UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Análisis del Rendimiento Físico de Futbolistas Universitarias Mediante Tecnología GPS: Un Enfoque Basado en la Posición de Juego.

Danny Erick Jesús Bastidas Delgado

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina
Departamento de Medicina Interna
Especialidad Medicina del Deporte
Bogotá, Colombia

2025

Análisis del Rendimiento Físico de Futbolistas Universitarias Mediante Tecnología GPS: Un Enfoque Basado en la Posición de Juego.

Danny Erick Jesús Bastidas Delgado

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Medicina del Deporte

Director (a):

Dr. Mauricio Serrato Roa

Especialista en Medicina Del Deporte

Línea de Investigación:

Rendimiento Humano en Deporte. **Sublínea**: Análisis de datos en el deporte

Grupo de Investigación:

MEDES (Escuela Nacional del Deporte)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Medicina Interna

Especialidad de medicina del deporte

2025

“ Un mundo que corre es un mundo feliz”

Eliud Kipchoge

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. ≪Reglamento sobre propiedad intelectual≫ y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).
Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

_____
Danny Erick Jesús Bastidas Delgado

Agradecimientos

Agradezco a mi formación en la universidad nacional de Colombia al departamento de medicina del deporte la integridad, la calidez y la gran formación de mis profesores(Dr. Mauricio Serrato, Dr. Camilo Povea, Dra. Andrea Ávila, entre otros profesores) que me compartieron su gran experiencia y formación académica. Agradezco a mis padres especialmente a mi abuela por su cariño incondicional, gracias a mis hijos que son el pilar de mi existencia.

Resumen

Título en español: Análisis del Rendimiento Físico de Futbolistas Universitarias Mediante Tecnología GPS: Un Enfoque Basado en la Posición de Juego.

Objetivo: Caracterizar, por posición de juego, las demandas externas de futbolistas universitarias y generar insumos aplicables para el entrenamiento y la prevención de lesiones.

Diseño, lugar y participantes: Estudio observacional retrospectivo con datos GPS (PlayerTek–Catapult) recolectados en los Juegos Nacionales Universitarios 2024 (Pereira). Se incluyeron jugadoras de la IU END con ≥30 min y registros íntegros.

Mediciones: Distancia total; sprints (≥17.5 km/h durante ≥2 s); aceleraciones (>3 $m \cdot s^{-2}$) y desaceleraciones (<−3 $m \cdot s^{-2}$); velocidad máxima; player load; work ratio; distancia por zonas Z1–Z5.

Resultados principales: Se confirmaron perfiles posicionales diferenciados. El Mediocentro registró la mayor distancia (3553 ± 468 m) y el work ratio más alto (33.0 ± 5.7; > Defensa central/lateral y Extremo, p≤0.046). Medio lateral y Extremo presentaron la mayor exposición a alta velocidad (Z4–Z5) y picos de intensidad: sprints 8.00 ± 3.27 y 6.73 ± 3.13; v. máx. 24.93 ± 1.49 y 25.06 ± 1.43 km/h, respectivamente; el ML mostró la desaceleración máxima más alta (6.89 ± 1.31 $m \cdot s^{-2}$) y mayor distancia sprint (237 ± 54.8 m; > DC, DCe y MC; p≤0.003). La Defensa lateral concentró la mayor densidad de cambios de ritmo (aceleraciones 68.95 ± 20.20; desaceleraciones 69.84 ± 19.86; player load 171.66 ± 16.28), mientras que la Defensa central exhibió el perfil más “económico” (player load 145 ± 18; 3119 ± 317 m). El Delantero centro mostró pocos sprints (3.00 ± 1.73), v. máx. moderada (22.11 ± 1.79 km/h) y work ratio elevado (32.5 ± 4.2).

Conclusiones: La periodización específica por posición, con control de exposición a HSR/VHSR, desaceleraciones de alta magnitud y trabajo excéntrico dirigido, puede optimizar el rendimiento y mitigar el riesgo de lesiones en el fútbol femenino universitario.

Palabras clave: GPS; fútbol femenino universitario; carga externa; HSR; VHSR; aceleraciones; desaceleraciones; prevención de lesiones.

Abstract

Título en inglés: Physical performance analysis of collegiate women's soccer using GPS technology: a positional approach

Objective: To characterize external match demands by playing position in collegiate women's soccer and provide actionable insights for training and injury prevention.

Design, setting, and participants: Retrospective observational study using GPS data (PlayerTek–Catapult) from the 2024 Colombian University Games (Pereira). Inclusion: IU END players with ≥30 min and complete records. Intervention: None.

Measurements: Total distance; sprints (≥17.5 km·h^{-1} for ≥2 s); accelerations (>3 m·s^{-2}) and decelerations (<−3 m·s^{-2}); peak speed; player load; work ratio; distance across speed zones (Z1–Z5).

Main results: Distinct positional profiles emerged. Central midfielders covered the greatest distance (3553 ± 468 m) and showed the highest work ratio (33.0 ± 5.7; > centre/full backs and wide forwards, p≤0.046). Wide midfielders and wingers had the greatest high-speed exposure (Z4–Z5) and intensity peaks: sprints 8.00 ± 3.27 and 6.73 ± 3.13; peak speed 24.93 ± 1.49 and 25.06 ± 1.43 km·h^{-1}; wide midfielders also displayed the highest maximal deceleration (6.89 ± 1.31 m·s^{-2}) and sprint distance (237 ± 54.8 m; > CB, CF, CM; p≤0.003). Full backs concentrated the highest change-of-pace density (accelerations 68.95 ± 20.20; decelerations 69.84 ± 19.86; player load 171.66 ± 16.28), whereas centre backs showed the most "economic" profile (player load 145 ± 18; 3119 ± 317 m). Centre forwards performed fewer sprints (3.00 ± 1.73), reached moderate peak speed (22.11 ± 1.79 km·h^{-1}) and exhibited a high work ratio (32.5 ± 4.2).

Conclusions: Position-specific periodization—controlling exposure to HSR/VHSR and high-magnitude decelerations, and emphasizing targeted eccentric strength—may optimize performance and reduce injury risk in collegiate women's soccer.

Keywords: GPS; collegiate women's soccer; external load; HSR; VHSR; accelerations; decelerations; injury prevention.

Contenido

Pág.

Resumen ..... **IX**

Lista de tablas ..... **XV**

Lista de Símbolos y abreviaturas ..... **XVII**

Introducción **1**

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **7**

2. JUSTIFICACIÓN **11**
2.1 Beneficios específicos 12

3. ESTADO DEL ARTE **15**
3.1 Uso de la Tecnología GPS en el Fútbol: Aplicaciones, Potencial y Limitaciones 15
3.2 Uso del GPS para Análisis de Posiciones y Demandas Tácticas en el Fútbol .. 16

4. OBJETIVOS **19**
4.1 Objetivo general 19
4.2 Objetivos específicos 19

5. METODOLOGÍA **20**
5.1 Tipo de estudio 20
5.2 Área de estudio 21
5.3 Población 21
5.4 Muestra 21
5.4.1 Criterios de inclusión 21
5.4.2 Criterios de exclusión 21
5.5 Variables 22
5.6 Recolección de la información 23
5.6.1 Contactos Institucionales y Obtención de Permisos 24
5.6.2 Acceso y Manejo de la Base de Datos 24
5.7 Plan de análisis estadístico 25
5.8 Consideraciones Éticas 26
5.8.1 Proceso de revisión y aval institucional 26
5.8.2 Proteccion de datos y confidencialidad 27
5.8.3 Consentimiento informado y uso secundario de datos 27

6. Resultados **29**

6.1 Edad, peso y talla de las participantes 29
6.2 Variables de rendimiento físico 30
6.3 Distancia recorrida por zonas de velocidad 39
6.4 Aceleraciones por zonas de velocidad de aceleración 42
6.5 Desaceleraciones por zonas de velocidad de desaceleración 45

7. Discusión 48
7.1 Defensa Central 49
7.2 Defensa Lateral 49
7.3 Mediocentro 50
7.4 Medio lateral 51
7.5 Delantero Centro 53
7.6 Extremo 54

8. Conclusiones y recomendaciones 55
8.1 Conclusiones 55
8.1.1 Perfiles posicionales diferenciados y accionables 55
8.1.2 Implicaciones directas para la prevención de lesiones 55
8.1.3 Criterios de control de carga con utilidad clínica 56
8.1.4 Estrategia de microciclo y “zonificación” del riesgo 56
8.1.5 Criterios de return-to-play (RTP) guiados por datos 56
8.1.6 Visión integradora desde medicina del deporte 57
8.2 Recomendaciones 57

Bibliografía 59

Lista de tablas

Tabla 5-1: Variables del estudio: definición, tipo y escala de medición 22
Tabla 6-2. Edad de las participantes distribuidas por posición en el campo. 29
Tabla 6-3. Peso de las participantes distribuidas por posición en el campo. 30
Tabla 6-4. Talla de las participantes distribuidas por posición en el campo. 30
Tabla 6-5. Cantidad de esprints realizados por las jugadoras según su posición en el campo..... 31
Tabla 6-6. Cantidad de aceleraciones registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 32
Tabla 6-7. Cantidad de desaceleraciones registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 33
Tabla 6-8. Player Load (UA) registrado por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo..... 34
Tabla 6-9. Distancia recorrida (m) por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo..... 34
Tabla 6-10. Velocidad máxima (km/h) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 35
Tabla 6-11. Aceleración máxima (m/s^2) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 36
Tabla 6-12. Desaceleración máxima (m/s^2) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 37
Tabla 6-13. Tasa de trabajo (%) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo..... 38
Tabla 6-14. Distancia esprint en metros (m) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 39
Tabla 6-15. Distancia en metros (m) en zona 1 de velocidad (0 a 5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 40
Tabla 6-16. Distancia en metros (m) en zona 2 de velocidad (5 a 12,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 40
Tabla 6-17. Distancia en metros (m) en zona 3 de velocidad (12,5 a 17,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo..... 41
Tabla 6-18. Distancia en metros (m) en zona 4 de velocidad (17,5 a 22,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 41
Tabla 6-19. Distancia en metros (m) en zona 5 de velocidad (mayor a 22,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 42

Tabla 6-20. Cantidad de aceleraciones en zona 1 de velocidad de aceleración (de 1 a 2 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 43
Tabla 6-21. Cantidad de aceleraciones en zona 2 de velocidad de aceleración (de 2 a 3 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 43
Tabla 6-22. Cantidad de aceleraciones en zona 3 de velocidad de aceleración (de 3 a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 44
Tabla 6-23. Cantidad de aceleraciones en zona 4 de velocidad de aceleración (mayor a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 44
Tabla 6-24. Cantidad de desaceleraciones en zona 1 de velocidad de desaceleración (de 1 a 2 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 45
Tabla 6-25. Cantidad de desaceleraciones en zona 2 de velocidad de desaceleración (de 2 a 3 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 45
Tabla 6-26. Cantidad de desaceleraciones en zona 3 de velocidad de desaceleración (de 3 a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 46
Tabla 6-27. Cantidad de desaceleraciones en zona 4 de velocidad de desaceleración (mayor a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo. 46

Lista de Símbolos y abreviaturas

Cada tabla está ordenada alfabéticamente por la primera letra del símbolo/abreviatura.

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
n	Conteo	1	Número de repeticiones (p. ej., *sprints*, aceleraciones, desaceleraciones).
Z_i	Zona de velocidad *i*	M	Distancia en la zona *i* (i = 1…5): Z1 0–6, Z2 6–12, Z3 12–17.5, Z4 17.5–22.5, Z5 >22.5 km·h⁻¹.

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
α	Nivel de significancia	1	Probabilidad de error tipo I; en este estudio **α = 0.05**.

Subíndices

Subíndice	Término
i	Índice de zona (1…5) en **Z**_i.

Superíndices

Superíndice	Término
−2	Exponente en unidades por segundo cuadrado (p. ej., $m \cdot s^{-2}$).

Abreviaturas

Abreviatura	Término / Definición
ACWR	*Acute:Chronic Workload Ratio* (cociente carga aguda:crónica).
ANOVA	*Analysis of Variance* (análisis de varianza).
DC	Defensa central.
DCe	Delantero centro.
DE	Desviación estándar (valor “±”).
DL	Defensa lateral.
EXT	Extremo.
GPS	*Global Positioning System* (seguimiento por satélite para *player-tracking*).
HSR	*High-Speed Running*: en este manuscrito **HSR = Z4 + Z5** (≥ 17.5 km·h⁻¹).
IC	Intervalo de confianza (p. ej., IC 95 %).
IU END	Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.
MC	Mediocentro.
ML	Medio lateral.
UA	Unidades arbitrarias.
VHSR	*Very-High-Speed Running*: en este manuscrito **VHSR = Z5** (> 22.5 km·h⁻¹).

Nota de coherencia: Los umbrales de velocidad y (des)aceleración obedecen a las definiciones operativas de este estudio (p. ej., *sprint* ≥ 17.5 km·h⁻¹ durante ≥ 2 s; ‖a‖ ≥ 3 m·s⁻²). Cuando se comparen estudios externos con umbrales distintos, se indicará explícitamente el mapeo (p. ej., HSR/VHSR).

Introducción

El fútbol femenino universitario en Colombia atraviesa un momento de expansión competitiva, pero persiste una brecha crítica de evidencia objetiva sobre sus demandas físicas reales. Este estudio surge precisamente para atender esa carencia: a partir de registros de tecnología tipo GPS, buscamos caracterizar y comparar, por posición de juego, las exigencias externas de futbolistas femeninas universitarias de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte (IU END), produciendo información accionable para el entrenamiento y la prevención de lesiones en nuestro contexto. En particular, el proyecto responde a la escasez de datos sistemáticos que limita la optimización del rendimiento, la reducción del riesgo lesional y la proyección de talento nacional, al tiempo que alinea la práctica local con estándares internacionales de monitoreo de carga (p. ej., uso del Acute:Chronic Workload Ratio) y con la evidencia que vincula la administración de la carga con el rendimiento y la salud (Buchheit, 2017; Gabbett, 2016; Malone et al., 2017). Sobre esta base, el objetivo general es describir y comparar métricas externas por posición de juego; los objetivos específicos comprenden caracterizar variables antropométricas y cuantificar indicadores como distancia total, esprints, aceleraciones, desaceleraciones y velocidades máxima y media, para luego contrastarlos con la literatura e identificar brechas de rendimiento.

Antecedentes teórico–prácticos y relevancia

La tecnología GPS ha transformado el monitoreo del rendimiento y la gestión de la carga en el fútbol profesional y semiprofesional, aportando métricas objetivas que permiten evaluar distancias, velocidades, aceleraciones y desaceleraciones, entre otras, con aplicaciones directas en la planificación, la prevención de lesiones y la optimización del desempeño (Hennessy & Jeffreys, 2018; Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013). La precisión de estas mediciones ha mejorado con la mayor frecuencia de muestreo (10 Hz), aunque no está exenta de limitaciones técnicas (p. ej., obstrucciones de señal, integración de acelerometría y giróscopia), que exigen una interpretación cuidadosa del dato (Johnston

et al., 2014; Varley, Jaspers, Helsen, & Malone, 2017; Hennessy & Jeffreys, 2018). A su vez, en fútbol femenino se subraya la necesidad de un enfoque diferenciado por mayor propensión a lesiones no traumáticas —en especial de rodilla— y por brechas históricas de acceso a tecnología y análisis, cuya reducción se alinea con iniciativas como FIFA Forward (FIFA, 2023–2024). En este panorama, instrumentar GPS en el ámbito universitario colombiano tiene potencial para optimizar microciclos, personalizar la carga y mitigar el riesgo de lesión, avanzando hacia estándares globales de equidad tecnológica y profesionalización.

A nivel internacional, los equipos de élite utilizan datos de esprints, (des)aceleraciones y distancias por zonas de velocidad para individualizar el entrenamiento y reducir lesiones (Buchheit, 2017; Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen, & Sheldon, 2013). En Colombia, sin embargo, la adopción estructurada de estas metodologías en el entorno universitario aún es limitada, lo que deja un vacío con implicaciones en la preparación física y táctica de jugadoras en etapa de proyección hacia selecciones nacionales (Morgans, Orme, Drust, & Morton, 2014; Malone et al., 2017). La falta de métricas confiables no solo dificulta la detección temprana de sobrecarga y fatiga, sino que compromete la identificación y el desarrollo de talento; la integración de sistemas como PlayerTek–Catapult puede ofrecer información crítica para gestionar la carga de manera individualizada y basada en evidencia (Pons et al., 2019).

Alcances y aplicación esperada

El presente trabajo pretende aportar un primer banco de datos de referencia para el fútbol femenino universitario colombiano, con impacto previsto en la toma de decisiones, el diseño de microciclos más seguros y eficientes y la formulación de políticas de desarrollo deportivo alineadas con estándares internacionales (FIFA Forward) (FIFA, 2023–2024). La producción de resultados comunicables (artículo científico y ponencias) se concibe como un paso para posicionar a Colombia en el uso avanzado de tecnologías deportivas en contextos formativos y competitivos.

Metodología empleada

Se desarrolla un estudio observacional retrospectivo a partir de la base de datos obtenida con dispositivos PlayerTek–Catapult durante los Juegos Nacionales Universitarios 2024 en Pereira. La muestra incluye jugadoras del equipo femenino de la IU END que disputaron al menos 30 min y cuentan con registros íntegros; tras anonimización, se efectúa análisis descriptivo y comparativo entre posiciones. Se verifican supuestos (normalidad: Shapiro–Wilk; homocedasticidad: Levene) y, según proceda, se aplican ANOVA o Kruskal–Wallis con pruebas post hoc (Tukey o Dunn), fijando $\alpha = 0{,}05$; los resultados se presentan en tablas comparativas. El uso de $\alpha = 0{,}05$ con intervalos de confianza al 95 % pretende ofrecer una interpretación robusta y transparente del patrón de diferencias entre posiciones (Shapiro & Wilk, 1965; Gastwirth, Gel, & Miao, 2009).

Las variables principales incluyen distancia total, número de eeesprints, aceleraciones, desaceleraciones y velocidad máxima. En este estudio, los eeesprints se definen como la cantidad de veces que la velocidad del atleta fue 17,5 km/h (zona 4 o más) o más durante al menos 2 segundos. Las aceleraciones se computan cuando superan 3 m/s² y las desaceleraciones cuando exceden −3 m/s² (magnitud), además de considerarse métricas de picos (aceleración y desaceleración máximas) y distancia recorrida en eesprint. Este marco operacional permite una evaluación estructurada del rendimiento por posición y sienta la base para estrategias de entrenamiento y prevención específicas (Varley et al., 2017; Sweeting, Cormack, Morgan, & Aughey, 2017).

Origen del problema y contribución al campo

El fútbol es el deporte de mayor participación en Colombia, más de 3 millones de practicantes y 291.229 atletas federados, pero la caracterización detallada de las demandas del fútbol femenino universitario ha sido escasa. Esta laguna limita la adaptación fina de cargas, la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento en un grupo estratégico para la proyección de selecciones nacionales. Sistematizar y contextualizar métricas de GPS en nuestro entorno —con énfasis posicional— contribuye a cerrar esa brecha, integrando la perspectiva de medicina del deporte sobre riesgo, fatiga y periodización con la realidad táctica y física del campeonato universitario (Buchheit, 2017; Cummins et al., 2013; Morgans et al., 2014). Adicionalmente, la implementación universitaria de tecnología GPS conecta con líneas de equidad y profesionalización

impulsadas globalmente (FIFA, 2023–2024), reforzando la pertinencia social y formativa del proyecto.

Alcances y limitaciones

Los alcances del estudio incluyen (i) la generación de perfiles físicos por posición de juego, (ii) la identificación de diferencias significativas entre posiciones con soporte estadístico, y (iii) la obtención de umbrales de carga de utilidad para planificar entrenamientos y estrategias de recuperación en fútbol femenino universitario. Entre las limitaciones, se reconocen: el diseño retrospectivo; la inclusión de un único equipo y un único evento competitivo (Juegos Nacionales Universitarios 2024), lo que puede restringir la generalización externa; los criterios de inclusión que exigen mínimo 30 min, con el consiguiente sesgo de selección hacia jugadoras con mayor tiempo efectivo; y las particularidades operativas de los umbrales y algoritmos de detección (p. ej., definición de eesprint, cortes de aceleración/desaceleración), que podrían diferir de otros trabajos y dificultar comparaciones directas (Varley et al., 2017; Johnston et al., 2014)). Pese a ello, el rigor en la verificación de supuestos, la presentación de intervalos de confianza y la transparencia en la visualización de resultados buscan fortalecer la validez interna del análisis.

Consideraciones éticas y de gestión de datos

El estudio se clasifica como de riesgo mínimo conforme a la Resolución 8430/1993 del Ministerio de Salud de Colombia, al analizar datos retrospectivos sin intervenciones físicas sobre las participantes. Se implementan medidas de protección de datos (anonimización, acceso restringido) en cumplimiento de buenas prácticas institucionales y estándares internacionales de manejo de información sensible en investigación deportiva.

Significado para el avance del campo y su aplicación

Desde la perspectiva de la medicina del deporte, disponer de perfiles posicionales y umbrales de carga específicos de nuestro entorno permite mejorar la prescripción de entrenamiento, ajustar el balance agudo = crónico, y, en última instancia, disminuir la incidencia de lesiones no traumáticas mediante el control de exposiciones de alto riesgo

(p. ej., densidad de desaceleraciones de alta magnitud, picos de velocidad y repeticiones de esprint) (Gabbett, 2016; Malone et al., 2017). En términos prácticos, los hallazgos se traducen en periodizaciones más precisas por rol posicional, decisiones de sustitución y rotación basadas en carga, y diseño de tareas específicas (p. ej., tolerancia a frenados y re-aceleraciones en laterales/extremos; manejo del volumen continuo en mediocentros), con potencial de impacto competitivo, formativo y social a corto plazo.

En suma, este trabajo aporta una cartografía inicial —válida y contextualizada— de las demandas externas por posición de juego en futbolistas universitarias colombianas, habilitando un puente entre la evidencia global sobre carga y prevención y la realidad operativa del deporte universitario nacional. Con ello, contribuye a profesionalizar el monitoreo, a informar la práctica clínica y a orientar la política de desarrollo del fútbol femenino en el país.

1.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante gran parte de la historia, la participación de las mujeres en el deporte ha sido considerablemente menor que la de los hombres, debido a barreras sociales, culturales y estructurales. Por ejemplo, en los Juegos Olímpicos de París 1900, solo el 2.2% de los atletas eran mujeres, mientras que para los Juegos Olímpicos 2024 la cifra alcanzó el 50% (Elliott-Sale et al., 2021). Este avance refleja un cierre progresivo de la brecha de género en la práctica deportiva, impulsado por políticas de igualdad, mayor visibilidad mediática y el desarrollo de ligas y competencias femeninas a nivel mundial.

A pesar de estos avances, persisten diferencias notables en la participación deportiva. Factores como la percepción de barreras, la falta de referentes femeninos, y la menor inversión en el deporte femenino siguen limitando la igualdad plena. Por ejemplo, incluso entre estudiantes universitarios de ciencias del deporte, las mujeres reportan más barreras para la práctica física y peor salud mental asociada a estas barreras en comparación con los hombres (Martínez-Sánchez et al., 2024).

En paralelo al aumento de la participación femenina en el deporte, también se ha observado una brecha significativa en la representación de las mujeres como sujetos de estudio en investigaciones sobre salud y deporte. Un análisis de más de 5,000 publicaciones entre 2014 y 2020 mostró que solo el 34% de los participantes eran mujeres, mientras que el 66% eran hombres (Cowley et al., 2021). Además, solo el 6% de los estudios incluyeron exclusivamente mujeres, frente al 31% que incluyeron solo hombres (Cowley et al., 2021). Aunque la proporción de mujeres participantes ha aumentado en la última década (de 39% a 44%), la brecha persiste (Costello et al., 2014; Ose et al., 2025).

El fútbol posee una relevancia sociocultural y un volumen de práctica extraordinarios en Colombia y en el mundo; sin embargo, en el ámbito universitario femenino colombiano persiste una escasez de evidencia específica y sistemática sobre sus demandas físicas,

lo que limita la adaptación fina del entrenamiento, la prevención de lesiones y la proyección del talento hacia el alto rendimiento. Este vacío contrasta con la expansión global del fútbol femenino documentada por FIFA—por ejemplo, el aumento de 24% en mujeres y niñas que juegan fútbol organizado desde 2019 (≈16.6 millones), y la consolidación de 55,622 clubes femeninos en 2023—hitos que subrayan la urgencia de contar con métricas locales comparables (FIFA & WTO, 2024; FIFA, 2023a).

La IU END no es ajena a esta problemática, la actual falta de un análisis sistemático del rendimiento físico por posición de juego en las jugadoras universitarias colombianas de la selección de estudiantes de fútbol femenino representa un desafío significativo para la ciencia del deporte, el entrenamiento y la práctica médica. Esta carencia resulta especialmente preocupante dada la existencia de diferencias bien establecidas en las demandas físicas según la posición, tal como se ha demostrado en contextos internacionales y semiprofesionales (Abselam et al., 2024; Datson et al., 2017; Harkness-Armstrong et al., 2022; Winther et al., 2021; Hernandez-Martinez et al., 2024; Domingues et al., 2024).

Sin datos específicos obtenidos mediante GPS, entrenadores y personal médico se ven obligados a recurrir a protocolos de entrenamiento y rehabilitación genéricos. Este enfoque no toma en cuenta los perfiles físicos únicos ni los riesgos de lesión específicos de cada posición. Por ejemplo, estudios muestran que las delanteras y las mediocampistas laterales enfrentan consistentemente las mayores exigencias físicas, incluyendo mayor distancia total recorrida, potencia metabólica y carreras a alta velocidad, mientras que defensoras y mediocampistas centrales presentan perfiles de actividad diferentes (Abselam et al., 2024; Datson et al., 2017; Winther et al., 2021; Hernandez-Martinez et al., 2024; Domingues et al., 2024). En uno de estos estudios, las mediocampistas recorrieron hasta 10,985 metros por partido, mientras que las defensoras centrales solo 9,489 metros, una diferencia superior al 15% (Datson et al., 2017). Además, las delanteras y las mediocampistas laterales realizaron hasta un 30% más de acciones de alta intensidad que otras posiciones (Abselam et al., 2024; Datson et al., 2017; Winther et al., 2021).

Esta falta de datos granulares tiene consecuencias directas para la práctica médica. Los protocolos de rehabilitación que no reflejan las demandas específicas de cada posición pueden dejar a las jugadoras insuficientemente preparadas para volver a competir,

aumentando el riesgo de recaídas. Por ejemplo, si la rehabilitación de una mediocampista no iguala el 10–20% de mayor exigencia en carreras y acciones de alta intensidad típicas de su rol, el riesgo de lesiones musculares o por sobrecarga incrementa notablemente (Abselam et al., 2024; Datson et al., 2017; Hernandez-Martinez et al., 2024; Domingues et al., 2024).

La prevención de lesiones también se ve comprometida. Los datos de GPS pueden evidenciar que ciertas posiciones están expuestas a más acciones de alta intensidad, lo que se asocia con mayor riesgo de lesiones musculares y por sobreuso. Sin esta información, los programas preventivos pueden pasar por alto las necesidades específicas de las jugadoras en mayor riesgo, lo que se traduce en mayores tasas de lesión y tiempo perdido de juego (Abselam et al., 2024; Datson et al., 2017; Winther et al., 2021; Hernandez-Martinez et al., 2024; Domingues et al., 2024).

Además, la ausencia de análisis mediante GPS limita la capacidad de monitorear cambios en el rendimiento físico a lo largo del tiempo, como la acumulación de fatiga o la recuperación tras una lesión. Diversos estudios han mostrado que el rendimiento físico puede disminuir hasta en un 15% en la segunda mitad de los partidos, lo que implica riesgos importantes para la salud y el rendimiento (Strauss et al., 2019; Datson et al., 2017; Domingues et al., 2024). Sin estos datos, el personal médico no puede tomar decisiones informadas sobre la preparación de las jugadoras ni sobre la gestión de cargas de trabajo.

En resumen, no analizar el rendimiento físico de las jugadoras universitarias colombianas de fútbol por posición utilizando tecnología GPS genera una importante zona ciega tanto en el entrenamiento como en la práctica médica. Esta omisión conduce a estrategias de rehabilitación y prevención de lesiones más genéricas y menos eficaces, lo que incrementa el riesgo de lesiones y disminuye el rendimiento general del equipo. Por estas razones, la pregunta de investigación de este estudio es: ¿Cuál fue el rendimiento físico de la selección de futbol femenino de estudiantes de la IU END según la posición de juego durante los juegos nacionales universitarios de Colombia 2024?

2.JUSTIFICACIÓN

La adopción de tecnología GPS (player-tracking) en el fútbol ha pasado de ser un recurso de élite a convertirse en un estándar metodológico para cuantificar cargas externas (distancias por zonas de velocidad, sprints, aceleraciones y desaceleraciones) y apoyar decisiones de entrenamiento, retorno al juego y prevención de lesiones. La literatura especializada destaca que el valor del GPS aumenta cuando se comprende su potencial y limitaciones técnicas (frecuencia de muestreo, filtros y entorno de señal) y se integra con indicadores internos (RPE, bienestar) y antecedentes clínicos para disminuir el riesgo y optimizar el rendimiento (Buchheit, 2017; Varley, Aughey, & Buchheit, 2017; Bourdon et al., 2017). En este marco, existe una brecha de datos locales en el fútbol femenino universitario colombiano—especialmente con enfoque posicional—que justifica la realización del presente estudio.

En términos de validez y aplicabilidad, la evidencia muestra acuerdo aceptable entre GPS y sistemas ópticos multicámara en partidos oficiales para variables clave (distancia, velocidades, exposiciones a alta intensidad), lo que respalda el uso del GPS en contextos competitivos reales como los Juegos Nacionales Universitarios Colombianos (Pons et al., 2019). A su vez, la variabilidad match-to-match documentada en el fútbol femenino de élite exige un monitoreo continuo del fútbol universitario para individualizar la preparación y contextualizar el desempeño, evitando decisiones basadas en promedios que ocultan demandas pico (Trewin, Meylan, Varley, & Cronin, 2018). Nuestro protocolo explicita umbrales de velocidad y criterios de (des)aceleración, lo que favorece la reproducibilidad y la trazabilidad de los análisis.

La justificación clínica y preventiva es particularmente sólida en mujeres. Revisiones y metaanálisis reportan una mayor carga de lesiones (incluido LCA) en el fútbol femenino, y documentan la eficacia de estrategias preventivas (p. ej., FIFA 11+) cuando la exposición

a demandas de alto riesgo como desaceleraciones de gran magnitud y sprints repetidos—se gestiona con datos (Horan et al., 2023; Chia et al., 2022). Generar perfiles posicionales de carrera a alta velocidad (HSR, *High-Speed Running*; en este manuscrito: Z4+Z5 = 17.5–22.5 y >22.5 km/h) y de carrera a muy alta velocidad (VHSR, *Very-High-Speed Running*; en este manuscrito: Z5 = >22.5 km/h), densidad de (des)aceleraciones y picos de velocidad en nuestro entorno permitirá pasar de la descripción a la prescripción preventiva, estableciendo umbrales individualizados, ventanas de progresión segura y criterios de flagging para medicina del deporte y fisioterapia.

La pertinencia institucional y estratégica también es clara. A nivel global, FIFA ha impulsado el crecimiento del fútbol femenino y promueve el uso de tecnología y metodologías basadas en evidencia—vía FIFA Forward y programas de desarrollo—mientras que Colombia ha hospedado eventos de alto impacto reciente (FIFA, 2023a, 2023b, 2024a, 2024b). Este contexto ofrece una ventana de oportunidad para que la IU END lidere la profesionalización del monitoreo en el sistema universitario, alineando docencia, clínica e investigación con estándares internacionales.

2.1 Beneficios específicos

- Creación de un repositorio longitudinal de referencia por posición (percentiles estacionales, “mejor marca personal” por jugadora), útil para cursos de Evaluación del Rendimiento, Preparación Física, Fisiología del Ejercicio y proyectos de grado.
- Creación de tableros operativos para estratificación de riesgo (densidad de desaceleraciones altas, volumen de HSR/VHSR, sprints) y retorno al juego (comparación con líneas base individuales y ventanas aguda:crónica), mejorando la toma de decisiones del equipo médico y de preparación física (Bourdon et al., 2017).
- Creación de un paquete estandarizado de monitoreo GPS para equipos universitarios y ligas regionales, con informes comparables y recomendaciones por posición, fortaleciendo convenios con federaciones/ligas y acceso a convocatorias competitivas.

- Creación de protocolos de captura y control de calidad alineados con consensos internacionales y buenas prácticas de reporte, elevando la credibilidad científica y la visibilidad académica de la END (Varley et al., 2017; Bourdon et al., 2017).

Finalmente, el estudio es oportuno y necesario porque integra: (a) la validez técnica del GPS para métricas determinantes del juego; (b) la necesidad epidemiológica de gestionar exposiciones críticas en mujeres; (c) la variabilidad contextual de las demandas posicionales en competencia universitaria; y (d) la oportunidad institucional para posicionar a la END como nodo técnico de referencia. Con datos propios y comparables, la END podrá optimizar el rendimiento, reducir el riesgo lesional y apoyar el desarrollo de talento, contribuyendo al ecosistema del fútbol femenino colombiano con evidencia objetiva y transferible.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 Uso de la Tecnología GPS en el Fútbol: Aplicaciones, Potencial y Limitaciones

El uso de la tecnología de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ha revolucionado el monitoreo del rendimiento y la carga de trabajo en el fútbol, siendo adoptado a nivel profesional, semiprofesional e incluso amateur para gestionar la fatiga, prevenir lesiones y optimizar el rendimiento del jugador (Hennessy & Jeffreys, 2017). Esta tecnología, originada en aplicaciones militares de la década de 1970, ha evolucionado para ofrecer métricas precisas que permiten cuantificar la carga externa durante los entrenamientos y la competición, proporcionando información detallada sobre distancias recorridas, velocidades alcanzadas, aceleraciones, desaceleraciones, y cambios de dirección (Cummins et al., 2013).

El GPS ofrece métricas objetivas que permiten evaluar de manera continua y precisa el perfil físico del jugador. Estas métricas incluyen:

- Distancia total recorrida: Evalúa la distancia total cubierta por un jugador durante una sesión o partido.
- Velocidad máxima y promedio: Identifica los picos de velocidad alcanzados durante esfuerzos máximos.
- Aceleraciones y desaceleraciones: Calculadas utilizando cambios en la velocidad del jugador a lo largo del tiempo.
- Índice de esfuerzo: Una medida compuesta que evalúa la intensidad de la carga a través del tiempo de juego (Hennessy & Jeffreys, 2017).

Estas métricas permiten un análisis detallado de la carga de trabajo aguda y crónica, lo que facilita la identificación de patrones de fatiga, sobreentrenamiento y riesgo de lesiones

(Gabbett & Ullah, 2012). Sin embargo, los autores destacan que, aunque el uso de GPS ha facilitado la evaluación de las demandas físicas del juego, es necesario comprender sus limitaciones para interpretar adecuadamente los datos.

A pesar de sus ventajas, la precisión del GPS puede verse afectada por diversos factores, incluyendo:

- Frecuencia de muestreo: Los primeros dispositivos de GPS operaban a 1 Hz, lo que limitaba su precisión en la detección de movimientos rápidos y cambios de dirección. Los dispositivos modernos operan a 10 Hz, mejorando significativamente la confiabilidad de las mediciones (Varley et al., 2017).
- Errores de señal y obstrucciones: La señal GPS puede ser afectada por edificios altos o condiciones atmosféricas adversas, lo que puede introducir errores en la ubicación y velocidad del jugador (Varley et al., 2017).
- Problemas de integración de métricas: El análisis de métricas complejas, como la carga metabólica o el impacto dinámico, requiere una integración adecuada de datos provenientes de acelerómetros y giroscopios incorporados en los dispositivos GPS (Hennessy & Jeffreys, 2017).

El reconocimiento de estas limitaciones es esencial para interpretar correctamente los datos recopilados y evitar la toma de decisiones incorrectas que podrían afectar la planificación del entrenamiento o la prevención de lesiones.

3.2 Uso del GPS para Análisis de Posiciones y Demandas Tácticas en el Fútbol

El uso de GPS ha permitido una mejor comprensión de las demandas físicas específicas según la posición del jugador en el campo, proporcionando información crucial para la planificación de entrenamientos específicos para cada perfil posicional. Estudios recientes han demostrado que las exigencias físicas de los jugadores varían según su ubicación y rol táctico dentro del equipo, lo que justifica un enfoque individualizado del monitoreo de carga (Torreno et al., 2016; Hennessy & Jeffreys, 2017).

El análisis posicional mediante GPS ha revelado que las distancias recorridas, las velocidades alcanzadas y las acciones de alta intensidad varían significativamente entre las posiciones. Por ejemplo:

- Defensas centrales: Cubren menos distancia total, pero realizan más desaceleraciones de alta intensidad debido a su función defensiva.
- Laterales y mediocampistas: Tienden a cubrir mayores distancias y alcanzan mayores velocidades debido a su participación tanto en tareas ofensivas como defensivas.
- Delanteros: Realizan más esfuerzos explosivos y esprints de alta intensidad para generar oportunidades de gol (Tierney et al., 2016).

La integración de datos GPS en el análisis táctico también ha demostrado cómo diferentes formaciones tácticas influyen en la carga de trabajo de los jugadores. Un estudio realizado por Tierney et al. (2016) analizó cinco formaciones tácticas comunes en equipos sub-18 y sub-21 durante una temporada completa, y encontró que una formación 3-5-2 generó mayores distancias recorridas, mayores demandas metabólicas y más aceleraciones/deceleraciones que otras formaciones. Los jugadores en esta formación registraron un promedio de 10.528 ± 565 m de distancia total y 642 ± 215 m de alta velocidad por partido (Hennessy & Jeffreys, 2017).

El estudio de Tierney et al. (2016) demostró que todas las posiciones dentro de una formación 3-5-2 experimentaron mayores cargas físicas en comparación con otras formaciones, debido a la necesidad de cubrir mayores distancias y realizar esfuerzos intensos para mantener la estructura táctica. Esta evidencia respalda la necesidad de personalizar los entrenamientos para optimizar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones en función de la posición y la formación táctica adoptada.

El análisis de datos GPS también permite integrar factores tácticos y técnicos para obtener una visión más completa del rendimiento del equipo. Di Salvo et al. (2009) señalaron que, si bien las métricas físicas son importantes, el éxito del equipo depende en gran medida de la eficacia técnica y táctica de los jugadores. Por ello, la integración de datos GPS con

análisis de video y otros sistemas de monitoreo permite una evaluación más completa y objetiva del rendimiento individual y colectivo.

El perfilado posicional utilizando datos GPS ha permitido una personalización más efectiva de los entrenamientos, asegurando que cada jugador reciba una carga de trabajo adaptada a sus necesidades específicas. Esto no solo optimiza el rendimiento físico, sino que también reduce el riesgo de lesiones al ajustar la carga de trabajo en función de la posición y el estilo de juego del jugador (Torreno et al., 2016).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Analizar el rendimiento físico de las futbolistas universitarias por posición de juego utilizando métricas obtenidas a través de tecnología GPS

4.2 Objetivos específicos

1. Describir las características antropométricas básicas de las futbolistas universitarias según su posición de juego.
2. Describir el rendimiento físico de las futbolistas universitarias según su posición de juego utilizando métricas obtenidas a través de tecnología GPS.
3. Analizar y comparar las métricas de rendimiento físico entre posiciones de juego y contrastarlas con datos reportados en la literatura científica.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo retrospectivo observacional, basado en el análisis de una base de datos existente que contiene información recopilada durante los Juegos Nacionales Universitarios 2024, celebrados en Pereira, Colombia. Los datos fueron recolectados por un equipo interdisciplinario conformado por los entrenadores del equipo de fútbol femenino y profesionales adscritos al Laboratorio MEDES de la IU END.

El enfoque retrospectivo permite analizar información previamente recopilada bajo condiciones controladas de competencia, lo que garantiza la validez ecológica de los datos al reflejar situaciones reales de juego. Este tipo de diseño es adecuado para describir y analizar el rendimiento físico de las futbolistas universitarias utilizando métricas de GPS, ya que permite:

- Evaluar el rendimiento físico real en un entorno competitivo.
- Identificar patrones de carga de trabajo y esfuerzos físicos según la posición de juego.
- Comparar las métricas obtenidas con estándares reportados en la literatura científica.

Dado que los datos fueron recopilados de manera sistemática por profesionales capacitados y utilizando tecnología GPS de alta precisión, el estudio ofrece un marco sólido para el análisis de variables clave, como distancias recorridas, velocidades alcanzadas, aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección. Esta metodología garantiza que los resultados obtenidos reflejen con precisión las demandas físicas específicas del fútbol universitario femenino en un contexto competitivo (referencia).

5.2 Área de estudio

El presente estudio se centra en el análisis de datos de las jugadoras de fútbol de la IU END que participaron en los Juegos Nacionales Universitarios 2024.

La IU END, fundada el 21 de diciembre de 1984 por Coldeportes, es una institución pública de educación superior especializada en la formación en deporte. Ofrece programas de pregrado y posgrado en áreas como Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Deporte y Administración de Empresas. Ubicada en Santiago de Cali, capital del departamento del Valle del Cauca. Cali es la tercera ciudad más poblada de Colombia, con aproximadamente 2,28 millones de habitantes en 2023. La ciudad es un importante centro económico y cultural en el suroccidente colombiano, destacándose por su diversidad étnica y su vibrante escena cultural.

5.3 Población

La población objetivo de este estudio comprende los datos de todas las futbolistas que integraron el equipo femenino de la IU END y que participaron en los Juegos Nacionales Universitarios 2024.

5.4 Muestra

La muestra estará conformada por las jugadoras seleccionadas según los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

5.4.1 Criterios de inclusión

- Integrantes oficiales del equipo femenino de fútbol de la IU END durante los juegos nacionales universitarios 2024.

5.4.2 Criterios de exclusión

- Jugadoras que no hayan alcanzado un mínimo de 30 minutos de juego en ninguno de los partidos disputados.
- Futbolistas con datos faltantes o incoherentes en las mediciones de GPS o en las evaluaciones antropométricas.

5.5 Variables

En la Tabla 5-1 se presentan las variables que son analizadas en este estudio, junto con su definición, tipo de variable y escala de medición, lo que permitirá una evaluación estructurada y rigurosa del rendimiento de las futbolistas. Esta información servirá como base para la interpretación de los resultados y la formulación de estrategias para optimizar el desempeño y prevenir lesiones.

Tabla 5-1: Variables del estudio: definición, tipo y escala de medición

Nº	Nombre de la Variable	Definición	Tipo de Variable	Escala de Medición
1	Edad	Años cumplidos de la jugadora al momento de la evaluación.	Cuantitativa continua	Años
2	Peso	Masa corporal medida con balanza calibrada.	Cuantitativa continua	Kilogramos (kg)
3	Talla	Estatura medida con estadiómetro.	Cuantitativa continua	Centímetros (cm)
4	Distancia total recorrida	Distancia total en metros recorrida por la jugadora durante el partido/sesión.	Cuantitativa continua	Metros (m)
5	Cantidad de esprints	Número total de esprints realizados por la jugadora, definidos como esfuerzos por encima de 17,5 km/h durante al menos 2 segundos.	Cuantitativa discreta	Número entero
6	Aceleraciones (total)	Número total de aceleraciones detectadas con magnitud > 3 m/s².	Cuantitativa discreta	Número entero
7	Desaceleraciones (total)	Número total de desaceleraciones detectadas con magnitud > 3 m/s².	Cuantitativa discreta	Número entero
8	Velocidad máxima	Mayor velocidad alcanzada por la jugadora durante el partido/sesión.	Cuantitativa continua	Kilómetros por hora (km/h)
9	Aceleración máxima	Valor máximo de aceleración alcanzado por la jugadora.	Cuantitativa continua	Metros por segundo al cuadrado (m/s²)
10	Desaceleración máxima	Mayor magnitud de desaceleración (valor absoluto) alcanzada por la jugadora.	Cuantitativa continua	Metros por segundo al cuadrado (m/s²)
11	Distancia recorrida en esprint	Suma de la distancia recorrida en las zonas de velocidad 4 y 5 (>17,5 km/h).	Cuantitativa continua	Metros (m)
12	Player Load	Índice compuesto de carga externa derivado de acelerometría triaxial (suma vectorial filtrada a lo largo del tiempo).	Cuantitativa continua	Unidades arbitrarias (UA)
13	Tasa de trabajo	Porcentaje del tiempo total en el que la jugadora está “en trabajo” (≥ 1.5 m/s) respecto del tiempo total.	Cuantitativa continua	Porcentaje (%)

Nº	Nombre de la Variable	Definición	Tipo de Variable	Escala de Medición
14	Distancia Z1	Distancia recorrida en 0–6.0 km/h (baja velocidad).	Cuantitativa continua	Metros (m)
15	Distancia Z2	Distancia recorrida en 6.0–12.0 km/h (baja–media).	Cuantitativa continua	Metros (m)
16	Distancia Z3	Distancia recorrida en 12.0–17.5 km/h (media–alta).	Cuantitativa continua	Metros (m)
17	Distancia Z4	Distancia recorrida en 17.5–22.5 km/h (alta velocidad).	Cuantitativa continua	Metros (m)
18	Distancia Z5	Distancia recorrida en > 22.5 km/h (muy alta velocidad).	Cuantitativa continua	Metros (m)
19	Aceleraciones Z1 (1–2 m/s²)	Conteo de aceleraciones con 1.00–1.99 m/s².	Cuantitativa discreta	Número entero
20	Aceleraciones Z2 (2–3 m/s²)	Conteo de aceleraciones con 2.00–2.99 m/s².	Cuantitativa discreta	Número entero
21	Aceleraciones Z3 3–4 m/s²	Conteo de aceleraciones con 3.00–3.99 m/s².	Cuantitativa discreta	Número entero
22	Aceleraciones Z4 > 4 m/s²	Conteo de aceleraciones con ≥ 4.00 m/s².	Cuantitativa discreta	Número entero
23	Desaceleraciones Z1 (1–2 m/s²)	Conteo de desaceleraciones con 1.00–1.99 m/s² (magnitud).	Cuantitativa discreta	Número entero
24	Desaceleraciones Z2 (2–3 m/s²)	Conteo de desaceleraciones con 2.00–2.99 m/s² (magnitud).	Cuantitativa discreta	Número entero
25	Desaceleraciones Z3 3–4 m/s²	Conteo de desaceleraciones con 3.00–3.99 m/s² (magnitud).	Cuantitativa discreta	Número entero
26	Desaceleraciones Z4 > 4 m/s²	Conteo de desaceleraciones con ≥ 4.00 m/s² (magnitud).	Cuantitativa discreta	Número entero

5.6 Recolección de la información

La recolección de información para este estudio se llevó a cabo mediante un proceso estructurado y ético, asegurando la protección de los datos y el cumplimiento de las normativas institucionales y legales vigentes, de acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 para investigación en salud en Colombia (Ministerio de Salud de Colombia, 1993), los principios de la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013) y las Guías Internacionales CIOMS para investigación en seres humanos (CIOMS/OMS, 2016). El tratamiento y resguardo de datos personales se ajustó al marco colombiano de protección

de datos (Congreso de la República de Colombia, 2012; Presidencia de la República de Colombia, 2013), con procedimientos de anonimización, acceso restringido y almacenamiento seguro conforme a las políticas institucionales. (referencias).

5.6.1 Contactos Institucionales y Obtención de Permisos

El primer paso fue establecer contacto formal con las autoridades de la IU END, presentando el proyecto de investigación para obtener los permisos oficiales necesarios para el uso de la base de datos generada durante los Juegos Nacionales Universitarios 2024. Este proceso incluyó:

- Solicitud de Autorización Institucional: Se envió una solicitud oficial al Comité de Ética y a la Dirección de Investigaciones de la IU END, detallando los objetivos, metodología y beneficios del estudio, junto con el protocolo de manejo y confidencialidad de los datos.
- Presentación del Proyecto: Se realizó una presentación formal del proyecto ante las autoridades pertinentes, destacando la importancia del análisis del rendimiento físico de las futbolistas universitarias y la relevancia de los resultados para mejorar la planificación del entrenamiento y la prevención de lesiones.
- Firma de Acuerdos para el Uso de Datos: Una vez aprobado el proyecto, se firmaron acuerdos que establecieron las condiciones para el uso responsable y seguro de los datos, garantizando el cumplimiento de principios éticos y de confidencialidad.

5.6.2 Acceso y Manejo de la Base de Datos

La base de datos que fue objeto de análisis contiene información recopilada durante los Juegos Nacionales Universitarios 2024 en Pereira, Colombia, y ha sido gestionada por el equipo de entrenadores y profesionales adscritos al Laboratorio MEDES de la IU END. Los datos incluyen métricas obtenidas mediante dispositivos GPS, así como características antropométricas de las jugadoras.

El acceso a esta base de datos se realizó bajo estrictos protocolos de confidencialidad y anonimización, garantizando que la información personal de las futbolistas no fuera divulgada ni utilizada fuera del ámbito del presente estudio. Además, solo los investigadores autorizados tuvieron acceso a los datos.

5.7 Plan de análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el lenguaje de programación R (versión 4.3.1), en un entorno reproducible dentro de RStudio. La limpieza y estandarización de los datos se llevó a cabo mediante los paquetes dplyr, janitor y stringr, siguiendo las recomendaciones de codificación del ecosistema tidyverse (Wickham et al., 2019). Las variables categóricas, como la posición de juego, fueron normalizadas tipográficamente y transformadas en factores. Las variables numéricas fueron seleccionadas y preparadas para su análisis por grupos.

Previo a las comparaciones entre grupos posicionales, se evaluaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. La normalidad dentro de cada grupo se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965). La homocedasticidad o igualdad de varianzas se evaluó con la prueba de Levene (Levene, 1960). Posteriormente se aplicaron pruebas paramétricas o no paramétricas según correspondiera.

Para las variables que cumplieron ambos supuestos, se aplicó un análisis de varianza de un factor (ANOVA), con el fin de evaluar diferencias significativas entre las posiciones (Tukey, 1949). En los casos con resultados significativos ($p < 0.05$), se realizó un análisis post-hoc mediante la prueba de Tukey-Kramer. Los resultados, incluyendo valores F, p y comparaciones múltiples, se estructuraron y exportaron con los paquetes broom, purrr y writexl.

En el caso de las variables que no cumplieron con los supuestos de normalidad o igualdad de varianzas, se optó por un enfoque no paramétrico. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para detectar diferencias en las medianas entre grupos posicionales (Kruskal & Wallis, 1952). Cuando esta prueba fue significativa, se realizaron comparaciones múltiples por pares utilizando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes, con corrección de Bonferroni para controlar el error por comparaciones múltiples (Wilcoxon, 1945).

Complementariamente, se construyeron visualizaciones gráficas de las distribuciones de todas las variables numéricas mediante diagramas de violín y diagramas de caja (ggplot2), agrupados por posición. También se calcularon estadísticas descriptivas para cada grupo posicional, incluyendo el número de observaciones (n), media, desviación estándar,

mediana, rango intercuartílico (IQR), valor mínimo y máximo. Todos los resultados se exportaron en formatos Excel y PDF como parte del proceso de documentación y análisis.

5.8 Consideraciones Éticas

Este estudio se clasifica como de riesgo mínimo conforme a la Resolución Nº 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, dado que utiliza información retrospectiva recolectada previamente en contexto competitivo (Juegos Nacionales Universitarios 2024), sin intervenciones físicas adicionales ni procedimientos que puedan afectar la integridad de las participantes. Esta categorización fue ratificada por los órganos evaluadores institucionales durante el proceso de revisión y aval.

5.8.1 Proceso de revisión y aval institucional

- El Comité Científico de la IPS de la IUEND y el Grupo de Investigación MEDES revisaron la propuesta en sesión del 13 de mayo de 2025 (Acta 01-2025) y emitieron aprobación científica del proyecto, destacando el bajo riesgo, la pertinencia académica y social, la viabilidad técnica y el impacto esperado (optimización de carga, reducción de lesiones y proyección de talento). Esta aprobación incluyó condiciones operativas (resguardo documental de consentimientos y socialización de hallazgos).
- En reunión del 12 de junio de 2025, el Comité de Investigaciones (con el Comité de Ética en la Investigación como órgano asesor) clasificó el proyecto como “con riesgo mínimo” y emitió aval con reparo (17 de junio de 2025), solicitando ajustes sobre: (i) garantía del derecho a la información de la población de estudio y (ii) fortalecimiento de las medidas de protección de datos.
- El equipo investigador remitió el 19 de junio de 2025 un documento de respuestas detallando: población y fuente de datos (registros custodiados por la IPS), ausencia de identificadores personales, codificación alfanumérica, control de accesos y almacenamiento seguro en servidores institucionales (cifrado en reposo y en tránsito), además de reforzar los canales de información continua a las deportistas.
- La correspondencia institucional confirma la recepción de las observaciones (19 de junio), el envío de la respuesta (19 de junio), la solicitud y remisión de la carta de

permiso de la Dirección de la IPS para uso de la base de datos (1 de julio), y la emisión del aval por parte de la institución (3 de julio de 2025).

- Con fecha de expedición 3 de julio de 2025, se emitió la Carta Aval del Comité de Ética con concepto: Aval y vigencia de un (1) año a partir de la aprobación.

5.8.2 Proteccion de datos y confidencialidad

Dado que el riesgo principal en estudios retrospectivos es la pérdida de confidencialidad y anonimato, se implementaron y documentaron medidas específicas para minimizar riesgos y proteger la privacidad:

- Anonimización: asignación de códigos alfanuméricos a cada registro; sin nombres, números de identificación, direcciones ni campos que permitan la reidentificación. Ninguna jugadora es identificable en informes o publicaciones.

- Acceso restringido: la base de datos se aloja en la infraestructura institucional (Google/IPS) con controles de acceso segregados para el equipo autorizado, registros de auditoría y cifrado en reposo y en tránsito.

- Retención y disposición final: los datos se conservarán por un máximo de cinco (5) años tras la finalización del estudio y posteriormente se eliminarán de forma segura, en concordancia con estándares éticos internacionales.

- Gobernanza y derecho a la información: se reforzaron procedimientos de comunicación periódica de avances y resultados en el marco del Programa de Bienestar Universitario, garantizando el derecho a la información de las deportistas.

5.8.3 Consentimiento informado y uso secundario de datos

Al tratarse de datos existentes recolectados durante competencia oficial, se verificó que las participantes hubiesen sido informadas adecuadamente y que existieran formatos institucionales de consentimiento y autorización para uso secundario de la información con fines de investigación. En caso de requerirse, se acordó el archivo institucional de dichos documentos ante el Comité y la realización de sesiones informativas complementarias.

Este proyecto cuenta con la aprobación ética de la IU END, expedida el 3 de julio de 2025, con vigencia de un (1) año a partir de dicha fecha.

6. Resultados

6.1 Edad, peso y talla de las participantes

Las tablas 6-2, 6-3 y 6-4 presentan las **características** de las participantes distribuidas por posición en el campo, incluyendo edad, peso y talla. Para cada variable se muestran el tamaño de la muestra, la media ± desviación estándar, la mediana con su rango intercuartílico (IQR), los valores mínimo y máximo, así como el valor p obtenido en la prueba de Kruskal-Wallis utilizada para comparar diferencias entre posiciones.

Tabla 6-2. Edad de las participantes distribuidas por posición en el campo.

Edad (años)					
Posición	**n**	**Media ± DE**	**Mediana (IQR)**	**Mín – Máx**	**Valor *p* (Kruskal-Wallis)**
Defensa Central	5	19,2 ± 0,8	19,0 (1)	18 – 20	0.0929
Defensa Lateral	6	21,0 ± 1,9	21,1 (0,2)	18 – 24	
Delantero Centro	3	23,4 ± 1,9	24,0 (1,8)	21 – 25	
Extremo	3	21,1 ± 0,1	21,2 (0,1)	21 – 21	
Medio Lateral	3	21,1 ± 0,1	21,2 (0,1)	21 – 21	
Mediocentro	6	21,9 ± 1,9	21,6 (2,2)	19 – 24	
Total	26	21,2 ± 1,8	21,2 (1,4)	18 – 25	———

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Tabla 6-3. Peso de las participantes distribuidas por posición en el campo.

Peso (kg)					
Posición	**n**	**Media ± DE**	**Mediana (IQR)**	**Mín – Máx**	**Valor *p* (Kruskal-Wallis)**
Defensa Central	5	63,9 ± 12,7	63,0 (10,7)	51,3 – 84,3	0.643
Defensa Lateral	6	57,3 ± 4,8	57,1 (8,0)	52,7 – 63,0	
Delantero Centro	3	66,6 ± 9,5	61,1 (8,2)	61,0 – 77,6	
Extremo	3	58,4 ± 4,5	61,0 (3,9)	53,2 – 61,0	
Medio Lateral	3	58,4 ± 4,5	61,0 (3,9)	53,2 – 61,0	
Mediocentro	6	58,6 ± 3,8	60,8 (4,8)	52,7 – 61,4	
Total	26	60,2 ± 7,3	61,0 (7,9)	51,3 – 84,3	——–

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Tabla 6-4. Talla de las participantes distribuidas por posición en el campo.

Talla (cm)					
Posición	**n**	**Media ± DE**	**Mediana (IQR)**	**Mín – Máx**	**Valor *p* (Kruskal-Wallis)**
Defensa Central	5	168,1 ± 5,7	167,7 (1,7)	160,0 – 176,2	0.326
Defensa Lateral	6	160,7 ± 4,5	160,8 (4,4)	154,7 – 167,6	
Delantero Centro	3	161,3 ± 3,9	162,6 (3,7)	157,0 – 164,5	
Extremo	3	161,4 ± 2,1	162,6 (1,8)	159,0 – 162,6	
Medio Lateral	3	161,4 ± 2,1	162,6 (1,8)	159,0 – 162,6	
Mediocentro	6	160,0 ± 2,9	160,7 (2,8)	154,7 – 162,6	
Total	26	162,2 ± 4,6	162,6 (4,1)	154,7 – 176,2	——–

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

6.2 Variables de rendimiento físico

La Tabla 6-5 muestra la cantidad de esprints realizados por las jugadoras según su posición en el campo, indicando el número de participantes (n), la media ± desviación estándar, la mediana con su rango intercuartílico (IQR), los valores mínimo y máximo

observados, y el valor p de la prueba de Kruskal-Wallis utilizada para evaluar diferencias significativas entre posiciones.

Tabla 6-5. Cantidad de esprints realizados por las jugadoras según su posición en el campo

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	4,67 ± 2,11	4 (2)	0 – 10	0.00004
Defensa Lateral	19	6,16 ± 3,72	5 (4,50)	1 – 13	
Delantero Centro	13	3,00 ± 1,73	3 (1)	1 – 6	
Extremo	15	6,73 ± 3,13	7 (4)	1 – 10	
Medio Lateral	7	8,00 ± 3,27	8 (4,50)	3 – 12	
Mediocentro	28	3,25 ± 1,76	3 (3)	0 – 7	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la variable esprints, Medio Lateral mostró diferencias significativas con Delantero Centro (p-ajustada = 0.043) y Mediocentro (p-ajustada = 0.021), mientras que Mediocentro también tuvo diferencia con Extremo (p-ajustada = 0.009).

La Tabla 6-6 presenta el número de aceleraciones registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-6. Cantidad de aceleraciones registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**66,33 ± 12,42**	64 (16)	38 – 87	0.01
Defensa Lateral	19	**68,95 ± 20,20**	66 (29)	25 – 96	
Delantero Centro	13	**51,15 ± 23,42**	60 (41)	12 – 80	
Extremo	15	**40,73 ± 23,46**	31 (38)	13 – 77	
Medio Lateral	7	**51,43 ± 26,17**	42 (37,50)	18 – 89	
Mediocentro	28	**62,86 ± 28,30**	69 (32)	12 – 106	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la variable aceleraciones, **Extremo** mostró diferencias significativas con **Defensa Central** (p-ajustada = 0.042) y **Defensa Lateral** (p-ajustada = 0.034).

La Tabla 6-7 presenta el número de desaceleraciones registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-7. Cantidad de desaceleraciones registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	**57,05 ± 14,51**	55 (20)	37 – 88	0.027
Defensa Lateral	19	**69,84 ± 19,86**	73 (24,50)	31 – 104	
Delantero Centro	13	**50,08 ± 23,46**	49 (37)	13 – 89	
Extremo	15	**46,73 ± 22,25**	40 (40,50)	16 – 81	
Medio Lateral	7	**55,71 ± 26,59**	45 (48)	28 – 87	
Mediocentro	28	**63,18 ± 24,30**	68,50 (27,25)	15 – 100	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post-hoc de Tukey–Kramer para la variable desaceleraciones, solo se encontró una diferencia significativa entre Extremo y Defensa Lateral, con una media de desaceleraciones 23,11 unidades menor en Extremo (IC 95 %: –44,75 a –1,47; p = 0,0292).

La Tabla 6-8 presenta el valor de Player Load registrado por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-8. Player Load (UA) registrado por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	**145,13 ± 18,39**	146,36 (27,41)	109,34 – 174,21	0.0003
Defensa Lateral	19	**171,66 ± 16,28**	172,30 (20,40)	143,50 – 199,77	
Delantero Centro	13	**162,12 ± 14,13**	163,98 (22,45)	143,36 – 183,93	
Extremo	15	**162,27 ± 25,33**	166,52 (33,93)	105,77 – 194,57	
Medio Lateral	7	**170,39 ± 15,14**	167,40 (23,95)	154,26 – 190,66	
Mediocentro	28	**170,61 ± 22,74**	172,53 (25,49)	99,80 – 212,71	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post-hoc de Tukey–Kramer para la variable *player_load*, se encontraron diferencias significativas únicamente frente a **Defensa Central**, con **Defensa Lateral** mostrando un promedio 26,53 unidades mayor (IC 95 %: 8,25–44,81; p = 0,0008), **Medio Lateral** con 25,26 unidades más (IC 95 %: 0,06–50,46; p = 0,0490) y **Mediocentro** con un incremento de 25,48 unidades (IC 95 %: 8,81–42,15; p = 0,0003).

La Tabla 6-9 presenta la cantidad de distancia recorrida en metros (m) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-9. Distancia recorrida (m) por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**3119,31 ± 316,76**	3208,37 (278,35)	2137,45 – 3601,44	0.0009
Defensa Lateral	19	**3410,72 ± 289,22**	3365,18 (349,72)	2745,75 – 3986,27	
Delantero Centro	13	**3409,58 ± 284,69**	3367,93 (343,10)	2957,71 – 3834,29	
Extremo	15	**3284,52 ± 479,56**	3317,43 (795,40)	2336,57 – 3934,31	
Medio Lateral	7	**3414,42 ± 121,15**	3439,00 (201,45)	3247,78 – 3545,95	
Mediocentro	28	**3553,14 ± 467,83**	3624,60 (372,72)	1751,27 – 4151,09	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la variable distancia, se encontró una diferencia significativa entre **Defensa Central** y **Mediocentro** (p-ajustada = 0.00021), mientras que **no se observaron diferencias significativas entre los demás pares de grupos**.

La Tabla 6-10 presenta la velocidad máxima registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-10. Velocidad máxima (km/h) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	**23,39 ± 1,58**	23,42 (1,45)	19,65 – 26,87	< 0.00000025
Defensa Lateral	19	**23,13 ± 1,82**	24,03 (2,54)	19,65 – 25,52	
Delantero Centro	13	**22,11 ± 1,79**	21,49 (2,13)	19,92 – 25,86	
Extremo	15	**25,06 ± 1,43**	24,85 (2,53)	22,43 – 26,89	
Medio Lateral	7	**24,93 ± 1,49**	25,04 (1,47)	22,37 – 26,84	
Mediocentro	28	**22,02 ± 1,65**	22,21 (2,45)	18,67 – 25,34	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post-hoc de Tukey–Kramer para la variable velocidad máxima registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, se encontraron varias diferencias significativas: Extremo mostró mayores velocidades máximas que Defensa Central (dif. = 1,67 km/h; IC 95 %: 0,05–3,29; p = 0,0399), Defensa Lateral (1,93 km/h; IC 95 %: 0,27–3,58; p = 0,0128) y Delantero Centro (2,95 km/h; IC 95 %: 1,13–4,76; p = 0,0001). Así mismo, Mediocentro presentó velocidades significativamente menores en comparación con Extremo (–3,04 km/h; IC 95 %: –4,57 a –1,50; p < 0,0001). Igualmente, Medio Lateral superó en velocidad máxima a Delantero Centro (dif. = 2,82 km/h; IC 95 %: 0,57–5,06; p = 0,0056), mientras que Mediocentro mostró velocidades menores en comparación con Medio Lateral (–2,91 km/h; IC 95 %: –4,93 a –0,88; p = 0,0009).

La Tabla 6-11 presenta la aceleración máxima (m/s^2) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-11. Aceleración máxima (m/s^2) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**4,54 ± 0,50**	4,49 (0,71)	3,79 – 5,47	0.009
Defensa Lateral	19	**4,57 ± 0,73**	4,41 (0,73)	3,68 – 6,69	
Delantero Centro	13	**4,56 ± 0,51**	4,55 (0,44)	3,74 – 5,83	
Extremo	15	**4,97 ± 0,27**	5,02 (0,37)	4,45 – 5,44	
Medio Lateral	7	**4,80 ± 0,50**	4,74 (0,49)	4,06 – 5,57	
Mediocentro	28	**4,46 ± 0,34**	4,36 (0,56)	3,90 – 5,27	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la variable aceleración máxima, **Extremo** mostró diferencias significativas con **Delantero Centro** (p-ajustada = 0.048) y **Mediocentro** (p-ajustada = 0.002), indicando que difiere de ambos grupos en la aceleración máxima alcanzada.

La Tabla 9 presenta la desaceleración máxima (m/s^2) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-12. Desaceleración máxima (m/s^2) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**5,25 ± 0,83**	5,22 (0,81)	4,06 – 7,55	0.006
Defensa Lateral	19	**5,61 ± 0,89**	5,33 (0,52)	4,80 – 8,35	
Delantero Centro	13	**5,41 ± 1,10**	5,17 (0,70)	4,44 – 8,56	
Extremo	15	**6,14 ± 1,08**	6,12 (1,20)	4,74 – 8,85	
Medio Lateral	7	**6,89 ± 1,31**	6,63 (1,81)	5,30 – 8,97	
Mediocentro	28	**5,58 ± 0,84**	5,28 (1,33)	4,21 – 7,19	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la variable desaceleración máxima, se encontró una diferencia significativa entre **Defensa Central** y **Medio Lateral** (p-ajustada = 0.024), mientras que **no se observaron diferencias significativas entre los demás pares de grupos**.

La Tabla 6-13 presenta la **tasa de trabajo (%)** registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-13. Tasa de trabajo (%) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**25,43 ± 3,26**	25,62 (3,40)	20,50 – 31,55	0.000002
Defensa Lateral	19	**28,16 ± 3,46**	27,52 (4,59)	19,87 – 33,34	
Delantero Centro	13	**32,46 ± 4,18**	33,16 (5,41)	24,28 – 39,52	
Extremo	15	**27,65 ± 4,53**	27,71 (6,61)	18,60 – 33,38	
Medio Lateral	7	**28,49 ± 3,00**	29,00 (3,64)	23,12 – 31,37	
Mediocentro	28	**33,04 ± 5,72**	34,03 (7,28)	17,46 – 40,88	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la variable tasa de trabajo, **Mediocentro** mostró diferencias significativas frente a **Defensa Central** (p-ajustada = 0.0000303), **Defensa Lateral** (p-ajustada = 0.025) y **Extremo** (p-ajustada = 0.046). Además, **Delantero Centro** difirió significativamente de **Defensa Central** (p-ajustada = 0.00028) y **Defensa Lateral** (p-ajustada = 0.045).

La Tabla 6-14 presenta la distancia esprint en metros (m) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-14. Distancia esprint en metros (m) registrada por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**125,36 ± 42,49**	119,05 (50,73)	49,98 – 219,37	0.000003
Defensa Lateral	19	**170,33 ± 92,72**	143,71 (129,43)	42,70 – 329,99	
Delantero Centro	13	**83,51 ± 41,03**	72,50 (30,81)	28,33 – 167,18	
Extremo	15	**206,96 ± 81,32**	203,23 (96,58)	59,40 – 334,98	
Medio Lateral	7	**237,37 ± 54,80**	260,68 (68,42)	138,76 – 291,11	
Mediocentro	28	**110,83 ± 47,09**	113,48 (55,42)	23,72 – 190,67	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la distancia esprint, **Mediocentro** presentó valores significativamente menores comparado con **Extremo** (p-ajustada = 0.004) y **Medio Lateral** (p-ajustada = 0.00042). **Delantero Centro** difirió significativamente tanto de **Extremo** (p-ajustada = 0.002) como de **Medio Lateral** (p-ajustada = 0.002) y también de **Defensa Lateral** (p-ajustada = 0.039). Además, **Defensa Central** mostró diferencias con **Extremo** (p-ajustada = 0.032) y **Medio Lateral** (p-ajustada = 0.003).

6.3 Distancia recorrida por zonas de velocidad

Las tablas 6-15, 6-16, 6-17, 6-18 y 6-19 presentan las distancias en metros (m) por zonas de velocidad registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-15. Distancia en metros (m) en zona 1 de velocidad (0 a 5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**1217,50 ± 128,62**	1218,82 (92,62)	775,49 – 1 403,46	0.0008
Defensa Lateral	19	**1261,75 ± 78,08**	1277,01 (96,85)	1114,02 – 1 410,79	
Delantero Centro	13	**1105,70 ± 85,26**	1089,64 (106,70)	984,33 – 1 264,02	
Extremo	15	**1209,35 ± 107,55**	1229,46 (124,01)	1005,86 – 1 359,23	
Medio Lateral	7	**1217,19 ± 58,53**	1236,40 (62,03)	1109,24 – 1 277,06	
Mediocentro	28	**1159,54 ± 145,47**	1179,76 (145,72)	679,48 – 1 413,92	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la distancia recorrida en la zona de velocidad 1, **Delantero Centro** mostró valores significativamente menores en comparación con **Defensa Central** (p-ajustada = 0.01) y **Defensa Lateral** (p-ajustada = 0.0001), indicando que ambas posiciones defensivas difieren de Delantero Centro en esta variable.

Tabla 6-16. Distancia en metros (m) en zona 2 de velocidad (5 a 12,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**1402,80 ± 198,12**	1436,33 (326,61)	980,98 – 1 686,28	0.0000007
Defensa Lateral	19	**1495,58 ± 207,29**	1453,17 (262,08)	1053,70 – 1 832,70	
Delantero Centro	13	**1823,02 ± 214,45**	1820,54 (283,07)	1465,35 – 2 155,29	
Extremo	15	**1420,26 ± 289,94**	1478,67 (396,69)	740,73 – 1 861,73	
Medio Lateral	7	**1478,64 ± 122,51**	1473,06 (187,27)	1327,76 – 1 645,14	
Mediocentro	28	**1791,49 ± 344,15**	1865,93 (420,33)	649,07 – 2 275,18	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la distancia recorrida en la zona de velocidad 2, **Delantero Centro** mostró diferencias significativas con **Defensa Central** (p-ajustada = 0.0001), **Defensa Lateral** (p-ajustada = 0.003), **Extremo** (p-ajustada = 0.008) y **Medio Lateral** (p-ajustada = 0.025), indicando que esta posición se distingue de todas estas en la distancia recorrida a esa velocidad. Asimismo, **Defensa Central** y **Defensa Lateral** presentaron valores significativamente menores que **Mediocentro** (p-ajustada = 0.0001 y 0.005, respectivamente), mientras que **Extremo** también difirió de **Mediocentro** (p-ajustada = 0.007), resaltando un patrón consistente de diferencias con Mediocentro.

Tabla 6-17. Distancia en metros (m) en zona 3 de velocidad (12,5 a 17,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**373,64 ± 85,86**	344,46 (82,51)	275,40 – 617,33	0.001
Defensa Lateral	19	**483,06 ± 124,18**	475,64 (153,53)	273,66 – 710,34	
Delantero Centro	13	**397,35 ± 91,75**	405,46 (129,34)	238,55 – 557,76	
Extremo	15	**447,95 ± 93,72**	443,87 (110,73)	293,90 – 662,27	
Medio Lateral	7	**481,22 ± 67,41**	449,61 (46,64)	438,28 – 622,75	
Mediocentro	28	**491,27 ± 108,54**	504,69 (171,37)	279,16 – 699,05	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la distancia recorrida en la zona de velocidad 3, **Defensa Central** presentó diferencias significativas frente a **Medio Lateral** (p-ajustada = 0.024) y **Mediocentro** (p-ajustada = 0.004), indicando que esta posición difiere de ambos grupos en la distancia recorrida a esa velocidad.

Tabla 6-18. Distancia en metros (m) en zona 4 de velocidad (17,5 a 22,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**109,59 ± 33,08**	103,03 (40,33)	49,98 – 169,29	0.000009
Defensa Lateral	19	**149,73 ± 76,75**	133,17 (108,96)	42,70 – 302,27	
Delantero Centro	13	**76,94 ± 36,02**	72,50 (51,52)	28,33 – 154,97	
Extremo	15	**170,76 ± 61,93**	173,49 (61,92)	50,17 – 279,20	
Medio Lateral	7	**193,82 ± 36,88**	205,47 (51,84)	132,31 – 231,53	
Mediocentro	28	**104,38 ± 43,94**	105,81 (55,59)	23,72 – 186,84	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la distancia recorrida en la zona de velocidad 4, Medio Lateral mostró diferencias significativas frente a Defensa Central (p-ajustada = 0.001), Delantero Centro (p-ajustada = 0.0008) y Mediocentro (p-ajustada = 0.0008). Por su parte, Extremo se diferenció significativamente de Defensa Central (p-ajustada = 0.025), Delantero Centro (p-ajustada = 0.003) y Mediocentro (p-ajustada = 0.009), resaltando contrastes consistentes entre estas posiciones.

Tabla 6-19. Distancia en metros (m) en zona 5 de velocidad (mayor a 22,5 km/h) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**15,77 ± 15,07**	9,80 (18,78)	0,00 – 50,07	0.000002
Defensa Lateral	19	**20,59 ± 19,77**	20,05 (30,62)	0,00 – 60,15	
Delantero Centro	13	**6,57 ± 9,95**	0,00 (10,83)	0,00 – 31,17	
Extremo	15	**36,20 ± 22,42**	44,39 (39,31)	2,53 – 70,93	
Medio Lateral	7	**43,55 ± 22,32**	46,33 (24,89)	6,45 – 70,62	
Mediocentro	28	**6,46 ± 7,49**	2,88 (12,33)	0,00 – 25,74	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con pruebas de Wilcoxon para la distancia recorrida en la zona de velocidad 5, Delantero Centro mostró diferencias significativas con Extremo (p-ajustada = 0.004) y Medio Lateral (p-ajustada = 0.024). Además, Extremo y Medio Lateral se diferenciaron de Mediocentro, con valores de p-ajustada de 0.0006 y 0.005 respectivamente, destacando contrastes consistentes entre estas posiciones.

6.4 Aceleraciones por zonas de velocidad de aceleración

Las tablas 6-20, 6-21, 6-22 y 6-23 presentan las cantidades de aceleraciones por zonas de velocidad de aceleración (m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-20. Cantidad de aceleraciones en zona 1 de velocidad de aceleración (de 1 a 2 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	(n)	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	73,95 ± 13,64	73,00 (17,00)	51 – 103	0.018
Defensa Lateral	19	83,26 ± 9,92	83,00 (11,00)	61 – 104	
Delantero Centro	13	87,77 ± 15,98	87,00 (19,00)	64 – 117	
Extremo	15	81,07 ± 17,07	84,00 (19,50)	38 – 103	
Medio Lateral	7	85,71 ± 16,10	87,00 (20,00)	64 – 111	
Mediocentro	28	87,39 ± 15,98	90,00 (14,50)	29 – 116	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con prueba de Wilcoxon para la variable aceleraciones en zona 1 de velocidad de aceleración, se encontró una diferencia significativa entre Defensa Central y Mediocentro (p-ajustada = 0.014), indicando que estas posiciones difieren en la cantidad de aceleraciones en esa zona de velocidad.

Tabla 6-21. Cantidad de aceleraciones en zona 2 de velocidad de aceleración (de 2 a 3 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	(n)	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	51,19 ± 8,76	50,00 (12,00)	35 – 73	0.71
Defensa Lateral	19	53,21 ± 10,42	58,00 (16,50)	34 – 67	
Delantero Centro	13	48,31 ± 9,17	48,00 (14,00)	36 – 63	
Extremo	15	53,67 ± 15,34	53,00 (18,00)	30 – 83	
Medio Lateral	7	53,71 ± 7,25	54,00 (4,00)	41 – 65	
Mediocentro	28	53,50 ± 10,44	54,00 (14,25)	32 – 70	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Tabla 6-22. Cantidad de aceleraciones en zona 3 de velocidad de aceleración (de 3 a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	(n)	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	15,90 ± 5,40	16,00 (8,00)	8 – 28	0.027
Defensa Lateral	19	18,11 ± 7,02	20,00 (10,50)	0 – 30	
Delantero Centro	13	15,15 ± 5,64	15,00 (5,00)	4 – 23	
Extremo	15	18,07 ± 4,88	17,00 (6,50)	2 – 25	
Medio Lateral	7	24,14 ± 5,61	22,00 (6,50)	17 – 33	
Mediocentro	28	18,29 ± 6,05	17,00 (7,00)	6 – 34	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

El análisis post-hoc mediante Tukey-Kramer para la variable aceleraciones en zona 3 de velocidad de aceleración reveló que el grupo Medio Lateral registró una media 8,24 unidades superior a Defensa Central (IC 95 %: 0,77–15,71; p = 0,0219) y 8,99 unidades superior a Delantero Centro (IC 95 %: 0,96–17,01; p = 0,0188), lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre estas posiciones

Tabla 6-23. Cantidad de aceleraciones en zona 4 de velocidad de aceleración (mayor a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	Zona >4 (n)	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	2,29 ± 1,27	2,00 (1,00)	0 – 4	0.005
Defensa Lateral	19	3,68 ± 3,07	4,00 (5,00)	0 – 11	
Delantero Centro	13	3,31 ± 2,69	3,00 (1,00)	0 – 9	
Extremo	15	4,67 ± 1,80	4,00 (2,50)	2 – 8	
Medio Lateral	7	6,86 ± 3,98	6,00 (2,50)	1 – 14	
Mediocentro	28	3,68 ± 2,68	3,00 (3,25)	0 – 12	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

En el análisis post hoc con prueba de Wilcoxon para la variable aceleraciones en zona 4 de velocidad de aceleración, Defensa Central mostró diferencias significativas frente a

Extremo (p-ajustada = 0.003) y Medio Lateral (p-ajustada = 0.041), indicando que estas posiciones difieren en la cantidad de aceleraciones registradas en esa zona de velocidad.

6.5 Desaceleraciones por zonas de velocidad de desaceleración

Las tablas 6-24, 6-25, 6-26 y 6-27 presentan las cantidades de desaceleraciones por zonas de velocidad de desaceleración (m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo, mostrando el tamaño de muestra (n), la media con su desviación estándar (± DE), la mediana acompañada del rango intercuartílico (IQR), así como los valores mínimo y máximo observados. Además, se incluye el valor p obtenido mediante la prueba de Kruskal-Wallis para analizar diferencias significativas entre las posiciones.

Tabla 6-24. Cantidad de desaceleraciones en zona 1 de velocidad de desaceleración (de 1 a 2 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (Kruskal-Wallis)
Defensa Central	21	**83,24 ± 10,70**	82,00 (12,00)	63 – 107	0.772
Defensa Lateral	19	**80,21 ± 13,21**	80,00 (18,00)	54 – 98	
Delantero Centro	13	**84,46 ± 14,77**	85,00 (20,00)	56 – 106	
Extremo	15	**78,73 ± 16,39**	81,00 (20,50)	42 – 99	
Medio Lateral	7	**78,57 ± 8,22**	80,00 (12,00)	67 – 89	
Mediocentro	28	**84,07 ± 19,93**	84,50 (26,75)	40 – 119	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Tabla 6-25. Cantidad de desaceleraciones en zona 2 de velocidad de desaceleración (de 2 a 3 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	**41,05 ± 10,80**	39,00 (11,00)	25 – 62	0.39

Defensa Lateral	19	**48,32 ± 10,01**	48,00 (12,50)	29 – 69	
Delantero Centro	13	**46,23 ± 12,23**	45,00 (17,00)	26 – 68	
Extremo	15	**44,87 ± 9,04**	47,00 (15,00)	29 – 57	
Medio Lateral	7	**47,14 ± 7,71**	47,00 (11,50)	38 – 58	
Mediocentro	28	**45,46 ± 11,51**	44,00 (13,00)	21 – 67	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Tabla 6-26. Cantidad de desaceleraciones en zona 3 de velocidad de desaceleración (de 3 a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor *p* (ANOVA)
Defensa Central	21	**13,81 ± 5,54**	14,00 (10,00)	4 – 24	0.003
Defensa Lateral	19	**18,32 ± 7,02**	19,00 (11,00)	6 – 30	
Delantero Centro	13	**14,54 ± 5,24**	15,00 (7,00)	6 – 22	
Extremo	15	**19,20 ± 6,28**	19,00 (6,50)	7 – 31	
Medio Lateral	7	**21,71 ± 3,82**	21,00 (3,50)	16 – 28	
Mediocentro	28	**19,04 ± 5,57**	19,50 (8,00)	8 – 30	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Las comparaciones pareadas (Tukey-Kramer) para la variable desaceleraciones en zona 3 de velocidad de desaceleración solamente mostraron dos comparaciones con diferencias estadísticamente significativas, Mediocentro y Medio Lateral son las posiciones que difieren significativamente de Defensa Central. El grupo Medio Lateral presentó en promedio 7,90 desaceleraciones más (IC 95 %: 0,49–15,32; p = 0,0295) y el grupo Mediocentro 5,23 desaceleraciones adicionales (IC 95 %: 0,32–10,13; p = 0,0296).

Tabla 6-27. Cantidad de desaceleraciones en zona 4 de velocidad de desaceleración (mayor a 4 m/s^2) registradas por las jugadoras de acuerdo con su posición en el campo.

Posición	n	Media ± DE	Mediana (IQR)	Mín / Máx	Valor p (ANOVA)
Defensa Central	21	4,57 ± 1,96	5,00 (3,00)	1 – 8	0.000001
Defensa Lateral	19	8,63 ± 5,05	9,00 (6,00)	1 – 21	
Delantero Centro	13	5,62 ± 3,33	5,00 (4,00)	2 – 12	

Extremo	15	11,47 ± 4,37	12,00 (5,00)	4 – 20	
Medio Lateral	7	12,71 ± 4,23	14,00 (6,00)	7 – 18	
Mediocentro	28	8,57 ± 4,45	9,00 (5,50)	1 – 17	

DE = desviación estándar; IQR = rango intercuartil.

Las comparaciones pareadas (Tukey-Kramer) para la variable desaceleraciones en zona 4 de velocidad de desaceleración mostraron que tres posiciones difirieron de manera significativa respecto a Defensa Central: Medio Lateral registró 8,14 desaceleraciones más (IC 95 %: 3,02–13,26; $p < 0,0002$), Extremo presentó un exceso de 6,90 desaceleraciones (IC 95 %: 2,93–10,86; $p < 0,0001$) y Defensa Lateral superó a Defensa Central en 4,06 desaceleraciones (IC 95 %: 0,35–7,77; $p = 0,0237$). Así mismo, dos posiciones difirieron de manera significativa respecto a Delantero Centro: Medio Lateral excedió en 7,10 desaceleraciones (IC 95 %: 1,60–12,60; $p = 0,0039$) y Extremo lo superó en 5,85 desaceleraciones (IC 95 %: 1,41–10,30; $p = 0,0031$).

7. Discusión

A conocimiento de los autores, este es el primer estudio que describe de manera integrada, mediante tecnología GPS, las demandas externas por posición de juego en futbolistas universitarias colombianas, aportando un perfil específico de variables como distancia recorrida, velocidad máxima, Player Load, aceleraciones y desaceleraciones. Los resultados muestran diferencias posicionales claras—con mediocentros más voluminosas en trabajo continuo de baja intensidad, extremos y medias laterales con mayor exigencia de alta velocidad y sprint, y laterales expuestas a mayor densidad de cambios de ritmo y frenadas—que trascienden lo descriptivo y orientan decisiones prácticas. En prevención de lesiones, estas divergencias implican dosificar la exposición a esprints repetidos y a frenado excéntrico en las jugadoras de banda; entrenar la tolerancia a esfuerzos intermitentes y la recuperación en mediocampo; y preparar a las defensas laterales para desaceleraciones de alta magnitud y reajustes frecuentes. En conjunto, perfilar umbrales individualizados con estas métricas permite periodizar con mayor precisión, reducir la sobrecarga y posiblemente mitigar el riesgo de lesiones no traumáticas en el entorno competitivo universitario.

La ausencia de diferencias significativas en edad, peso y talla entre posiciones apoya la interpretación de que las comparaciones de rendimiento no están sesgadas por estas covariables. No obstante, el tamaño muestral reducido en algunos grupos limita la potencia estadística. Para estudios futuros complementar con tamaños de efecto e intervalos de confianza, y considerar pruebas de equivalencia, fortalecerá la robustez de las conclusiones con mayores tamaños muestrales.

7.1 Defensa Central

Perfil más “económico” en carga mecánica: presenta el player load más bajo (145 ± 18) y la menor distancia entre posiciones de campo (3119 ± 317 m), con tasa de trabajo también inferior (25.4 ± 3.3). Su participación a alta velocidad es contenida (sprints 4.67 ± 2.11; distancia sprint 125 ± 42 m) y su velocidad máxima es moderada (23.39 ± 1.58 km/h; menor que Extremo, p≈0.040). En cambios de ritmo, acumula más aceleraciones que Extremo (p≈0.042) y muestra menor desaceleración máxima que Medio Lateral (p≈0.024). Además, cubre menos metros que Mediocentro (p≈0.00021) y registra player load significativamente menor que Defensa Lateral, Medio Lateral y Mediocentro (p≤0.049).

Prioriza los desplazamientos a baja–media velocidad (Z1≈1.22 km; Z2≈1.40 km) y recorta su exposición a tramos rápidos: recorre menos en Z3 que Medio Lateral y Mediocentro (p≈0.024 y 0.004), en Z4 queda por debajo de Extremo y Medio Lateral, y en Z5 mantiene valores bajos. En cambios de ritmo, suma menos aceleraciones leves que Mediocentro (Z1–2; p≈0.014) y menos aceleraciones muy intensas (>4 m/s²) que Extremo y Medio Lateral (p≤0.041); también desacelera menos que esos perfiles de banda en Z3 y Z4. Perfil conservador, orientado al orden posicional y a impactos mecánicos contenidos.

En comparación con las centrales de un estudio finlandés (evaluados con GPS Polar 10 Hz), nuestras defensas centrales muestran menor distancia total (3.12 ± 0.32 km) que la referencia (~4.6 km), distancia en zona 5 menor (15,77 ± 15,07 m) que la referencia (22–23 m ≥ 23 km/h), conteo de aceleraciones muy similar (66.3 ± 12.4 vs. ~67) pero menos desaceleraciones (57.1 ± 14.5 vs. ~79), y menor velocidad máxima (23.39 ± 1.58 km/h vs. 26.3 ± 1.7 km/h); estas divergencias, especialmente en aceleraciones, pueden deberse a diferencias de umbrales (nuestro umbral de acceleraciones > 3 m/s2 vs. Estudio finlandés ≥ 2 m/s2), contexto competitivo (jugadoras profesionales de la Liga Finlandesa vs nuestra jugadoras de nivel universitario colombianas) (Mäkiniemi, Savolainen, Finni, & Ihalainen, 2023).

7.2 Defensa Lateral

Rol de alto cambio de ritmo y carga externa: aceleraciones (68.95 ± 20.20) y desaceleraciones (69.84 ± 19.86) están entre las más altas, con player load elevado (171.66 ± 16.28; mayor que Defensa central, p≈0.0008). Combina distancia total alta (3411

± 289 m) con sprints frecuentes (6.16 ± 3.72) y distancia sprint relevante (170 ± 93 m; mayor que Delantero centro, p≈0.039). Aunque su velocidad máxima media (23.13 ± 1.82 km/h) es alta, es inferior a Extremo (p≈0.013). En desaceleraciones supera a Extremo (dif. ≈ 23 unidades; p≈0.029) y su tasa de trabajo es moderado (28.2 ± 3.5), menor que el de Delantero centro (p≈0.045) y Mediocentro (p≈0.025).

Reparte metros de forma equilibrada en Z1–Z3 (Z2≈1.50 km) y aumenta su presencia en Z4 (≈150 m) y Z5 (≈21 m), aunque sin alcanzar los picos de las posiciones de banda ofensiva. En aceleraciones muestra volúmenes altos en Z1–3 y, en desaceleraciones, resalta en Z4 frente a Defensa Central (+4.06; p≈0.024), señal de cierres, coberturas y frenadas exigentes. Perfil de carril con demanda mixta: sólidos cambios de ritmo y picos submáximos frecuentes.

En los defensas laterales de un estudio finlandés se registraron ≈5.08 ± 0.39 km y 4.99 ± 0.45 km de distancia total, carrera de alta velocidad (13–19 km/h) ≈901 ± 168 y 885 ± 195 m, carrera de muy alta velocidad (19–23 km/h) ≈165 ± 59 y 153 ± 63 m, carrera de sprint (≥ 23 km/h) ≈41 ± 29 y 41 ± 27 m, velocidad pico ≈26.4 ± 2.0 y 26.5 ± 2.3 km/h, aceleraciones ≈37.7 ± 8.7 y 36.6 ± 11.2, y desaceleraciones ≈46.2 ± 10.8 y 44.1 ± 11.4. Frente a ello, nuestras defensas laterales presentan menos distancia total (3.41 ± 0.29 km) que la referencia (30-35 % menor), velocidad pico también menor (23.13 ± 1.82 vs ~26.4–26.5 km/h), carrera de muy alta velocidad comparable (Z4≈150 m vs 153–165 m/) pero carrera de sprint claramente inferior (Z5≈21 m vs 41 m); Por otro lado, el estudio solo contabiliza eventos de aceleraciones y desaceleraciones >2.00 $m \cdot s^{-2}$, mientras nuestro estudio incluye contabilizó eventos de aceleraciones y desaceleraciones >3.00 $m \cdot s^{-2}$; además, el estudio no reporta PlayerLoad ni tasa de trabajo, por lo que esas métricas no son comparables de forma directa. (Mäkiniemi, Savolainen, Finni, & Ihalainen, 2023).

7.3 Mediocentro

Motor aeróbico y de enlace: cubre la mayor distancia (3553 ± 468 m; > Defensa central, p≈0.00021) con player load alto (170.61 ± 22.74; > Defensa central, p≈0.0003) y tasa de trabajo más elevado (33.0 ± 5.7; > Defensa central, lateral y Extremo, p≤0.046). Aunque su actividad a tope es menor (sprints 3.25 ± 1.76; menor que Extremo, p≈0.021; distancia sprint 111 ± 47 m; < Extremo y Medio lateral, p≤0.004), mantiene altas tasas de cambio de ritmo (aceleraciones 62.86; desaceleraciones 63.18). Exhibe la velocidad máxima más

baja (22.02 ± 1.65 km/h; < Extremo y Medio lateral, p≤0.0009) y aceleración máxima inferior a Extremo (p≈0.002), lo que perfila un mediocentro de gran volumen sostenido más que de picos veloces.

Maximiza el volumen continuo en Z2 (≈1.79 km; > DC, DL y Ext; p≤0.007) y Z3 (≈491 m; > DC; p≈0.004), mientras limita la exposición a Z4 y Z5 (ambas inferiores a Extremo y Medio Lateral; p≤0.009 y p≤0.005). En aceleraciones acumula más eventos leves (Z1–2) que Defensa Central (p≈0.014) y en desaceleraciones supera a DC en Z3 (+5.23; p≈0.030), con volúmenes considerables también en Z4. Perfil de motor aeróbico: mucho trabajo a ritmos intermedios, sosteniendo la estructura y las transiciones sin recurrir tanto a la máxima velocidad.

Al contrastar nuestras mediocentro (CM) con las del estudio finlandés (HSR = 13–19 km/h, VHSR = 19–23 km/h, SPR = ≥23 km/h), se observa que los CM de ese trabajo cubren ≈5.37 ± 0.39 km y 5.26 ± 0.36 km de distancia total, con carrera de alta velocidad (13–19 km/h) de 1169 ± 264 m y 1083 ± 235 m, carrera de muy alta velocidad (19–23 km/h) de 165 ± 80 m y 162 ± 87 m, carrera de sprint de 30 ± 35 m y 31 ± 34 m, velocidad pico de 25.1 ± 2.2 y 25.0 ± 2.0 km/h, aceleraciones (>2.00 $m \cdot s^{-2}$) de 41.7 ± 11.4 y 40.9 ± 11.6, y desaceleraciones (< –2.00 $m \cdot s^{-2}$) de 53.8 ± 12.5 y 51.3 ± 12.9. Frente a este referente, nuestras mediocentro recorren ≈30–35 % menos distancia (3.55 km), muestran menor exposición a altas velocidades (Z4≈104 m vs 162–165 m; Z5≈6 m vs 30–31 m) y menor velocidad pico (22.0 vs 25.0–25.1 km/h); en cambios de ritmo, nuestros conteos totales de (des)aceleraciones (62.9 y 63.2) no son directamente comparables porque incluyen eventos de baja, media y muy alta intensidad, mientras que el estudio solo computa |a| > 2.00 $m \cdot s^{-2}$; además, aquel trabajo no reporta PlayerLoad ni work-ratio, por lo que esas métricas no pueden contrastarse. En conjunto, el patrón respalda un perfil de “motor aeróbico” (alto volumen sostenido y menor carga a Z4–Z5) en nuestro CM, con diferencias plausibles por duración efectiva, nivel competitivo y definiciones de umbrales respecto a una liga nacional que completó 90’. (Mäkiniemi, Savolainen, Finni, & Ihalainen, 2023).

7.4 Medio lateral

Máxima exposición a esfuerzos de banda: lidera en sprints (8.00 ± 3.27; > Delantero centro y Mediocentro, p≤0.043) y en distancia sprint (237 ± 54.8 m; > Defensa central, Delantero

centro y Mediocentro, p≤0.003), con velocidad máxima muy alta (24.93 ± 1.49 km/h; > Delantero centro, p≈0.0056). Combina player load alto (170.39 ± 15.14; > Defensa central, p≈0.049) y distancia total elevada (3414 ± 121 m), además de la desaceleración máxima más alta (6.89 ± 1.31 m/s²; > Defensa central, p≈0.024), reflejando repeticiones frecuentes de ruptura, frenado y re-aceleración. Su tasa de trabajo es medio-alto (28.5 ± 3.0).

Es el más explosivo en banda: domina las zonas rápidas con Z4 (≈194 m) y Z5 (≈44 m) superiores a Defensa Central, Delantero Centro y Mediocentro (p≤0.001); en Z3 también supera a Defensa Central (p≈0.024). En cambios de ritmo lidera las aceleraciones de Z3–4 (↑ vs DC y DCe; p≤0.022) y las >4 m/s² (↑ vs DC; p≈0.041), y en desaceleraciones destaca en Z3 (↑ vs DC) y Z4 (↑ vs DC y DCe; p≤0.004). Perfil de alto estrés mecánico por repeticiones de sprint, frenado y re-aceleración.

En el estudio de Panduro (2022), las mediocampistas externas (EM) cubren ~10 519 m por partido (suma de 5283 m en la 1.ª mitad y 5236 m en la 2.ª), acumulan ~1786 m de HSR (>15 km/h) y ~863 m de VHSR (>18 km/h), y completan ~92 m de “sprinting” (>25 km/h) al combinar ambas mitades (HSR: 923 m y 863 m; VHSR: 459 m y 404 m; sprint: 53 m y 39 m). En nuestro grupo de Medio Lateral (ML), la distancia total es mucho menor (3414 m), y las distancias en Z4 (17.5–22.5 km/h) y Z5 (>22.5 km/h) son 194 m y 44 m, respectivamente; si tomamos Z4+Z5 como un proxy conservador de HSR (por umbrales más estrictos que los de Panduro), el ML alcanza ~238 m, sustancialmente menor que los ~1786 m de las EM; usando Z5 como aproximación de VHSR, 44 m del ML también es marcadamente menor que 863 m de Panduro (2022). En “sprint”, el ML reporta 237 m, numéricamente mayor que los ~92 m de Panduro (2022), pero la métrica no es comparable porque en nuestro estudio “sprint” se definió como >17,5 km/h., mientras que en Panduro (2022) equivale a >25 km/h. En cuanto a los cambios de velocidad, las EM de Panduro realizan ~7.1 aceleraciones “altas” (3.00–4.99 m/s²) y ~22.5 desaceleraciones “altas” por partido (suma de mitades), mientras que nuestras ML registran 24.14 aceleraciones en 3–4 m/s² (mayor) y 21.71 desaceleraciones en 3–4 m/s² (muy similares); además, el ML muestra 6.86 aceleraciones >4 m/s² y 12.71 desaceleraciones >4 m/s², categorías que Panduro (2022) no reporta de forma equivalente. En conjunto, nuestros ML recorren menos distancia total y menos metros en zonas de alta/very-alta velocidad que las EM de Panduro (2022) (menores), pero ejecutan más aceleraciones de 3–4 m/s² y presentan desaceleraciones altas similares; hipótesis plausibles incluyen (i) diferencias de nivel competitivo y perfil físico-táctico (liga de élite vs. universitarias), (ii) roles tácticos del “medio

lateral” en nuestro contexto, y (iii) sesgos metodológicos: distintos umbrales de velocidad y conteo (Panduro: HSR >15 km/h; VHSR >18 km/h; sprint >25 km/h; nuestro estudio: sprint y definiciones operativas >3 m/s), además de posibles diferencias de hardware/procesamiento.

7.5 Delantero Centro

Perfil de economía en alta velocidad con picos selectivos: es quien menos sprinta (3.00 ± 1.73) y menos distancia sprint acumula (83.5 ± 41.0 m; menor que Extremo, Medio Lateral y Defensa lateral, p≤0.039). Su velocidad máxima es baja-moderada (22.11 ± 1.79 km/h; inferior a Extremo y Medio Lateral, p≤0.0056), y los cambios de ritmo (aceleraciones 51.15; desaceleraciones 50.08) están por debajo de los perfiles de banda. Sin embargo, sostiene distancias totales altas (3409 ± 285 m) con player load medio (162 ± 14) y destaca por tasa de trabajo elevado (32.5 ± 4.2), superior a Defensa central y lateral (p≤0.00028), consistente con trabajo intermitente de apoyo, fijación y duelos.

Cubre menos metros lentos (Z1) que las defensas (p≤0.01), concentra gran parte del trabajo en Z2 (≈1.82 km; > DC, DL, Ext y ML; p≤0.025) y reduce al mínimo los tramos rápidos (Z4≈77 m; Z5≈7 m), por debajo de Extremo y Medio Lateral (p≤0.024). En aceleraciones intensas (Z3–4) queda por debajo de Medio Lateral, y en desaceleraciones >4 m/s² también es superado por perfiles de banda. Perfil de apoyos, fijaciones y desmarques cortos, con uso selectivo de máxima velocidad.

Al contrastar nuestro perfil de “delantero centro” (DC) con los forwards (F) del estudio Jagin y cols (2020) y, para hacer la comparación menos sesgada, usando ~la mitad de sus valores de 90 min (≈45 min), se observa un patrón de “economía en alta velocidad con picos selectivos” en nuestro DC: cubre menos distancia total que el F de Jagim (2020) (DC: 3409 ± 285 m vs F ajustado ≈3915 m; menor), lo que es coherente con que el DC concentra metros en Z2 (≈1.82 km) y minimiza Z4–Z5, es decir, trabajo más intermitente de apoyo y fijación que de rupturas sostenidas. En esfuerzos máximos, nuestro DC realiza menos sprints (3.0; menor) que el F ajustado (~5.7), pero acumula más distancia “sprint” (83.5 m; mayor) que los ~70 m ajustados de Jagim (2020); esta aparente discrepancia se explica por umbrales distintos (nuestro sprint >3 m/s vs sprint >~19 km/h en Jagim), por lo que la comparación de “sprint” debe interpretarse con cautela. Cuando enfocamos la exposición a alta velocidad, los F de Jagim (2020) recorren ≈399 m HSD ajustados (>15 km/h; mayor),

mientras que nuestro DC suma ≈84 m entre Z4 y Z5 (>17.5 km/h; menor), reforzando el perfil de uso selectivo de la máxima velocidad. En aceleraciones/desaceleraciones, nuestro DC totaliza ~51 y ~50 eventos (40 min), lo que es mayor que los eventos de alta intensidad ajustados en Jagim (2020) (p. ej., desaceleraciones altas ≈5 por 45 min), pero menor que la suma global (baja+moderada+alta) en Jagim (2020) (centenas); de nuevo, diferencias de umbrales/algoritmos y la duración observada condicionan la comparación. Finalmente, la velocidad máxima del DC (22.11 ± 1.79 km/h; menor) también queda por debajo de la de los F en periodos pico (≈25–26 km/h), lo que puede reflejar diferencias de nivel competitivo/contexto (NCAA DIII vs torneo universitario colombiano), rol táctico del DC (apoyos/duelos de espaldas) y estilo de juego, además de sesgos metodológicos entre sistemas y umbrales GPS.

7.6 Extremo

Especialista en alta velocidad: alcanza la mayor velocidad máxima (25.06 ± 1.43 km/h; > Defensa central, lateral y Delantero centro, $p \leq 0.040$) y acelera más fuerte (aceleración máx. 4.97 ± 0.27 m/s²; > Delantero centro y Mediocentro, $p \leq 0.048$). Realiza muchos sprints (6.73 ± 3.13; > Mediocentro, $p \approx 0.009$) y recorre alta distancia sprint (207 ± 81 m; > Defensa central, Delantero centro y Mediocentro, $p \leq 0.032$). Su distancia total es moderada (3285 ± 480 m) y, aunque el player load es medio (162 ± 25), distribuye el esfuerzo priorizando picos de velocidad; registra menos aceleraciones y desaceleraciones que defensas de banda (< Defensa central y lateral en aceleraciones, $p \leq 0.042$; < Defensa lateral en desaceleraciones, $p \approx 0.029$), con tasa de trabajo intermedio (27.7 ± 4.5).

Mantiene volúmenes moderados en Z1–Z3, pero sobresale en las zonas rápidas: Z4 (≈171 m) y Z5 (≈36 m), mayores que Defensa Central, Delantero Centro y Mediocentro ($p \leq 0.025$ y $p \leq 0.004$). Acelera y, sobre todo, desacelera con gran intensidad: registra más desaceleraciones >4 m/s² que Defensa Central (+6.90) y Delantero Centro (+5.85) ($p \leq 0.003$). Perfil de ruptura y transición, con picos de velocidad y frenadas agresivas.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

8.1.1 Perfiles posicionales diferenciados y accionables

El estudio confirma patrones claros por posición: mediocentro con mayor volumen continuo y tasa de trabajo elevado; medio lateral y extremo con la mayor exposición a alta/muy-alta velocidad, sprints y picos de desaceleración; defensa lateral con la densidad más alta de cambios de ritmo (aceleraciones/desaceleraciones) y carga externa elevada; defensa central con el perfil más “económico”; y delantero centro con uso selectivo de la máxima velocidad y tasa de trabajo alto. Estos hallazgos aportan una base objetiva para la planificación por posición.

8.1.2 Implicaciones directas para la prevención de lesiones

En perfiles de banda (extremos y medios laterales), el riesgo principal se asocia a la exposición repetida a sprint y a frenados de alta magnitud: se recomienda progresar semanalmente el volumen de HSR/VHSR, entrenar técnicas de desaceleración (mecánica de apoyo, reducción del tiempo de frenado, control del tronco) y programar trabajo excéntrico específico (isquiosurales -p. ej., Nordic-, aductores -Copenhagen-, sóleo-gemelos) y tareas pliométricas con aterrizajes controlados.

En defensas laterales, priorizar robustez en cambios de dirección y tolerancia a desaceleraciones: énfasis en fuerza excéntrica de cuádriceps-glúteo-aductores, control lumbopélvico y reactividad (contrastes, braking drills).

En mediocentros, donde predomina el volumen sostenido, proteger frente a sobrecarga crónica: vigilancia de acumulados de Z2-Z3, inserción de sesiones de descarga y trabajo de capacidad aeróbica específica para mejorar la recuperación entre esfuerzos.
En delanteros centro, reforzar saltabilidad, potencia corta y robustez de cadera-core para duelos/fijaciones y exposiciones puntuales a velocidad pico.

8.1.3 Criterios de control de carga con utilidad clínica

Para medicina del deporte, las métricas más sensibles a riesgo en este grupo fueron: (i) conteos de desaceleraciones de alta magnitud y su distribución dentro del microciclo, (ii) volumen de HSR/VHSR y número de sprints, y (iii) el player load como indicador agregado. Se propone fijar umbrales individualizados por posición (p. ej., bandas con límites semanales de sprints y desaceleraciones altas; mediocentros con límites de acumulado Z2-Z3), combinando con RPE, bienestar y dolor pos-sesión para decisiones preventivas y de flagging temprano.

8.1.4 Estrategia de microciclo y “zonificación” del riesgo

Microciclos con picos de intensidad (HSR/VHSR y desaceleraciones) a 72–96 h pre-partido para bandas y laterales; cargas intermedias para mediocentros; y exposiciones breves y muy específicas para delanteros centro.
En las 48 h pos-partido, priorizar recuperación (baja carga externa, movilidad, trabajo isométrico submáximo, aeróbico ligero) y vigilancia de síntomas en tejidos diana (isquios, aductores, tendón de Aquiles, rotuliano).
Integrar tapering previo a partidos críticos y distribución ondulante semanal, reduciendo el solapamiento de picos de desaceleración y sprints en días consecutivos.

8.1.5 Criterios de return-to-play (RTP) guiados por datos

El RTP debe verificar, de forma específica por posición, la tolerancia progresiva a: (i) desaceleraciones de alta magnitud (número y densidad por minuto), (ii) sprint y pico de velocidad (re-exposición escalonada), y (iii) tareas mixtas de cambio de dirección bajo fatiga controlada. La alta validez ecológica de los perfiles observados permite fijar “tests

de salida” realistas (p. ej., bloques de COD con metas de desaceleraciones y HSR equivalentes al percentil individual en competición).

8.1.6 Visión integradora desde medicina del deporte

Los patrones descritos orientan un modelo multidisciplinar donde el servicio médico y preparación física: (i) anticipan riesgos según rol posicional, (ii) prescriben fuerza excéntrica dirigida y técnica de frenado, (iii) coordinan la carga neuromuscular con el plan táctico, y (iv) usan alarmas tempranas (p. ej., incremento inusual de desaceleraciones altas o de HSR a igualdad de minutos) para ajustar entrenamiento y decisiones de selección. Este enfoque favorece la reducción de lesiones no traumáticas, optimiza la disponibilidad competitiva y alinea la preparación con los determinantes reales de la demanda.
Limitaciones y líneas futuras con impacto preventivo.

8.2 Recomendaciones

Las comparaciones externas están condicionadas por umbrales y definiciones heterogéneas entre estudios. Recomendamos: (i) estandarizar zonas de velocidad y categorías de (des)aceleración, (ii) incorporar carga interna (FC, RPE) y biomarcadores de fatiga simples (p. ej., salto CMJ, cuestionarios), (iii) ampliar tamaños muestrales y seguimiento a 90 min, y (iv) estratificar por estructura táctica y calendario competitivo. Estas mejoras aumentarán la capacidad predictiva de las métricas clave para prevención.
En síntesis, la caracterización posicional mediante GPS permite pasar de la descripción a la prescripción preventiva: límites y progresiones por posición, entrenamiento de desaceleración y fuerza excéntrica como ejes protectores, y monitorización integrada de HSR/VHSR, sprints y player load. Este marco operativo, centrado en la medicina del deporte, es aplicable de inmediato para reducir el riesgo lesional, mejorar la disponibilidad de las jugadoras y sostener el rendimiento a lo largo de la temporada.

Bibliografía

1) Abselam, O., González-Férnandez, F., Figueiredo, A., Castillo-Rodríguez, A., & Onetti-Onetti, W. (2024). Effect of the role, playing position and the body characteristics on physical performance in female soccer players. *Heliyon*, 10. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29240

2) Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., … Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 12*(S2), S2161–S2170. https://doi.org/10.1123/IJSPP.2017-0208

3) Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: Indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of Sports Sciences, 31*(15), 1627–1638. https://doi.org/10.1080/02640414.2013.792943 ResearchGate

4) Buchheit, M. (2017). Player-tracking technology: Half-full or half-empty glass? *International Journal of Sports Physiology and Performance, 12*(S2), S2-35–S2-41. https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0499 journals.humankinetics.com

5) Chia, L., et al. (2022). Non-contact ACL injury epidemiology in team-ball sports: Systematic review and meta-analysis by sex. *Sports Medicine, 52*, 2447–2467. https://doi.org/10.1007/s40279-022-01613-4

6) Cowley, E., Olenick, A., McNulty, K., & Ross, E. (2021). “Invisible Sportswomen”: The Sex Data Gap in Sport and Exercise Science Research. *Women in Sport and Physical Activity Journal*. https://doi.org/10.1123/wspaj.2021-0028

7) Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine, 43*(10), 1025–1042. https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2 SpringerLink

8) Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I., Lisboa, P., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players During International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31, 2379–2387. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575

9) Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International journal of sports medicine*, *30*(03), 205-212.

10) Domingues, H., Soares, A., Gonet, D., & Gomes, P. (2024). Characteristics of physical performance in professional female soccer athletes during a national competition. *Journal of Human Sport and Exercise*. https://doi.org/10.55860/qss5cd08

11) Elliott-Sale, K., Minahan, C., De Jonge, X., Ackerman, K., Sipilä, S., Constantini, N., Lebrun, C., & Hackney, A. (2021). Methodological Considerations for Studies in Sport and Exercise Science with Women as Participants: A Working Guide for Standards of Practice for Research on Women. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 51, 843 - 861. https://doi.org/10.1007/s40279-021-01435-8

12) FIFA & WTO. (2024, 23 de julio). *FIFA–WTO study shows economic impact of the FIFA Women's World Cup 2023*™ (incluye cifra de 16.6 millones; +24% desde 2019). https://inside.fifa.com/womens-football/media-releases/fifa-wto-study-shows-economic-impact-of-the-fifa-womens-world-cup-2023-tm Inside FIFA

13) FIFA. (2023–2024). *FIFA Forward 3.0* y "Fútbol con Futuro" (Colombia 2022–25). Recuperado de FIFA.com. Inside FIFA+1

14) FIFA. (2023a). *Women's Football: Member Associations Survey Report 2023* (sección "Grow the participation"). https://inside.fifa.com/womens-football/member-associations-survey-report-2023/grow-the-participation Inside FIFA+1

15) FIFA. (2023b, 7 de marzo). *"Fútbol con Futuro": Colombia lanza un ambicioso proyecto con apoyo de la FIFA*. FIFA.

16) FIFA. (2024a). *FIFA Forward 3.0*. FIFA.

17) FIFA. (2024b, 4 de junio). *All eyes on FIFA U-20 Women's World Cup Colombia 2024™ draw*. FIFA.

18) Gabbett, T. J. (2016). The training–injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine, 50*(5), 273–280. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788 British Journal of Sports Medicine

19) Gabbett, T. J., & Ullah, S. (2012). Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(4), 953-960.DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182302023

20) Gastwirth, J. L., Gel, Y. R., & Miao, W. (2009). The impact of Levene's test of equality of variances on statistical theory and practice. *Statistical Science, 24*(3), 343–360. https://doi.org/10.1214/09-STS301 projecteuclid.org

21) Harkness-Armstrong, A., Till, K., Datson, N., Myhill, N., & Emmonds, S. (2022). A systematic review of match-play characteristics in women's soccer. *PLoS ONE*, 17. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268334

22) Hennessy, L., & Jeffreys, I. (2018). The current use of GPS, its potential, and limitations in soccer. *Strength & Conditioning Journal, 40*(3), 83–94. https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000386 University of South Wales

23) Hennessy, L., & Jeffreys, I. (2018). The current use of GPS, its potential, and limitations in soccer. *Strength & Conditioning Journal*, *40*(3), 83-94. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000386

24) Hernandez-Martinez, J., Perez-Carcamo, J., Canales-Canales, S., Coñapi-Union, B., Cid-Calfucura, I., Herrera-Valenzuela, T., Branco, B., & Valdés-Badilla, P. (2024). Body Composition and Physical Performance by Playing Position in Amateur Female Soccer Players. *Applied Sciences*. https://doi.org/10.3390/app14135665

25) Horan, D., et al. (2023). Injury incidence rates in women's football: Systematic review & meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 57*(8), 471–483. https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-105302

26) Jagim, A. R., Murphy, J., Schaefer, A. Q., Askow, A. T., Luedke, J. A., Erickson, J. L., & Jones, M. T. (2020). Match demands of women's collegiate soccer. *Sports*, *8*(6), 87.

27) Johnston, R. J., Watsford, M. L., Kelly, S. J., Pine, M. J., & Spurrs, R. W. (2014). Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research, 28*(6), 1649–1655. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000323 PubMed

28) Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association, 47*(260), 583–621. https://doi.org/10.2307/2280779

29) Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. En *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling* (pp. 278–292). Stanford University Press.

30) Mäkiniemi, J. K., Savolainen, E. H., Finni, T., & Ihalainen, J. (2023). Position specific physical demands in different phases of competitive matches in national level women's football. *Biology of sport*, *40*(3), 629-637.

31) Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport, 20*(6), 561–565. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.014 ScienceDirect

32) Martínez-Sánchez, S., Martínez-Sánchez, L., & Martínez-García, C. (2024). Gender differences in barriers to physical exercise among university students studying physical activity and sports sciences. *Health Education Journal*, 83, 192 - 204. https://doi.org/10.1177/00178969231226383

33) Morgans, R., Orme, P., Drust, B., & Morton, J. P. (2014). Principles and practices of training for soccer. *Journal of Sport and Health Science, 3*(4), 251–257. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.07.002 LJMU Research Online

34) Panduro, J., Ermidis, G., Røddik, L., Vigh-Larsen, J. F., Madsen, E. E., Larsen, M. N., ... & Randers, M. B. (2022). Physical performance and loading for six playing positions in elite female football: full-game, end-game, and peak periods. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *32*, 115-126.

35) Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., Del Campo, L., García, J., & Pulido, J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during

official soccer matches: Agreement between systems. *PLOS ONE, 14*(8), e0220729. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220729

36) Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika, 52*(3–4), 591–611. https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591 Oxford Academic

37) Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. *Journal of sports science & medicine*, 18 1, 73-81.

38) Sweeting, A. J., Cormack, S. J., Morgan, S., & Aughey, R. J. (2017). When is a sprint a sprint? A review of the analysis of team-sport athlete activity profiles. *Frontiers in Physiology, 8*, 432. https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00432 Frontiers

39) Tierney, P. J., Young, A., Clarke, N. D., & Duncan, M. J. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human movement science*, *49*, 1-8. ISSN 0167-9457. https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.05.007

40) Torreño, N., Munguía-Izquierdo, D., Coutts, A., de Villarreal, E. S., Asian-Clemente, J., & Suarez-Arrones, L. (2016). Relationship Between External and Internal Loads of Professional Soccer Players During Full Matches in Official Games Using Global Positioning Systems and Heart-Rate Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*(7), 940-946. Retrieved Aug 23, 2025, from https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0252

41) Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., & Cronin, J. (2018). The match-to-match variation of match-running in elite female soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport, 21*(2), 196–201. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.04.008

42) Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics, 5*(2), 99–114. https://doi.org/10.2307/3001913

43) Varley, M. C., Jaspers, A., Helsen, W. F., & Malone, J. J. (2017). Methodological Considerations When Quantifying High-Intensity Efforts in Team Sport Using Global Positioning System Technology. *International Journal of Sports Physiology and*

Performance, *12*(8), 1059-1068. Retrieved Aug 23, 2025, from https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0534

44) Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., … Yutani, H. (2019). Welcome to the *tidyverse*. *Journal of Open Source Software, 4*(43), 1686. https://doi.org/10.21105/joss.01686

45) Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin, 1*(6), 80–83. https://doi.org/10.2307/3001968

46) Winther, A., Baptista, I., Pedersen, S., Randers, M., Johansen, D., Krustrup, P., & Pettersen, S. (2021). Position specific physical performance and running intensity fluctuations in elite women's football. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32, 105 - 114. https://doi.org/10.1111/sms.14105

47) CIOMS/OMS. (2016). International ethical guidelines for health-related research involving humans. Council for International Organizations of Medical Sciences & World Health Organization.

48) Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

49) Ministerio de Salud de Colombia. (1993). Resolución 8430 de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

50) Presidencia de la República de Colombia. (2013). Decreto 1377 de 2013: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012.

51) World Medical Association. (2013). Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA, 310(20), 2191–2194. https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053