodos para interfaces musculares implantables (KR20230024919A)	Univ Johns Hopkins	2023	USA	Describe un sistema portátil de interfaz humano-máquina que captura y amplifica señales electromiográficas (EMG) generadas por unidades motoras bajo el control de señales nerviosas que representan movimientos numéricos de los miembros. Este sistema incluye una placa de circuito impreso conectada a un dispositivo transceptor inalámbrico, que a su vez está conectado a un sensor inalámbrico. Este sensor inalámbrico se conecta a múltiples electrodos para capturar y amplificar señales EMG, y a un decodificador externo que genera señales decodificadas para controlar la unidad motora. Además, el sistema incluye un dispositivo de interfaz muscular portátil que rodea al menos parcialmente el dispositivo receptor de señal decodificada para la interacción con músculos y sistemas externos para proporcionar retroalimentación sensorial y control neuromuscular mediante la aplicación de estimulación eléctrica a través de electrodos internos y periféricos.
				Invaso evoluto per protesi di arto superiore (IT202100021038A1)	Bionit Labs	2023	Italia	-
USPTO	((("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning"))	8	Configuration: Databases: US-PGPUB, USPAT, USOCR	Myoelectric-controlled prosthetic device and method for calibration and use of said device (US 20230355411 A1)	Bionit Labs	2023	USA	A prosthetic device comprising: a limb or artificial joint or orthosis or exoskeleton comprising a mechanism provided with at least an actuator and configured to carry out one or more actions; a supplying source; at least an input source modulated by the contraction of one or more muscles of the subject wearing the device, comprising at least an electrode; electronic computing means, characterized in that on said computing means computer programs are loaded configured to carry out the method comprising the steps of: recording the signals (Ns) detected subdividing each of said signals extracting from the signal relative to each of the time intervals calculating a statistical estimator for each feature calculated repeating the steps associating a vector defined by the set of the values of the features calculated.
				Method and system to activate limb movement in amputees (US 20220346981)		2022	USA	A limb activation system includes a sensor configured to monitor movement of a user. The system also includes a processor operatively coupled to the sensor and configured to determine, based on the movement of the user, that the user is engaged in walking or running. The processor is also configured to generate an activation signal responsive to the determination that the user is engaged in walking or running. A data-based model integrates sensor information to drive activation and arm swing of the affected upper limb.
				Systems And Methods for Simultaneous Position And Impedance Control For Myoelectric Interfaces (US 10610099 B2)	Arizona State University	2020	USA	Systems and methods for simultaneous position and impedance control for myoelectric interfaces are disclosed herein. Properties such as control refinement, retention, generalization, and transfer allow users to learn simultaneous and proportional motion simply by interacting with a myoelectric interface, regardless of its initial intuitiveness. The presently disclosed technology expands on these motor learning approaches by implementing a multidirectional impedance controller in this framework. Using sEMG inputs from upper limb muscles, users simultaneously control both the stiffness and set-point of 3-DOFs. Users stabilize control in the presence of external forces in an analogous way to natural limb movements. Despite having no haptic feedback, subjects learn to tune the stiffness of the object being controlled to stabilize movement along desired paths.}
				Systems And Methods for Autoconfiguration Of Pattern-recognition Controlled Myoelectric Prostheses (US 10318863 B2)	Rehabilitation Institute of Chicago	2019	USA	Embodiments of the invention provide for a prosthesis guided training system that includes a plurality of sensors for detecting electromyographic activity. A computing device, which can include a processor and memory, can extract data from the electromyographic activity. A real-time pattern recognition control algorithm and an autoconfiguring pattern recognition training algorithm can be stored in the memory. The computing device can determine movement of a prosthesis based on the execution of the real-time pattern recognition control algorithm. The computing device can also alter operational parameters of the real-time pattern recognition control algorithm based on execution of the autoconfiguring pattern recognition training algorithm.

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
USPTO	((("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning"))	8	Databases: US-PGPUB, USPAT, USOCR	Prosthetic Virtual Reality Training Interface and Related Methods (US 20180301057 A1)		2018	USA	An apparatus comprising an electromyographic (EMG) control module may be configured to receive EMG information generated by an individual in response to a virtual reality display indicating a gesture class; train using the received EMG information and the gesture class; and after training, operate an assistive device.
				Prosthetic Virtual Reality Training Interface and Related Methods (US 10796599 B2)	Rehabilitation Institute of Chicago	2020	USA	An apparatus comprising an electromyographic (EMG) control module is disclosed. The apparatus includes an electromyographic (EMG) control module configured to receive EMG information generated by an individual; identify a gesture class based on the EMG information, and train using the received EMG information and the gesture class. The gesture class corresponds to an intended gesture made by the individual.
				Prosthetic virtual reality training interface and related methods (US 20210049928 A1)	Rehabilitation Institute of Chicago Shirley Ryan AbilityLab	2021	USA	An apparatus comprising an arm band and an electromyographic (EMG) control module is disclosed. The apparatus includes an electromyographic (EMG) control module configured to receive EMG information generated by an individual; identify a gesture class based on the EMG information, and train using the received EMG information and the gesture class. The gesture class corresponds to an intended gesture made by the individual.
WIPO	((("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning") AND "3d printing"))	5		Smart prosthetic upper limb (IN202221001156)		2022	India	The present invention relates to a smart prosthetic upper limb (1). The smart prosthetic upper limb (1) consists of fingers (10), a tactile sensor (20), a thumb (30), a palm (40), a forearm (50) and a socket (60). The forearm (50) further consist of a surface-electromyography sensor (501), a microprocessor (502), a plurality of servo motor (503), a servo motor controller (504); a push button (505), a power source (506), a Wi-Fi module (507), an IOT module (508). The socket (60) further consists of a vibration device (601) and a electromyography electrode. The present invention precisely performs daily activities, provides means to stay independent, improves mobility of prosthesis and convenience.
				Prosthetic virtual reality training interface and related methods (US20180301057)	Rehabilitation Institute of Chicago Shirley Ryan AbilityLab	2018	USA	An apparatus comprising an electromyographic (EMG) control module is disclosed. The apparatus includes an electromyographic (EMG) control module configured to receive EMG information generated by an individual; identify a gesture class based on the EMG information, and train using the received EMG information and the gesture class. The gesture class corresponds to an intended gesture made by the individual.
				Prosthetic virtual reality training interface and related methods (US20210049928)	Rehabilitation Institute of Chicago Shirley Ryan AbilityLab	2020	USA	An apparatus comprising an arm band and an electromyographic (EMG) control module is disclosed. The apparatus includes an electromyographic (EMG) control module configured to receive EMG information generated by an individual; identify a gesture class based on the EMG information, and train using the received EMG information and the gesture class. The gesture class corresponds to an intended gesture made by the individual.

BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
WIPO	(("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning") AND "3d printing"))	5		Prosthetic virtual reality training interface and related methods (WO2018191755)	Rehabilitation Institute of Chicago d/b/a Shirley Ryan AbilityLab	2o018	USA	An apparatus comprising an electromyographic (EMG) control module may be configured to receive EMG information generated by an individual in response to a virtual reality display indicating a gesture class; train using the received EMG information and the gesture class; and after training, operate an assistive device.
	(("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning"))	10		Systems and methods for autoconfiguration of pattern-recognition controlled myoelectric prostheses (US20140032462)	Rehabilitation Institute of Chicago	2013	USA	Embodiments of the invention provide for a prosthesis guided training system that includes a plurality of sensors for detecting electromyographic activity. A computing device, which can include a processor and memory, can extract data from the electromyographic activity. A real-time pattern recognition control algorithm and an autoconfiguring pattern recognition training algorithm can be stored in the memory. The computing device can determine movement of a prosthesis based on the execution of the real-time pattern recognition control algorithm. The computing device can also alter operational parameters of the real-time pattern recognition control algorithm based on execution of the autoconfiguring pattern recognition training algorithm.
				Myoelectric-controlled prosthetic device and method for calibration and use of said device (US20230355411)	BionIT Labs	2021	USA	A prosthetic device comprising: a limb or artificial joint or orthosis or exoskeleton comprising a mechanism provided with at least an actuator and configured to carry out one or more actions; a supplying source; at least an input source modulated by the contraction of one or more muscles of the subject wearing the device, comprising at least an electrode; electronic computing means, characterized in that on said computing means computer programs are loaded configured to carry out the method comprising the steps of: recording the signals (Ns) detected, subdividing each of said signals, extracting from the signal relative to each of the time intervals, calculating a statistical estimator for each feature calculated and repeating the steps.

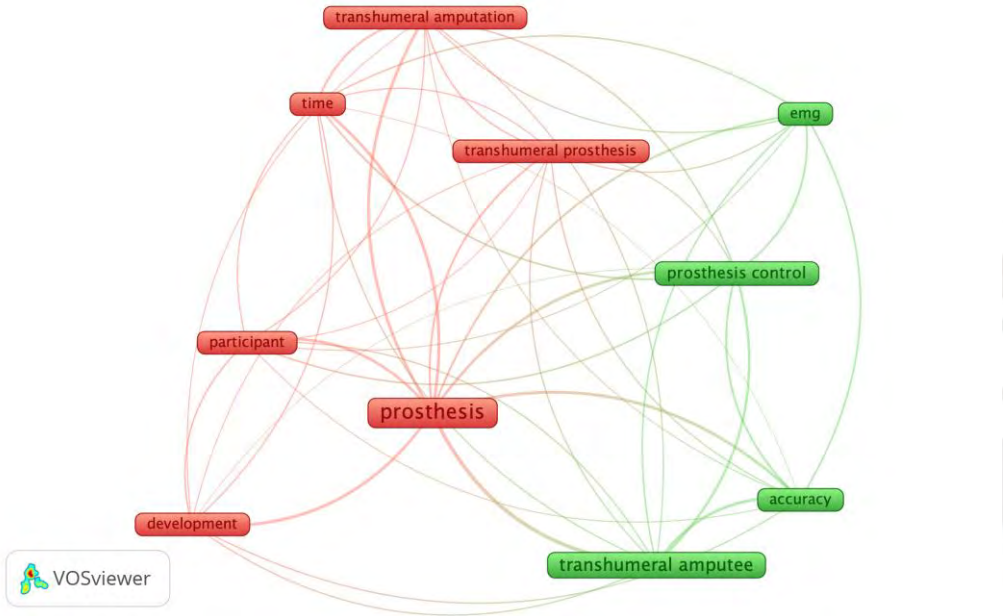
BD	FB	Resultados	Condición	Nombre de patente	Entidad	Año	País	Abstract
WIPO	((("transhumeral prosthesis" OR "transhumeral amputee") AND "machine learning"))	10		Myoelectric-controlled prosthetic device and method for calibration and use of said device (WO2022069969)	BionIT Labs	2022	USA	Prosthetic device comprising: a limb or artificial joint or orthosis or exoskeleton comprising a mechanism provided with at least an actuator and configured to carry out one or more actions; a supplying source; at least an input source modulated by the contraction of one or more muscles of the subject wearing the device, comprising at least an electrode; electronic computing means, characterized in that on said computing means computer programs are loaded configured to carry out the method comprising the steps of: (100) recording the signals (Ns) detected by said at least one electrode while said subject wearing the device is in a predetermined condition of movement or rest; (110) subdividing each of said signals (Ns) in a plurality of time intervals of predetermined duration; (120) extracting from the signal relative to each of the time intervals defined at point (120) at least a characteristic parameter (feature) relative to the signal selected from the list comprising: peak or peak-to-peak average amplitude, peak or peak-to-peak maximum amplitude, effective value, power spectrum average frequency, power spectrum median frequency, -6dB power spectrum band, -20dB power spectrum band; (130) calculating a statistical estimator for each feature calculated at point (120). (140) repeating the steps (100) to (130) sequentially with said subject in rest condition and, in the following, with said subject carrying out a known movement selected from a list of a plurality of predetermined movements (Mov_1, Mov_2,..., Move_n) for each iteration, (150) associating a vector defined by the set of the values of the features calculated at point (130) with each movement known carried out by the subject and with the rest condition of point (140), and storing said vectors.
				Systems and methods for training and/or using representation learning neural networks for electromyographic data (WO2023064498)	Emory University	2023	USA	Systems and methods that use data augmentation during the training of representation learning networks on neuromuscular data (e.g., EMG) with reconstruction cost. The method may include training network(s) on neuromuscular data received from the channel(s) of the neuromuscular sensor(s). The training may include randomly generating a first augment and a different, second augment for each channel. The training may include augmenting the data of each channel by applying the first and second augments to the data to generate first and second augmented data. The training may include processing at least the first augmented data through at least a first representation learning neural network to determine a first latent representation of one or more neuromuscular activation state variables. The training may include determining a reconstruction cost using the first latent representation and the second augmented data. The training may include updating the first representation learning neural network based on the reconstruction cost.

Apéndice D. Análisis Bibliométrico

La figura 20 presenta un mapa de las áreas de investigación más recurrentes. Se puede observar dos clusters: el primero, en color rojo, orientado a temas de prótesis, amputaciones transhumerales y pruebas en usuario; y por otro lado el segundo, en color verde, relacionado a temas complementarios como el uso de sensores EMG, la precisión y el sistema de control.

Figura 20.

Principales áreas abarcadas en trabajos de investigación consultados en Web of Science.



Realizando la consulta de autores en ScienceDirect, se identifica la presencia de tres clusters, de los cuales uno de ellos es pequeño y está alejado. El cluster alejado está conformado por los autores Gaudet Guillaume, Achuche Sofiane y Raison Maxime quienes pertenecen a la École Polytechnique de Montréal de la Université De Montréal en Canadá. La figura 21 muestra los otros dos clusters. El rojo está compuesto por autores variados entre los que se encuentran: Samuel Oluwarotimi Williams de la University of Derby, Ling Huangling de la universidad The Chinese University of Hong Kong, Nsugbe Ejay Cranfield de University of Inglaterra y Asogbon Mojisola de la Chinese Academy of Sciences; el verde está compuesto por autores

provenientes de la misma región entre ellos Li Xiangxin de la Zhengzhou University y Fang Peng de la Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences en China.

Figura 21.

Autores relevantes en trabajos de investigación consultados en ScienceDirect.

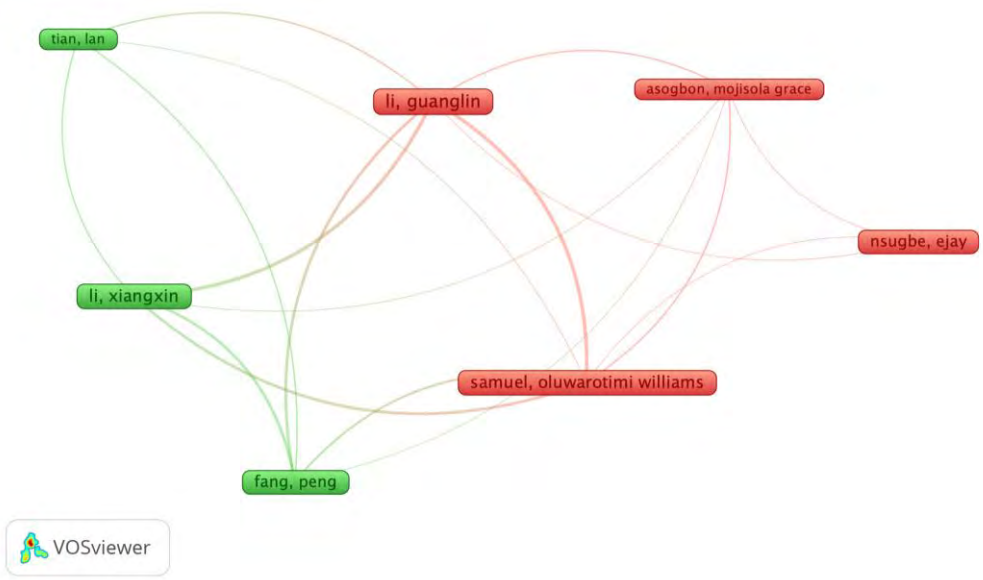
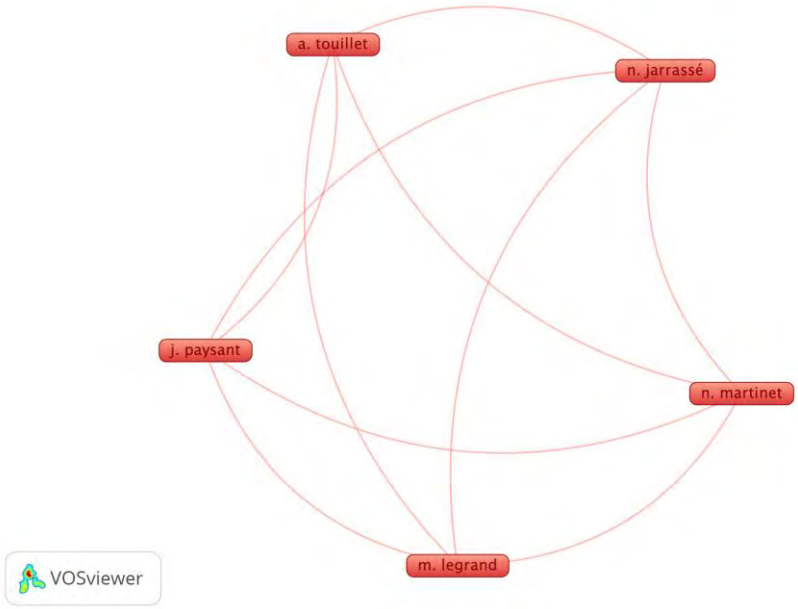


Figura 22.

Autores relevantes en trabajos de investigación consultados en IEEEXplore.

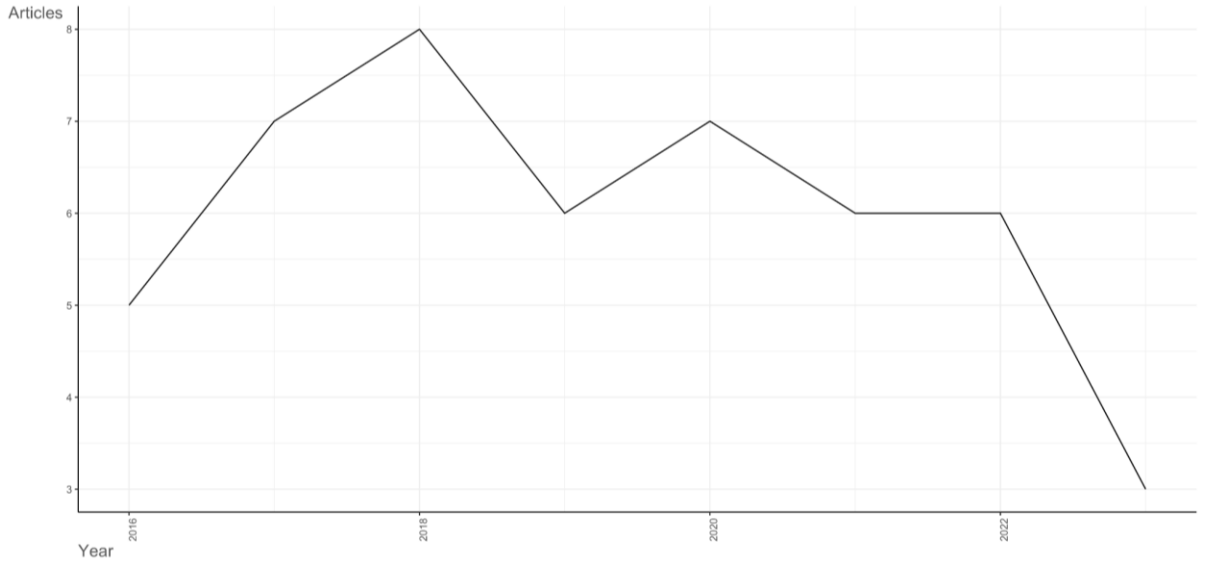


De los artículos obtenidos de la IEEEXplore, se visualiza en la figura 22 que todos los autores, N. Martinet, N. Jarraé, A. Touillet, J. Paysant y M. Legrand conforman un único cluster; además, todos provienen de la misma institución francesa, el Institute of Intelligent Systems and Robotics, Sorbonne Université, Paris. Los investigadores y universidades identificadas son potenciales colaboradores para la elaboración de investigaciones futuras con colaboración internacional.

Consultado los datos de Web of Science, se verifica en la figura 23, que la producción de artículos ha ido disminuyendo desde el 2018 con 8 artículos, al 2020 con 7 artículos y al 2022 con 6 artículos.

Figura 23.

Producción científica anual de artículos consultados en Web of Science.



Así mismo, en la figura 24 se observa que revistas como "Frontiers in Neurorobotics", "IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine" iniciaron su producción de artículos desde los años 2016-2017, mientras que revistas como "Sensors" cuentan con publicaciones recientes desde el año 2021. La Tabla 21 presenta a los autores más relevantes,

en dónde Nsugbe, E.; Ortiz-Catalan, M. y Jarressé, N. son los 3 autores más importantes con quienes sería ideal colaborar para la elaboración futura de artículos.

Figura 24.

Producción por fuente de artículos consultados en Web of Science.

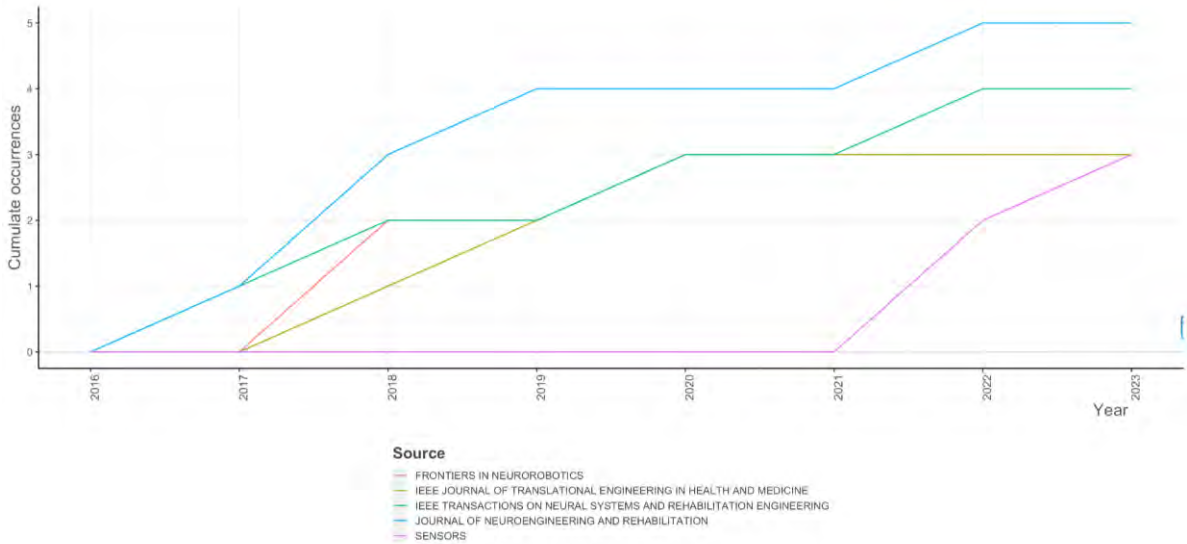


Tabla 21.

Autores más importantes de artículos consultados en Web of Science.

Autores	Cantidad de documentos
Nsugbe E	5
Ortiz-Catalan M	5
Jarrassé N	4
Li Gl	4
Martinet N	4
Samuel Ow	4
Touillet A	4
Achiche S	3
Branemark R	3
De Montalivet E	3

La cantidad de producción en artículos por país es liderada por Estados Unidos de Norte América, con una frecuencia de 53 artículos. En segundo lugar, sigue Suecia con 19 artículos y, en tercer lugar, Francia con 18. Además, la Tabla 22 muestra que China, Pakistán y Japón también han desarrollado artículos relacionados en menor cantidad.

Tabla 22.

Producción científica por país de artículos consultados en Web of Science.

Región	Frecuencia
Estados Unidos (USA)	10
Suecia	9
Francia	8
China	8
Canadá	7
Reino Unido (UK)	6
Australia	5
Pakistán	5
Austria	4
Japón	4

Tabla 23.

Palabras más relevantes de artículos consultados en Web of Science.

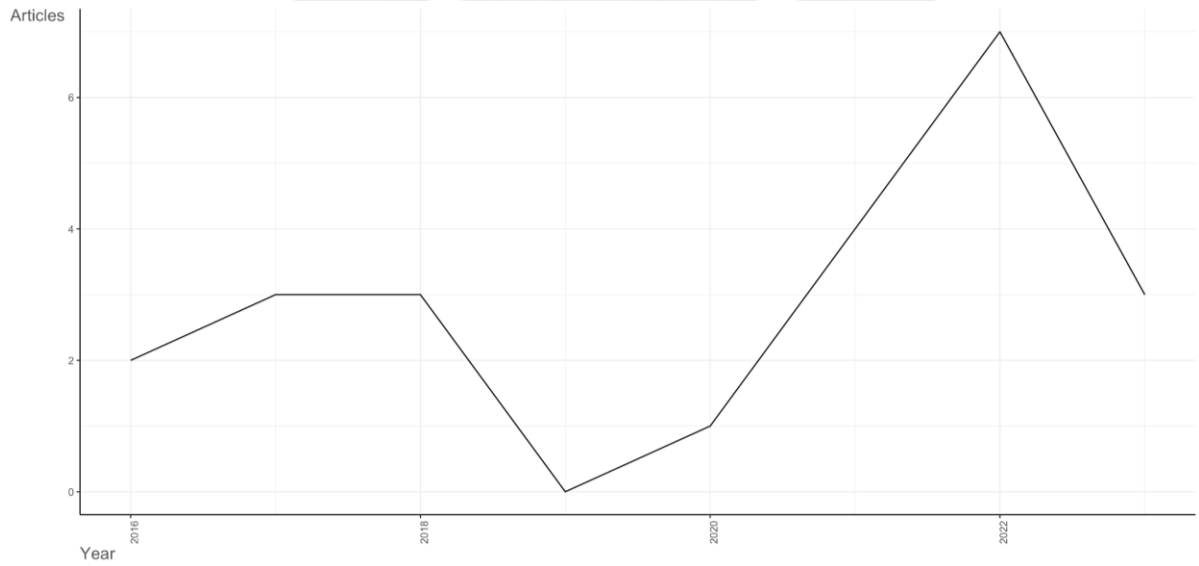
Palabras	Frecuencia
Myoelectric control	10
Hand	9
Arm	8
Movements	8
Pattern-recognition	7
Elbow	6
Classification	5
Real-time	5
Amputation	4
Design	4

La Tabla 23 ordena los 10 términos más recurrentes presentes en artículos. Las palabras “myoelectric control”, “hand” y “arm” son 3 las más recurrentes, por lo que son posibles keyword o tópicos que deberían aparecer en futuros artículos. Del mismo modo, es posible observar temas relacionados como “pattern-recognition” y “real-time” como tópicos relacionados a las investigaciones principales. Las investigaciones recientes abarcan los aspectos relacionados a las palabras clave identificadas; en el proyecto, esos campos de investigación también pueden ser explorados.

Los artículos provenientes de ScienceDirect también fueron analizados. La figura 25 muestra una tendencia en aumento de la producción científica por año la cual incrementó desde el 2020 y en 2023 tiene al menos un artículo publicado por año. Además, la figura 26, indica que la revista con mayor cantidad de publicaciones es "Biomedical Signal Processing and Control" con 5 artículos por año. También la revista "Intelligent Systems with Applications" ha publicado 3 artículos. Otras revistas centradas en temas complementarios como neurofisiología clínica, inteligencia artificial y computación blanda aplicada tienen una publicación.

Figura 25.

Producción científica anual de artículos consultados en ScienceDirect.



La Tabla 24 enlista a los autores más relevantes de ScienceDirect en dónde los más importantes autores son Guanglin Li y Oluwarotimi Samuel con 5 publicaciones cada uno. Los demás autores de la lista han participado en al menos 3 publicaciones académicas.

Figura 26.

Producción por fuente de artículos consultados en ScienceDirect.

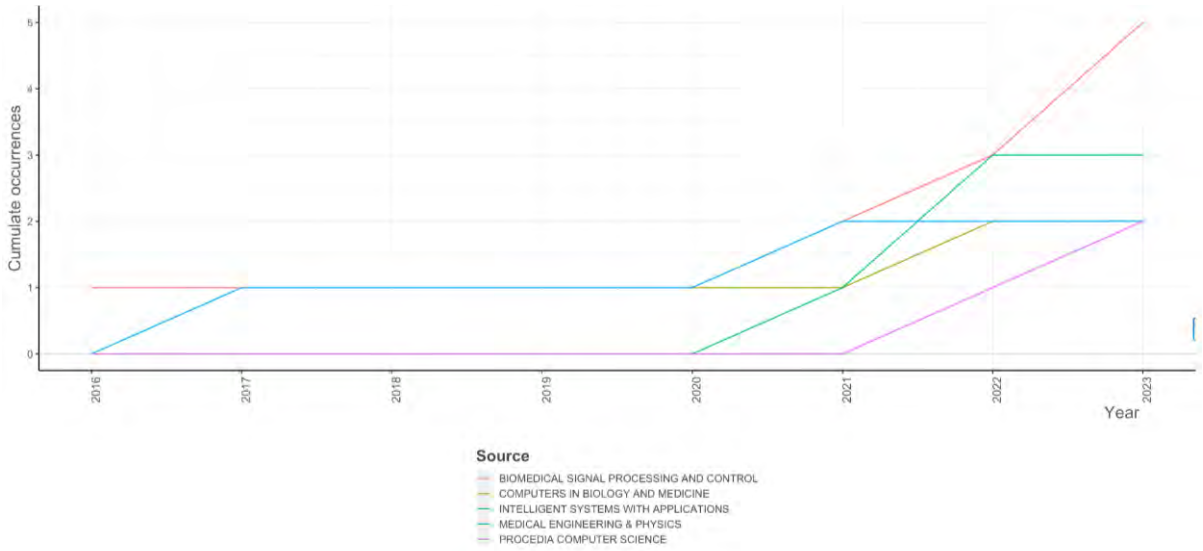


Tabla 24.

Autores más importantes de artículos consultados en ScienceDirect.

Autores	Cantidad de documentos
Guanglin Li Gl	5
Oluwarotimi Williams Samuel Ows	5
Xiangxin Li Xl	4
Ejay Nsugbe En	4
Peng Fang Pf	4
Guillaume Gaudet Gg	4
Lan Tian Lt	4
Maxime Raison Mr	3
Mojisola Grace Asogbon Mga	3
Sofiane Achiche Sa	3

Las diez palabras más relevantes se presentan en la Tabla 25. Se identificó que “pattern recognition” es la palabra más recurrente con 6 ocurrencias. También con 3 ocurrencias se tienen las palabras “classification” y “myoelectric control”. Otros términos relacionados son “machine learning”, “signal processing” y “surface electromyography (semg)”. Las palabras clave, autores, universidades y revistas identificados permitirán guiar el trabajo de investigación académica que acompaña al desarrollo de la tecnología usada en la prótesis.

Tabla 25.

Palabras más relevantes de artículos consultados en ScienceDirect.

Palabras	Frecuencia
Pattern recognition	6
Classification	3
Myoelectric control	3
Machine learning	2
Phantom limb movements	2
Robotics	2
Signal processing	2
Surface electromyography (smeg)	2
Transhumeral amputee	2

Apéndice E. Normas Relevantes

Base de datos	Frase de búsqueda	Resultados	Norma	Título	Categoría
Organización Internacional de Normalización (ISO)	"Prosthesis"	89	ISO 22523	External limb prostheses and external orthoses - requirements and test	Producto
			ISO 8549-1:2020	Prosthetics and orthotics — Vocabulary — Part 1: General terms for external limb prostheses and external orthoses	Vocabulario
			ISO 8549-2:2023	Prosthetics and orthotics — Vocabulary — Part 2: Terms relating to external limb prostheses	Vocabulario
			ISO 8549-3:2020	Prosthetics and orthotics — Vocabulary — Part 3: Terms relating to orthoses	Vocabulario
			ISO/CD 8549-4	Prosthetics and orthotics — Vocabulary — Part 4: Terms relating to limb amputation (ISO/CD 8549-4)	Vocabulario
			ISO 13404:2007	Prosthetics and orthotics — Categorization and description of external orthoses and orthotic components	Definiciones
			ISO 13405-1:2015	Prosthetics and orthotics — Classification and description of prosthetic components — Part 1: Classification of prosthetic components	Definiciones
			ISO 13405-3:2015	Prosthetics and orthotics — Classification and description of prosthetic components — Part 3: Description of upper limb prosthetic components	Definiciones
			ISO 21063:2017	Prosthetics and orthotics — Soft orthoses — Uses, functions, classification and description	Definiciones
	"Prosthetics"	25	ISO 8548-1:1989	Prosthetics and orthotics — Limb deficiencies — Part 1: Method of describing limb deficiencies present at birth	Definiciones
			ISO 8548-2:2020	Prosthetics and orthotics — Limb deficiencies — Part 2: Method of describing lower limb amputation stumps	Definiciones
			ISO 8548-3:1993	Prosthetics and orthotics — Limb deficiencies — Part 3: Method of describing upper limb amputation stumps (ISO/DIS 8548-3)	Definiciones
			ISO 8548-4:1998	Prosthetics and orthotics — Limb deficiencies — Part 4: Description of causal conditions leading to amputation	Definiciones
			ISO 8548-5:2003	Prosthetics and orthotics — Limb deficiencies — Part 5: Description of the clinical condition of the person who has had an amputation	Definiciones
			ISO 8551:2020	Prosthetics and orthotics — Functional deficiencies — Description of the person to be treated with an orthosis, clinical objectives of treatment, and functional requirements of the orthosis	Definiciones
			ISO 8551:2020	Prosthetics and orthotics — Functional deficiencies — Description of the person to be treated with an orthosis, clinical objectives of treatment, and functional requirements of the orthosis	Definiciones
	'	-	ISO 14001:2015	Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso	Proceso
			ISO 10993-1	Evaluación de la biocompatibilidad de dispositivos médicos - Parte 1: Evaluación y ensayos dentro de un proceso de gestión de riesgos.	Biocompatibilidad
			ISO 9001:2015	Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos	Proceso

Base de datos	Frase de búsqueda	Resultados	Norma	Título	Categoría
Norma Técnica Peruana (NTP)	"dispositivos médicos"	28	NTP-ISO 14937:2018	Esterilización de productos para la salud. Requisitos generales para la caracterización de un agente esterilizante y para el desarrollo, validación y control de rutina de un proceso de esterilización de dispositivos médicos. 2ª Edición	Biocompatibilidad
			NTP-ISO 14971:2023	Dispositivos médicos. Aplicación de la gestión de riesgos a los dispositivos médicos. 2ª Edición	Proceso
			NTP-ISO 15223-1:2023	Dispositivos médicos. Símbolos a utilizar con la información a suministrar por el fabricante. Parte 1: Requisitos generales. 2ª Edición	Producto
			NTP-ISO 10993-10:2022	Evaluación biológica de dispositivos médicos. Parte 10: Ensayos para la sensibilización cutánea. 2ª Edición	Biocompatibilidad
			NTP-ISO 10993-23:2022	Evaluación biológica de dispositivos médicos. Parte 23: Ensayos de irritación. 1ª Edición	Biocompatibilidad
			NTP-ISO 10993-7: 2015	Evaluación biológica de dispositivos médicos. Parte 7: Residuos de la esterilización por óxido de etileno. 1ª Edición	Biocompatibilidad
			NTP-ISO 10993-11:2022	Evaluación biológica de dispositivos médicos. Parte 11: Ensayos de toxicidad sistémica. 2ª Edición	Biocompatibilidad
			NTP-ISO 10993-7:2015/MT 1:2022	Evaluación biológica de dispositivos médicos. Parte 7: Residuos de esterilización con óxido de etileno. MODIFICACIÓN TÉCNICA 1: Aplicabilidad de los límites permisibles para recién nacidos y lactantes. 1ª Edición	Biocompatibilidad
			GP 105:2018	DISPOSITIVOS MÉDICOS. Guía normalizada para validar los procesos de limpieza utilizados durante la fabricación de dispositivos médicos. 1ª Edición	Biocompatibilidad
			NTP-ISO 13485:2017	Dispositivos médicos. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos para propósitos regulatorios. 2ª Edición	Proceso
			NTP-ISO 10993-7:2015/COR 1: 2015	CORRIGENDUM 1 Evaluación biológica de dispositivos médicos. Parte 7: Residuos de la esterilización por óxido de etileno	Biocompatibilidad
International Electrotechnical Commission (IEC)	Búsqueda manual		IEC 60601-1	Equipos electromédicos - Parte 1: Requisitos generales de seguridad.	Compatibilidad electromagnética
			IEC 60601-1-2	Equipos electromédicos - Parte 1-2: Requisitos generales de seguridad - Norma colateral: Compatibilidad electromagnética - Requisitos y ensayos.	Compatibilidad electromagnética
			IEC 62133	Pilas secundarias y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para pilas secundarias portátiles selladas y para baterías fabricadas a partir de ellas, para uso en aplicaciones portátiles.	Baterías
	-	-	IEC 63450 ED1	Testing of Artificial Intelligence / Machine Learning-enabled Medical Devices	Software
			IEC 62366	Aplicación de la gestión de riesgos a los dispositivos médicos	Proceso
			IEC 62304	Software de dispositivos médicos - Procesos del ciclo de vida del software.	Software
			IEC 82304	Aplicación de la norma IEC 62304 a los dispositivos médicos.	Software
			IEC 62366-1:2015	Usabilidad de los dispositivos médicos - Parte 1: Aplicación de la usabilidad a los dispositivos médicos.	Producto

Empresas	Propiedad intelectual	Normas
Össur	Vari-Grip™, Auto-Grasp™, Biosim™ y My i-Limb™	ISO 10328
Open Bionics	BOA™, sujeción VentTech™	Producto (IECBSEN60601-1-1, IECBSEN 60601-1-2, IECBSEN 60601-1-6, IECBSEN 60601-1-11) Radio Equipment (ETSIEN300-328, ETSI301-489-1, ETSI301-489-17) Battery pack (IEC62133-2, UN38.3) Battery charger (IEC60335-1, IEC60335-2-29, ENIEC55014-1, ENIEC55014-2) CEmark, UKCAmark
Ottobock	Canada (CA2767121), USA (US9101499, US9592134) y Europa (EP2510906)	Emisiones electromagnéticas (IEC61000-3-2, IEC61000-3-3), Producto (IEC61000-4-2, IEC61000-4-3, IEC61000-4-4, IEC61000-4-5, IEC61000-4-6, IEC61000-4-8, IEC61000-4-11)
Steeper Group	Producto Myo Kinisi BluetoothTM	Gestión de calidad (ISO13485:2016), FDA (N°:9612243), MDR (MDR2017/745), Producto (IEC60601-1:2005, AMD:2012, IEC60601-1-11:2015, IEC60601-1-2:201, 4RTCADO–160G, ISO14971:2019) CE mark, UKCA mark
Vincent Systems	Producto USA (US8491666, US9072616), Tecnología Alemania y Europa (ED102014011554, ED102017005765, ED102016014090, ED102017010840, ED102017007794, ED102008056520, ED202014003565, ED202017000172, ED102017005761, ED102017005762, ED102017005764, EP2364129)	Resistencia a la corrosión (CRCclassII), Carcasa de protección a prueba de agua

Apéndice F. Startups

En este apartado se presenta el detalle de los análisis FODA de las startups identificadas como relevantes para el análisis. La Tabla 12 se refiere a Unlimited Tomorrow; la Tabla 13, a Esper Bionics; y la Tabla 14, a Atom Limbs. Así mismo, se presentan las actividades clave de Unlimited Tomorrow, en la Tabla 15, y de la empresa Esper Bionics, en la Tabla 16.

Tabla 26.

Análisis FODA Unlimited Tomorrow.

Fortalezas	Crea e incorpora tecnologías novedosas (NX Build program, HP 580 3D printer) Producto certificado por FDA Producto accesible Prótesis personalizada por usuario Cuenta con una comunidad de usuarios Tiene partners corporativos (maxon, siemens, hp) y benéficos (Lucky fin project, no barriers)
Oportunidades	Alcance global (más de 1000 prótesis en el mundo) Nuevos desarrollos a futuro Nuevas alianzas a futuro
Debilidades	Empresa nueva en comparación con competidores La obligatoriedad de regulaciones nacionales e internacionales Recursos limitados en comparación con empresas grandes Mercado competitivo
Amenazas	Existen competidores con precios inferiores Actualización frecuente de la tecnología

Tabla 27.

Análisis FODA Esper Bionics.

Fortalezas	Producto aprobado por FDA Tecnología novedosa (Plataforma Machine Learning) Producto y tecnología personalizable (Esper Control, Esper Platform) Empresa impulsa la formación de una comunidad de usuarios
Oportunidades	Visibilidad internacional y participación en convenciones internacionales (CES2022) Alianzas con entidades internacionales (unbroken, superhumans, protex fundation, citizen) Acceso a mercados con productos de precio diferenciado (Brazil, Indonesia) Diseño modular da la posibilidad de diversificar la cartera de productos
Debilidades	Empresa nueva en el mercado Tecnología de alto costo no facilita su adquisición y alcance al público objetivo Recursos financieros limitados
Amenazas	Cambios en la regulación de aprobaciones para su comercialización

Tabla 28.

Análisis FODA Atom Limbs.

Fortalezas	Tecnología liviana y moderna con gran cantidad de grados de movimiento Equipo altamente capacitado en modelo de negocios en tecnología Precio competitivo en comparación con empresas tradicionales Financiado por: Moai Capital, J4 Ventures, angels incl, YC Co-Founder Trevor Blackwell & Anthony Pompliano
Oportunidades	Posibilidad de aprobación de la FDA Tracción de clientes (más de 9000 unidades, $180M) Equipo cuenta con experiencia en cadena de suministros para consumo masivo
Debilidades	Producto aún no está a la venta Robótica de alta tecnología no es accesible para usuarios finales
Amenazas	Equipo directivo pequeño cuyas acciones influyen en el futuro de la empresa Costos de hardware son altos Necesitan mayor recaudación de fondos para salir al mercado

Tabla 29.

Acciones clave de Unlimited Tomorrow.

Año	Acciones clave
2011	CEO construyó su primera prótesis inalámbrica Reunión con expresidente Obama Pasantía en NASA Presentación TedTalk
2014	Asociación comercial con con Tony Robbins Fundación de Unlimited Tomorrow
2017	Primera usuaria Conexión con Microsoft
2018	Crowfunding: 1,6 millones en 30 días Sede en Nueva York Asociación tecnológica con HP Camapaña: 100 Tomorrows
2020	Lanzamiento de producto True Limb Posicionamiento mundial Crecimiento del equipo y conexiones
2021	Primer evento en vivo con Lucky Fin Project y Siemens Viralización en redes Asociación con médicos Expansión a Canadá

Tabla 30.

Acciones clave de Esper Bionics.

Año	Acciones clave
2019	Ganadores de concurso internacional de startups Vernadasky Challenge
2020	Primer prototipo validado con una usuaria Se fundó oficialmente la compañía
2021	Aprobación FDA Iniciaron demostraciones clínicas en Estados Unidos
2022	Participación en CES2022 Abrió oficina de investigación y desarrollo en tecnologías EMG en Berlín Apertura de oficina principal en New York Ganadores de premio de Diseño Industrial "Red Dot: Best of the Best 2022 award" Iniciativa en apoyo a guerra en Ucrania Reconocimiento como parte de "The Best Inventions of 2022"
2023	Inició fabricación en masa de productos Obtención de aprobación PDAC en Estados Unidos

Apéndice G. Constancia del Comité de Ética

Dirección de Fomento de la Investigación

Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica

PUCP

CONSTANCIA

De:	Fulton Paul Rivera Albinagorta, Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica (OETIIC) del Vicerrectorado de Investigación, Pontificia Universidad Católica del Perú.
Para:	Carlos Guillermo Hernández Cenzano, Departamento Académico de Ingeniería – Sección Industrial, PUCP (asesor de tesis)
	Sebastian Rony Caballa Barrientos, Maestría en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología, Escuela de Posgrado, PUCP (tesista)
Proyecto:	Vigilancia Tecnológica y Plan de Negocios para la introducción de Prótesis de Mano Inteligentes en el Mercado Peruano
Constancia:	001-2024-NR-OETIIC/PUCP
Fecha:	San Miguel, 21 de febrero del 2024

Estimados:

Reciban un cordial saludo a nombre de la Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica (OETIIC). La OETIIC es una unidad de soporte de la Dirección de Fomento de la Investigación del Vicerrectorado de Investigación y su propósito es fomentar una cultura de ética e integridad en las investigaciones en la PUCP.

En cumplimiento de sus funciones, la OETIIC luego que revisara el proyecto y según la normativa vigente de los Comités de Ética de la Investigación de la PUCP, ha determinado que este no requiere ser sometido a ninguno de ellos para evaluación, por no calificar de investigación con seres humanos, animales ni ecosistemas.

Sin embargo, si el proyecto tiene previsto recoger información de seres humanos en sus distintas etapas, se recomienda cumplir con los estándares de ética de la investigación referidos a la aplicación de consentimiento informado. Asimismo, el equipo del proyecto debe en todo momento asegurar que el consentimiento informado sea obtenido por medio de un proceso voluntario y en cumplimiento con la Ley de Protección de Datos Personales.

Finalmente, de plantearse una investigación con seres humanos, animales o ecosistemas, derivada del presente proyecto, deberán ponerse en contacto con la OETIIC, para recibir la orientación correspondiente.

Se emite la presente para los usos que el equipo considere pertinentes.

Atentamente,

Mg. Fulton Paul Rivera Albinagorta
Jefe
Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica (OETIIC)

Apéndice H. Encuesta a Potenciales Usuarios

Encuesta: Prótesis de Mano Inteligente

¡Ayúdanos a diseñar el modelo comercial para una prótesis de mano inteligente!
La encuesta tiene la finalidad de conocer algunas características de potenciales usuarios y conocer qué esperan sobre el producto, su precio y su servicio postventa.

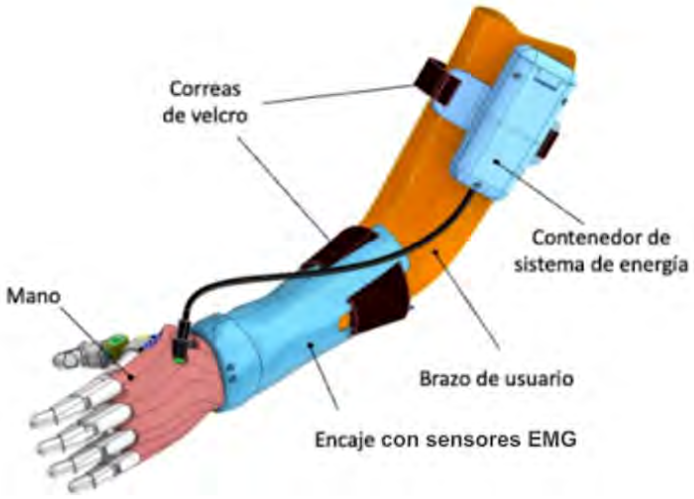
* Indica que la pregunta es obligatoria

Descripción del producto

Esta prótesis es un producto de colocación no invasiva. El usuario introduce su sección amputada en el encaje, el cual es diseñado a la medida para cada persona con amputación transradial. La prótesis es controlada por lectura de sensores EMG que van por encima de la piel alrededor del antebrazo y habilitan al usuairo a ejecutar 4 gestos: agarre pinza, agarre garfio, agarre cilíndrico e índice extendido.

Así mismo, cuenta con una batería portátil que brinda hasta 6 horas de duración continua. Finalmente, los colores se pueden personalizar con la finalidad de acercarse al tono de piel o de darle un acabado particular.

Prótesis completa



Gestos

Agarre pinza

Agarre garfio

Agarre cilíndrico

Índice extendido

1. ¿Usted o un familiar tienen la condición de amputación de mano? *

   Marca solo un óvalo.

   - ◯ Yo tengo la condición *Ir a la pregunta 2*
   - ◯ Un familiar la tiene *Ir a la pregunta 8*
   - ◯ No. Ni yo, ni un familiar

Demografía

2. Género *

   Marca solo un óvalo.

   - ◯ Masculino
   - ◯ Femenino
   - ◯ Prefiero no decirlo
   - ◯ Otros: _____

3. Edad *

4. Distrito, Departamento. (Ejemplo: Carabayllo, Lima) *

5. Ocupación *

6. Ingreso promedio (mensual) *

Marca solo un óvalo.

- 0 - 1000 soles
- 1000 - 2000 soles
- 2000 . 3000 soles
- 3000 - 4000 soles
- Más de 4000 soles

7. El origen de su amputación es: *

Marca solo un óvalo.

- Congénita
- Accidental

Demografía del familiar

La información es principalmente del familiar quién usará la prótesis, no necesariamente de usted que puede estar completando la información.

8. Género del familiar *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Masculino
- ◯ Femenino
- ◯ Prefiero no decirlo
- ◯ Otros: _____

9. Edad del familiar *

_____

10. Distrito, Departamento en el que vive el familiar. (Ejemplo: Carabayllo, Lima) *

_____

11. Ocupación del familiar *

_____

12. Ingreso promedio del familiar o su apoderado (mensual) *

Marca solo un óvalo.

- ◯ 0 - 1000 soles
- ◯ 1000 - 2000 soles
- ◯ 2000 . 3000 soles
- ◯ 3000 - 4000 soles
- ◯ Más de 4000 soles

13. El origen de la amputación es: *

Marca solo un óvalo.

- Congénita
- Accidental

Experiencia

14. ¿Tienes experiencia previa utilizando productos similares a la prótesis que se presenta en esta encuesta? *

Marca solo un óvalo.

- Sí *Ir a la pregunta 15*
- No *Ir a la pregunta 18*

Experiencia

15. ¿Qué aspectos valoró más? (seleccione máximo 2) *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- [ ] Estética del producto
- [ ] Funcionalidad
- [ ] Peso adecuado

16. ¿Cómo describirías tu nivel de satisfacción con el producto que has utilizado previamente? 5 el mayor puntaje y 1 es el menor puntaje. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Tota	◯	◯	◯	◯	◯	Totalmente satisfecho

17. ¿Estarías dispuesto o dispuesta a pagar un precio alto (o más alto que otros) por un producto que cumpla con tus necesidades y expectativas? *

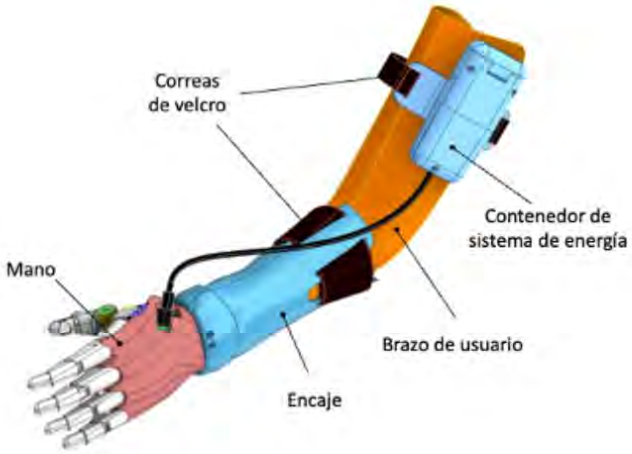
Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Tomaremos tu opinión en cuenta

A continuación, las preguntas buscarán recoger información acerca de los posibles precios y los aspectos del servicio post venta.

Prótesis completa



18. ¿Sabías que en nuestro país crean y fabrican prótesis electrónicas? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Respecto al producto

Considerando que se realiza únicamente la compra del producto

¿Qué color preferirías para la prótesis?

19. ¿Cuánto estarías dispuesto o dispuesta a pagar como máximo por un producto como este? *

Marca solo un óvalo.

- 1000 - 2000 soles
- 2000 - 3000 soles
- 3000 - 4000 soles
- 4000 - 5000 soles
- 5000 - 6000 soles
- 6000 - 7000 soles
- 7000 - 8000 soles
- Otros: _____

20. ¿Si tuvieras la posibilidad de financiar el pago, en cuantas cuotas lo harías? *

Marca solo un óvalo.

- 2 cuotas
- Entre 3 a 5 cuotas
- Entre 6 a 8 cuotas
- Entre 8 a 10 cuotas
- De 10 a más

21. ¿Consideras importante contar con un servicio de atención al cliente o soporte técnico después de la compra? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

22. ¿Cuantos años de garantía debería tener el producto? *

Marca solo un óvalo.

- 1 - 2 años
- 2 - 3 años
- 3 - 4 años
- Más de 4 años

23. ¿Comprar un complemento para la prótesis o un producto adicional nuevo con la misma empresa? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

24. ¿Cuál sería ese complemento o nuevo producto que adquirirías? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- [ ] Accesorios y complementos para prótesis (mejor estética, funcionalidad y adptadores)
- [ ] Dispositivos de rehabilitación (fortalecer músculos, mejorar equilibrio y más coordinación)
- [ ] Software y aplicaciones móviles (monitoreo, control a distancia, configurar)
- [ ] Productos de cuidado y mantenimiento (limpieza, protectores)
- [ ] Ropa adaptada
- [ ] Otros: _____

Respecto al servicio

Considerando que la prótesis se adquiere como parte de un servicio

25. ¿Qué tipo de servicios postventa te gustaría que ofreciera la empresa? (Marca hasta 3 alternativas como máximo, los más importantes para usted) *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- [ ] Asistencia técnica (resolución de problemas y preguntas de producto)
- [ ] Mantenimiento (preventivo o correctivo)
- [ ] Actualizaciones y mejoras (software o componentes)
- [ ] Garantías y reclamaciones (garantía y reparación)
- [ ] Formación, capacitación y asesoramiento
- [ ] Servicios logísticos (entrega)
- [ ] Servicios de seguimiento (satisfacción del cliente, sugerencias)

26. ¿Cómo preferirías acceder al producto? *

Considerando que la prótesis se puede:
- Comprar pagando su valor total (propiedad total del usuario)
- Alquilar pagando una tarifa mínima por día (préstamos por días). Precio de mensualidad no incluye el pago inicial por la creación y personalización del producto.
- Adquirir en plan de renovación por un precio menor al de la compra (cada 2 o 3 años se actualiza el producto con los últimos desarrollos)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- [ ] Compra
- [ ] Alquiler
- [ ] Plan de renovación

27. Si el servicio fuera un **alquiler mensual**, ¿Cuánto estarías dispuesto o dispuesta a pagar como máximo? *

Marca solo un óvalo.

- ◯ 100 - 300 soles
- ◯ 300 - 500 soles
- ◯ 500 - 700 soles
- ◯ 700 - 1000 soles
- ◯ Otros: _____

28. Si el servicio fuera un **alquiler quincenal**, ¿Cuánto estarías dispuesto o dispuesta a pagar como máximo? *

Marca solo un óvalo.

- ◯ 0 - 100 soles
- ◯ 100 - 200 soles
- ◯ 200 - 300 soles
- ◯ 300 - 400 soles
- ◯ 400 - 500 soles
- ◯ Otros: _____

Prueba antes de comprar

Con la finalidad de ayudar al usuario en la decisión de adquirir y usar una prótesis como la que se ha presentado, existe la posibilidad de probarlos mediante:

- Demo (Por un periodo de tiempo)
- Full day (Dentro las instalaciones de la empresa)

La Demo consiste en la adquisición de una prótesis genérica por un determinado periodo de tiempo, para posterior a la decisión de compra del usuario se diseñe y fabrique la versión personalizada del producto. Por otro lado, el Full day se realiza en un ambiente controlado en la empresa y consiste en una primera etapa de toma de medidas y señales del usuario, calibración del producto y creación de accesorios, para que en una segunda etapa el usuario pueda entrenarse con la prótesis y probar en entornos similares a los reales.

Modelos de prueba de producto

29. ¿Pagarías por acceder a la Demo o el Fullday? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

30. ¿Qué opción preferirías? *

Marca solo un óvalo.

- Demo
- Fullday
- Ninguna

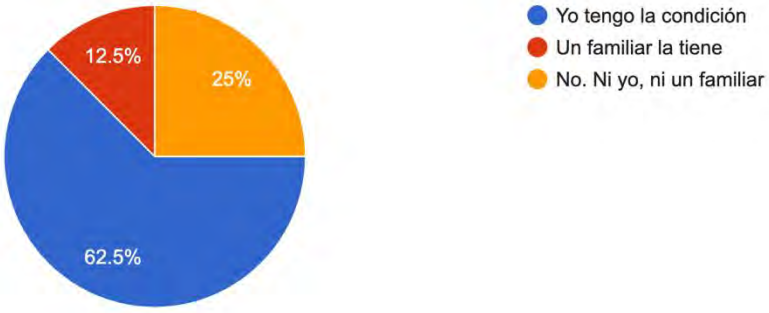
Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Respuestas de la encuesta

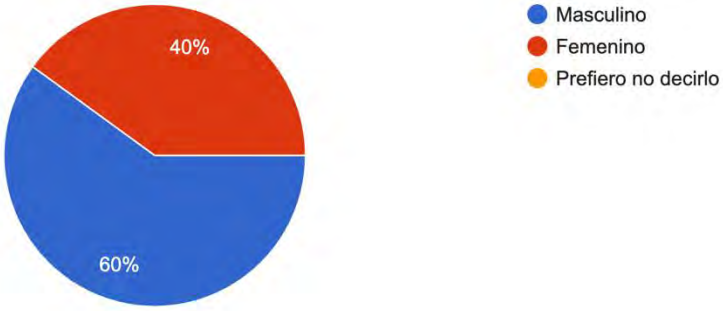
¿Usted o un familiar tienen la condición de amputación de mano?

8 respuestas



Género

5 respuestas



Edad

5 respuestas

31

38

30

43

26

Distrito, Departamento. (Ejemplo: Carabayllo, Lima)

5 respuestas

San Juan de Lurigancho

Lima

Ica-Ica

Breña, Lima

Cusco, Urubamba

Ocupación

5 respuestas

Independiente

Obrero

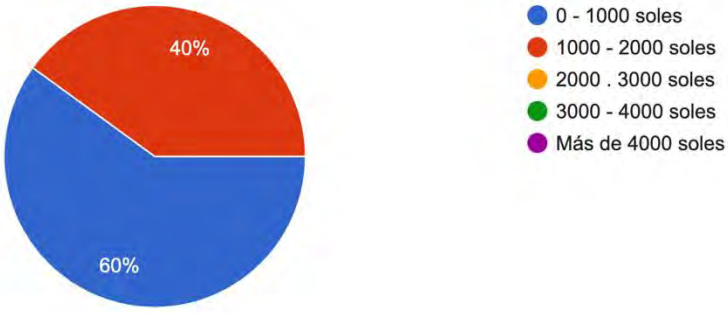
En casa

Fotógrafo

Estudiante

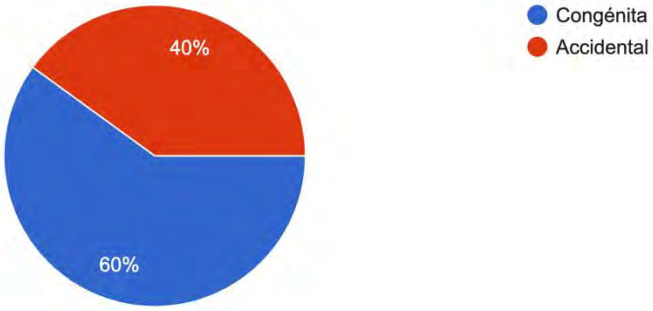
Ingreso promedio (mensual)

5 respuestas



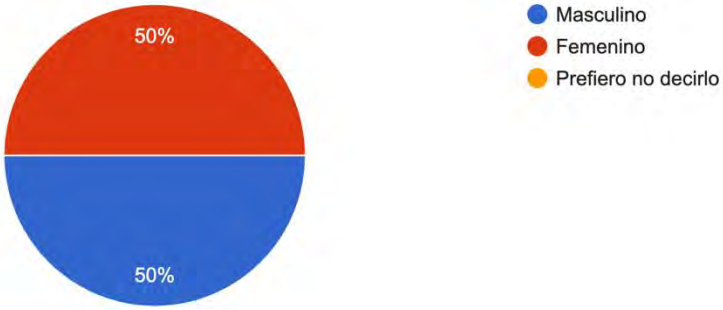
El origen de su amputación es:

5 respuestas



Género del familiar

6 respuestas



Edad del familiar

6 respuestas

31

38

30

43

29

26

Distrito, Departamento en el que vive el familiar. (Ejemplo: Carabayllo, Lima)

6 respuestas

San Juan de Lurigancho

Lima

Ica

Lima, Breña

Palpa, Ica

Cusco, Urubamba

Ocupación del familiar

6 respuestas

Independiente

Obrero

En casa

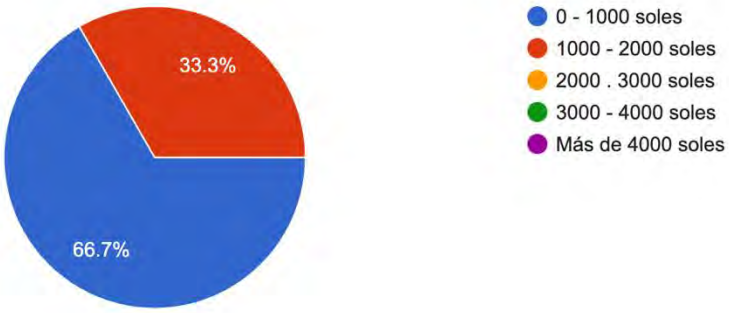
Fotógrafo

Emprededora

Estudiante

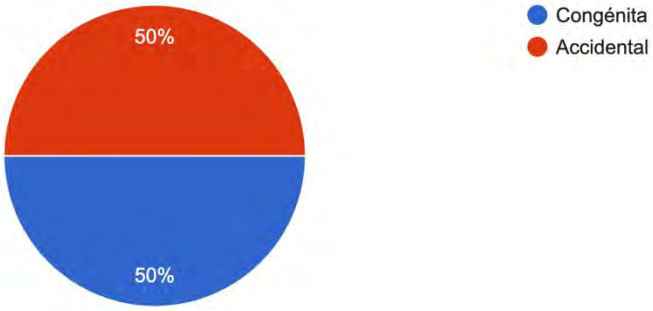
Ingreso promedio del familiar o su apoderado (mensual)

6 respuestas



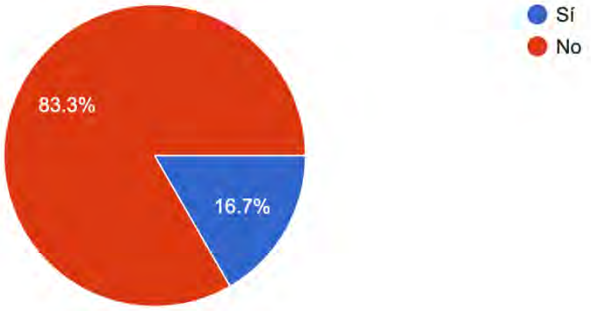
El origen de la amputación es:

6 respuestas



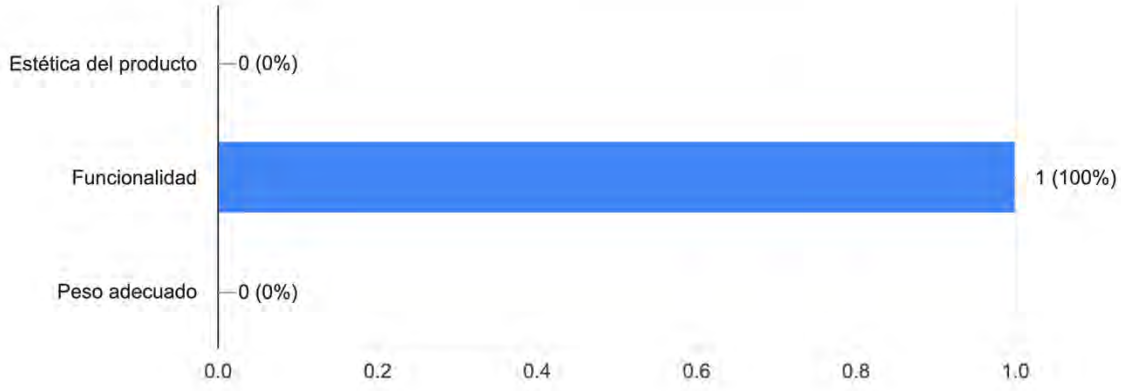
¿Tienes experiencia previa utilizando productos similares a la prótesis que se presenta en esta encuesta?

6 respuestas



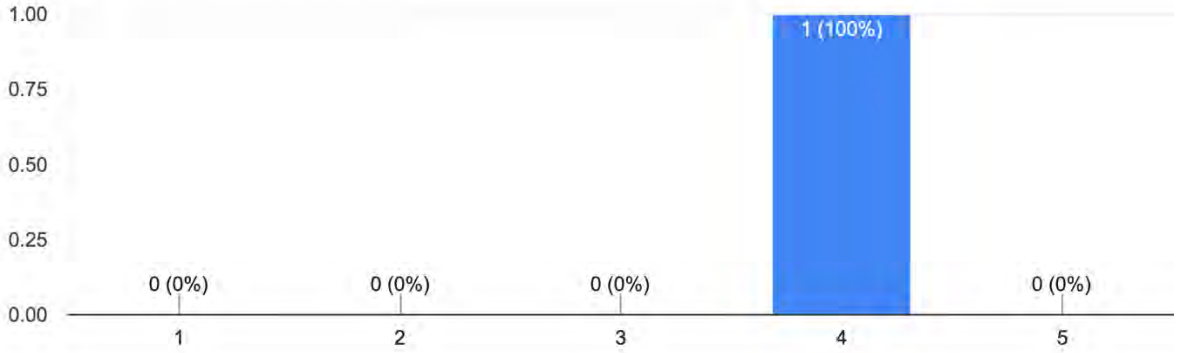
¿Qué aspectos valoró más? (seleccione máximo 2)

1 respuesta



¿Cómo describirías tu nivel de satisfacción con el producto que has utilizado previamente? 5 el mayor puntaje y 1 es el menor puntaje.

1 respuesta

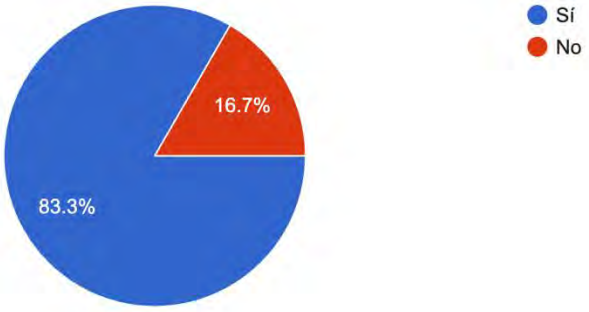


¿Estarías dispuesto o dispuesta a pagar un precio alto (o más alto que otros) por un producto que cumpla con tus necesidades y expectativas?

1 respuesta

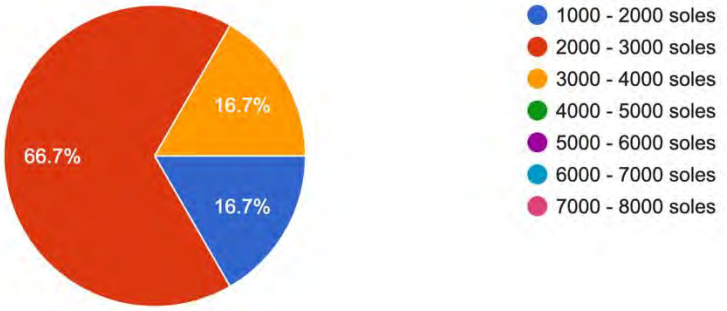
¿Sabías que en nuestro país crean y fabrican prótesis electrónicas?

6 respuestas



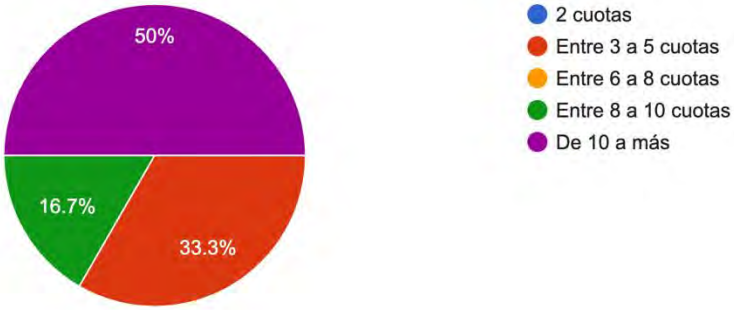
¿Cuánto estarías dispuesto o dispuesta a pagar como máximo por un producto como este?

6 respuestas



¿Si tuvieras la posibilidad de financiar el pago, en cuantas cuotas lo harías?

6 respuestas

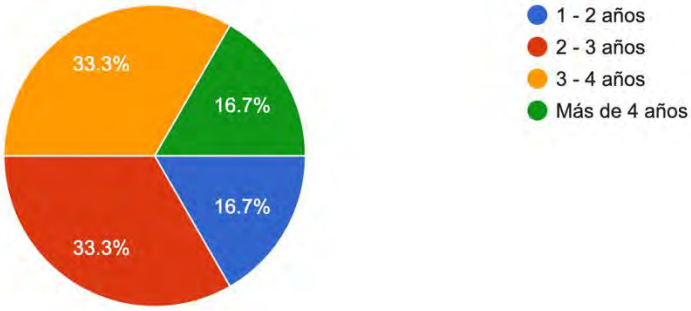


¿Consideras importante contar con un servicio de atención al cliente o soporte técnico después de la compra?

6 respuestas

¿Cuantos años de garantía debería tener el producto?

6 respuestas

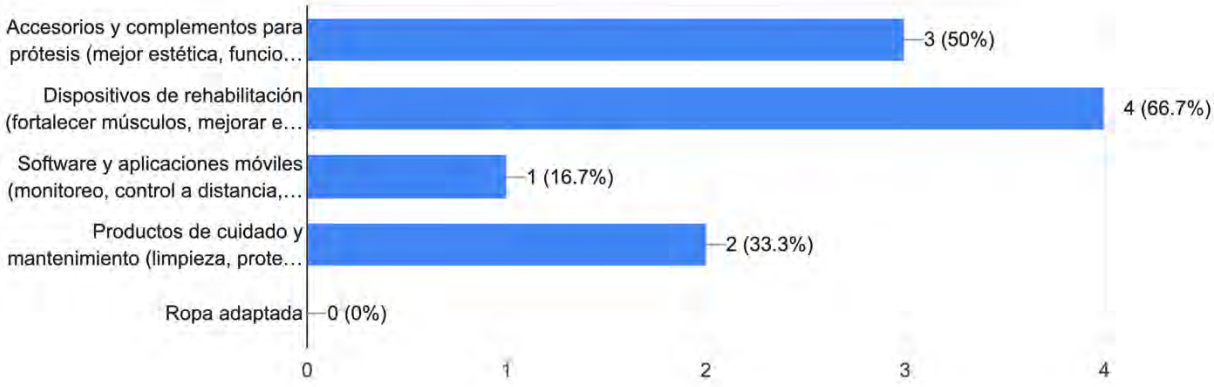


¿Comprar un complemento para la prótesis o un producto adicional nuevo con la misma empresa?

6 respuestas

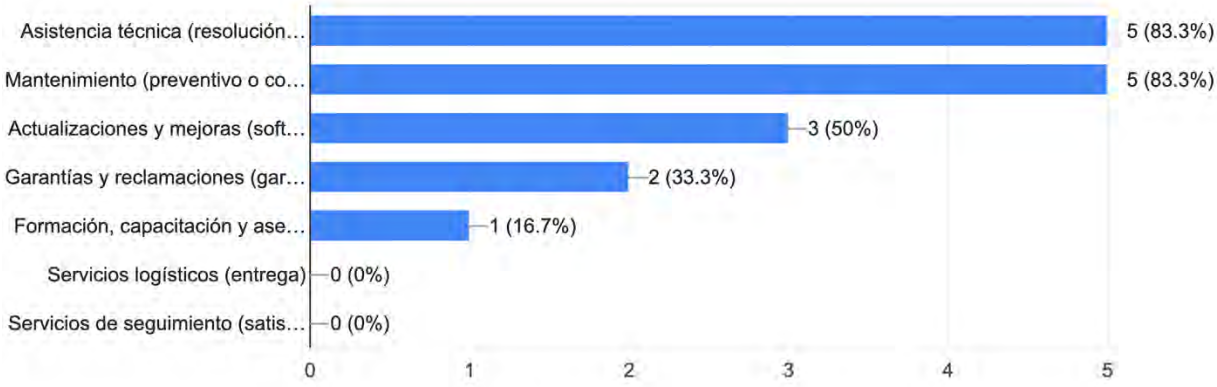
¿Cuál sería ese complemento o nuevo producto que adquirirías?

6 respuestas



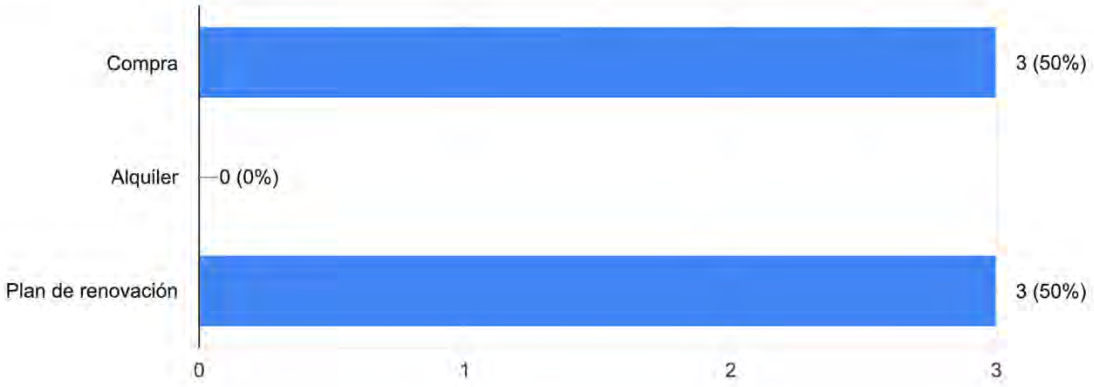
¿Qué tipo de servicios postventa te gustaría que ofreciera la empresa? (Marca hasta 3 alternativas como máximo, los más importantes para usted)

6 respuestas



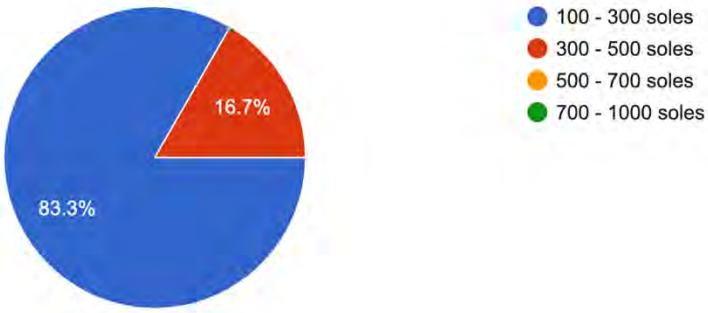
¿Cómo preferirías acceder al producto?

6 respuestas



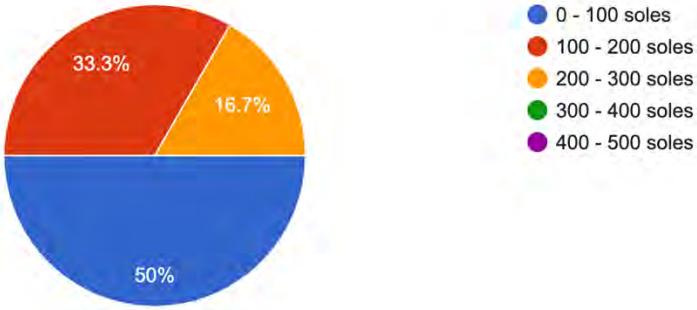
Si el servicio fuera un alquiler mensual, ¿Cuánto estarías dispuesto o dispuesta a pagar como máximo?

6 respuestas



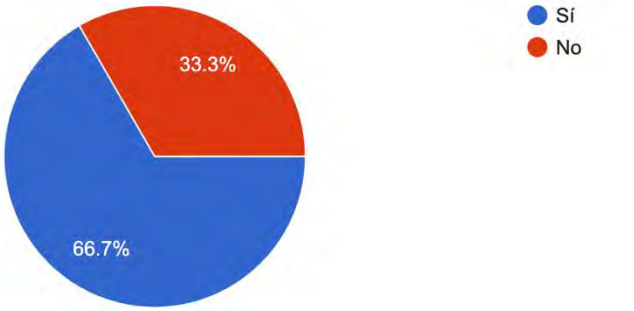
Si el servicio fuera un alquiler quincenal, ¿Cuánto estarías dispuesto o dispuesta a pagar como máximo?

6 respuestas



¿Pagarías por acceder a la Demo o el Fullday?

6 respuestas



¿Qué opción preferirías?

6 respuestas

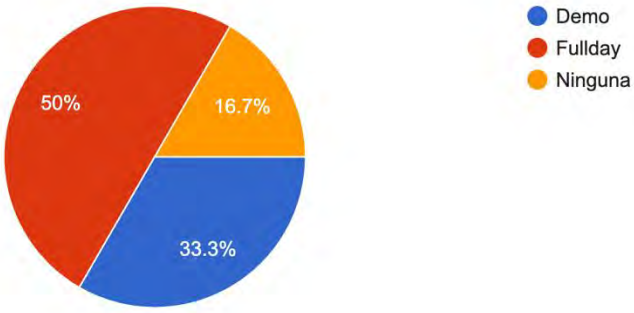


Tabla 31.
Material ABS consumido.

	Pieza	Densidad	Altura de capa	Soportes	Tiempo de impresión	Uso de material
Plástico ABS	**Pulgar**	Sólido (90 %)	0.2	Sí	3h: 47 min	32.05
	Conectores y engranes	Sólido (90 %)	0.2	Sí	1h: 38 min	11.99
					Total por producto	**44.04**

Tabla 32.
Materiales para accesorio de sujeción.

Nº	Materiales e insumos	Costo Unitario	
1	Plástico PLA	60	
2	Caja	30	
3	Textiles	10	
	Costo Total de Materiales (Accesorio sujeción)		100
	Precio de venta (Accesorio sujeción)		**150**

Tabla 33.
Materiales para accesorio estético.

Nº	Materiales e insumos	Costo Unitario	
1	Plástico PLA	200	
2	Caja	30	
	Costo total de materiales (Accesorio estético)		230
	Precio de venta (Accesorio estético)		**368**

Tabla 34.
Gratificaciones del personal.

	Gratificaciones	
Personal contratado	S/.	12,200.00
Practicante	S/.	2,050.00
Total	**S/.**	**14,250.00**

Tabla 35.
Costos de maquinaria y equipamiento.

Maquinaria y equipamiento					
Cantidad	Descripción	Precio unitario		Precio total	
2	Impresoras 3D	S/.	5,984.00	S/.	11,968.00
2	Laptop	S/.	3,000.00	S/.	6,000.00
2	Escaner 3D	S/.	2,618.00	S/.	5,236.00
Total				**S/.**	**23,204.00**

Tabla 36.
Depreciación de maquinaria y equipos por 5 años.

Inversión	Monto		Plazo Dep. (anual)	Dep. Anual		Dep. Trimestral		Dep. Acumulada		V. Residual	
Impresoras 3D	S/.	11,968.00	8	S/.	1,496.00	S/.	374.00	S/.	5,984.00	S/.	5,984.00
Laptop	S/.	14,000.00	5	S/.	2,800.00	S/.	700.00	S/.	14,000.00	S/.	-
Escaner 3D	S/.	5,236.00	6	S/.	872.67	S/.	218.17	S/.	5,236.00	S/.	-
Muebles y enseres	S/.	3,768.90	10	S/.	376.89	S/.	94.22	S/.	1,884.45	S/.	1,884.45

Tabla 37.
Costos de equipos de oficina, seguridad y limpieza.

Equipos de oficina, seguridad y limpieza					
Cantidad	Descripción	Precio unitario		Precio total	
4	Laptop o pc de escritorio	S/.	2,000.00	S/.	8,000.00
4	Escritorio	S/.	300.00	S/.	1,200.00
6	Sillas	S/.	179.90	S/.	1,079.40
1	Estante	S/.	279.90	S/.	279.90
1	Archivador	S/.	129.90	S/.	129.90
3	Mesas (producción)	S/.	300.00	S/.	900.00
3	sillas de espera	S/.	59.90	S/.	179.70
1	escoba	S/.	17.90	S/.	17.90
1	trapeador	S/.	37.90	S/.	37.90
2	tacho de basura	S/.	19.90	S/.	39.80
2	guantes	S/.	6.50	S/.	13.00
1	recogedor	S/.	44.90	S/.	44.90
Total				**S/.**	**11,922.40**

Tabla 38.
Gastos de publicidad y marketing.

	Descripción	**Gasto inicial**	**Gasto Mensual**	**Gasto Trimestral**
Otros gastos	Demo pitch			
	Venture pitch	S/. 2,000.00		
	Página web	S/. 10,000.00		
Gastos frecuentes	Gestión de redes sociales			
	Elaboración de videos y posts		S/. 3,000.00	S/. 9,000.00
	Publicidad en redes		S/. 100.00	S/. 300.00
	Viáticos para ferias y eventos		S/. 500.00	S/. 1,500.00
	Total	S/. 12,000.00	S/. 3,600.00	S/. 10,800.00

Tabla 39.
Gastos de operación.

Descripción	Costo mensual	Gastos mensuales por Rubro	Gastos trimestral por Rubro
Gastos Generales			
Servicio de telecomunicaciones	S/. 100.00		
Servicio de agua	S/. 30.00	**S/. 2,430.00**	**S/. 7,290.00**
Servicio de Luz	S/. 300.00		
Alquiler	S/. 2,000.00		
Gastos Administrativos			
Útiles de Oficina	S/. 30.00		
Contador	S/. 500.00		
Servicios adicionales de Terceros	S/. 400.00		
Mantenimiento Equipos	S/. 300.00	**S/. 19,240.50**	**S/. 57,721.50**
Artículos de limpieza	S/. 150.00		
Personal	S/. 17,767.00		
Software (office)	S/. 93.50		
Gastos de Ventas			
Publicidad	S/. 3,600.00		**S/. 10,800.00**
Gastos de Operación		**S/. 21,670.50**	**S/. 75,811.50**

Tabla 40.
Gastos Iniciales.

Descripción	Costo (soles)	Resumen de Gastos por Rubro	
Gastos Preoperativos			
Estudio de Factibilidad Definitivos	S/. 11,000.00	**S/.**	**18,000.00**
Asesoría	S/. 5,000.00		
Patente de Industria y Comercio	S/. 2,000.00		
Gastos imprevistos			
Gasto de Constitución			
Gastos Notariales	S/. 500.00	**S/.**	**3,796.59**
Inscripción en el Registros Pùblicos	S/. 74.16		
Licencia Municipal	S/. 42.10		
Permisos (construcción, municipales, otros)	S/. 800.00		
Otros Trámites (registro sanitario)	S/. 2,380.33		
Gastos de Establecimiento			
Desarrollo de página / portal Web	S/. 10,000.00	**S/.**	**12,000.00**
Publicidad de lanzamiento	S/. 2,000.00		
Total Intangible (Nuevos Soles)		**S/.**	**33,796.59**

Tabla 41.
Inversión Total.

Inversiones	Rubros de Inversiones	Inversiòn desagregada	Inversiones Parciales	Total de Inversiones (Nuevos Soles)
Inversión Fija	Inversión Tangible	Maquinaria y equipamiento	S/. 23,204.00	**S/. 35,126.40**
		Equipo de oficina, seguridad y limpieza	S/. 11,922.40	
	Inversión Intangible	Gastos preoperativos	S/. 18,000.00	**S/. 33,796.59**
		Gasto de constitución	S/. 3,796.59	
		Gastos de establecimiento	S/. 12,000.00	
Capital de Trabajo	Capital de Trabajo	Gastos en materiales e insumos básicos	S/. 19,715.14	**S/. 302,190.14**
		Pago de sueldos y salarios	S/. 130,852.00	
		Gastos de operación	S/. 151,623.00	
Inversión Total (Nuevos Soles)				**S/. 371,113.13**

Tabla 42.

Proyección de ventas.

Periodos	2025				2026				2027				2028				2029			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Precio Promedio mensual	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00
Cantidad	**3**	**4**	**6**	**9**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**
Venta general	1	1	2	3	5	7	9	11	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Venta empresa	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Financiamiento	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Venta general (S/.)	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 22,400.00	S/. 33,600.00	S/. 56,000.00	S/. 78,400.00	S/. 100,800.00	S/. 123,200.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00	S/. 145,600.00
Venta por empresas (S/.)		S/. 24,266.67	S/. 24,266.67	S/. 24,266.67	S/. 46,366.67	S/. 46,366.67	S/. 46,366.67	S/. 46,366.67	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00	S/. 66,300.00
Venta por Financiamiento (S/.)	S/. 3,000.00	S/. 3,807.00	S/. 4,614.00	S/. 5,421.00	S/. 6,228.00	S/. 7,035.00	S/. 7,842.00	S/. 8,649.00	S/. 9,456.00	S/. 10,263.00	S/. 11,070.00	S/. 11,877.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00	S/. 12,684.00
Ventas total trimestral (S/.)	**S/. 14,200.00**	**S/. 39,273.67**	**S/. 51,280.67**	**S/. 63,287.67**	**S/. 108,594.67**	**S/. 131,801.67**	**S/. 155,008.67**	**S/. 178,215.67**	**S/. 221,356.00**	**S/. 222,163.00**	**S/. 222,970.00**	**S/. 223,777.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**	**S/. 224,584.00**

Tabla 43.
Costo de Producción.

Periodos	2025				2026				2027				2028				2029			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Materiales e insumos (S/.)	S/. 8,449.35	S/. 8,449.35	S/. 11,265.80	S/. 16,898.69	S/. 22,531.59	S/. 28,164.49	S/. 33,797.39	S/. 39,430.29	S/. 45,063.18	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63	S/. 47,879.63
Mano de Obra Directa (S/.)	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50	S/. 6,812.50
Costo de Producción S/.	**S/. 15,261.85**	**S/. 15,261.85**	**S/. 18,078.30**	**S/. 23,711.19**	**S/. 29,344.09**	**S/. 34,976.99**	**S/. 40,609.89**	**S/. 46,242.79**	**S/. 51,875.68**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**	**S/. 54,692.13**

Tabla 44.
Flujo de caja trimestral.

Cuentas	2025				2026				2027				2028				2029			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Ventas directas	S/. 9,184.00	S/. 18,368.00	S/. 27,552.00	S/. 45,920.00	S/. 45,920.00	S/. 64,288.00	S/. 82,656.00	S/. 101,024.00	S/. 101,024.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00	S/. 119,392.00
Ventas indirectas	S/. 18,218.67	S/. 18,218.67	S/. 18,218.67	S/. 40,318.67	S/.40,318.67	S/. 40,318.67	S/.40,318.67	S/. 40,318.67	S/.40,318.67	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00	S/. 60,252.00
Costo de ventas producto	S/. 15,261.85	S/. 18,078.30	S/. 23,711.19	S/. 29,344.09	S/. 29,344.09	S/. 34,976.99	S/. 40,609.89	S/. 46,242.79	S/. 46,242.79	S/. 51,875.68	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13	S/. 54,692.13
Costo de servicios	S/. 900.00	S/. 1,200.00	S/. 1,800.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 3,000.00	S/. 3,600.00	S/.4,200.00	S/. 4,200.00	S/. 4,800.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00	S/. 5,100.00
Utilidad Bruta	**S/. 11,240.82**	**S/. 17,308.37**	**S/. 20,259.47**	**S/. 54,494.57**	**S/. 54,494.57**	**S/. 66,629.68**	**S/. 78,764.78**	**S/. 90,899.88**	**S/. 90,899.88**	**S/. 122,968.32**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**	**S/. 119,851.87**

Cuentas	2025				2026				2027				2028				2029			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Gastos de Ventas	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00
Gastos de Administración	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50	S/. 57,721.50	S/. 71,971.50
Gastos generales	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/.7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00	S/. 7,290.00	S/.7,290.00
Depreciación	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39
Amortización	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91
Utilidad Operativa	**-S/. 59,601.98**	**-S/. 67,784.43**	**-S/. 50,583.33**	**-S/. 30,598.23**	**-S/. 16,348.23**	**-S/. 18,463.13**	**S/. 7,921.97**	**S/. 5,807.08**	**S/. 20,057.08**	**S/. 37,875.51**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**

Cuentas	2025				2026				2027				2028				2029			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Utilidad antes de Impuestos	**-S/. 59,601.98**	**-S/. 67,784.43**	**-S/. 50,583.33**	**-S/. 30,598.23**	**-S/. 16,348.23**	**-S/. 18,463.13**	**S/. 7,921.97**	**S/. 5,807.08**	**S/. 20,057.08**	**S/. 37,875.51**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**
Utilidad Neta	**-S/. 59,601.98**	**-S/. 67,784.43**	**-S/. 50,583.33**	**-S/. 30,598.23**	**-S/. 16,348.23**	**-S/. 18,463.13**	**S/. 7,921.97**	**S/. 5,807.08**	**S/. 20,057.08**	**S/. 37,875.51**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**	**S/. 49,009.06**	**S/. 34,759.06**
Depreciación	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39	S/. 1,386.39
Amortización	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91	S/. 844.91
Flujo de Caja Operativo	**-S/. 57,370.68**	**-S/. 65,553.13**	**-S/. 48,352.03**	**-S/. 28,366.93**	**-S/. 14,116.93**	**-S/. 16,231.82**	**S/. 10,153.28**	**S/. 8,038.38**	**S/. 22,288.38**	**S/. 40,106.82**	**S/. 51,240.37**	**S/. 36,990.37**	**S/. 51,240.37**	**S/. 36,990.37**	**S/. 51,240.37**	**S/. 36,990.37**	**S/. 51,240.37**	**S/. 36,990.37**	**S/. 51,240.37**	**S/. 36,990.37**

Cuentas	2025					2026				2027				2028				2029			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Inversión	-S/. 368,296.68													-S/. 5,236.00				-S/. 11,968.00			
Valor residual																					S/. 15,926.12
IGV Neto	-S/. 6,322.75	-S/.5,131.14	-S/. 5,131.14	-S/. 3,622.10	-S/. 2,620.02	S/. 398.05	S/. 3,416.13	S/. 6,434.21	S/. 9,452.29	S/. 12,470.37	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41	S/. 11,963.41
Flujo de Caja Económico	**-S/. 374,619.44**	**-S/. 62,501.82**	**-S/. 70,684.27**	**-S/. 51,974.13**	**-S/. 30,986.95**	**-S/. 13,718.87**	**-S/. 12,815.69**	**S/. 16,587.49**	**S/. 17,490.67**	**S/. 34,758.75**	**S/. 52,070.22**	**S/. 63,203.77**	**S/. 48,953.77**	**S/. 57,967.77**	**S/. 48,953.77**	**S/. 63,203.77**	**S/. 48,953.77**	**S/. 51,235.77**	**S/. 48,953.77**	**S/. 63,203.77**	**S/. 64,879.89**