



DESARROLLO DE PROTESIS PARA COMPETICION EN MATERIALES COMPUESTOS

DESARROLLO DE PROTESIS DEPORTIVAS DE COMPETENCIA DEDICADAS A CARRERAS DE VELOCIDAD REALIZADA EN MATERIALES COMPUESTOS

i Información general

Síntesis

El alto rendimiento deportivo evidencia hoy los mejores aspectos de una sociedad inclusiva, reconociendo por igual méritos del deporte convencional y adaptado. Entre los requisitos necesarios para lograrlo, aparece la universalidad de la tecnología, encargada de que los desarrollos que permitan la oportunidad de inclusión estén disponibles para los atletas que sufran una patología susceptible de ser compensada a través del uso de una prótesis sin importar origen o condición social.

En nuestro país, las prótesis de uso competitivo resultan ser de difícil adquisición, compleja importación y costo prohibitivo para la media de los usuarios. Siendo una tecnología capaz de desarrollarse aquí, constituye una posibilidad de sustitución a la importación, y el medio para que nuestros atletas paralímpicos alcancen el escenario competitivo en igualdad permitiendo además, la práctica deportiva a personas con afecciones motrices.

Surge así la necesidad de un plan destinado a cubrir un área de vacancia, donde su desarrollo genere el conocimiento y los medios que nos permitan construir prótesis de uso deportivo, capaces de resistir las sollicitaciones de competencia, y destinada los atletas del comité Paralímpico Argentino con el fin de posicionarlos en el plano competitivo internacional en igualdad de condiciones, permitiéndoles alcanzar su máximo potencial.

Convocatoria

Convocatoria 2015

Palabras Clave

Línea temática

Salud

Unidad ejecutora

Facultad de Ingeniería

Facultades y/o colegios participantes

Destinatarios

El presente proyecto apunta mejorar la condición de competencia de los atletas amputados vinculados al Comité Paralímpico Argentino (COPAR).

Dado que los atletas que nos representan están agrupados en federaciones según la patología de afección, nuestros representantes nacionales abarcan atletas de características tan diversas como disminuidos visuales, con síndromes de parálisis cerebral, disminuidos intelectuales, lesionados medulares y amputados o con malformaciones congénitas.

Entre ellos estos últimos, están quienes requieren ciertos equipamientos para poder desempeñarse en el primer nivel, y a su vez los principales beneficiarios del desarrollo de estos equipamientos son los atletas, que integran la Selección Argentina de atletismo adaptado representando a la Federación Nacional de Fadesir (Federación Argentina de Deportes en Silla de Ruedas) que nuclea a deportistas que presentan patologías de amputados y lesionados medulares.

Los atletas lesionados con amputaciones o bien aquellos que presentan una malformación congénita, en algunos casos similar a una amputación, pueden beneficiarse del uso de prótesis para la práctica deportiva tanto sea en casos de amputaciones de miembros superiores como inferiores.

El objetivo inicial es pues desarrollar una prótesis de uso deportivo destinada a atletas que se desempeñan en pista, amputados transtibiales por debajo de la rodilla doble y simple (respectivamente atletas tipo T43/44) de acuerdo con las "Reglas y reglamentaciones del IPC 2014-2015" vigentes (International Paralympic Committee) art. 3.3.1/3.3.2/3.3.3. que participen en pruebas de pista de 100m y 200m y hasta 400m ya que en el caso el resto de las pruebas de pista responden a diversas características funcionales y requerirían a priori un modificación en la forma de la pieza.

Actualmente los atletas que no poseen dichos equipamientos se ven forzados a competir en posición sentada en pruebas de lanzamiento o en sillas de ruedas cuando en rigor son capaces de valerse por sus propios medios en posición erguida y sin el uso de otros medios

mecánicos.

Dada la larga trayectoria de algunos de los integrantes del equipo en el movimiento paralímpico y en el deporte adaptado en general (Miembro de la federación FADePaC y COPAR), se ha podido constatar en algunos casos el uso en competencia de prótesis comunes de "uso diario" no aptas para el deporte por parte de los usuarios que pueden incurrir en riesgo de lesiones tanto en los muñones como falla de la pieza que en sí no es apta para tal práctica, imposibilitándoles correr cómodamente, ni aprovechar todo su potencial por presentar una asimetría entre zancadas, e incluso pudiendo ocasionar graves lesiones futuras en sus piernas, rodillas, caderas y espalda, víctima del impacto y favoreciendo la aparición de lesiones por stress.

Localización geográfica

El trabajo se realizará entre el CeNARD (Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo) (Miguel B. Sanchez 1070 CABA, ex.Crisólogo Larralde 1070 CABA) y CEF N° 2 (Av 32. e/21 y 23, s/n, La Plata) para establecer los puntos de evaluación.

En la facultad de Ingeniería, en el departamento de Aeronáutica (116 e/47y 48, s/n La Plata) se llevará a cabo el análisis de los resultados y fabricación contando con la colaboración de los siguientes Grupos para la utilización de sus espacios físicos:

GEMA (Grupo de Ensayo Mecánico Aplicado) (116 e/47y 48, s/n La Plata).

LACLYFA (Laboratorios de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental) (116 e/47y 48, s/n La Plata).

Centros Comunitarios de Extensión Universitaria

Cantidad aproximada de destinatarios directos

0

Cantidad aproximada de destinatarios indirectos

0

☰ Detalles

Justificación

Sabiendo que será necesario un trabajo multidisciplinario para llevar a cabo la tarea, se buscaron especialistas de diversas áreas del deporte la salud y la ingeniería para conformar el equipo que aporte diversas ópticas y soluciones a una problemática de por si compleja. Así se conformó un equipo integrado por dos ingenieros Aeronáuticos (Marco Fontana e Ignacio Villar) y un estudiante avanzado (Lucas Sznajdermann) en la carrera, contando con la colaboración y recomendaciones de un médico deportólogo especializado (Carlos Benitez Fanco miembro del CEF N° 2 La Plata) , un profesor de educación física con experiencia en rehabilitaciones (Pedro Coleff) y del laboratorio de biomecánica del CENARD (Msc. PhD. Gustavo Represas) adicionando su experiencia a la de quienes integran el proyecto de manera tal de poder realizar las evaluaciones previas que alimenten el modelo de desarrollo y la evaluación posterior para constatar los resultados y optimizar la prótesis cuya construcción y análisis está a cargo de los integrantes del equipo.

Contando con el aval del COPAR (Comité Paralímpico Argentino), buscaremos desarrollar este proyecto comprometidos con la misión de dotar a los atletas argentinos representantes en las competencias, de una real igualdad de oportunidad frente a los atletas de élite mundial en los escenarios que constituyen la máxima expresión del deporte adaptado.

Aprovechando la experiencia profesional de ingeniería en trabajos en el campo de la mecánica y la fabricación de piezas de uso espacial en materiales compuestos y la larga trayectoria de algunos miembros del equipo en discapacidad y deporte, se espera lograr un equipamiento pensando y proyectado para el deporte argentino y de acceso a todos los niveles sociales, integrando teoría, diseño y fabricación que permita a la universidad vincularse a las necesidades de la comunidad y del país.

Estas aptitudes se ponen al servicio de la necesidad concreta de los atletas del COPAR como parte inicial necesaria de un proyecto mayor, de dotar a todos los atletas amputados que deseen realizar una práctica deportiva activa de una prótesis acorde a sus necesidades que les permita una justa competencia.

Este proyecto tiene su motivación original en el interés de realizar un trabajo mancomunado con el COPAR (Comité Paralímpico Argentino) en el área de atletismo con quienes ha habido un acercamiento concreto buscando potenciar nuestras capacidades, existiendo por tanto un convenio marco de cooperación entre el COPAR y los integrantes del grupo tendiente a promover el desarrollo del deporte adaptado.

Objetivo General

En el presente trabajo de extensión, se busca diseñar y fabricar un prototipo de prótesis transtibial del tipo Flex-Foot con su correspondiente cono /bota de anclaje, manufacturada en materiales compuestos, destinada al uso de atletas que actualmente representan a Argentina, federados en el Comité Paralímpico Argentino y buscando así que esté al alcance de aquellos

deportistas que sufran una determinada patología susceptible de ser compensada a través de su uso y cuyo acceso a la misma sea hoy prohibitivo para ellos por motivos financieros y de importación entre otros. Se pretende que la misma presente características personalizadas tales como tamaño y proporción apropiada, una frecuencia natural alejada de la frecuencia de pasos del atleta, que soporte la carga dinámica y fatiga provista por el corredor. El diseño de esta prótesis buscará validar los modelos utilizados y análisis numéricos comparándolos con los experimentales.

Cabe destacar que si bien las prótesis de uso comercial parecen ser similares varían sus características de acuerdo a la masa (o peso) y talla que presente el usuario, y considerando entonces las exigencias a que será sometido, típicamente están divididas en tres únicos rangos según el peso y talla del atleta, esto a priori establece una limitación o concepción que pretendemos derribar buscando alternativas en el diseño que la hagan más fácilmente adaptable al atleta.

Las piezas en sí, son muy personales dado que difieren de un atleta a otro no pudiendo dotarlos de una talla que resulte ser anormal, diferente a la que tendrían de no sufrir ninguna afección, además de que cada atleta posee una frecuencia de paso distinta muy importante en el desarrollo de la pieza con lo cual representa un verdadero desafío a resolver el como adaptar el modelo desarrollado a las diversas necesidades de cualquier atleta con las mínimas modificaciones posibles al modelo.

Objetivos Específicos

- A continuación se detallan una serie de objetivos específicos planteados para el desarrollo de pieza en cuestión: • Estudio de parámetros biomecánicos de los atletas, medidas antropométricas, estudio de la marcha, la carrera, potencia unipodal, test multi hop y medidas de cargas en plataforma de fuerzas. • Aplicación de estudios biomecánicos para establecer una relación entre las partes que conforman la pierna y los elementos mecánicos básicos, para dar forma a la prótesis. • Aplicación de teorías e hipótesis para el modelado en MEF (Método de elementos Finitos). • Fabricación del cono/ bota • Fabricación del prototipo (hasta 3 piezas) • Ensayos y análisis de respuesta del material y del prototipo • Adaptación del atleta al prototipo • Comparación con respuesta de modelos comerciales existentes • Optimización • Capacitación de los extensionistas en tareas transdisciplinarias

Resultados Esperados

El resultado esperado principalmente es dotar a los atletas de Comité paralímpico argentino actualmente desempeñándose en el alto rendimiento, de una prótesis de uso deportivo competitiva. Inicialmente es de esperar que la prótesis ideal supla las carencias propias de una amputación/malformación brindando similares características a las presentadas por el miembro sin afección. Es decir la primera aproximación es un análisis de similaridad.

Se busca pues fabricar el primer prototipo de la prótesis en materiales compuestos, con los estudios previos mencionados, así como también el cono o bota donde se ancla la prótesis capaz de resistir las sollicitaciones y esfuerzos a que será sometida en competencia puesto que es el/la encargado/a de transmitir el movimiento al cuerpo devolviendo toda la energía que la prótesis logró acumular en deformación elástica, así como también se fabricarán las probetas que permitan analizar la energía almacenada en la deformación elástica que deberá ser comparable a la energía que es capaz de desarrollar el atleta.

De tal modo se espera que mediante la pieza en cuestión el atleta logre igual frecuencia de paso, zancada y tiempo de vuelo, así como una fuerza transmitida al piso de similar magnitud a la de la pierna sana.

Es sabido que las prótesis presentan algún grado de similaridad biomecánica con los miembros no afectados pero distan de ser iguales, sin embargo el resultado final del uso de la misma es equivalente en cuanto a duración de la zancada, frecuencia de pasos y fase aérea del corredor que no presenta afección alguna.

De la misma forma en que ocurre con una cadena en la que el eslabón más débil es el que propicia su rotura, se busca identificar en que fase del movimiento la energía aportada por la prótesis no es transmitida completamente (dado que las mismas poseen una restitución de energía un 50% mayor a la de un miembro sano pero una fuerza transmitida al piso o GRF un 22% menor aprox.), logrando de igual modo que el resultado final en la carrera sea comparable al de atletas convencionales al usar la prótesis y evidenciando una mejora en el desempeño del mismo mediante su uso.

Es esperable una mejora significativa en las velocidades finales, que deberían mostrar los registros del atleta una vez adaptado al uso de la misma y que es esperable que se halle en el orden de más de un segundo en los 100m, resultando además en un confort de marcha más regular y saludable.

Indicadores de progreso y logro

Establecido el cronograma con cada actividad, claramente detallada y estudiada, se entiende que el progreso se basará en el desarrollo de cada acción en tiempo y forma buscando recolectar datos experimentales que permitan alimentar el modelo previo a la confección de la pieza.

Permanencia: para tal cuestión es imprescindible que los atletas evaluados se mantengan vinculados al proyecto de modo de obtener su colaboración en todo momento como destinatarios finales del desarrollo del mismo permitiendo medir los parámetros necesarios para el modelo, así como dando una devolución acerca de los factores a mejorar para obtener la pieza óptima.

Consecuentemente un indicador de progreso lo obtendremos a partir de la comparación de los datos relevados del atleta con las publicaciones experimentales disponibles sobre fuerza transmitida al piso (o GRF 'ground reaction force'), frecuencia de pasos, duración del vuelo con y sin prótesis etc.

Comparación de características que deberá presentar el modelo en contraste con los

relevados experimentalmente en la pierna no afectada, permitiendo un análisis de similaridad. Comparación con atletas de similares características antropométricas y biomecánicas de modo de cuantificar el grado de afección de la falta de la prótesis como la mejora en el uso de la misma. También se comparará de elasticidad de las probetas con las simuladas para la pieza final y el prototipo con piezas análogas comercialmente disponibles.

Adaptación y pruebas en pista, evaluación de desempeño o performance con prótesis vs. sin prótesis.

Análisis de resultados y posibles mejoras.

Metodología

Se iniciará con el estudio del estado de esta temática actualmente y sus avances ("estado del arte"), correspondiente a las investigaciones relacionadas con el diseño de una prótesis transtibial. A través de la medición de las diversas características necesarias que deberá cumplir la prótesis ya sea por medición de las mismas en el miembro sano del atleta en cuestión y/o por comparación con un atleta convencional de similares condiciones antropométricas y biomecánicas se establecerán los valores de los parámetros y especificaciones técnicas que deberá alcanzar la pieza a desarrollar. Esto se realizará en el marco de evaluaciones realizadas por los deportólogos, médico y biomecánico tanto en el Cenard como en el CEF N°2 de La Plata, utilizando tanto plataforma de fuerzas como test multihop, equipo de antropometría, etc.

Los parámetros que definirán el estudio lo constituyen entre otros la masa, la talla y la biomecánica del atleta, la velocidad que puede desarrollar así como la fuerza que logra transferir al suelo durante la marcha. El tipo de marcha que es capaz de desplegar el atleta tiene impacto en la frecuencia con que la prótesis toma contacto con el suelo deformándose y acumulando energía elástica al tiempo que la devuelve en impulsos. De esta forma se establecerán criterios que permitan asegurar que dicha frecuencia de toma de contacto con el suelo está lejos de la frecuencia natural propia de la prótesis, garantizando además que la misma recuperará entre paso y paso su configuración indeformada.

El diseño de esta prótesis se realizará por análisis numérico, utilizando el Método de Elementos Finitos (MEF) por medio del software FEM (Finite element method) y se validará experimentalmente.

Secuencial y cronológicamente la metodología a emplear abarca el estudio de la problemática y el estado del arte sobre el tema; la medición de parámetros del atleta y comparación con atletas de similar condición antropométrica y biomecánica; consecuente alimentación del modelo numérico con los datos y parámetros relevados y esperables para la prótesis; elección de materiales que mejor reproduzcan las condiciones deseadas; construcción de las probetas y la prótesis misma; ensayos de las mismas y consecuente validación contra las publicaciones y estudios existentes; adaptación del atleta al uso de la prótesis y evaluación comparativa contra la condición previa; análisis de posibilidades de mejora y optimización.

Actividades

- Estudiaremos el estado de esta temática actualmente y sus avances ("estado del arte") de modo de configurar un protocolo de estudio que nos permita establecer las capacidades del atleta a quien originalmente está destinada la pieza a través de: • Análisis plantigráfico de pisada • Estudio de GRF a través de plataforma de fuerzas • Estudio dinámico de la carrera • Estudio cinemático de la carrera mediante video y post procesado a partir de estudio de velocidades parcializadas durante la carrera sin la prótesis • Frecuencia de paso • Potencia unipodal • Baterías de test tipo 'Hop test' de salto para establecer energías de miembros Se realizarán reuniones semanales del equipo para analizar el avance sobre discutiendo problemáticas enfrentadas, potenciales soluciones y dirección a seguir en pos de su solución y reuniones mensuales plenarias con los colaboradores para obtener una óptica transdisciplinaria que nos posibilite enfrentar los potenciales problemas de una forma mas integral . Optimización: Se diseñarán distintos modelos de la pieza para hallar aquella que cumpla de manera optima con los requisitos (máxima fuerza, frecuencias forzantes lejos de frecuencia natural del modelo, optimización de peso) y además se fabricará el cono que se adapta a la pierna, que sirve de interfaz entre la misma y la prótesis siendo éste el encargado de transmitir todas las fuerzas reactivas/impulsivas del piso durante la carrera. Análisis numérico de la forma elegida buscando que cubra los parámetros establecidos. Construcción del prototipo y probetas. Pruebas de las probetas para determinar características finales del material Comparación de la prótesis lograda versus las características de las versiones comerciales Pruebas del prototipo, adaptación del atleta a la misma y posterior evaluación para comparar con los datos bibliográficos y con los datos previos sin prótesis. Análisis apuntado a la optimización
-

Cronograma

Actividades	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Runiones de equipo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recoleccion bibliografica	x											
Clasificacion bibliográfica	x	x										
Analisis bibliográfico		x										
Estudio del problema		x	x									
Determinación y Medición de parámetros del modelo			x									
Optimización y configuraciones posibles			x	x								
Análisis numérico de la respuesta			x	x								
Construcción de probetas					x							
Ensayos					x	x						
Analisis de datos recolectados					x	x						
Fabricacion de prototipo							x	x				
Comparacion con otras protesis								x	x			
Pruebas en pista del prototipo								x	x			
Analisis de posibles mejoras										x	x	
Presentación Informe Avance								x				
Confección del Informe				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Presentación Informe Final												x

Bibliografía

- IPC Athletics Rules and Regulations 2014/2015.
- IPC Athletics Classification Project for Physical Impairments: Final Report - Stage 1 (Research Report - IPC Athletics Classification Project for Physical Impairment 16 July 2010)
- Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports. September 2015 (IPC - <http://www.paralympic.org>)
- Chapter 4. 4 - Position Statement on background and scientific rationale for classification in Paralympic sport (IPC - <http://www.paralympic.org>)
- EVIDENCE-BASED CLASSIFICATION - CURRENT BEST PRACTICE [Based on: Tweedy, S.M. (2009), Appendix C - Assessing Extent of Activity Limitation Resulting from Impairment: In IPC Athletics Classification Project for Physical Impairments: Final Report - Stage 1, Tweedy, S.M., and Bourke, J. (Ed.) IPC Athletics, Bonn (pp. 74-6)]
- 'Biomechanics of double transtibial amputee sprinting using dedicated sprinting prostheses'. Bruggemann, Arampatzis et al., 2008.
- 'Running- specific prostheses limit ground-force during sprinting'. Grabowski - McGowan - McDermott - Beale, 2009.
- 'The fastest runner on artificial legs: different limbs, similar function?'. Weyand, Bundle, McGowan, Grabowski, 2009.
- 'Impact testing of new Athletic Prosthetic Foot'. Mushin Jweeg, Shaker Hassan, 2015.
- 'An Investigation Into the Measurement and Prediction of Mechanical Stiffness of Lower Limb Prostheses Used for Running' Dyer BT1, Sewell P, Noroozi S, 2014.
- 'Normative Spatiotemporal Parameters During 100-m Sprints in Amputee Sprinters Using Running-Specific Prostheses', Hobara H1, Potthast W, Müller R, Kobayashi Y, Heldoorn TA, Mochimaru M 2015.
- 'Sprint prostheses used at the Paralympics: a proposal for an assessment method to maintain fairness' Dyer B1, Sewell P, Noroozi S, Redwood S, Broomfield S, Callaway A 2012.
- 'Sprinting with an amputation: Some race-based lower-limb step observations' Dyer B1, Noroozi S2, Sewell P2, 2015.
- 'Leg stiffness of sprinters using running-specific prostheses' McGowan CP1, Grabowski AM, McDermott WJ, Herr HM, Kram R, 2012.
- 'The effects of changes in the sagittal plane alignment of running-specific transtibial prostheses on ground reaction forces', Shuichi Tominaga, PO,1,2,* Keisyoku Sakuraba, MD, PhD,1 and Fumio Usui, PO3, 2015.
- 'Metodología de evaluación de parámetros cinemáticos de la carrera de velocidad por medio de software libre y su contribución a la mejora del rendimiento atlético' Sanchez Ramirez
- "AQUÍ SE CUENTA" Primeros resultados de la Encuesta Nacional de Personas con Discapacidad, 2002-2003.(Complementaria del Censo 2001)ISSN 0329 - 7586 Número 14 - Diciembre 2004 - REVISTA INFORMATIVA DEL CENSO 2001
- Berritge, M. E. & Ward, G. R. (1987). International Perspectives on Adapted Physical Activity. USA: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Rius Sant, J. (1989). Metodología del atletismo. Barcelona: Paidotribo.
- Martín-Acero, R. & Porta, J. (1.994). Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la velocidad y la flexibilidad en el ARD. Modulo. 2.2.3. Master en Alto Rendimiento Deportivo.
- Kuznetsov, J.J. (1.984). Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto

nivel. Buenos Aires: Stadium.

- Zuhrt, R. (1986). Educación del movimiento y del cuerpo en niños discapacitados físicamente. Buenos Aires: Médica Panamericana.
 - Ríos, M. & Ruiz, P. (1998). Propuesta de un modelo integrador en las competiciones deportivas en edad escolar. Congrés de L'Eduació Física i l'Esport en edat escolar a la ciutat de Barcelona.
-

Sostenibilidad/Replicabilidad

Existen muchos atletas con amputaciones o malformaciones congénitas, traumáticas o debidas a enfermedades que necesitan imperiosamente prótesis de uso competitivo para llegar a la competencia de élite mundial, como también deportistas amateurs que desean realizar la práctica deportiva en el ámbito local y que actualmente se enfrentan al hecho de que solamente estos productos son fabricados en Europa o Estados Unidos e importados, con costos elevadísimos para el alcance de cualquier ciudadano del país (18000 dolares).

Ha sido constatado en diversos estudios y analizado el hecho de que mas del 7% de las personas de nuestro país presentan una discapacidad, muchas veces debida entre otros factores a precarias condiciones de salubridad, pobre alimentación, inadecuada atención durante la gestación, accidentes de tránsito y otros, y que gran parte de los casos de discapacidad están ligados a los sectores socio-económicos de medios a bajos recursos, para quienes estas tecnologías son inviables, haciendo que nuestra motivación ulterior sea en un futuro poner las mismas a disposición de quienes lo requieran a través de diversos agentes que correspondan, como pudiera ser por ejemplo el Ministerio de Bienestar o Desarrollo Social.

Actualmente se encuentran tres atletas del alto rendimiento deportivo a la espera de de iniciar el proceso de evaluación para poder recorrer el camino planteado para el desarrollo de sus respectivas prótesis en el marco del COPAR.

Hoy día la demanda es amplia dado que prácticamente todo producto de este tipo es importado mientras que la mayor parte de los potenciales usuarios se encuentran excluidos de la práctica deportiva por su carencia, constituyendo así una potencial demanda creciente a futuro.

Aprovechando además el impulso que se da hoy en la UNLP, universidad pionera en el país en el movimiento inclusivo, en lo que respecta a lograr dotar de una mayor accesibilidad para todos los estudiantes con dificultades motrices al estudio, creemos que es el momento apto para buscar fortalecernos con miras a esta temática y apuntando a la comunidad deportiva a través de este trabajo de extensión del que se beneficiara nuestra sociedad.

El trabajo en sí además será parte del trabajo final de Carrera de Lucas Sznajdermann estudiante de ultimo año de la carrera de ingeniería Aeronáutica de la UNLP, donde esperamos además desarrollar las capacidades transdisciplinarias aprovechando la vasta experiencia de miembros del equipo en el manejo de la discapacidad y el deporte.

Autoevaluación

Al tratarse de un trabajo escalonado, es decir, donde es necesario tener conocimientos previos para continuar cada etapa el desarrollo, la producción del primer prototipo queda contenida en cada estudio, ensayo o evaluación previa, acumulando conocimiento para poder incrementar la base que proyecte y dispare la siguiente etapa de desarrollo, de manera que se torna un proyecto dinámico donde cada paso depende del anterior.

El concepto de evaluación irá de la mano de los indicadores que nos darán una medida del grado y dirección de progreso comparando los resultados con las publicaciones así como con los resultados esperables.

El Proyecto es beneficioso en todo sentido pues nos permitirá desarrollar y poner al alcance de los deportistas tecnologías de difícil acceso para los mismos ofreciendo igualdad de condiciones en el plano de competición internacional pero así también permitirá poner esta misma tecnología al alcance de deportistas locales y personas que han visto trunca su participación en la vida deportiva por un accidente y que desean reconectarse con la actividad física ya sea en una pista de atletismo como en el simple hecho de salir a correr.

Al estudiar el proyecto, se han evaluado tanto los beneficios, que consideramos son innegables en materia de alto rendimiento deportivo tanto como en el factor socio-económico de los atletas destinatarios finales de las prótesis, como así también algunos aspectos que puedan traer alguna dificultad a futuro y entre las que podemos mencionar los siguientes aspectos:

Circunscribiéndonos únicamente al uso de las mismas en el plano competitivo internacional, luego de una revisión bibliográfica exhaustiva de la normativa IPC vigente, no existe reglamentación que limite las prótesis en conceptos dinámicos, cinemáticos y o energéticos, pero si en geométricos, no pudiendo dotar al atleta de una talla sobrenatural que modifique anormalmente su paso ni conteniendo la prótesis partes motoras, es decir, se puede crear una pieza que hoy en día es válida para la competición siempre y cuando no haya cambios sustanciales o se modifique el reglamento, que hoy por hoy es claro y justo, pero sin embargo el mismo siempre es eje de controversia.

Otro aspecto no menor es la disponibilidad de fibra de carbono y la resina, que son materiales importados, por lo tanto, cuando hablamos de un producto nacional estamos asumiendo que contamos con esos materiales como materia prima, cuyos costos son elevados y demoran tiempo en ingresar al país, de cualquier modo siempre existen fibras alternativas con las cuales se pueden hacer análisis semejantes sin repercutir severamente en las prestaciones de la pieza que, aunque dejaría de ser la ideal u óptima, no invalida el análisis previo.

Participantes

Nombre completo	Unidad académica
Villar, Juan Ignacio (DIRECTOR)	Facultad de Ingeniería (Profesor)
Fontana, Marco (CO-DIRECTOR)	Facultad de Ingeniería (Profesor)
Sznajderman, Lucas (PARTICIPANTE)	Facultad de Ingeniería (Otra)

Organizaciones

Nombre	Ciudad, Dpto, Pcia	Tipo de organización	Nombre y cargo del representante
COPAR	Ciudad Autónoma de Buenos Aires	Comité Paralímpico Argentino, organización no gubernamental sin fines de lucro miembro permanente del Comité paralítico internacional (IPC)	José María Valladares, Presidente
CENTRO DE EDUCACIÓN FÍSICA N 2 CIUDAD DE LA PLATA (CEF 2 LA PLATA)	La Plata, Buenos Aires	Organismo Estatal dependiente de la Dirección de Educación y Cultura de la Pcia. de Bs. As. Posee una matrícula de unos 4000 alumnos en Sede y en Extensiones que funcionan en la Pista de Atletismo e Instalaciones Deportivas Anexas al Estadio Provincial, en tres turnos: mañana, tarde y noche con un plantel de unos 70 Profesores, 5 Médicos y unos 20 auxiliares. Todos los cargos se obtienen por Concurso de Oposición de Antecedentes en Acto Público.	Dr. Carlos Benítez Franco, Médico Deportólogo
CENARD	Ciudad Autónoma de Buenos Aires	El CENARD pertenece a la Secretaría de Deporte de la Nación, cuya sede está situada dentro del mismo. Posee complejos de gimnasia deportiva y polideportivo, gimnasio de musculación con aparatos, gimnasio de pesas, gimnasio de boxeo, estadio deportivo y pistas de atletismo entre otras facilidades. Cuenta con un laboratorio de control antidoping, Asistencia Médica Preventiva con clínica médica, guardia media, radiología, traumatología, nutrición, kinesiología, cardiología, podología, psicología deportiva y odontología mientras que Los servicios externalizados son entre otros, laboratorio de fisiología y laboratorio de biomecánica.	Msc.PhD. Gustavo Represas, Dir. Laboratorio de Biomecánica