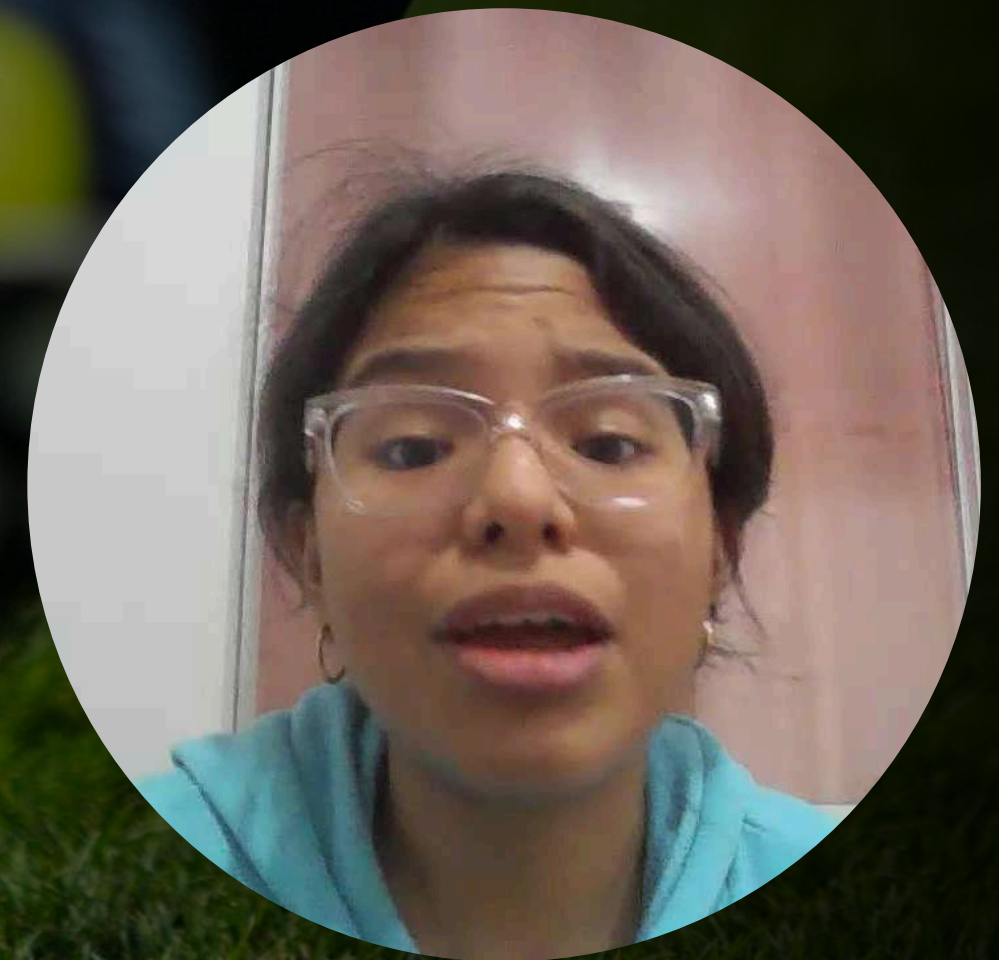


INTRODUCCIÓN A SEÑALES BIOMÉDICAS

REVISIÓN DE AVANCE DE PROYECTO

Planteamiento del problema y
propuesta de solución

- Dhiago Llanos Florián
- Salet Garcia Reyes
- Rafael Panez Cuizano



Introducción

**Fatiga
muscular
[1,2]**

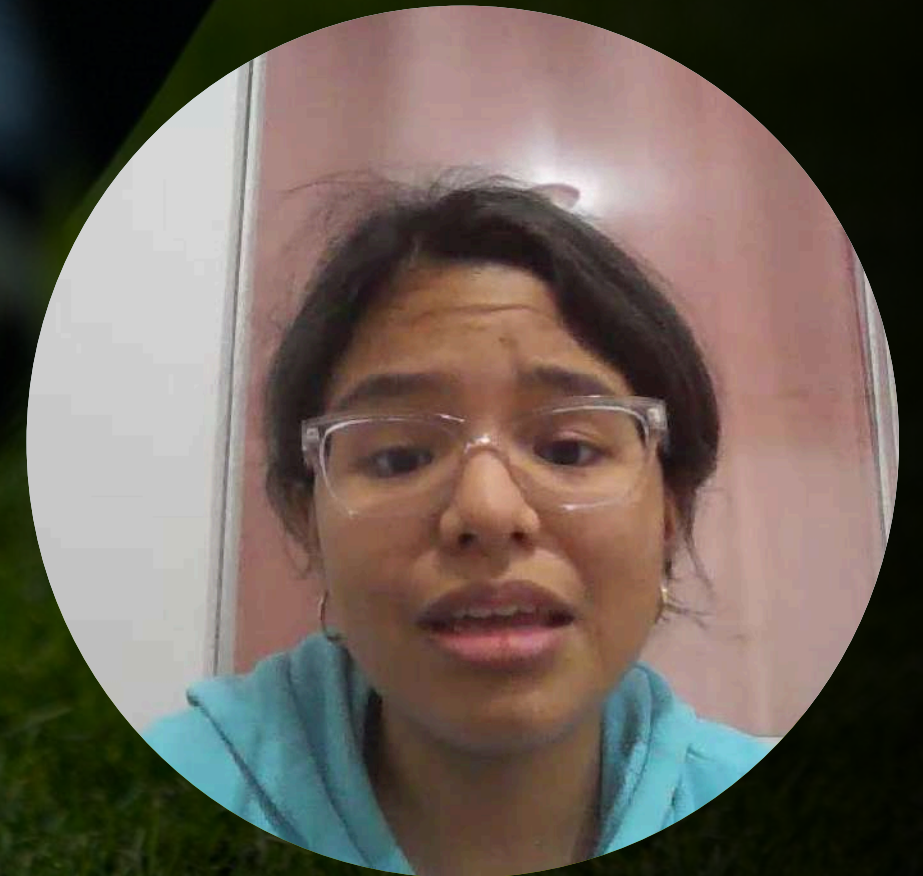


Altera
coordinación
motora

Reduce
rendimiento

**Mayor
incidencia
de lesiones**

**Estudiantes universitarios
enfrentan
simultáneamente
demandas físicas y
académicas [1,2]**



Introducción



25 deportes
durante
2009-2014

1142 desgarros de isquiotibiales [3]

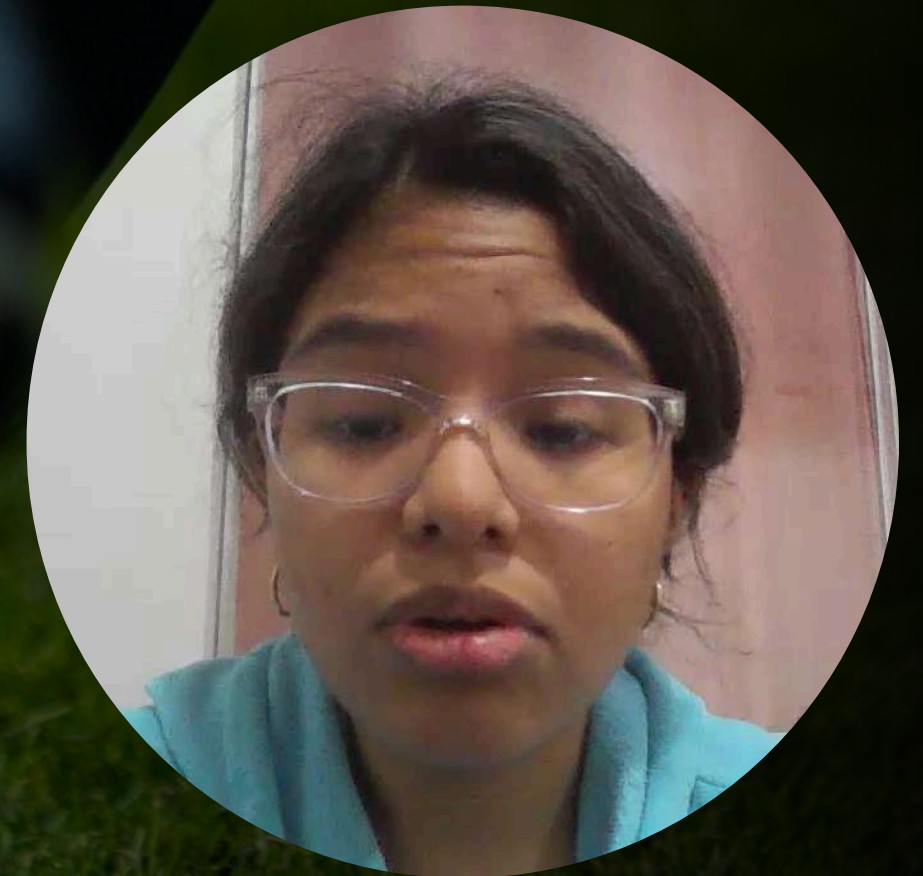
5,24 por 10 000
**exposiciones
atléticas en
competencia**

2,56 por 10 000
**exposiciones
atléticas en
práctica**

517 lesiones de cuádriceps [4]

1,29 por 10 000
**exposiciones
atléticas en
competencia**

1,02 por 10 000
**exposiciones
atléticas en práctica
(77,8% total)**



Introducción

MÚSCULOS AFECTADOS POR LESIONES [5]

37%

23%

19%

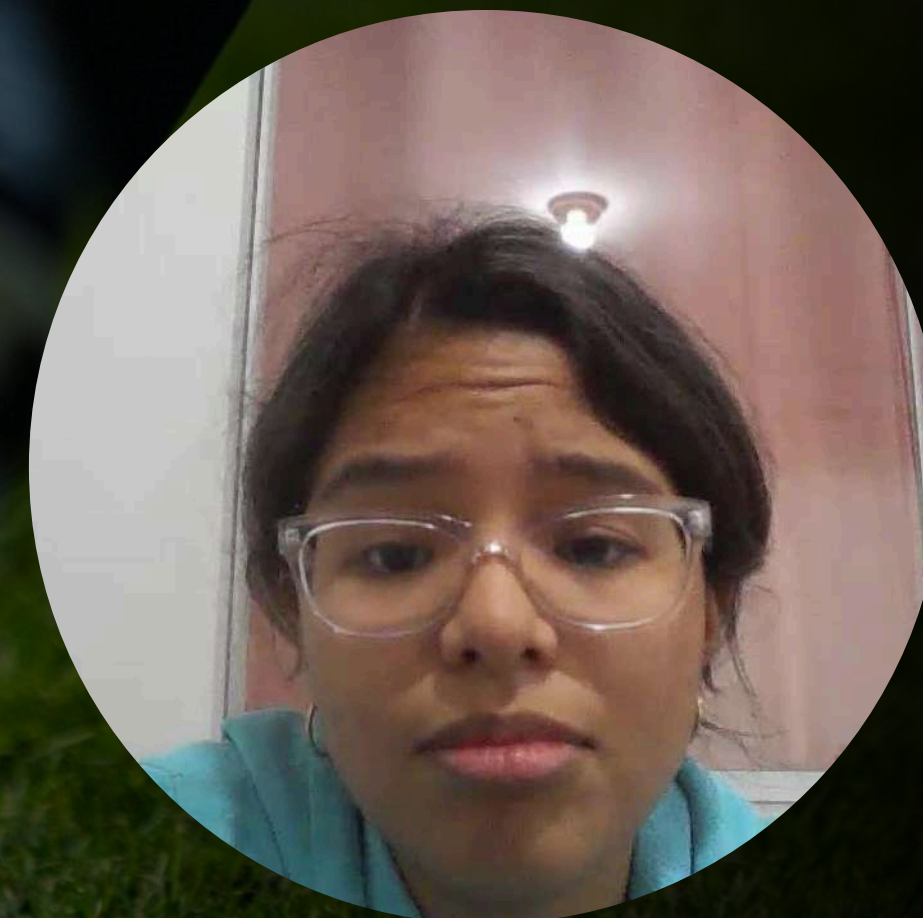
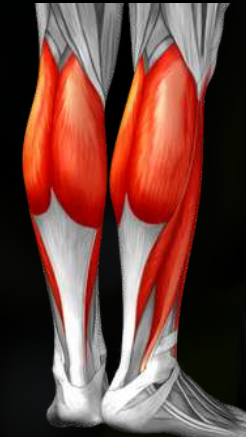
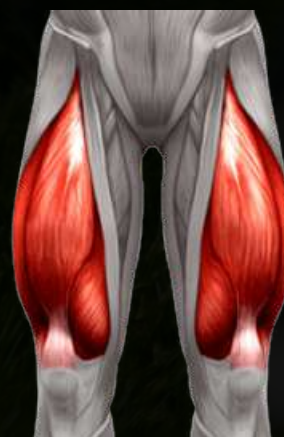
13%

Isquiotibiales

Aductores

Cuádriceps

Gemelos



Introducción

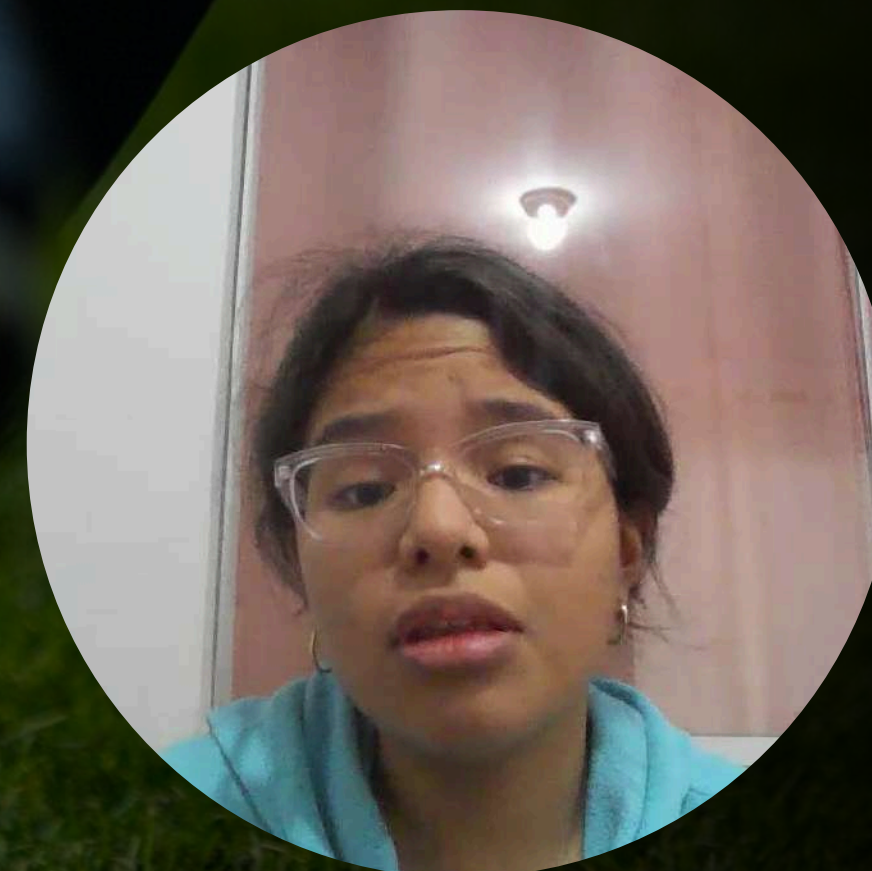
CONTEXTO INTERNACIONAL [6-7]

65,8 %

Disminución en su
rendimiento
académico

76,1 %

Impacto negativo
en su salud
mental



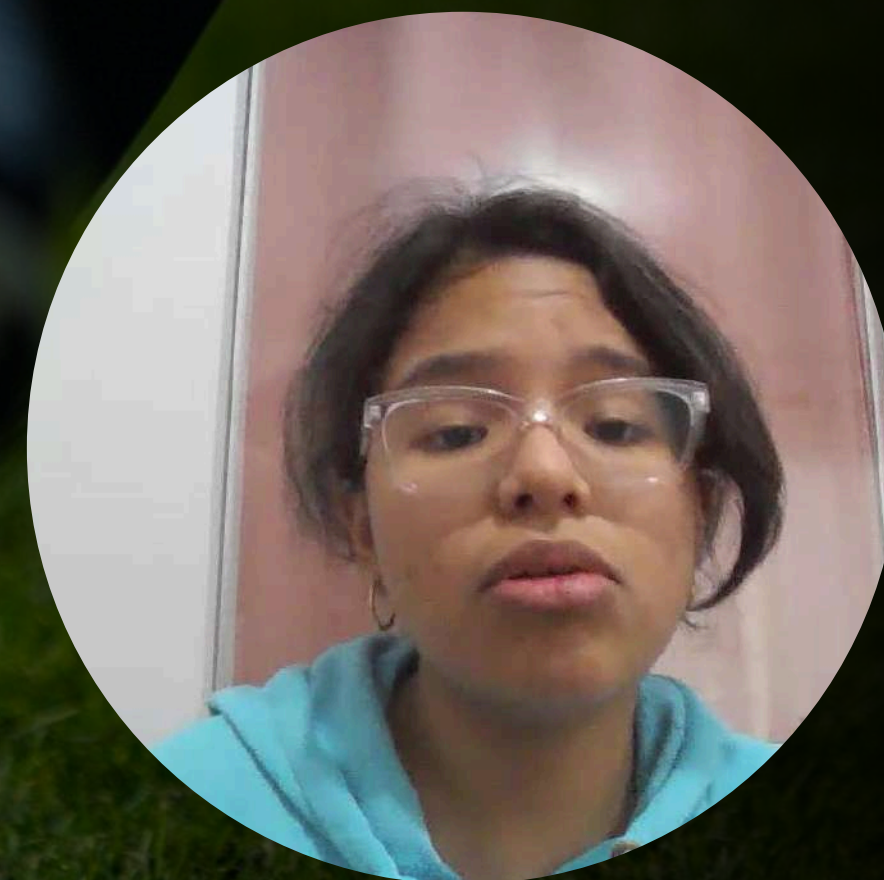
Introducción

CONTEXTO NACIONAL [8]

De **113** atletas de alto rendimiento en Lima

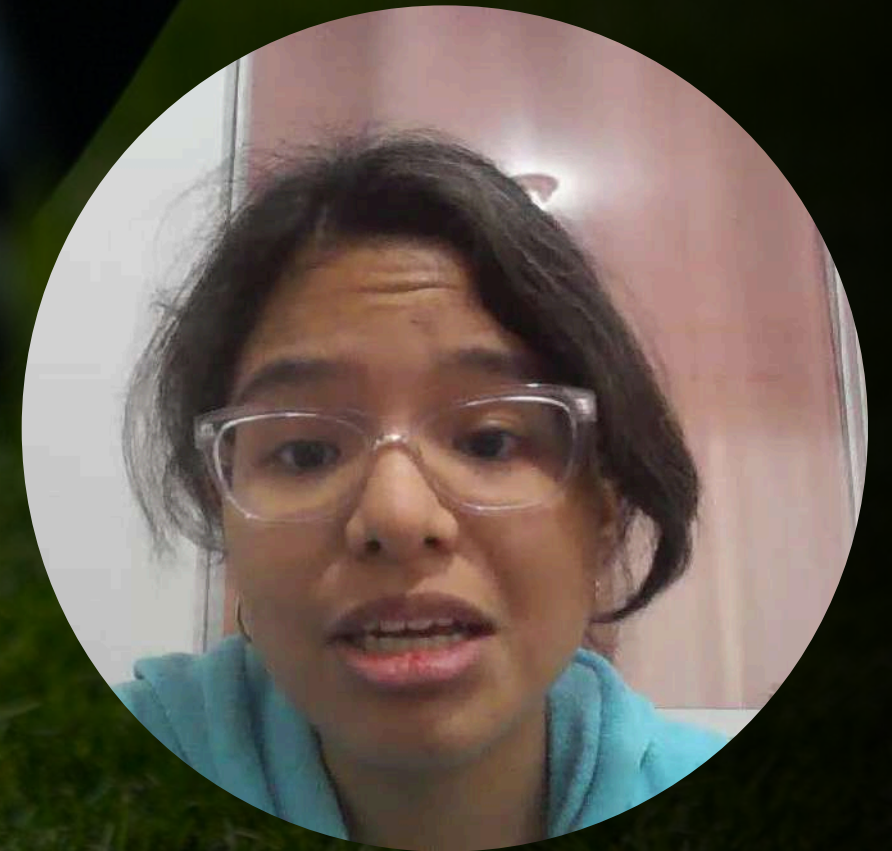
75,3 % Sufrió lesiones de partes blandas

15,9 % fueron musculares



Problemática

"La elevada incidencia de lesiones musculares en jóvenes estudiantes peruanos refleja la ausencia de herramientas para la detección y prevención de la fatiga, lo que dificulta la aplicación de estrategias eficaces de monitoreo y control para el óptimo rendimiento deportivo"



Propuesta de solución

“Sistema de detección temprana de fatiga muscular mediante el análisis de señales electromiográficas para estudiantes universitarios que practican deporte”



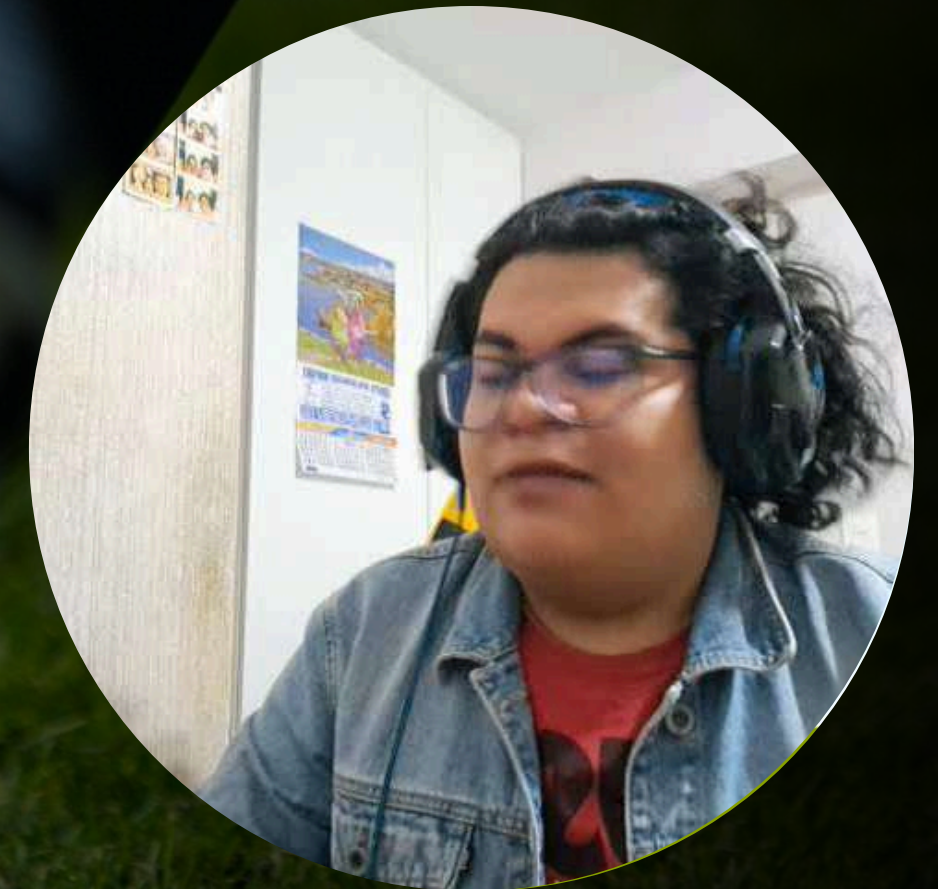
Objetivo general

“Diseñar y validar un sistema basado en electromiografía (EMG) que permita detectar la aparición de fatiga en músculos inferiores de estudiantes universitarios que practican deporte.”



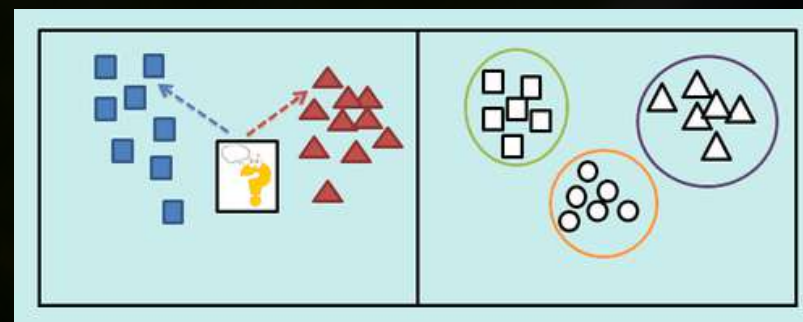
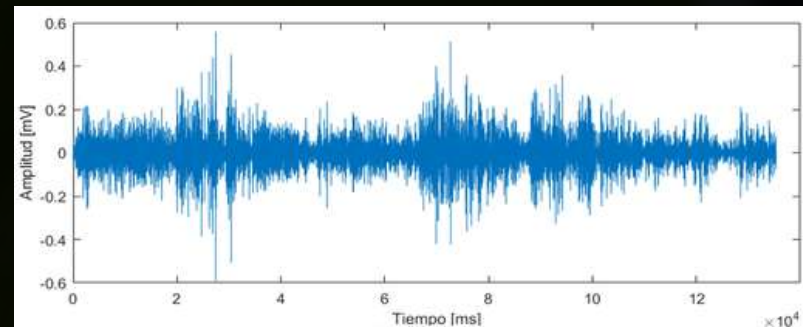
Objetivos específicos

- Seleccionar los músculos pertinentes para evaluar patrones de fatiga mediante EMG.
- Adquirir señales EMG siguiendo un protocolo de ejercicios repetitivos para inducir estados de **reposo, pre-fatiga y fatiga**.

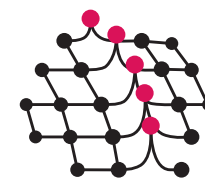


Objetivos específicos

- Procesar y filtrar las señales EMG para la eliminación de ruidos.
- Desarrollar un algoritmo de clasificación para discriminar entre estados distintos.
- Validar la consistencia de los patrones de fatiga con otras bases de datos.

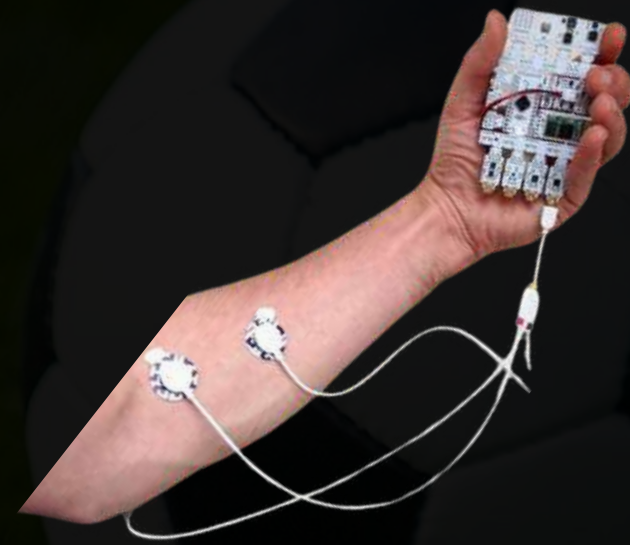


PhysioNet

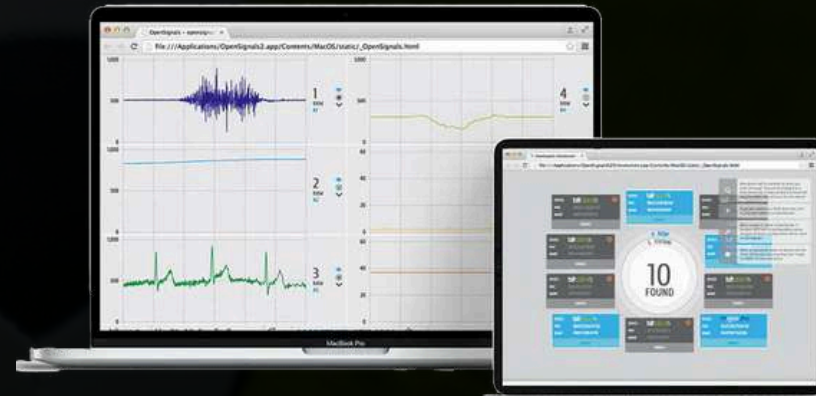


Herramientas a utilizar

HARDWARE



Sensor BITalino
(sensor de EMG)
con electrodos
de superficie

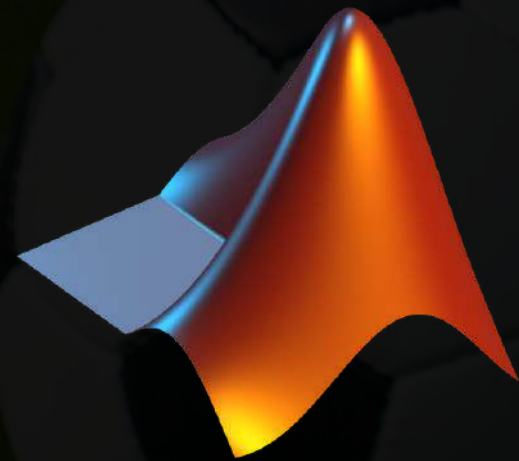


Computadora
con interfaz de
adquisición de
BITalino.



Herramientas a utilizar

SOFTWARE



MATLAB (Signal
Processing
Toolbox,
Classification
Learner)



Entorno de
programación
Python



Estado del arte

PAPER: "Influence of Fatigue on the Rapid Hamstring/Quadriceps Force Capacity in Soccer Players" [9]



- Fatiga disminuye capacidad de generar fuerza rápida (RTD) y activación de músculos en primeros 100 ms.
- Parámetros más relevantes que variaciones en índices H/Q para riesgo de lesión.



Estado del arte

PRODUCTO COMERCIAL: "Myocene" [10]

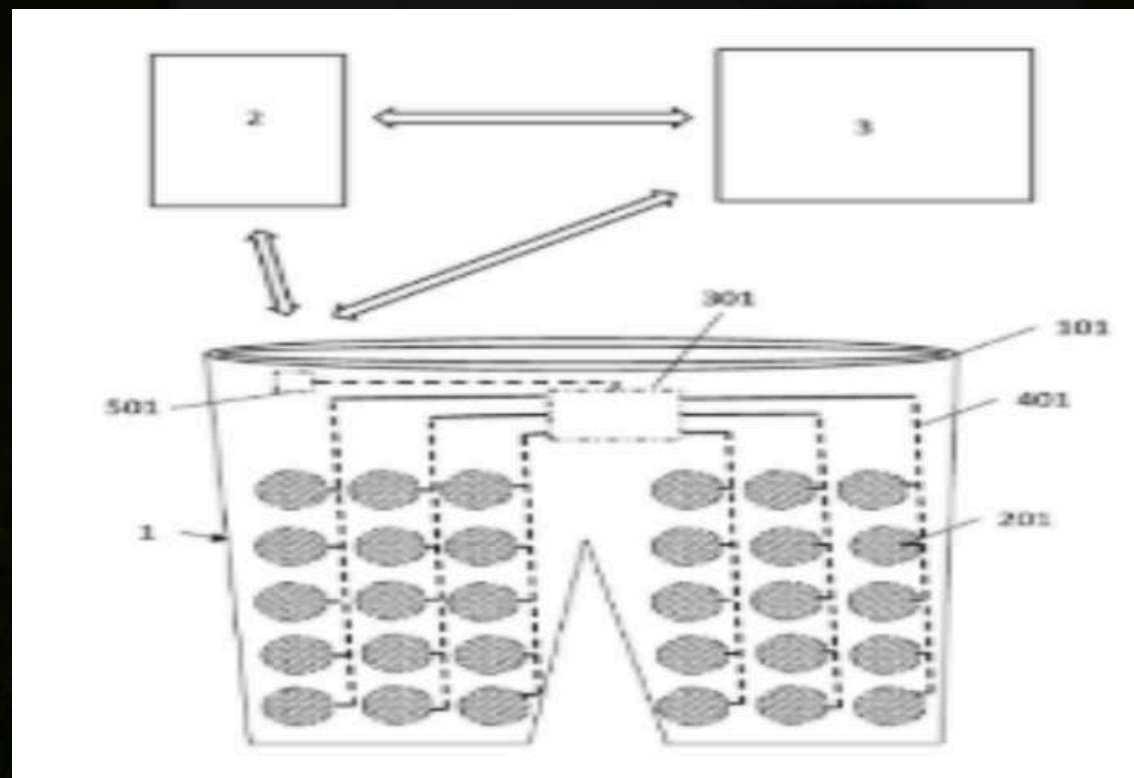


- Permite evaluar la fatigabilidad muscular de los atletas en el campo
- Usado por equipos profesionales de fútbol



Estado del arte

PATENTE: "System for the prevention of muscle injuries, in particular injuries to the posterior thigh muscles, and specifically to the biceps femoris" [11]

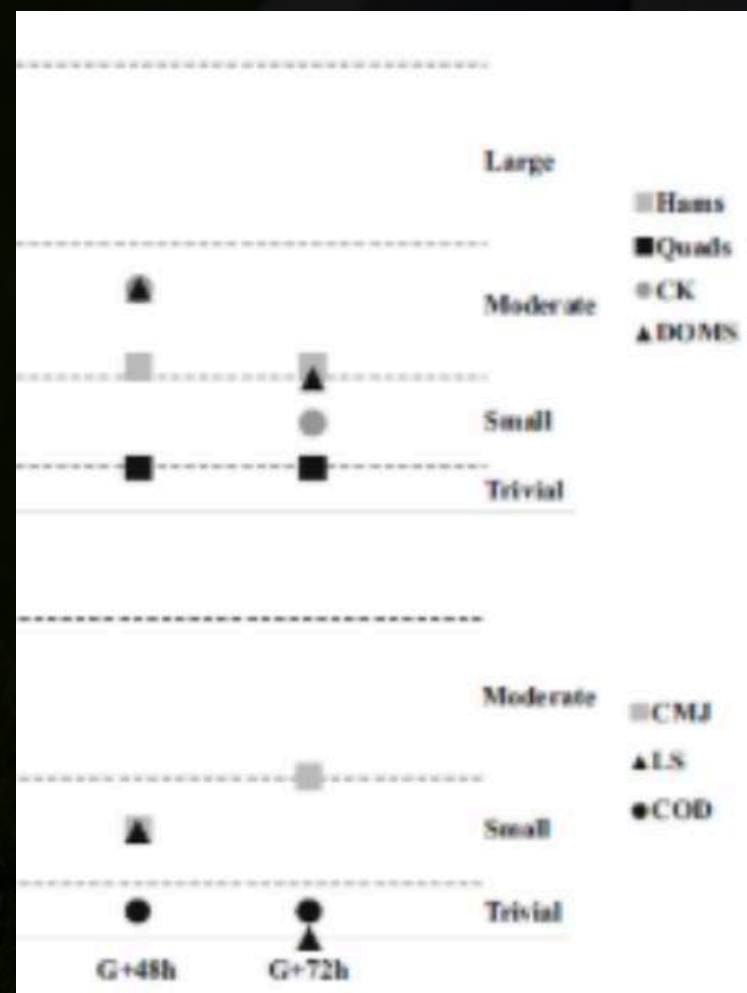


- Previene lesiones musculares en zona posterior del muslo mediante sensores electromiográficos adaptados al cuerpo



Estado del arte

TÉCNICO: “Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis” [12]



- Estudio que caracteriza cómo se desarrolla y recupera la fatiga en fútbol profesional
- Compara simulaciones de partido con competición real



EDA: Estructura general

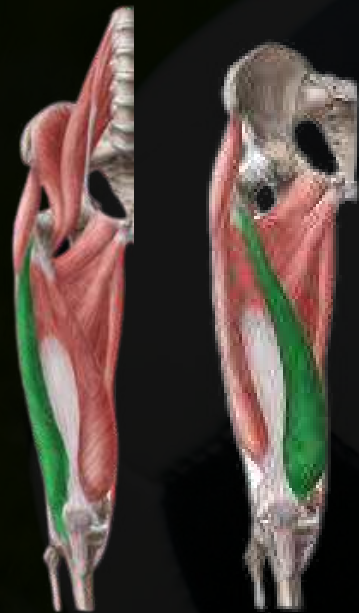
“Surface electromyographic signals collected during long-lasting ground walking of young able-bodied subjects” [13]

| Base de datos | Número de sujetos | Población objetivo | Número de señales registradas | Duración total de los registros | Tipo de registro |
|--|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Surface electromyographic signals collected during long-lasting ground walking of young able-bodied subjects | 31 | Adultos jóvenes entre 20 y 30 años | 31 | 60 segundos | sEMG multicanal |
| | Tareas / movimientos realizados | Formato de archivo | Frecuencia de muestreo | Resolución de adquisición | Repeticiones por sujeto |
| | Caminata | .dat y .hea | 2000 Hz | 12 bits | 1 |

Tabla 1. Datos descriptivos de la base de datos.



EDA: Relevancia



Vasto medio y vasto lateral son importantes para deporte estudiado



Obtención de señales con distintos niveles de esfuerzo



Muestra considerable



EDA: Análisis Estadístico

| | Canal | Mínimo | Máximo | Media | Desv. Est. | RMS |
|---|---------------|----------|----------|-------|------------|--------|
| 0 | semg LT TIB.A | -821.034 | 1011.521 | 2.137 | 47.414 | 47.462 |
| 1 | semg LT LAT.G | -520.513 | 477.500 | 2.118 | 37.919 | 37.978 |
| 2 | semg LT REC.F | -249.008 | 197.505 | 0.204 | 13.808 | 13.809 |
| 3 | semg LT HAM | -259.006 | 245.511 | 2.618 | 20.750 | 20.914 |
| 4 | semg LT LAT.V | -327.014 | 328.514 | 0.779 | 19.498 | 19.514 |

Tabla 3. Estadísticas de pierna Izquierda en microvoltios.



EDA: Análisis Estadístico

| | Canal | Mínimo | Máximo | Media | Desv. Est. | RMS |
|---|---------------|----------|----------|-------|------------|--------|
| 0 | semg RT TIB.A | -591.022 | 980.527 | 2.822 | 66.930 | 66.989 |
| 1 | semg RT LAT.G | -990.521 | 1012.031 | 1.541 | 50.584 | 50.608 |
| 2 | semg RT REC.F | -374.013 | 326.998 | 3.852 | 15.388 | 15.863 |
| 3 | semg RT HAM | -617.518 | 815.524 | 2.149 | 35.466 | 35.531 |
| 4 | semg RT LAT.V | -512.006 | 506.025 | 0.854 | 31.529 | 31.541 |

Tabla 2. Estadísticas de pierna derecha en microvoltios.



EDA: Gráficas

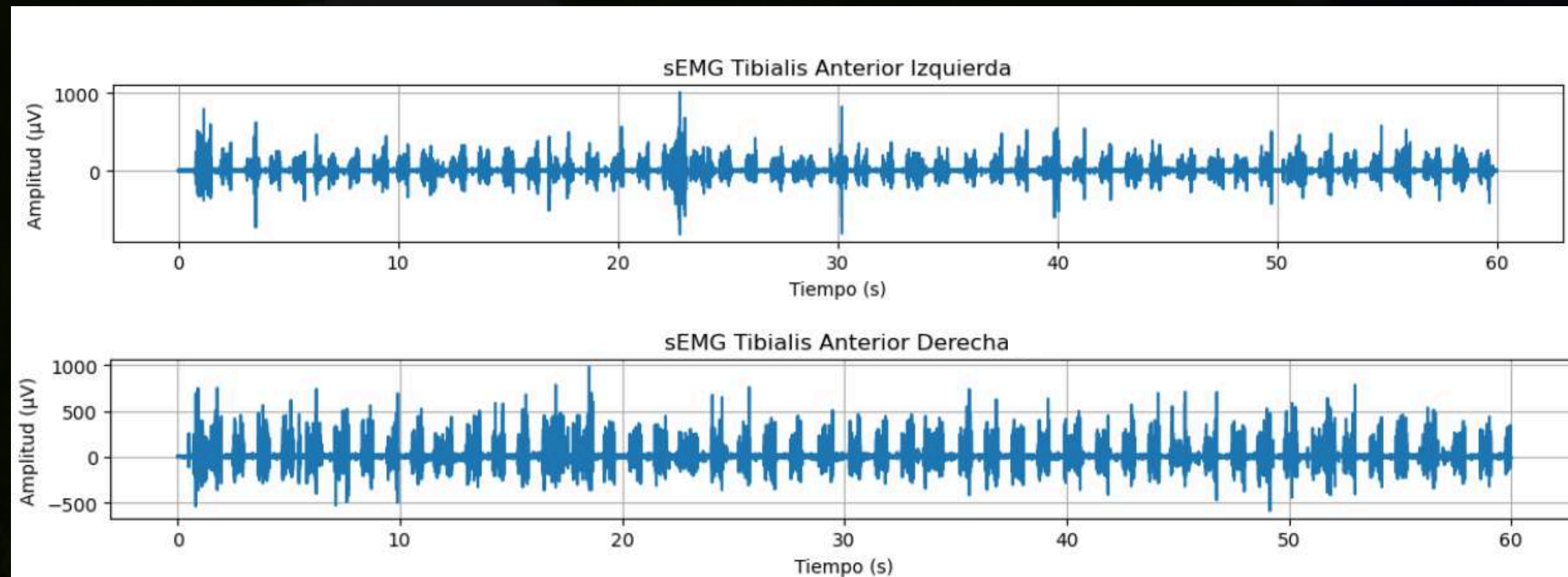


Figura 1. Gráficas de pierna izquierda y derecha del músculo tibial anterior.



EDA: Gráficas

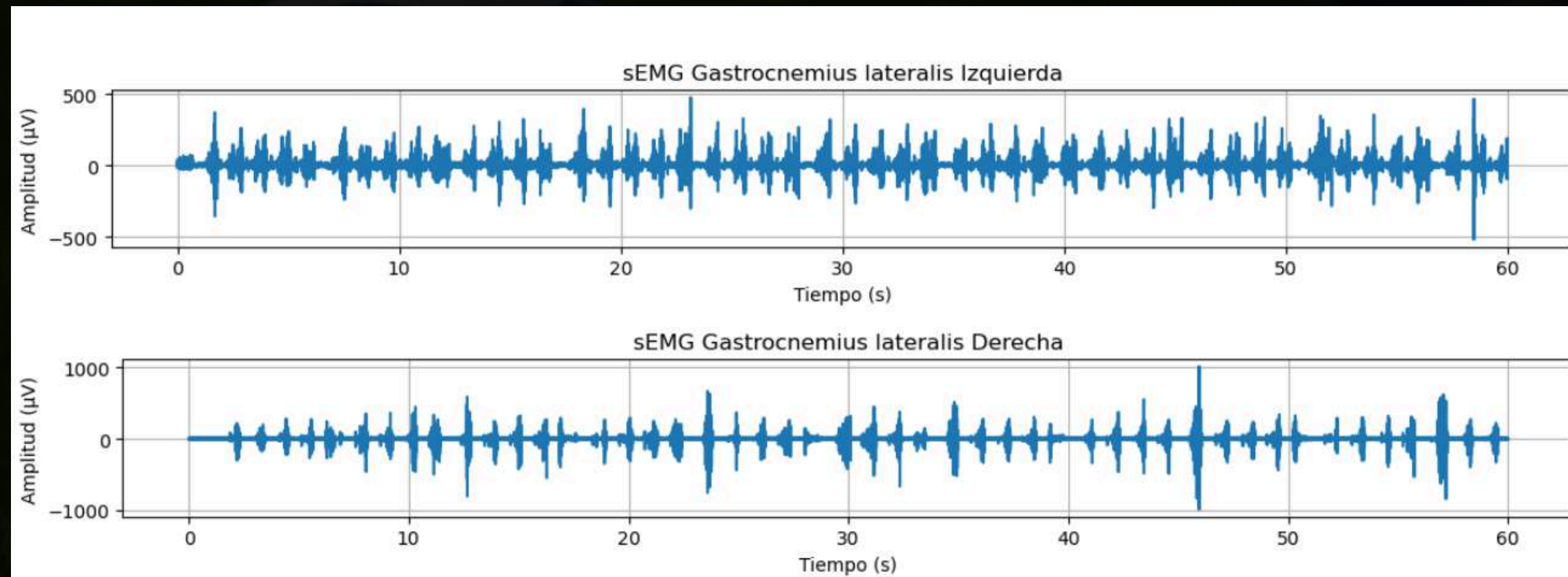


Figura 2. Gráficas de pierna izquierda y derecha del músculo gastrocnemio lateral.



EDA: Gráficas

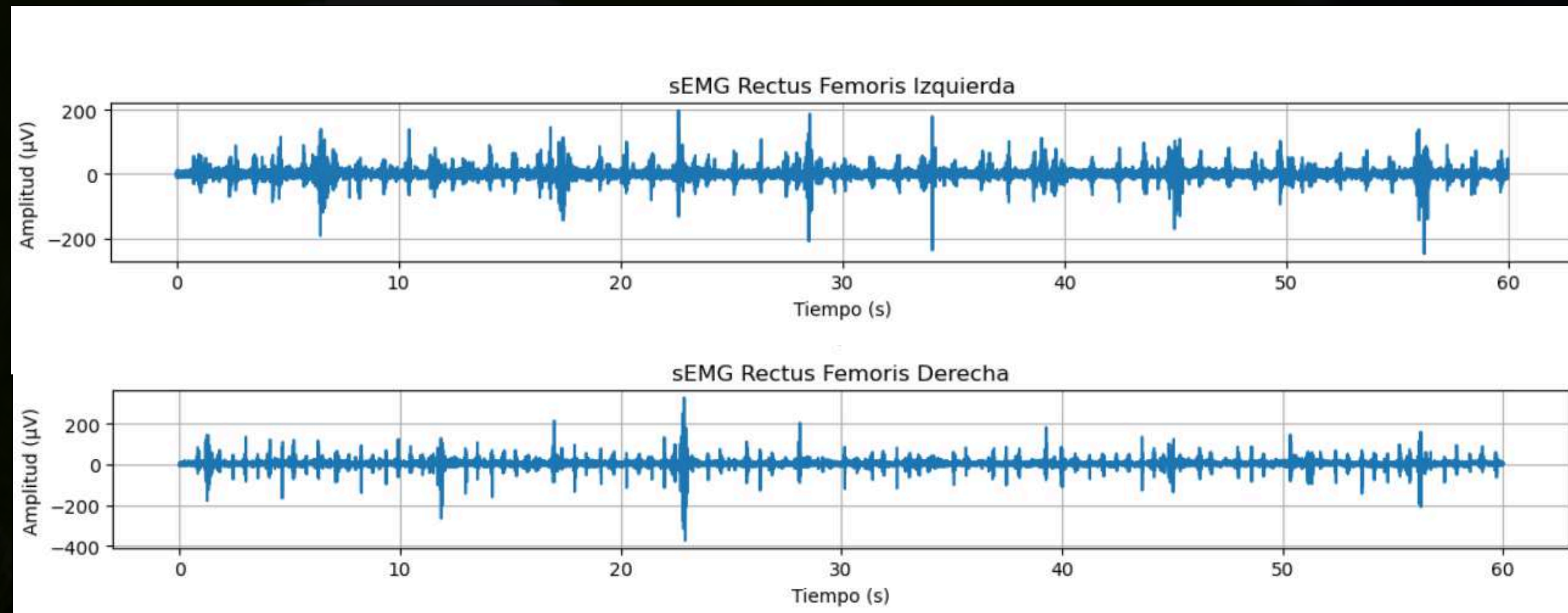


Figura 3. Gráficas de pierna izquierda y derecha del músculo recto femoral.



EDA: Gráficas

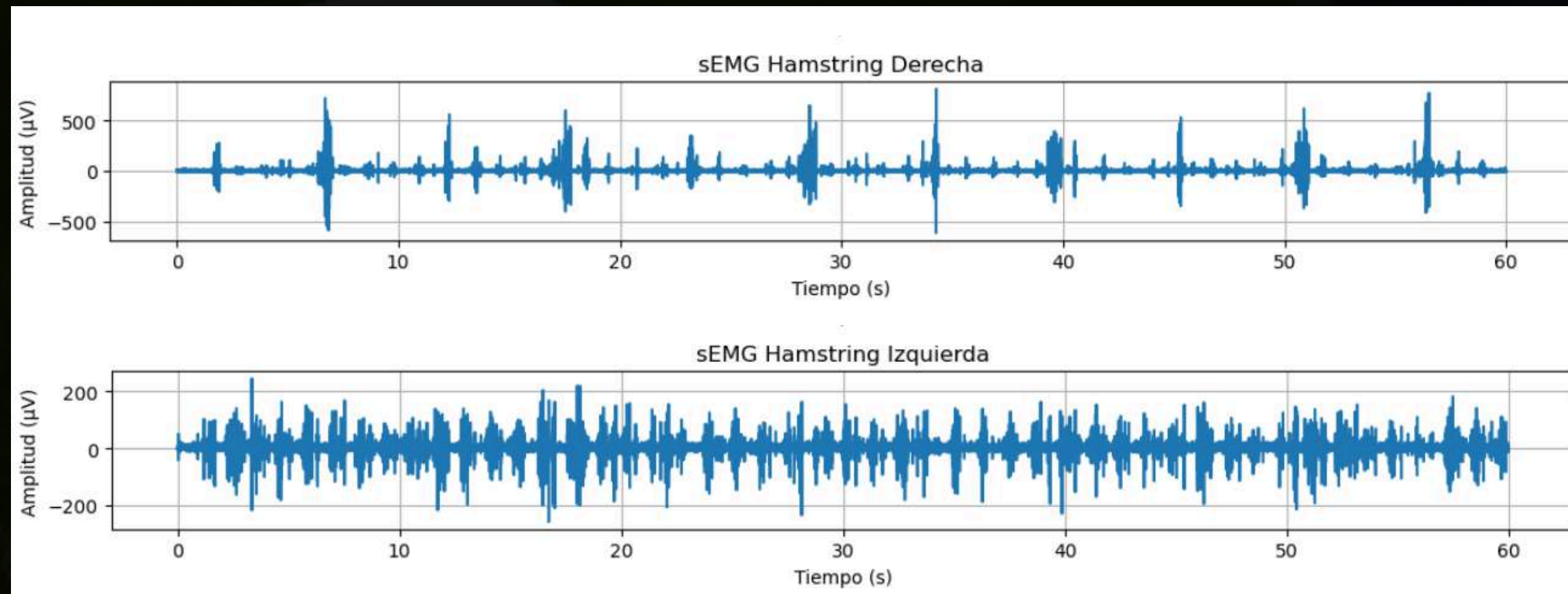


Figura 4. Gráficas de pierna izquierda y derecha de los músculos isquiotibiales.



EDA: Gráficas

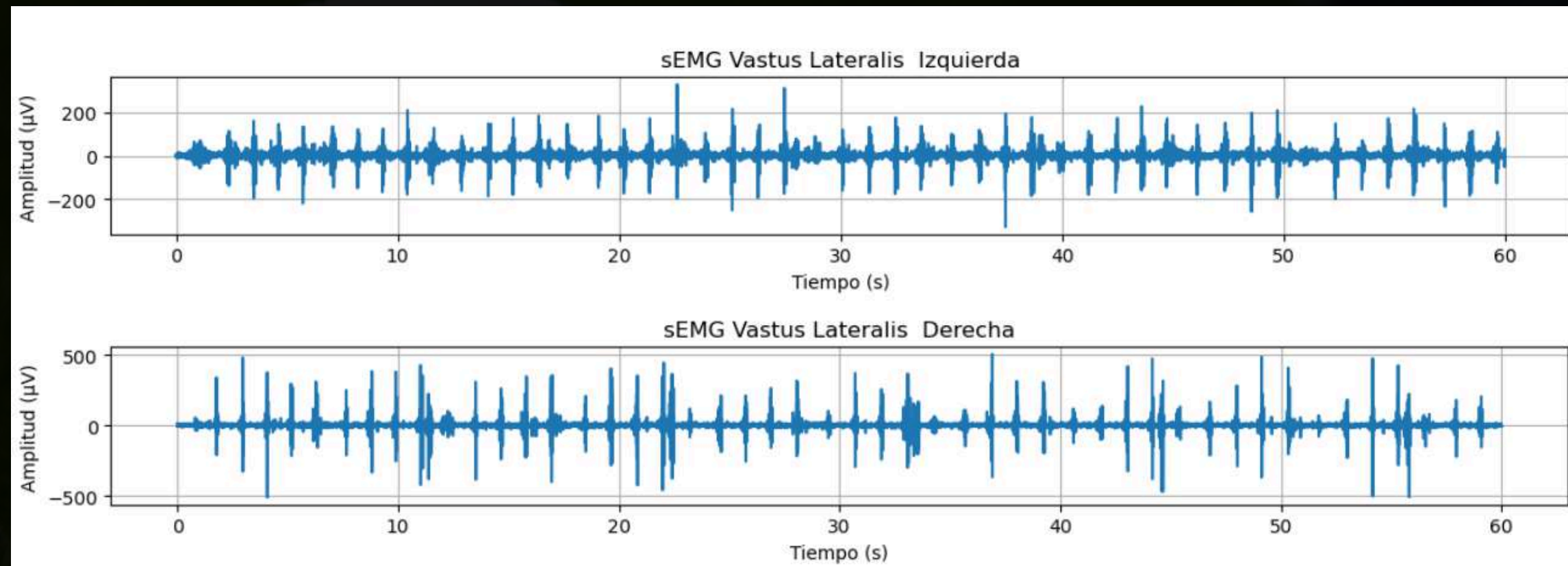


Figura 5. Gráficas de pierna izquierda y derecha del músculo vasto lateral.



Referencias

[1] C. M. Jones, P. C. Griffiths y S. D. Mellalieu, "Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies", *Sports Med.*, vol. 47, n.º 5, pp. 943–974, septiembre de 2016. Accedido el 20 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>

[2] M. J. Hamlin, D. Wilkes, C. A. Elliot, C. A. Lizamore y Y. Kathiravel, "Monitoring Training Loads and Perceived Stress in Young Elite University Athletes", *Frontiers Physiol.*, vol. 10, enero de 2019. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00034>

[3] S. L. Dalton, Z. Y. Kerr y T. P. Dompier, "Epidemiology of Hamstring Strains in 25 NCAA Sports in the 2009-2010 to 2013-2014 Academic Years", *Amer. J. Sports Medicine*, vol. 43, n.º 11, pp. 2671–2679, septiembre de 2015. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1177/0363546515599631>

[4] T. G. Eckard, Z. Y. Kerr, D. A. Padua, A. Djoko y T. P. Dompier, "Epidemiology of Quadriceps Strains in National Collegiate Athletic Association Athletes, 2009–2010 Through 2014–2015", *J. Athletic Training*, vol. 52, n.º 5, pp. 474–481, mayo de 2017. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.2.17>

[5] J. Ekstrand, M. Hägglund y M. Waldén, "Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer)", *Amer. J. Sports Medicine*, vol. 39, n.º 6, pp. 1226–1232, febrero de 2011. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>



Referencias

[6] A. R. Shata, A. R. Shata, D. F. Bogari y T. Y. Alhazzazi, "The Impact of Sports Injuries on the Academic Performance and Mental Health of High School Students in Jeddah", Cureus, noviembre de 2024. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.7759/cureus.73912>

[7] D. M. Wiese-Bjornstal, "Sport Injury and College Athlete Health across the Lifespan", J. Intercollegiate Sport, vol. 2, n.º 1, pp. 64-80, junio de 2009. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1123/jis.2.1.64>

[8] V. C. Atanacio Barboza, "Prevalencia de lesión de partes blandas en atletas de alto rendimiento de una federación deportiva peruana de la región Lima, periodo 2015 - 2017", Tesis de grado, Univ. Alas Peru., Lima, 2018. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UAPI_71519bbf4e194c442ac765c7b86624b3

[9] J. Mendez-Villanueva et al., "Neuromuscular fatigue in soccer," Medicine and Science in Sports and Exercise, vol. 53, no. 2, pp. 345-356, 2021. PMID: 33613321.

[10] Myocene, Myocene Device [En línea]. Disponible en: <https://www.myocene.com/us/>

[11] F. Boldi, "System for the prevention of hamstring injuries," IT Patent IT202200015234A1, 20 Jul. 2022.

[12] D. Buchheit y P. Laursen, "Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis," Sports Medicine, vol. 43, no. 5, pp. 313-338, 2013. doi: 10.1007/s40279-017-0798-8

[13] "Surface electromyographic signals collected during long-lasting ground walking of young able-bodied subjects". PhysioNet. Accedido el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible: <https://physionet.org/content/semg/1.0.1/>



**¡MUCHAS
GRACIAS!**

