



<b>Código</b>	FPI-002
<b>Objeto</b>	Protocolo de presentación de proyectos de investigación
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	2.2
<b>Vigencia</b>	20/10/2015

**Unidad Ejecutora:**  
**Departamento de Ciencias de la Salud**

**Título del proyecto de investigación:**  
**COMPORTAMIENTO DE FUERZA, POTENCIA, VELOCIDAD Y EFECTIVIDAD  
MECÁNICA DURANTE EL SPRINT EN JUGADORES DE FUTBOL AMATEUR DE  
UNLAM**

**Programa de acreditación:**  
**CYTMA 2**

**Director del proyecto:**  
**Lic. Leonardo Ariel Mensi Malerba**

**Integrantes del equipo:**  
**Lic. Diego Bogado**  
**Lic. Hernán Facco**  
**Lic. Franco Liotino**  
**Lic. Fabián Ructtinger**  
**Javier Fadón**

**Fecha de inicio:**  
**01/01/19**

**Fecha de finalización:**  
**31/12/20**

**Sumario**

1. Identificación del proyecto de investigación.....	p. n°3
2. Composición del equipo de investigación.....	p. n°4
3. Plan de investigación.....	p. n°7
4. Presupuesto solicitado.....	p.n°16
5. Nota de compromiso del director e integrantes del equipo.....	p. n°17

<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>			
<b>1.1 Programa de acreditación</b>	PROINCE (Programa de Incentivos. SPU-ME)		
	CyTMA2 (Programa de Investigación Científica, Desarrollo y Transferencia de Tecnologías e Innovaciones. UNLaM)		<b>X</b>
<b>1.2 Modalidad de ejecución</b>	Unidepartamental		<b>X</b>
	PIDC (Programa de Investigación con Dependencia Compartida)		
	PDTs-UNLaM (Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social-UNLaM)		
<b>1.3 Unidad Ejecutora en la cual se presenta el proyecto</b>	Departamentos	Humanidades y Ciencias Sociales	
		Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas	
		Ciencias Económicas	
		Derecho y Ciencia Política	
		Ciencias de la Salud	<b>x</b>
	Escuelas	Escuela de Posgrado	
<b>1.4 Unidad/es Académica u Órgano/s de Gestión/Dirección que participan en la elaboración del proyecto de investigación bajo la modalidad PIDC</b>	Secretarías	General	
		Académica	
		Ciencia y Tecnología	
		Extensión	
		Administrativa	
		Legal y Técnica	
		Informática y Comunicaciones	
		Planeamiento y Control de Gestión	
	Institutos	Transferencia de Servicios	
		Cooperación Internacional	
		Medio Ambiente	
	Escuelas	Medios de Comunicación	
Formación Continua			
<b>1.5 Otra entidad participante en el proyecto externa a la UNLaM</b>			
<b>1.6 Entidad/es demandante/s y/o adoptante/s externas a UNLaM</b>			
<b>1.7 Título del Proyecto</b>	<b>COMPORTAMIENTO DE FUERZA, POTENCIA, VELOCIDAD Y EFECTIVIDAD MECÁNICA DURANTE EL SPRINT EN JUGADORES DE FUTBOL AMATEUR DE UNLAM</b>		
<b>1.8 Programa de investigación</b>	<b>CYTMA 2</b>		
<b>1.9 Línea de investigación</b>	<b>Rehabilitación Deportiva</b>		
<b>1.10 Apellido y Nombre del Director de proyecto</b>	<b>Mensi Malerba, Leonardo Ariel</b>		
<b>1.11 Apellido y Nombre del Co-Director de proyecto</b>	<b>-</b>		
<b>1.12 Fecha de inicio</b>	<b>01/01/19</b>		
<b>1.13 Fecha de finalización</b>	<b>31/12/20</b>		

## 2. COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

<b>2.1 Director de proyecto</b>	Apellido y nombre	<b>Mensi Malerba, Leonardo Ariel</b>		
	CUIL	<b>20-25790179-4</b>		
	Máxima titulación alcanzada	<b>Licenciado en Kinesiología y Fisiatría</b>		
	Cargo docente actual UNLaM	Profesor Emérito		
		Profesor Consulto		
		Profesor Titular		
		Profesor Asociado		
		Profesor Adjunto		<b>x</b>
		Jefe de Trabajos Prácticos		
	Dedicación docente actual UNLaM	7 Por Contrato		
		6 Exclusiva		<b>x</b>
		5 Tiempo Completo		
		4 Semiexclusiva		
		3 Parcial		
		2 Simple		
1 Básica				
0 Ad-Honorem				
Dependencia donde tiene la designación docente actual	<b>Departamento de Cs. De la Salud</b>			
Cantidad de horas semanales dedicadas a este proyecto	<b>6-8 horas</b>			
Categoría vigente asignada en el Programa de Incentivos				
Nro. de resolución de la última categoría asignada por la SPU				
Fecha de resolución de la última categoría asignada por la SPU				
Participa como investigador en CONICET-CIC- INTA-INTI-CNEA u otros	-			
<b>2.3 Docente investigador UNLaM</b>	Apellido y nombre	<b>Diego Javier Bogado</b>		
	CUIL	<b>20-26842194-8</b>		
	Máxima titulación alcanzada	<b>Especialista en kinesiología deportiva</b>		
	Cargo docente actual UNLaM	Profesor Emérito		
		Profesor Consulto		
		Profesor Titular		
		Profesor Asociado		
		Profesor Adjunto		
		Jefe de Trabajos Prácticos		<b>x</b>
	Dedicación docente actual UNLaM	7 Por Contrato		
		6 Exclusiva		
		5 Tiempo Completo		
		4 Semiexclusiva		
		3 Parcial		<b>x</b>
		2 Simple		
1 Básica				
0 Ad-Honorem				
Dependencia donde tiene la designación docente actual	<b>Departamento de Cs de la Salud</b>			
Cantidad de horas semanales dedicadas a este proyecto	<b>6-8 hs</b>			
Categoría vigente asignada en el Programa de Incentivos				
Nro. de resolución de la última categoría				

	asignada por la SPU		
	Fecha de resolución de la última categoría asignada por la SPU		
	Participa como investigador en CONICET-CIC- INTA-INTI-CNEA u otros	-	
<b>2.3 Docente-investigador UNLaM</b>	Apellido y nombre	<b>Liotino, Franco Ezequiel</b>	
	CUIL	20-38056618-5	
	Máxima titulación alcanzada	<b>Lic. En kinesiología y Fisiatría</b>	
	Cargo docente actual UNLaM	Profesor Emérito	
		Profesor Consulto	
		Profesor Titular	
		Profesor Asociado	
		Profesor Adjunto	
		Jefe de Trabajos Prácticos	
		Auxiliar de 1ra	<b>x</b>
		Auxiliar de 2da	
	Dedicación docente actual UNLaM	Bedel	
		7 Por Contrato	
		6 Exclusiva	
		5 Tiempo Completo	
		4 Semiexclusiva	
		3 Parcial	
2 Simple		<b>x</b>	
1 Básica			
0 Ad-Honorem			
Dependencia donde tiene la designación docente actual	<b>Depto de Cs de la Salud</b>		
Cantidad de horas semanales dedicadas a este proyecto	<b>6-8 hs</b>		
Categoría vigente asignada en el Programa de Incentivos			
Nro. de resolución de la última categoría asignada por la SPU			
Fecha de resolución de la última categoría asignada por la SPU			
Participa como investigador en CONICET-CIC- INTA-INTI-CNEA u otros			
<b>2.4 Investigador Externo a la UNLaM</b>	Apellido y nombre		
	CUIL		
	Máxima titulación alcanzada		
	Filiación Institucional		
	Categoría en el Programa de Incentivos		
	Participa como investigador en CONICET-CIC- INTA-INTI-CNEA u otros		
<b>2.5 Asesor-Especialista Externo a la UNLaM</b>	Apellido y nombre		
	CUIL		
	Máxima titulación alcanzada		
	Filiación Institucional		
	Categoría en el Programa de Incentivos		
	Participa como investigador en CONICET-CIC- INTA-INTI-CNEA u otros		
<b>2.6 Graduado de la UNLaM</b>	Apellido y nombre	Facco, Hernán Martín	
	CUIL	20-33085461-9	
	Máxima titulación alcanzada en la UNLaM	Lic. en kinesiología y fisiatría	
	Filiación Institucional		
	Categoría en el Programa de Incentivos		
Participa como investigador en CONICET-			

	CIC- INTA-INTI-CNEA u otros	
<b>2.6 Graduado de la UNLaM</b>	Apellido y nombre	Ructinger, Fabián
	CUIL	23-37378116-9
	Máxima titulación alcanzada en la UNLaM	Lic. en kinesiología y fisioterapia
	Filiación Institucional	
	Categoría en el Programa de Incentivos	
	Participa como investigador en CONICET- CIC- INTA-INTI-CNEA u otros	
<b>2.7 Alumno de carreras de Postgrado (UNLaM)</b>	Apellido y nombre	
	CUIL	
	Máxima titulación alcanzada	
	Filiación Institucional	
	Categoría en el Programa de Incentivos	
	Participa como investigador en CONICET- CIC- INTA-INTI-CNEA u otros	
	Carrera que se encuentra cursando	
	Cantidad de materias aprobadas	
Porcentaje de materias aprobadas		
<b>2.8 Alumno de carreras de grado (UNLaM)</b>	Apellido y nombre	Fadón, Javier Alejandro
	CUIL	23-32496965-9
	Carrera que se encuentra cursando	Lic. en kinesiología y Fisiatría
	Departamento Académico de la UNLaM	Depo de Cs De La Salud
	Cantidad de materias aprobadas	43
	Porcentaje de materias aprobadas	82%
	Ayudante alumno	-
<b>2.9 Personal de apoyo técnico administrativo</b>	Apellido y nombre	
	CUIL	
	Dependencia donde tiene la designación docente/no docente actual	

### 3. PLAN DE INVESTIGACIÓN

#### 3. El Plan de investigación

##### Resumen del Proyecto:

El objetivo del presente estudio es la descripción de las variables cinéticas del gesto de sprint del futbolista amateur de la Universidad de La Matanza. El comportamiento de la fuerza aplicada en sentido horizontal, la potencia y la velocidad permitirían aportar datos para el entendimiento de las variaciones individuales frente a un gesto habitual en ese deporte y considerado uno de los mecanismos más habituales de lesión de la musculatura isquiotibial.

Para tal fin, se utilizará un test de campo descrito por Samozino y cols, mediante la filmación del gesto y el análisis de datos espacio temporales a introducir en algoritmos matemáticos que permiten calcular las mencionadas variables de salida.

Los datos obtenidos se analizarán mediante un software para videoanálisis y se correlacionarán con otras variables demográficas y deportivas que surgirán de un cuestionario básico individual.

Es este un estudio de tipo descriptivo de alcance transversal y enfoque cuantitativo.

Los resultados a obtener servirán para generar hipótesis en base a lo obtenido, debido a que existe, a la fecha, un solo trabajo que describe variables cinéticas del sprint con el método de Samozino para futbolistas de alta competencia.

**Palabras clave:** Sprint- Fuerza- Efectividad mecánica-Video análisis

##### Tipo de investigación:

Señalar con una X alguna de las siguientes opciones:

**Básica:** X

**Aplicada:** -

**Desarrollo Experimental:** -

**Área de conocimiento (código y nombre):** 3200 Medicina

**Disciplina de conocimiento (código y nombre):** 3220 Medicina de Rehabilitación

**Campo de aplicación (código y nombre):** 3220 Medicina de Rehabilitación

##### Estado actual del conocimiento:

Las lesiones de isquiotibiales son las lesiones más prevalentes en los deportes de equipo, como el rugby y el fútbol, ya que representan entre el 12% y el 16% de todas las lesiones(1)(2). A su vez, la mayoría de las lesiones de los músculos isquiotibiales (61% -68%) ocurren durante el sprint(3)(4).

Existen múltiples estudios que pretenden investigar variables asociadas tanto al rendimiento del sprint, como a los factores que inciden en la aparición de lesiones de isquiotibiales durante dicho gesto (1).

Se han descrito diversos factores de riesgo para la lesión de los músculos isquiotibiales, como alteraciones de la fuerza, alteraciones propioceptivas y de la cinemática articular de rodilla, y disminución de la flexibilidad, entre otros (5). Con el fin de relacionar estos factores de riesgo asociados a lesión, se utilizaron diversos recursos para poder cuantificar las variables involucradas,

como por ejemplo, el “Single Leg Hamstring Bridge” que pretende valorar la fuerza excéntrica de los extensores de cadera en posición supina con el objetivo de describir una posible asociación con la lesión de isquiotibiales en diferentes gestos deportivos(6). En relación al rendimiento, también se suele incluir el análisis de variables cinemáticas como por ejemplo, la posición relativa de los distintos segmentos corporales en momentos particulares del sprint, la cadencia de paso y la longitud de zancada.(7)

Uno de los aspectos a evaluar, que promueven una comprensión más acabada del gesto en su complejidad, son las variables cinéticas del sprint. Es decir, poder registrar un perfil de Fuerza, Potencia y Velocidad (FPV) y efectividad mecánica, en base a la ejecución del gesto.(8)

Los distintos elementos que definen el perfil de FPV del sprint fueron detallados por Morin y Samozino(8), y son:

- a) La Fuerza máxima horizontal (FZ0 o FHZT) relacionada con la masa (N/Kg). Corresponde al empuje inicial del atleta en el suelo durante la aceleración del sprint.
- b) La Velocidad Máxima horizontal (VZ0) medida en m/seg. Refleja la velocidad máxima de sprint y la capacidad de ejercer fuerza de empuje horizontal a altas velocidades
- c) La Potencia máxima horizontal (Pmax) relacionada con la masa (W/kg). Es la máxima medida de potencia que el atleta puede desarrollar durante la aceleración del sprint
- d) El Ratio de fuerza (RF-%) relaciona el componente horizontal de la fuerza aplicada con la resultante total de fuerza, es decir, cuánto de la fuerza aplicada se traduce en fuerza de avance horizontal. Es un indicador de la Efectividad Mecánica.
- e) El Ratio de fuerza máxima (RFmáx-%). Es similar al RF, pero referido al momento de máxima aplicación de fuerza, es decir, en el inicio del sprint.
- f) El descenso de RF (DRF) refleja el descenso de la efectividad de la aplicación de la fuerza a medida que la velocidad aumenta.

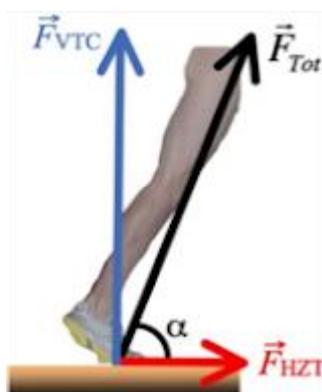


Imagen3: Morin et al (2016) (8)

Los métodos para la toma de datos de dichas variables son diversos, con variado costo y complejidad. Tradicionalmente, el método más utilizado ha sido el cicloergómetro, seguido de la cinta de correr especialmente diseñada para este fin. Posteriormente se emplearon unas cuantas plataformas de fuerza en serie. para crear un perfil compuesto de la cinética de carrera en base a sprints repetidos(9). La mayor ventaja de todas estas pruebas radica en poder cuantificar variables mecánicas durante la ejecución del gesto específico y no con movimientos analíticos, sin embargo, el costo y la complejidad de estas evaluaciones es relativamente alto.

Recientemente, se ha validado un método de campo para el cálculo de estos componentes durante la ejecución del sprint(10)(11). Samozino y cols. lograron validar un método simple para determinar las relaciones de fuerza-potencia-velocidad y la efectividad mecánica de la aplicación de fuerza durante el sprint. El método propuesto se basa en un modelo biomecánico macroscópico que utiliza un enfoque dinámico inverso aplicado al centro de masa del corredor. Este método tiene la ventaja de poder ser usado en el campo de juego ya que solo requiere variables antropométricas (masa corporal y estatura) y espaciotemporales (tiempos fraccionados o velocidad instantánea) las cuales son relativamente fáciles de obtener comparado con las pruebas de laboratorio(10).

En 2017 Romero-Franco N. y cols. validan la utilización de video análisis para la obtención de las variables espacio-temporales necesarias, utilizando una cámara de alta velocidad de 240 fps; la cual está disponible en algunos teléfonos móviles(11). Esto reduce el costo de aplicación de la prueba de campo significativamente facilitando la recolección de datos para el control y seguimiento de deportistas, ya que los resultados de la prueba permiten valorar los determinantes mecánicos durante el sprint y de esta manera elaborar un perfil de Fuerza- potencia- velocidad y efectividad mecánica para cada deportista y el equipo evaluado.

### **Problemática a investigar:**

El rendimiento y la prevención de lesiones como elementos vinculados precisan de un abordaje multifactorial, y de éstos, los aspectos mecánicos son cada vez más estudiados.

Por esta razón, y teniendo en cuenta la alta prevalencia de lesiones de isquiotibiales en deportes de equipo y que a su vez que estas suceden durante los sprint (1) consideramos que resultaría de utilidad implementar herramientas de bajo costo que brinden datos específicos sobre el comportamiento mecánico durante la ejecución de ese gesto para poder comprender mejor el fenómeno; y, a su vez, monitorear y evaluar deportistas.

Actualmente, ningún estudio ha examinado el comportamiento del perfil mecánico durante el sprint de los jugadores de futbol en equipos argentinos, ya sea a nivel profesional como amateur.

Por otra parte, en el contexto internacional, existen pocas referencias publicadas sobre el comportamiento del perfil mecánico en deportistas de diversas disciplinas para poder ponderar los resultados de una determinada población. A la fecha, sólo se encontró en la bibliografía disponible un estudio que examina en 86 jugadores de fútbol jóvenes altamente entrenados, los determinantes mecánicos horizontales de la aceleración y la velocidad máxima de carrera. (12)

Mendiguchia y cols, mediante la aplicación de esta prueba de campo observaron que la capacidad de producir fuerza horizontal a baja velocidad (FZ0) (es decir, primeros metros de la fase de aceleración) se altera antes y después del regreso al deporte de una lesión en el isquiotibial según un reporte de dos casos(13). Esta primera aproximación precisaría una mayor investigación al respecto para poder encontrar una asociación.

### **Justificación**

La determinación de un perfil FPV del futbolista de la Universidad de La Matanza, tiene por objeto aportar conocimiento en este campo al describir el comportamiento de las variables mecánicas asociadas al sprint.

Los datos obtenidos podrían ser utilizados para dar inicio a una línea de investigación donde se analice el comportamiento de dichas variables, junto a otras a determinar, en una potencial asociación con lesiones de isquiotibiales.

Las implicancias clínicas de los posibles hallazgos van desde una mejora de los protocolos de entrenamiento del sprint, de manera tal de optimizar aquellas variables modificables que permitan entrenamiento disminuyendo probabilidad de lesión, hasta la confección de nuevos protocolos de rehabilitación de lesiones derivadas del sprint que contemplen estos hallazgos y optimicen el retorno.

Recordando, desde luego, que la lesión de isquiotibiales derivada del sprint es una de las lesiones más habituales en fútbol, rugby y hockey; tres de los deportes más practicados en nuestro país. Y su incidencia no ha variado significativamente a lo largo de los últimos años, a pesar de las múltiples investigaciones referidas a fuerza, flexibilidad, etc.

### **Objetivos:**

Objetivo general:

- Describir el perfil de FPV y efectividad mecánica durante el sprint de los jugadores de fútbol de la UNLaM con una prueba de campo, en diferentes momentos de la temporada

Objetivos específicos:

- Describir el perfil de FPV y efectividad mecánica durante el sprint de los jugadores de fútbol de la UNLaM con una prueba de campo de acuerdo al puesto, altura, peso, antecedentes lesionales, momento de la temporada, y otras variables
- Confeccionar una base de datos con los perfiles de FPV y efectividad mecánica del sprint en futbolistas amateur para futuras investigaciones.

### **Marco teórico:**

Como fue mencionado anteriormente, las lesiones de isquiotibiales son las lesiones más prevalentes en los deportes de equipo, como el rugby y el fútbol, que representan entre el 12% y el 16% de todas las lesiones(1)(2). A su vez la mayoría de las lesiones de los músculos isquiotibiales (61% -68%) ocurren durante el sprint(3)(4).

Entendiendo el riesgo de lesión como una problemática multifactorial, son varios los aspectos a tener en cuenta para la vuelta al juego, y los aspectos mecánicos son uno de ellos. En una revisión sistemática y meta análisis realizado por Maniar y cols (2016) se halló que los déficits en las proporciones de resistencia y fuerza excéntricas y concéntricas persisten después del regreso al juego(14).

Respecto de los factores de riesgo conocidos para la lesión de isquiotibiales encontramos que la relación de fuerza de cuádriceps e isquiotibiales como un factor a tener en cuenta en la lesión de isquiotibiales, pero aun así la asociación es débil(15).

Se considera también un factor de riesgo importante el hecho de haber sufrido con antelación una lesión de isquiotibiales(16)

Un factor mecánico aun de mayor relevancia a tener en cuenta, para el riesgo de lesión de isquiotibiales, se encontraría en la capacidad de producir fuerza excéntrica de los estos(17)(18),

Morin y cols (2015) evaluaron el papel de los extensores de cadera en la producción horizontal de fuerza de reacción del suelo (GRF -Ground reaction force) durante aceleraciones

cortas, máximas, de carrera en cinta (sprints). En dicho estudio encontró una relación significativa ( $P = 0.024$ ) entre GRF horizontal y la combinación de actividad electromiográfica del bíceps femoral durante el final de la oscilación y el torque máximo excéntrico de los flexores de la rodilla. Encontrando que los sujetos que produjeron la mayor cantidad de fuerza horizontal fueron capaces de activar sus músculos isquiotibiales justo antes del contacto con el suelo y presentar alta capacidad de activación excéntrica de dichos músculos (19).

El sprint es un gesto que se realiza en forma repetida durante la práctica deportiva y está relacionado con gran parte de las lesiones de isquiotibiales. Conociendo el rol de los extensores de cadera en dicho gesto, resultaría de utilidad comprender mejor y poder obtener datos del comportamiento mecánico durante el sprint para el monitoreo y evaluación de los deportistas.

Di Prampero y cols (2015), demuestran que la aceleración de un sprint en cualquier persona sana, sin importar la edad, se comporta como un patrón exponencial en el tiempo (20); basándose en esto, Samozino y cols (2015) proponen un modelo macroscópico dinámico inverso que permite calcular valores que sólo se podrían obtener con métodos de alto costo y difícil acceso como plataformas de fuerza, o cintas de correr instrumentadas especialmente para este fin (9,10).

Para aplicar el método antes mencionado son necesarias fotocélulas, o bien pistolas de radar para poder calcular las variables espaciotemporales, necesarias para el cálculo, con alta precisión. Sin embargo, para tal fin también se puede aplicar video análisis utilizando cámaras de alta velocidad (240 fps). Este método es validado por Romero-Franco y cols (2016) quienes ofrecen una aplicación para celulares que incluye el cálculo automatizado de los datos en base al modelo propuesto por Samozino y cols. Es decir, se valida una alternativa para la toma de datos espaciotemporales para aplicar el método.

El modelo para el cálculo de las variables cinéticas de forma indirecta permite obtener datos que no pueden ser obtenidos con otra prueba de campo hasta ahora.

Para aplicar la evaluación es necesario contar con las siguientes variables de entrada: la masa y la altura del atleta a evaluar (Variables antropométricas), además de la velocidad del viento (Si es que lo hay) y la presión atmosférica; estos últimos son necesarios para calcular el coeficiente de fricción del aire. En caso de prescindir de éstos, si la velocidad del viento es igual o cercana a cero no serían necesarios ya que no generarían cambios significativos en los resultados obtenidos. (Samozino 2016 y cols).(10)

Dichas variables, asociadas a los valores espaciotemporales obtenidos con la cámara de alta velocidad antes mencionada forman los datos de entrada en el algoritmo descrito por Samozino y cols.

Todo el perfil de FPV puede ser obtenido a partir de la derivación de la curva velocidad-tiempo que brinda los datos de aceleración horizontal.

A su vez, la efectividad mecánica de la aplicación de fuerza ( $D_{RF}$ ) puede ser determinada a través de la relación lineal entre el ratio de fuerza (RF) y la velocidad. Es decir, la pérdida de capacidad de aplicar fuerza horizontal conforme aumenta la velocidad. (10)

En cuanto a la potencia máxima ( $P_{max}$ ), está relacionada con la capacidad de aplicar grandes cantidades de fuerza en la dirección horizontal, cuanto menor sea la distancia considerada, mayor será la relación entre el rendimiento de sprint y la producción máxima de fuerza horizontal (FZ0).

Mendiguchia y cols (2014) encontraron que los jugadores con alta deportiva que volvían de una lesión de isquiotibiales presentaban menores valores de FZ0 y  $P_{max}$ ; sin embargo, la  $V_{máx}$  no

se encontraba alterada. Luego de dos meses de entrenamiento todos los valores alcanzaron niveles normales. La limitante del presente estudio es que no se disponía de valores pre lesión(21).

Por esta razón, se realizaron estudios prospectivos donde se pudieron comparar los perfiles de FPV antes de las lesiones y comparativamente con los deportistas no lesionados del mismo equipo(13).

### **Hipótesis**

Debido al diseño metodológico descriptivo de este estudio no se plantean hipótesis. Los investigadores del presente trabajo consideramos que los resultados de este trabajo podrían generar hipótesis a probar en futuros trabajos en esta misma línea de investigación que se inicia con el presente proyecto

### **Metodología:**

#### Diseño

Se realizará un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y longitudinal entre el 15 de Abril de 2019 y el 15 de marzo de 2020 en jugadores de fútbol amateur de la Universidad Nacional de la Matanza que compiten en la liga AIFA (Asociación de Fútbol Amateur)

#### Consideraciones Éticas

El presente trabajo será evaluado por el Comité de Ética e Investigación correspondiente a la Institución. Los datos filiatorios de los participantes serán preservados mediante la codificación de éstos en una base de datos con acceso exclusivo de los investigadores.

#### Criterios de Elegibilidad

Serán incluidos en la evaluación aquellos sujetos que:

- Formen parte del equipo universitario de Fútbol de la UNLaM
- Entrenen para a disciplina regularmente al menos hace tres meses (mínimo de 2 estímulos semanales), en esa institución o no
- Sean mayores de 18 años
- Hayan firmado el consentimiento Informado (ver adjunto)

Quedaran excluidos:

- Aquellos jugadores que al momento de la prueba estén atravesando procesos agudos que impliquen un riesgo en la salud del sujeto la ejecución de la prueba provoque disminución del rendimiento, o altere la mecánica de carrera (p.ej.: Dolor).



responsables): inicio de temporada (post entrenamiento de pretemporada), post receso invernal, fin de temporada e inicio de temporada 2020 (pre entrenamiento de pretemporada).

Para la toma de datos de la prueba campo sobre el sprint se utilizará el protocolo validado por Romero-Franco y Jiménez Reyes y cols. (2016)(11). Para tal fin se utilizará una cámara de alta velocidad (mayor a 240 fps), grabando en la modalidad de alta velocidad a 240fps y 720p de resolución(imagen 2). La prueba se realizará en horario vespertino sobre césped natural, con calzado de competencia (botines), con luz de día, registrándose temperatura y presión atmosférica del día de la prueba según datos publicados por el SMN (Servicio Meteorológico Nacional)

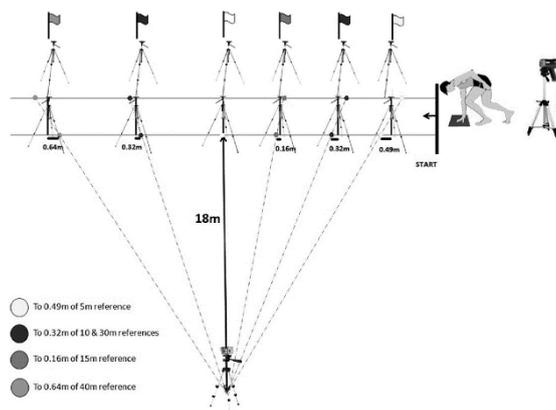


Imagen3: Romero-Franco et al (2016)

Los datos de tiempos parciales para cada marca serán obtenidos por kinesiólogos entrenados en el procedimiento de video análisis utilizando el software Kinovea®. Dichos profesionales volcarán los datos obtenidos a una planilla de Microsoft Excel para calcular, a través del método validado por Samozino y cols. (2015), los valores necesarios para crear el perfil de fuerza-potencia- velocidad y efectividad mecánica de cada deportista.

A lo largo del año, se realizará un seguimiento de cada deportista respecto de horas de entrenamiento semanales y de competencia.

Por otro lado, se hará un seguimiento de las lesiones causadas por entrenamiento y competencia. La determinación de presencia o no de lesión será siguiendo el estándar habitual definiendo lesión deportiva a toda aquella alteración atribuible a la práctica deportiva, que lleve a suspender total o parcialmente la actividad. La presencia de lesión será constatada por un profesional competente por los medios clínicos o complementarios que considere para el caso.

### Análisis Estadístico

Las variables continuas que asuman una distribución normal se presentarán como media y desvío estándar (DE). De lo contrario se informará la mediana y rango intercuartílico (RIQ). Para verificar la distribución de la muestra se aplicará el test de Shapiro Wilk o el test de Kolmogorov-Smirnov, según corresponda.

Las variables categóricas se presentarán como número absoluto de presentación y porcentaje.

Se considerará significativo un valor  $p < 0.05$ .

Para el análisis de los datos se utilizará el software IBM SPSS Macintosh, versión 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)

## Bibliografía:

1. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football - Analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2004;38(1):36–41.
2. Ekstrand J, Høglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):553–8.
3. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *Am J Sports Med.* 2006;34(8):1297–306.
4. Árnason Á, Gudmundsson Á, Dahl HA, Jóhannsson E. Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;6(1):40–5.
5. Watsford ML, Murphy AJ, McLachlan KA, Bryant AL, Cameron ML, Crossley KM, et al. A prospective study of the relationship between lower body stiffness and hamstring injury in professional Australian rules footballers. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):2058–64.
6. Freckleton G, Cook J, Pizzari T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian rules football players. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):713–7.
7. Hunter JP, Marshall RN, McNair P. Reliability of Biomechanical Variables of Sprint Running. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(5):850–61.
8. Morin JB, Samozino P. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(2):267–72.
9. Cross MR, Brughelli M, Samozino P, Morin JB. Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A Narrative Review. *Sport Med.* 2017;47(7):1255–69.
10. Samozino P, Rabita G, Dorel S, Slawinski J, Peyrot N, Saez de Villarreal E, et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sport.* 2016;26(6):648–58.
11. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castaño-Zambudio A, Capelo-Ramírez F, Rodríguez-Juan JJ, González-Hernández J, et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(4):386–92.
12. Buchheit M, Samozino P, Glynn JA, Michael BS, Al Haddad H, Mendez-Villanueva A, et al. Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *J Sports Sci.* 2014;32(20):1906–13.
13. Mendiguchia J, Edouard P, Samozino P, Brughelli M, Cross M, Ross A, et al. Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports. *J Sports Sci.* 2016;34(6):535–41.
14. Maniar N, Shield AJ, Williams MD, Timmins RG, Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(15):909–20.
15. Van Dyk N, Bahr R, Whiteley R, Tol JL, Kumar BD, Hamilton B, et al. Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries. *Am J Sports Med.* 2016;44(7):1789–95.

16. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47(6):351–8.
17. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): A prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1524–35.
18. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Hickey J, Duhig SJ, Shield AJ. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Vol. 47, Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2015. 857-865 p.
19. Morin JB, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, et al. Sprint acceleration mechanics: The major role of hamstrings in horizontal force production. *Front Physiol.* 2015;6(DEC):1–14.
20. di Prampero PE. Sprint running: a new energetic approach. *J Exp Biol.* 2005;208(14):2809–16.
21. Mendiguchia J, Samozino P, Martínez-Ruiz E, Brughelli M, Schmikli S, Morin JB, et al. Progression of mechanical properties during on-field sprint running after returning to sports from a hamstring muscle injury in soccer players. *Int J Sports Med.* 2014;35(8):690–5.

### Programación de actividades (Gantt):

Tareas	Año 2019											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Reuniones Equipo de Coordinación Técnica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Coordinación e información a deportistas			■									
Toma de datos			■	■			■	■			■	■
Volcado y procesamiento de datos obtenidos					■				■			
Monitoreo de nuevas publicaciones relacionadas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Búsqueda de bibliografía complementaria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tareas	Año 2020											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Reuniones Equipo de Coordinación Técnica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Toma de datos		■	■									
Volcado y procesamiento de datos obtenidos				■	■	■						
Análisis de datos					■	■	■					
Monitoreo de nuevas publicaciones relacionadas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Redacción y formulación de análisis								■	■			

Búsqueda de bibliografía complementaria													
Resultados finales													

**Resultados en cuanto a la producción de conocimiento:** con el presente estudio buscamos analizar el comportamiento mecánico del sprint en futbolistas amateur para hallar tendencias, asociaciones, perfiles y describir potenciales asociaciones que generen hipótesis respecto de la implicancias de las variaciones en la mecánica del sprint y sus consecuencias en la génesis de patologías.

**Resultados en cuanto a la formación de recursos humanos:**

Los docentes-investigadores en formación y becarios participarán activamente en la revisión y actualización bibliográfica y de las actividades de campo respecto de la toma y análisis de datos. Dicha primera experiencia en el campo de la investigación abrirá las puertas del plantel y alumnos de seguir esa línea de estudio u otra a elección dentro del ámbito universitario.

**Resultados en cuanto a la difusión de resultados:** Acorde al tipo de estudio presentado, el ámbito de presentación pueden ser diferentes instancias académicas como congresos referidos al área del deporte, a nivel nacional e internacional, y revistas dedicadas al análisis de las lesiones de índole deportiva.

**Resultados en cuanto a transferencia hacia las actividades de docencia y extensión:** Los resultados de este trabajo beneficiarían al deportista analizado, dado que la descripción del perfil de FPV y sus variaciones, podrían traducirse en esquemas de entrenamiento destinados a mejorarlo y con ello, probablemente aumentar performance y disminuir la probabilidad de lesión. Dicho análisis y resultados serían compartidos con alumnos de grado, en situación de clases.

**Resultados en cuanto a la transferencia de resultados a organismos externos a la UNLaM: -**

**Vinculación del proyecto con otros grupos de investigación del país y del extranjero: -**

#### 4. PRESUPUESTO SOLICITADO

<b>4.1 ORÍGENES DE LOS FONDOS SOLICITADOS</b>	<b>Monto solicitado</b>
4.1.1 Recursos propios (UNLaM)	47580\$
4.1.2 Provenientes del CONICET	0,00\$
4.1.3 Provenientes de la ANPCyT (FONCYT, FONTAR, y otros)	0,00\$
4.1.4 Provenientes de otros Organismos Nacionales y Provinciales	0,00\$
4.1.5 Provenientes de Organismos Internacionales	0,00\$
4.1.6 Provenientes de otras Universidades Públicas o Privadas	0,00\$
4.1.7 Provenientes de Empresas	0,00\$
4.1.8 Provenientes de Entidades sin fines de lucro	0,00\$
4.1.9 Provenientes de fuentes del exterior	0,00\$
4.1.10 Otras fuentes (consignar)	0,00\$
<b>Total de fondos solicitados</b>	<b>47580,00\$</b>
<b>4.2 ASIGNACIÓN DE FONDOS POR RUBRO</b>	<b>Monto solicitado</b>
<b>a) Bienes de consumo:</b>	0,00\$
a.1) Impresiones, fotocopias	600,00\$
<b>Subtotal rubro Bienes de consumo</b>	<b>600,00\$</b>
<b>b) Equipamiento:</b>	0,00\$
b.1) Cámara de alta velocidad Sony Dsc-rx100 m4 (valor al 10/10/2018)	44000,00\$
b.2) Bastón de slalom (12) (\$115 x unidad) (valor al 10/10/18)	1380,00\$
b.3) Trípode p/cámara con plataforma giratoria (valor al 10/10/18)	\$800,00\$
b.4) Cinta de demarcación x50m (2) (valor al 10/10/2018)	\$800,00\$
<b>Subtotal rubro Equipamiento</b>	<b>46980,00\$</b>
<b>c) Servicios de Terceros:</b>	0,00\$
c.1) Asesoría estadística	0,00\$
<b>Subtotal rubro Servicios de Terceros</b>	<b>0,00\$</b>
<b>d) Participación en Eventos científicos:</b>	0,00\$
d.1)	0,00\$
<b>Subtotal rubro Participación en Eventos Científicos</b>	<b>0,00\$</b>
<b>e) Trabajo de campo:</b>	0,00\$
e.1)	0,00\$
<b>Subtotal rubro Trabajo de campo</b>	<b>0,00\$</b>
<b>f) Bibliografía:</b>	0,00\$
f.1)	0,00\$
<b>Subtotal rubro Bibliografía</b>	<b>0,00\$</b>
<b>g) Licencias:</b>	0,00\$
g.1)	
<b>Subtotal rubro Licencias</b>	<b>0,00\$</b>
<b>h) Gastos administrativos de cuenta bancaria:</b>	0,00\$
h.1)	0,00\$
<b>Subtotal rubro Gastos administrativos de cuenta bancaria</b>	<b>0,00\$</b>
<b>Total presupuestado</b>	<b>47580,00\$</b>

## 5.NOTA DE COMPROMISO DEL DIRECTOR E INTEGRANTES DEL EQUIPO

Quienes suscriben: *Mensi Malerba, Leonardo Ariel, DNI 25790179; Bogado, Diego Javier, DNI 26842194; Facco, Hernán Martín, DNI 33085461; Liotino, Franco Ezequiel, DNI 38056618; Ructtinger Palmieri, Fabián Alexis, DNI 37378116 y Fadón, Javier Alejandro, DNI 32496965*, manifiestan conocer los derechos y obligaciones que emanan del Reglamento para la Administración de Fondos y Rendición de Cuentas de los Subsidios de Investigación del Programa CyTMA2 , así como de toda normativa vigente referida a este programa de investigación, y se comprometen a su debido cumplimiento. Asimismo, manifiestan conceder los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Nacional de La Matanza en cuanto a todo aquello que corresponda al conocimiento producido en el marco del presente proyecto, sus posibilidades de transferencia y capacidad de registrarlo en los ámbitos correspondientes. Asimismo, toman conocimiento que todo equipamiento, bibliografía, bienes de uso y de capital adquiridos a través del presupuesto que se asigne el proyecto una vez acreditado, es patrimonio de la Universidad Nacional de la Matanza, y deberá ser reintegrado a la Unidad Académica en la que se acreditó el proyecto u a otro destino que la autoridad competente designe una vez finalizado el proyecto.-----

.....  
Firma del Integrante del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL Nº

.....  
Firma del Integrante del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL Nº

.....  
Firma del Integrante del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL Nº

.....  
Firma del Director del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL Nº

.....  
Firma del Integrante del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL Nº

.....  
Firma del Integrante del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL Nº

La información que consta en este protocolo de presentación de proyecto de investigación tiene el carácter de declaración jurada. Autorizo su verificación cuando la Universidad Nacional de La Matanza a través de sus órganos correspondientes lo considere pertinente.

Lugar y fecha:.....

.....  
Firma del Director del Proyecto

.....  
Aclaración de firma

.....  
CUIL N°



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Departamento:**  
**Departamento de Ciencias de la Salud**

**Programa de acreditación:**  
CyTMA2

**Programa de Investigación<sup>1</sup>:**

**Código del Proyecto:**  
C2SAL-036

**Título del proyecto**  
**COMPORTAMIENTO DE FUERZA, POTENCIA, VELOCIDAD Y EFECTIVIDAD MECÁNICA DURANTE EL SPRINT EN JUGADORES DE FUTBOL AMATEUR DE UNLAM**

**PIDC:**   
Secretaría De Ciencia Y Tecnología

**PII:**   
Cs de la Salud

**Director:**  
**Lic. Leonardo Ariel Mensi Malerba**

**Director externo:**

**Codirector:**

**Integrantes:**  
**Lic. Diego Bogado**  
**Lic. Franco Liotino**

**Javier Fadón**

---

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15 sobre **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación a desarrollarse en la Universidad Nacional de La Matanza**. Consultar en el departamento académico correspondiente la inscripción del proyecto en un Programa acreditado.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Investigador Externo, Asesor- Especialista, Graduado UNLaM:  
Llc. Hernán Facco**

**Alumnos de grado: (Aclarar si tiene Beca UNLaM/CIN)  
Javier Fadón**

**Alumnos de posgrado:**

**Resolución Rectoral de acreditación: N°459**

**Fecha de inicio:  
1/1/2019**

**Fecha de finalización:  
4/4/2022**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **A. Desarrollo del proyecto (adjuntar el protocolo)**

### **Resumen del Proyecto:**

El objetivo del presente estudio fue la descripción de las variables cinéticas del gesto de sprint del futbolista amateur de la Universidad de La Matanza. El comportamiento de la fuerza aplicada en sentido horizontal, la potencia y la velocidad permitirán aportar datos para el entendimiento de las variaciones individuales frente a un gesto habitual en ese deporte y considerado uno de los mecanismos más habituales de lesión de la musculatura isquiotibial.

Para tal fin, se utilizó un test de campo descrito por Samozino y cols, mediante la filmación del gesto y el análisis de datos espacio temporales introducidos en algoritmos matemáticos que permitieron calcular las mencionadas variables de salida.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un software para videoanálisis y se correlacionaron con otras variables demográficas y deportivas que surgieron de un cuestionario básico individual.

Es este un estudio de tipo descriptivo de alcance transversal y enfoque cuantitativo.

Los resultados a obtenidos servirán para generar hipótesis en base a lo documentado, debido a que existen, a la fecha, trabajos que describen variables cinéticas del sprint con el método de Samozino sólo para futbolistas de alta competencia o de niveles medios de competencia fuera de nuestro ámbito.

**Palabras clave:** Sprint- Fuerza- Efectividad mecánica-Video análisis

### **Estado actual del conocimiento:**

Las lesiones de isquiotibiales son las lesiones más prevalentes en los deportes de equipo, como el rugby y el fútbol, ya que representan entre el 12% y el 16% de todas las lesiones(1)(2). A su vez, la mayoría de las lesiones de los músculos isquiotibiales (61% -68%) ocurren durante el sprint(3)(4).

Existen múltiples estudios que pretenden investigar variables asociadas tanto al rendimiento del sprint, como a los factores que inciden en la aparición de lesiones de isquiotibiales durante dicho gesto (1).

Se han descrito diversos factores de riesgo para la lesión de los músculos isquiotibiales, como alteraciones de la fuerza, alteraciones propioceptivas y de la cinemática articular de rodilla, y disminución de la flexibilidad, entre otros (5). Con el fin de relacionar estos factores de riesgo asociados a lesión, se utilizaron diversos recursos para poder cuantificar las variables involucradas, como por ejemplo, el "Single Leg Hamstring Bridge" que pretende valorar la fuerza excéntrica de los extensores de cadera en posición supina con el objetivo de describir una posible asociación con la lesión de isquiotibiales en diferentes gestos deportivos(6). En relación al rendimiento, también se suele incluir el análisis de variables cinemáticas como por ejemplo, la posición relativa de



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

los distintos segmentos corporales en momentos particulares del sprint, la cadencia de paso y la longitud de zancada.(7)

Uno de los aspectos a evaluar, que promueven una comprensión más acabada del gesto en su complejidad, son las variables cinéticas del sprint. Es decir, poder registrar un perfil de Fuerza, Potencia y Velocidad (FPV) y efectividad mecánica, en base a la ejecución del gesto.(8)

Los distintos elementos que definen el perfil de FPV del sprint fueron detallados por Morin y Samozino(8), y son:

- La Fuerza máxima horizontal ( $F_0$  o  $F_{HZT}$ ) relacionada con la masa (N/Kg). Corresponde al empuje inicial del atleta en el suelo durante la aceleración del sprint (Imagen 1).
- La Velocidad Máxima horizontal ( $V_0$ ) medida en m/seg. Refleja la velocidad máxima de sprint y la capacidad de ejercer fuerza de empuje horizontal a altas velocidades
- La Potencia máxima horizontal ( $P_{max}$ ) relacionada con la masa (W/kg). Es la máxima medida de potencia que el atleta puede desarrollar durante la aceleración del sprint
- El Ratio de fuerza (RF-%) relaciona el componente horizontal de la fuerza aplicada con la resultante total de fuerza, es decir, cuánto de la fuerza aplicada se traduce en fuerza de avance horizontal. Es un indicador de la Efectividad Mecánica.
- El Ratio de fuerza máxima (RFmáx-%). Es similar al RF, pero referido al momento de máxima aplicación de fuerza, es decir, en el inicio del sprint.
- El descenso de RF (DRF) refleja el descenso de la efectividad de la aplicación de la fuerza a medida que la velocidad aumenta.

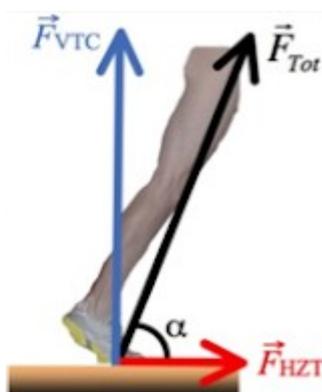


Imagen1: Morin et al (2016) (8)

Los métodos para la toma de datos de dichas variables son diversos, con variado costo y complejidad. Tradicionalmente, el método más utilizado ha sido el cicloergómetro, seguido de la cinta de correr especialmente diseñada para este fin. Posteriormente se emplearon unas cuantas plataformas de fuerza en serie. para crear un perfil compuesto de la cinética de carrera en base a sprints repetidos(9). La mayor ventaja de todas estas pruebas radica en poder cuantificar variables mecánicas durante la ejecución del gesto específico y no con movimientos analíticos, sin embargo, el costo y la complejidad de estas evaluaciones es relativamente alto.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Recientemente, se ha validado un método de campo para el cálculo de estos componentes durante la ejecución del sprint(10)(11). Samozino y cols. lograron validar un método simple para determinar las relaciones de fuerza-potencia-velocidad y la efectividad mecánica de la aplicación de fuerza durante el sprint. El método propuesto se basa en un modelo biomecánico macroscópico que utiliza un enfoque dinámico inverso aplicado al centro de masa del corredor. Este método tiene la ventaja de poder ser usado en el campo de juego ya que solo requiere variables antropométricas (masa corporal y estatura) y espaciotemporales (tiempos fraccionados o velocidad instantánea) las cuales son relativamente fáciles de obtener comparado con las pruebas de laboratorio(10).

En 2017 Romero-Franco N. y cols. validan la utilización de video análisis para la obtención de las variables espacio-temporales necesarias, utilizando una cámara de alta velocidad de 240 fps; la cual está disponible en algunos teléfonos móviles(11). Esto reduce el costo de aplicación de la prueba de campo significativamente facilitando la recolección de datos para el control y seguimiento de deportistas, ya que los resultados de la prueba permiten valorar los determinantes mecánicos durante el sprint y de esta manera elaborar un perfil de Fuerza- potencia- velocidad y efectividad mecánica para cada deportista y el equipo evaluado.

### **Problemática a investigar:**

El rendimiento y la prevención de lesiones como elementos vinculados precisan de un abordaje multifactorial, y de éstos, los aspectos mecánicos son cada vez más estudiados.

Por esta razón, y teniendo en cuenta la alta prevalencia de lesiones de isquiotibiales en deportes de equipo y que a su vez que estas suceden durante los sprint (1) consideramos que resultaría de utilidad implementar herramientas de bajo costo que brinden datos específicos sobre el comportamiento mecánico durante la ejecución de ese gesto para poder comprender mejor el fenómeno; y, a su vez, monitorear y evaluar deportistas.

Actualmente, ningún estudio ha examinado el comportamiento del perfil mecánico durante el sprint de los jugadores de futbol en equipos argentinos, ya sea a nivel profesional como amateur.

Por otra parte, en el contexto internacional, existen pocas referencias publicadas sobre el comportamiento del perfil mecánico en deportistas de diversas disciplinas para poder ponderar los resultados de una determinada población. A la fecha, sólo se encontró en la bibliografía disponible un estudio que examina en 86 jugadores de fútbol jóvenes altamente entrenados, los determinantes mecánicos horizontales de la aceleración y la velocidad máxima de carrera. (12)

Mendiguchia y cols, mediante la aplicación de esta prueba de campo observaron que la capacidad de producir fuerza horizontal a baja velocidad (FZ0) (es decir, primeros metros de la fase de aceleración) se altera antes y después del regreso al deporte de una lesión en el isquiotibial según un reporte de dos casos(13). Esta primera aproximación precisaría una mayor investigación al respecto para poder encontrar una asociación.

### **Justificación**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

La determinación de un perfil FPV del futbolista de la Universidad de La Matanza, tuvo por objeto aportar conocimiento en este campo al describir el comportamiento de las variables mecánicas asociadas al sprint.

Los datos obtenidos podrían ser utilizados para dar inicio a una línea de investigación donde se analice el comportamiento de dichas variables, junto a otras a determinar, en una potencial asociación con lesiones de isquiotibiales.

Las implicancias clínicas de los posibles hallazgos van desde una mejora de los protocolos de entrenamiento del sprint, de manera tal de optimizar aquellas variables modificables que permitan entrenamiento disminuyendo probabilidad de lesión, hasta la confección de nuevos protocolos de rehabilitación de lesiones derivadas del sprint que contemplen estos hallazgos y optimicen el retorno.

Recordando, desde luego, que la lesión de isquiotibiales derivada del sprint es una de las lesiones más habituales en fútbol, rugby y hockey; tres de los deportes más practicados en nuestro país. Y su incidencia no ha variado significativamente a lo largo de los últimos años, a pesar de las múltiples investigaciones referidas a fuerza, flexibilidad, etc.

### **Objetivos:**

Objetivo general:

- Describir el perfil de FPV y efectividad mecánica durante el sprint de los jugadores de fútbol de la UNLaM con una prueba de campo

Objetivos específicos:

- Describir el perfil de FPV y efectividad mecánica durante el sprint de los jugadores de fútbol de la UNLaM con una prueba de campo de acuerdo al puesto, altura, peso, antecedentes lesionales, momento de la temporada, y otras variables
- Confeccionar una base de datos con los perfiles de FPV y efectividad mecánica del sprint en futbolistas amateur para futuras investigaciones.

### **Marco teórico:**

Como fue mencionado anteriormente, las lesiones de isquiotibiales son las lesiones más prevalentes en los deportes de equipo, como el rugby y el fútbol, que representan entre el 12% y el 16% de todas las lesiones(1)(2).A su vez la mayoría de las lesiones de los músculos isquiotibiales (61% -68%) ocurren durante el sprint(3)(4).

Entendiendo el riesgo de lesión como una problemática multifactorial, son varios los aspectos a tener en cuenta para la vuelta al juego, y los aspectos mecánicos son uno de ellos. En una revisión sistemática y meta análisis realizado por Maniar y cols (2016) se halló que los déficits en las proporciones de resistencia y fuerza excéntricas y concéntricas persisten después del regreso al juego(14).



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Respecto de los factores de riesgo conocidos para la lesión de isquiotibiales encontramos que la relación de fuerza de cuádriceps e isquiotibiales como un factor a tener en cuenta en la lesión de isquiotibiales, pero aun así la asociación es débil(15).

Se considera también un factor de riesgo importante el hecho de haber sufrido con antelación una lesión de isquiotibiales(16)

Un factor mecánico aun de mayor relevancia a tener en cuenta, para el riesgo de lesión de isquiotibiales, se encontraría en la capacidad de producir fuerza excéntrica de los estos(17)(18),

Morin y cols (2015) evaluaron el papel de los extensores de cadera en la producción horizontal de fuerza de reacción del suelo (GRF -Ground reaction force) durante aceleraciones cortas, máximas, de carrera en cinta (sprints). En dicho estudio encontró una relación significativa ( $P = 0.024$ ) entre GRF horizontal y la combinación de actividad electromiográfica del bíceps femoral durante el final de la oscilación y el torque máximo excéntrico de los flexores de la rodilla. Encontrando que los sujetos que produjeron la mayor cantidad de fuerza horizontal fueron capaces de activar sus músculos isquiotibiales justo antes del contacto con el suelo y presentar alta capacidad de activación excéntrica de dichos músculos (19).

El sprint es un gesto que se realiza en forma repetida durante la práctica deportiva y está relacionado con gran parte de las lesiones de isquiotibiales. Conociendo el rol de los extensores de cadera en dicho gesto, resultaría de utilidad comprender mejor y poder obtener datos del comportamiento mecánico durante el sprint para el monitoreo y evaluación de los deportistas.

Di Prampero y cols (2015), demuestran que la aceleración de un sprint en cualquier persona sana, sin importar la edad, se comporta como un patrón exponencial en el tiempo (20); basándose en esto, Samozino y cols (2015) proponen un modelo macroscópico dinámico inverso que permite calcular valores que sólo se podrían obtener con métodos de alto costo y difícil acceso como plataformas de fuerza, o cintas de correr instrumentadas especialmente para este fin (9,10).

Para aplicar el método antes mencionado son necesarias fotocélulas, o bien pistolas de radar para poder calcular las variables espaciotemporales, necesarias para el cálculo, con alta precisión. Sin embargo, para tal fin también se puede aplicar video análisis utilizando cámaras de alta velocidad (240 fps). Este método es validado por Romero-Franco y cols (2016) quienes ofrecen una aplicación para celulares que incluye el cálculo automatizado de los datos en base al modelo propuesto por Samozino y cols. Es decir, se valida una alternativa para la toma de datos espaciotemporales para aplicar el método.

El modelo para el cálculo de las variables cinéticas de forma indirecta permite obtener datos que no pueden ser obtenidos con otra prueba de campo hasta ahora.

Para aplicar la evaluación es necesario contar con las siguientes variables de entrada: la masa y la altura del atleta a evaluar (Variables antropométricas), además de la velocidad del viento (Si es que lo hay) y la presión atmosférica; estos últimos son necesarios para calcular el coeficiente de fricción del aire. En caso de prescindir de éstos, si la velocidad del viento es igual o cercana a cero no serían necesarios ya que no generarían cambios significativos en los resultados obtenidos. (Samozino 2016 y cols).(10)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Dichas variables, asociadas a los valores espaciotemporales obtenidos con la cámara de alta velocidad antes mencionada forman los datos de entrada en el algoritmo descrito por Samozino y cols.

Todo el perfil de FPV puede ser obtenido a partir de la derivación de la curva velocidad-tiempo que brinda los datos de aceleración horizontal.

A su vez, la efectividad mecánica de la aplicación de fuerza ( $D_{RF}$ ) puede ser determinada a través de la relación lineal entre el ratio de fuerza (RF) y la velocidad. Es decir, la pérdida de capacidad de aplicar fuerza horizontal conforme aumenta la velocidad. (10)

En cuanto a la potencia máxima ( $P_{max}$ ), está relacionada con la capacidad de aplicar grandes cantidades de fuerza en la dirección horizontal, cuanto menor sea la distancia considerada, mayor será la relación entre el rendimiento de sprint y la producción máxima de fuerza horizontal (FZ0).

Mendiguchia y cols (2014) encontraron que los jugadores con alta deportiva que volvían de una lesión de isquiotibiales presentaban menores valores de  $F_0$  y  $P_{max}$ ; sin embargo, la  $V_{máx}$  no se encontraba alterada. Luego de dos meses de entrenamiento todos los valores alcanzaron niveles normales. La limitante del presente estudio es que no se disponía de valores pre lesión(21).

Por esta razón, se realizaron estudios prospectivos donde se pudieron comparar los perfiles de FPV antes de las lesiones y comparativamente con los deportistas no lesionados del mismo equipo(13).

## **Hipótesis**

Debido al diseño metodológico descriptivo de este estudio no se plantean hipótesis. Los investigadores del presente trabajo consideramos que los resultados de este trabajo podrían generar hipótesis a probar en futuros trabajos en esta misma línea de investigación que se inicia con el presente proyecto

## **Metodología:**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal en el mes de Octubre de 2021 en 24 jugadores de fútbol amateur mayores de 18 años de la Universidad Nacional de la Matanza que compiten en la liga AIFA (Asociación de Fútbol Amateur)

## **Consideraciones Éticas**

El presente trabajo será evaluado por el Comité de Ética e Investigación correspondiente a la Institución. Los datos filiatorios de los participantes fueron preservados mediante la codificación de éstos en una base de datos con acceso exclusivo de los investigadores.

## **Criterios de Elegibilidad**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Fueron incluidos en la evaluación aquellos sujetos que:

- Formaran parte del equipo universitario de Fútbol de la UNLaM
- Hayan entrenado para a disciplina regularmente en forma continua durante los 3 meses previos a la toma del test (mínimo de 2 estímulos semanales), en esa institución o no.
- Eran mayores de 18 años
- Firmaron el consentimiento Informado (ver adjunto)

Quedaron excluidos:

- Aquellos jugadores que al momento de la prueba refirieron procesos agudos que implicaban un riesgo en la salud del sujeto la ejecución de la prueba, o que pudieran provocar disminución del rendimiento. (p.ej.: Dolor).

### Muestreo

Mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia los sujetos fueron invitados a participar mediante una notificación digital para concurrir a su lugar habitual de entrenamiento (Cancha de fútbol 11 de la UNLaM) en horario vespertino en grupos de 15 sujetos, utilizando 1 encuentro en dos turnos para la evaluación de la totalidad de la muestra.

Fecha:						
Temperatura:						
Presión Atmosférica:						
Nº	Apellido	Nombre	Talla	Peso	Edad	Puesto
1						
2						
3						

Imagen2: Planilla modelo para la toma de datos.

### Recolección de datos

La toma de datos personales, demográficos y de contacto fueron recolectadas vía un formulario virtual de carácter confidencial Para ello se utilizó una ficha de recolección de datos diseñada especialmente para el propósito del presente estudio (imagen2)

Tabla 1- Características demográficas generales

	Media / DS
Edad (años)	29.25 +/- 6.98
Altura (cm)	179 +/- 6.29
Peso (kg)	79.46 +/- 9.73



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Las características de la población estudiada se expresan en la tabla 1. Cabe señalar que dicha población entrena un total de 6 horas semanales, con el agregado de una competencia semanal. Es de carácter heterogénea, discontinua en cuanto a la frecuencia de entrenamiento y con rápido recambio, lo cual se asemeja a la idiosincrasia habitual del futbolista amateur de nuestro ámbito.

El promedio de edad (29.25 años) fue mayor al de los estudios publicados a la fecha de Jiménez Reyes et al (2018) y de Haugen et al (2019). En la primera de las investigaciones se analizó una población de  $23.5 \pm 5.2$  años y en la segunda de  $23 \pm 4$  años

La participación en la evaluación fue voluntaria, previa lectura de la hoja de información y firma del consentimiento correspondiente. Fue realizada en el mes de octubre de 2021. Se utilizó el protocolo validado por Romero-Franco y Jiménez Reyes y cols. (2016)(11)

Se realizó una entrada en calor que constó de 5 minutos de trote, 5 minutos de estiramientos dinámicos de miembros inferiores y 5 minutos de Sprint progresivos (es decir, 40mts al 50%, 70% y 90% de esfuerzo). Luego de la misma, se realizó la filmación de 3 Sprints de 40 metros, separados por una pausa de 5 minutos cada uno para cada deportista evaluado.

Para la toma de datos de la prueba se utilizó una cámara de alta velocidad incluida en un teléfono celular Huawei P20, filmando a 240 FPS. La prueba se realizó en horario vespertino sobre césped natural, con calzado de competencia (botines), al aire libre, con luz de día, registrándose temperatura y presión atmosférica del día de la prueba según datos publicados por el SMN (Servicio Meteorológico Nacional).

Dicha recolección de datos fue realizada por los autores del trabajo, previo entrenamiento en la metodología de medición realizado durante los meses previos. Las tareas fueron: posicionamiento exacto de la cámara en altura y distancia, colocación de bastones de slalom con la distancia exacta entre puntos de medición, el guiado de la entrada en calor anteriormente descrita, y luego administración del test con un operador a cargo de la cámara y otro a cargo de la señal de salida junto a cada deportista. Para tales fines se dispuso de 3 (tres) operadores.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

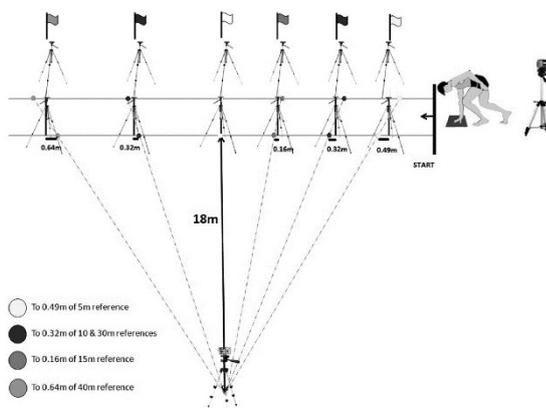


Imagen3: Romero-Franco et al (2016)

Los datos de tiempos parciales para cada marca fueron obtenidos por kinesiólogos entrenados en el procedimiento de video análisis utilizando el software Kinovea®. Dichos profesionales volcaron los datos obtenidos a una planilla de Microsoft Excel para calcular, a través del método validado por Samozino y cols. (2015), los valores necesarios para crear el perfil de fuerza-potencia- velocidad y efectividad mecánica de cada deportista.

Se seleccionó el mejor de los 3 intentos de sprint de cada uno de los deportistas implicados en la toma.

Para el análisis estadístico descriptivo de las variables obtenidas, se utilizó el el software IBM SPSS Macintosh, versión 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

### Resultados y Discusión

Los resultados del test se visualizan en la tabla 2, dicha tabla comprende los valores de Fuerza Horizontal ( $F_0$ ), Potencia máxima ( $P_{máx}$ ),  $V_0$  (Velocidad máxima de Sprint), la  $V_{opt}$  (Velocidad óptima para el desarrollo de la  $P_{máx}$ ),  $V_{máx}$  (velocidad máxima desarrollada en la prueba), el  $RF_{máx}$  (es el Ratio de fuerza horizontal máximo en el momento del inicio del sprint) y el DRF (descenso de efectividad de aplicación de la fuerza a medida que la velocidad aumenta).

Tabla 2-Medias y SD de las variables de estudio del test



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Variable	Media	SD
F0 (N/Kg)	7.7	1.21
V0 (m/seg)	7.9	0.57
Pmax (W/kg)	15.25	2.97
Drf (%)	-9.22	1.34
Rfmax (%)	42.71	3.44
Vmax (m/seg)	7.61	0.51
Vopt (m/seg)	3.95	0.29

Los resultados obtenidos permiten describir el perfil de la población estudiada, el cual difiere sustancialmente con el único estudio con una población similar hasta la fecha (Tabla 3).

Debido a la falta de estudios con poblaciones de características similares, los autores de este trabajo decidieron inclinarse por la comparación con los datos obtenidos por Haugen et al (2019) por ser realizados en futbolistas de variados niveles, pero todos con cargas de entrenamiento mayores que las de la población de estudio.

Tabla 3- Comparación con Haugen et al (2019)

Variable	Este estudio	Haugen (2019) (3° a 5° div)
F0 (N/Kg)	7.7 ± 1.21	7.9 +/- 0.4
V0 (m/seg)	7.9 ± 0.57	8.9 +/- 0.4
Pmax (W/kg)	15.25 ± 2.97	17.6 +/- 1.1
Drf (%)	-9.22 ± 1.34	-8.4 +/- 0.6
Rfmax (%)	42.71 ± 3.44	45.4 +/- 1.2
Vmax (m/seg)	7.61 ± 0.51	-
Vopt (m/seg)	3.95 ± 0.29	-

En la Tabla número 4 se observan las variaciones del perfil según las posiciones de juego, valores que difieren del esquema presentado por Haugen et al en 2019



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Tabla 4- Variables discriminadas por puesto de juego

	Defensores (n=8)	Mediocampistas (n=8)	Delanteros (n=6)
F0 (N/Kg)	8.07 ± 1.17	7.95 ± 1.5	7.10 ± 0.83
V0 (m/seg)	8.1 ± 0.47	7.78 ± 0.58	8.10 ± 0.5
Pmax (W/Kg)	16.42 ± 3.13	15.52 ± 3.38	14.38 ± 1.9
FV slope (%)	-0.99 ± 0.1	-1.02 ± 0.18	-0.88 ± 0.12
Drf (%)	-9.34 ± 0.98	-9.66 ± 1.72	-8.33 ± 1.12
Rfmax (%)	44.13 ± 3.6	42.88 ± 3.8	41.83 ± 2.48
Vmax (m/seg)	7.81 ± 0.44	7.52 ± 0.51	7.76 ± 0.43
Vopt (m/seg)	4.05 ± 0.23	3.89 ± 0.29	4.05 ± 0.26
T-5m (m/seg)	1.35 ± 0.1	1.37 ± 0.13	1.44 ± 0.08
T-10 m (m/seg)	2.14 ± 0.13	2.19 ± 0.15	2.24 ± 0.11
T-30 m (m/seg)	4.78 ± 0.28	4.93 ± 0.32	4.93 ± 0.23

Los datos obtenidos permiten establecer el perfil de fuerza, potencia, velocidad y efectividad mecánica de los jugadores de fútbol amateur de la Universidad Nacional de La Matanza, describiendo el perfil de una población aún no estudiada. Dicha información podría sentar las bases para un análisis con un mayor número de casos en poblaciones similares, como también permite tener una línea de base para futuras intervenciones que contribuyan a mejorar el perfil de los futbolistas en pos de disminuir las chances de lesión muscular isquiotibial y maximizar su rendimiento de sprint.

#### Bibliografía:

1. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football - Analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2004;38(1):36–41.
2. Ekstrand J, Haggglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):553–8.
3. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *Am J Sports Med.* 2006;34(8):1297–306.
4. Árnason Á, Gudmundsson Á, Dahl HA, Jóhannsson E. Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;6(1):40–5.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

5. Watsford ML, Murphy AJ, McLachlan KA, Bryant AL, Cameron ML, Crossley KM, et al. A prospective study of the relationship between lower body stiffness and hamstring injury in professional Australian rules footballers. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):2058–64.
6. Freckleton G, Cook J, Pizzari T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian rules football players. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):713–7.
7. Hunter JP, Marshall RN, McNair P. Reliability of Biomechanical Variables of Sprint Running. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(5):850–61.
8. Morin JB, Samozino P. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(2):267–72.
9. Cross MR, Brughelli M, Samozino P, Morin JB. Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A Narrative Review. *Sport Med.* 2017;47(7):1255–69.
10. Samozino P, Rabita G, Dorel S, Slawinski J, Peyrot N, Saez de Villarreal E, et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sport.* 2016;26(6):648–58.
11. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castaño-Zambudio A, Capelo-Ramírez F, Rodríguez-Juan JJ, González-Hernández J, et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(4):386–92.
12. Buchheit M, Samozino P, Glynn JA, Michael BS, Al Haddad H, Mendez-Villanueva A, et al. Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *J Sports Sci.* 2014;32(20):1906–13.
13. Mendiguchia J, Edouard P, Samozino P, Brughelli M, Cross M, Ross A, et al. Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports. *J Sports Sci.* 2016;34(6):535–41.
14. Maniar N, Shield AJ, Williams MD, Timmins RG, Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(15):909–20.
15. Van Dyk N, Bahr R, Whiteley R, Tol JL, Kumar BD, Hamilton B, et al. Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries. *Am J Sports Med.* 2016;44(7):1789–95.
16. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47(6):351–8.
17. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): A prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1524–35.
18. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Hickey J, Duhig SJ, Shield AJ. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. Vol. 47, *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2015. 857-865 p.
19. Morin JB, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, et al. Sprint acceleration mechanics: The major role of hamstrings in horizontal force production. *Front Physiol.* 2015;6(DEC):1–14.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

20. di Prampero PE. Sprint running: a new energetic approach. J Exp Biol. 2005;208(14):2809–16.
21. Mendiguchia J, Samozino P, Martinez-Ruiz E, Brughelli M, Schmikli S, Morin JB, et al. Progression of mechanical properties during on-field sprint running after returning to sports from a hamstring muscle injury in soccer players. Int J Sports Med. 2014;35(8):690–5.

**A.1.** Grado de ejecución de los objetivos inicialmente planteados, modificaciones o ampliaciones u obstáculos encontrados para su realización (desarrolle en no más de dos (2) páginas)

Según lo dicho en el primer informe de avance, la fecha de aprobación del Protocolo (23/09/2019) difirió con la propuesta original de inicio del proyecto (01/01/19).

Esa demora inicial, obligó a reprogramar la toma de datos para que el trabajo siga la lógica planteada. El período desde el 23/09/19 hasta fines del mismo año fue utilizado para ensayo y agilitación del proceso de toma de datos.

El equipo de fútbol de UNLaM, fuente de los sujetos de estudio, entrena oficialmente desde febrero de cada año, pero con un número reducido de deportistas hasta que se estabiliza el número de futbolistas definitivo hacia mediados de marzo. Como parte de los criterios de inclusión, y para garantizar la seguridad de la prueba, se exige un mínimo de 3 meses de entrenamiento continuo antes de la realización del test.

Como es de público conocimiento, en marzo del 2020 hubo un cierre de actividades dispuesta por las autoridades sanitarias nacionales que limitaron la posibilidad de evaluación de la población elegida. Es por ello que se solicitó la prórroga de noviembre del 2020.

La reanudación de actividades en fútbol en ese año fue con un N muy bajo y rápidamente se llegó a diciembre del 2020 sin que dicho N se eleve y sin llegar a completar los 3 meses de entrenamiento detallados antes.

Al inicio del 2021 la situación se volvió a repetir con el cierre dispuesto por las autoridades sanitarias en mayo, lo que nuevamente frenó el desarrollo de la evaluación. El reinicio de actividades se demoró hasta el mes de Julio, lo cual llevó a tomar la decisión de realizar la toma de datos en el mes de octubre del 2021, que fue cuando realmente se pudo llevar a cabo.

Las sucesivas interrupciones en 2020 y 2021 conspiraron en cuanto a la cantidad de jugadores a evaluar (menor N que en 2018 y 2019) y en cuanto al cumplimiento del criterio mínimo de 3 meses de entrenamiento continuo.

La prueba fue de carácter voluntaria, y anunciada con la suficiente anticipación, lo cual redundó en una no muy alta adherencia de la población a evaluar, eso sumado al hecho de que algunos sujetos debieron ser excluidos, derivaron en un número de 24 jugadores que no era el esperado.

Por otro lado, las sucesivas interrupciones por el contexto sanitario tampoco permitieron la evaluación en más de una instancia según lo planteado en el proyecto original.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Es por eso, que el grupo investigador decidió cambiar el formato hacia un estudio descriptivo de tipo transversal y no longitudinal.

Otra de las dificultades fue la desactualización de los valores por la devaluación de la moneda y la inflación. Esto impactó directamente en la posibilidad de adquisición de la cámara de alta velocidad solicitada, que era el principal gasto del presupuesto otorgado. La toma de datos fue realizada con un teléfono celular propiedad de uno de los integrantes del grupo investigador. Y el presupuesto fue utilizado para la adquisición de elementos necesarios para la toma de datos y la entrada en calor de los sujetos de estudio.

Por otro lado, como se señaló en el informe, hubo dificultades con la cuenta del Banco Supervielle puesto que se utilizó una caja de ahorro en cero existente, y el banco debitó mantenimientos de cuenta y pagos de tarjeta de esa cuenta y no de la original. Cada débito fue solucionado mediante una transferencia para mantener la cuenta en 20000. El banco no lo resolvió.

El proyecto ayudó a describir el perfil de Fuerza, Potencia, Velocidad y Efectividad mecánica del Sprint en jugadores de fútbol de UNLaM, una población de características propias y de relevancia por la representatividad que muestra su esquema de entrenamiento. El fútbol amateur en nuestro país tiene un esquema de dos o tres entrenos semanales que suman entre 5-6 horas en el cual predomina el trabajo en cancha en desmedro del entreno de otras cualidades físicas básicas que podrían ayudar a prevenir una de las lesiones más habituales del fútbol, que es la lesión de la musculatura isquiotibial.

El estudio permitió constatar ciertas variables que evidencian una deficiencia en los parámetros de sprint, que es el principal mecanismo de lesión de la musculatura isquiotibial.

Hecha esta descripción, podríamos continuar nuestro trabajo de varias maneras: ampliando el N de casos, realizando un seguimiento de los 24 evaluados para vislumbrar las variaciones de los parámetros a lo largo de la temporada, realizar una intervención mediante un protocolo de ejercicios factible para dicha población con el objeto de mejorar las variables evaluadas en diferentes cotas de tiempo, hasta podría hacerse un reporte de casos gracias a los datos obtenidos en este estudio y evaluar las variaciones emergentes de potenciales lesiones.

Las posibilidades son varias, siempre y cuando exista la posibilidad de evaluar al grupo y no haya nuevas interrupciones de carácter sanitario como las que tuvimos y detallamos más arriba.

## **B. Principales resultados de la investigación**

### **B.1. Publicaciones en revistas (informar cada producción por separado)**

Artículo 1:	
Autores	
Título del artículo	



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

N° de fascículo	
N° de Volumen	
Revista	
Año	
Institución editora de la revista	
País de procedencia de institución editora	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISSN:	
URL de descarga del artículo	
N° DOI	

## B.2. Libros

Libro 1	
Autores	
Título del Libro	
Año	
Editorial	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del libro	
N° DOI	



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

### B.3. Capítulos de libros

Autores	
Título del Capítulo	
Título del Libro	
Año	
Editores del libro/Compiladores	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del capítulo	
N° DOI	

### B.4. Trabajos presentados a congresos y/o seminarios

Autores	
Título	
Año	
Evento	
Lugar de realización	
Fecha de presentación de la ponencia	
Entidad que organiza	
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	

### B.5. Otras publicaciones

Autores	
Año	
Título	
Medio de Publicación	

**C. Otros resultados. Indicar aquellos resultados pasibles de ser protegidos a través de instrumentos de propiedad intelectual, como patentes, derechos de autor, derechos de obtentor, etc. y desarrollos que no pueden ser protegidos por instrumentos de propiedad intelectual, como las tecnologías organizacionales y otros. Complete un cuadro por cada uno de estos dos tipos de productos.**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

C.1. Títulos de propiedad intelectual. Indicar: Tipo (marcas, patentes, modelos y diseños, la transferencia tecnológica) de desarrollo o producto, Titular, Fecha de solicitud, Fecha de otorgamiento

Tipo	Titular	Fecha de Solicitud	Fecha de Emisión

C.2. Otros desarrollos no pasibles de ser protegidos por títulos de propiedad intelectual. Indicar: Producto y Descripción.

Producto	Descripción

**D. Formación de recursos humanos. Trabajos finales de graduación, tesis de grado y posgrado. Completar un cuadro por cada uno de los trabajos generados en el marco del proyecto.**

D.1. Tesis de grado

Director (apellido y nombre)	y	Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

D.2 Trabajo Final de Especialización

Director (apellido y nombre)	y	Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del Trabajo Final

D.2. Tesis de posgrado: Maestría

Director (apellido y nombre)	y	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

D.3. Tesis de posgrado: Doctorado

Director	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En	Título de la tesis



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

(apellido y nombre)	y nombre)			curso	

#### D.4. Trabajos de Posdoctorado

Director (apellido y nombre)	Posdoctorando (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del trabajo	Publicación

#### E. Otros recursos humanos en formación: estudiantes/ investigadores (grado/posgrado/ posdoctorado)

Apellido y nombre del Recurso Humano	Tipo	Institución	Período (desde/ hasta)	Actividad asignada <sup>2</sup>

**F. Vinculación<sup>3</sup>:** Indicar conformación de redes, intercambio científico, etc. con otros grupos de investigación; con el ámbito productivo o con entidades públicas. Desarrolle en no más de dos (2) páginas.

#### G. Otra información. Incluir toda otra información que se considere pertinente.

--

<sup>2</sup> Descripción de la/s actividad/es a cargo (máximo 30 palabras)

<sup>3</sup> Entendemos por acciones de “vinculación” aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de productos o servicios innovadores y confeccionados “a medida” de sus contrapartes.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## H. Cuerpo de anexos:

- **Anexo I:** Copia de cada uno de los trabajos mencionados en los puntos B, C y D, y certificaciones cuando corresponda.<sup>4</sup>
- **Anexo II:**
  - FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (si corresponde)
  - FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación acompañado de las hojas foliadas con los comprobantes de gastos.
  - FPI-035: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto.
- Nota justificando baja de integrantes del equipo de investigación.

\_\_\_\_\_  
Firma y aclaración  
del director del proyecto.

Lugar y fecha : .....

- Cargar este formulario junto con los documentos correspondientes **exclusivamente** al Anexo I en SIGEVA UNLaM.
- Enviar toda la documentación anterior más la correspondiente al ANEXO II junto con los comprobantes de gastos escaneados, en archivo PDF por correo electrónico a la Secretaría de Investigaciones Departamental [investigacionessalud@unlam.edu.ar](mailto:investigacionessalud@unlam.edu.ar) . Conservar una copia impresa de toda la documentación para ser presentada ante la Secretaría
- **La plataforma SIGEVA-UNLaM estará habilitada para realizar la carga de documentación entre el 2 de marzo y el 1° de abril de 2022.**

<sup>4</sup> En caso de libros, podrá presentarse una fotocopia de la primera hoja significativa o su equivalente y el índice.