

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 15 de Junio de 2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Ana Cristina Cardozo Esquivel, con C.C. No. 1.075.225.900,

Yivith Alexandra Rodríguez Acevedo, con C.C. No. 1.124.856.231,

Cindy Tatiana Florez Nuñez, con C.C. No. 1.075.223.919,

Oscar Julian Ramírez Cuellar, con C.C. No. 1.075.295.110,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado PATRONES FISIOLÓGICOS Y DE DESPLAZAMIENTO EN VOLEIBOLISTAS ELITE DE PLAYA FEMENINA. Presentado y aprobado en el año 2016 como requisito para optar el título de: LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN EDUCACION FISICA, RECREACION Y DEPORTE; autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: ANA CORTINA CE

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Cindy Patricia López Núñez

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: [Signature]

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Oscar Ramirez

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cardozo Esquivel	Ana cristina
Rodríguez Acevedo	Yivith Alexandra
Flórez Núñez	Cindy Tatiana
Ramírez Cuellar	Oscar Julián

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Chamorro Burbano	Saulo Andrés

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Chamorro Burbano	Saulo Andrés

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: LICENCIADO EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN EDUCACION FISICA, RECREACION Y DEPORTE

FACULTAD: EDUCACION

PROGRAMA O POSGRADO: EDUCACION FISICA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2016

NÚMERO DE PÁGINAS: 88

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___ Láminas___
Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros **X**

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: ¿XXX

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>		<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	<u>Distancia</u>	<u>Distance</u>	6.	<u>Intensidad</u>	<u>Intensity</u>
2.	<u>Tiempo</u>	<u>Weather</u>	7.	<u>Aeróbico</u>	<u>Aerobic</u>
3.	<u>Velocidad</u>	<u>Speed</u>	8.	<u>Promedio</u>	<u>Average</u>
4.	<u>Frecuencia Cardíaca</u>	<u>Heart Rate</u>	9.	<u>Consumo de oxígeno</u>	<u>Oxygen consumption</u>
5.	<u>GPS</u>	<u>GPS</u>	10.	<u>Jugadoras</u>	<u>Players</u>

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Valorados los tiempos de carga y recuperación en la parada nacional de voleibol playa realizada en la ciudad de Neiva – Huila en el año 2014 se tuvieron en cuenta tres partidos; uno en fase de grupos, semifinal y final encontrando que todos los juegos se definieron en dos set (2x0), por la superioridad competitiva de la dupla evaluada, el 32,5% de tiempo total de todos los partidos corresponden al tiempo de juego y el 67,4% corresponde a pausas en el voleibol playa colombiano femenino. El 79% de las acciones de juego duran menos de 10 segundos, el 71% de las pausas de juego duran más de 11 segundos, el promedio de tiempo de juego fue de 8 minutos 9 segundos, con un mínimo de duración de 7 minutos 08 segundos y un máximo de 11 minutos 9 segundos. Las pausas del voleibol playa femenino tienen un promedio de 18 minutos 36 segundos, con una mínima duración de 13 minutos 8 segundos máxima de 25 minutos 6 segundos, la duración del promedio de un set es 13 minutos 6 segundos, la mínima de 10 minutos 2 segundos y máxima de 19 minutos 5 segundos correspondientes a set normales “21 tantos” puesto que todos los encuentros terminaron con el marcador de 2 X 0. Concluyendo que La duración total de un partido de voleibol de playa difiere por el nivel competitivo de la fase del campeonato y el nivel competitivo del rival Y Según el tiempo de



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 3

permanencia en las zonas de intensidad de frecuencia cardiaca se considera que el voleibol playa tiene una predominancia energética del sistema aeróbico.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

In the National Tournament women Beach-Volleyball 2004 we took time of play and rest in three matches in one of the groups phase, one in semifinal and one on the final. All games were played in two sets because the team studied had higher technical level than the other teams. 32.5% of the total of all game time corresponds to play time and 67.4% is game pause. 79% of game actions last less than 10s. 71% game pause last more than 11s. Mean game time was 8:09 min, maximum game time was 11:09 min, minimum game time was 7:08 min. Pause game was 18:36 min, the minimum pause game was 13:08 min and the maximum pause game was 25:06 min. Mean set time was 13:06 min, the minimum set time was 10:02 min, and the maximum set time was 25:06 min. All sets were normal (21 points) because the score was (2x0). Total amount of game time is different according to technical level, phase of the championship and the rival's technical level. According with the heart rate we found that women Beach-Volleyball had predominance of aerobic energy system.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: EDGAR COMETA GUARNIZO

Firma:

Nombre Jurado: Jaque Gaudinola B

Firma:

Nombre Jurado: Luis Fernando Salamanca B

Firma:

**PATRONES FISIOLÓGICOS Y DE DESPLAZAMIENTO EN VOLEIBOLISTAS
ELITE DE PLAYA FEMENINA**

ANA CRISTINA CARDOZO ESQUIVEL

ALEXANDRA RODRÍGUEZ ACEVEDO

CINDY TATIANA FLÓREZ NÚÑEZ

OSCAR JULIÁN RAMÍREZ CUELLAR

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

PROGRAMA DE LIC. EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN

EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES

NEIVA JUNIO 2016

**PATRONES FISIOLÓGICOS Y DE DESPLAZAMIENTO EN VOLEIBOLISTAS
ELITE DE PLAYA FEMENINA**

ANA CRISTINA CARDOZO ESQUIVEL

ALEXANDRA RODRÍGUEZ ACEVEDO

CINDY TATIANA FLÓREZ NÚÑEZ

OSCAR JULIÁN RAMÍREZ CUELLAR

**Tesis para optar al grado de Licenciado en Educación Básica con Énfasis en
Educación Física Recreación y Deportes**

SAULO ANDRÉS CHAMORRO

Asesor

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

PROGRAMA DE LIC. EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN

EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES

NEIVA JUNIO 2016

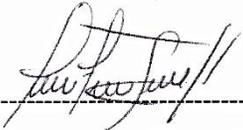
Nota de aceptación



Firma del Presidente del Jurado



Firma del Jurado



Firma del Jurado

Agradecimientos

A nuestro asesor Lic. Saulo Andrés Chamorro, al Lic. Jerferson Salinas Vargas, a nuestros padres y a todos los profesores del programa de Educación Física de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo incondicional y conocimiento transmitido en el lapso de estudio de la carrera. Dios los bendiga.

Contenido

	Pág.
Introducción	11
Presentación y definición del problema de investigación	11
Justificación.....	14
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos.....	16
Marco Teórico	18
Antecedentes	18
Voleibol de playa	21
Cinemática	22
El sistema GPS	22
Aplicaciones del GPS en el deporte	28
Ventajas y limitaciones del GPS	31
GPS y monitor del ritmo cardiaco integrados	33
GPS en análisis de rendimiento en deportes de equipo.....	39
Metodología	41

Tipo de estudio	41
Población y muestra	41
Procedimiento.....	42
Materiales	43
Resultados	44
Tiempo	44
Distancia.....	46
Distancia total recorrida.....	46
Distancia relativa m/min.....	48
Distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad	50
Frecuencia cardiaca	51
Frecuencia cardiaca mínima	51
Frecuencia cardiaca promedio	53
Frecuencia cardiaca máxima.....	55
Tiempo de permanencia en zonas de intensidad de frecuencia cardiaca	57
Velocidad	59
Velocidad máxima.	59
Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad	61
Discusión.....	63
Duración total del partido.....	63

Distancia.....	65
Distancia total recorrida.....	65
Distancia relativa	66
Distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad.	68
Frecuencia cardiaca	69
Frecuencia cardiaca mínima	69
Frecuencia cardiaca media.....	70
Frecuencia cardiaca máxima.....	72
Tiempo de permanencia en zonas de frecuencia cardíaca	73
Velocidad máxima.....	75
Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad.	76
Conclusiones	78
Recomendaciones.....	81
Referencias Bibliográficas	82

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Tiempo total por partido según fase de competición.	45
Tabla 2. Promedio de tiempo total por partido en segundos y minutos.	45
Tabla 3. Distancia total recorrida por partido según fase de competición.	47
Tabla 4. Promedio de distancia total recorrida por partido.	48
Tabla 5. Distancia relativa por partido según fase de competición.	49
Tabla 6. Promedio de distancia relativa recorrida por partido.	50
Tabla 7. Distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad.	50
Tabla 8. Frecuencia cardiaca mínima de juego por partido según fase de competición.	52
Tabla 9. Promedio de frecuencia cardiaca mínima de juego por partido.	52
Tabla 10. Frecuencia cardiaca media de juego por partido según fase de competición.	54
Tabla 11. Promedio de frecuencia cardiaca media de juego por partido.	55
Tabla 12. Frecuencia cardiaca máxima de juego por partido según fase de competición.	55
Tabla 13. Promedio de frecuencia cardiaca máxima de juego por partido.	57
Tabla 14. Tiempo de permanencia en zonas de frecuencia cardiaca.	57
Tabla 15. Velocidad máxima de juego por partido según fase de competición.	60
Tabla 16. Promedio de velocidad máxima de juego por partido.	61
Tabla 17. Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad.	61

Índice de Figuras

Pág.

Figura 1. Segmento espacial del sistema GPS: una constelación de 24 satélites NAVSTAR orbita la Tierra a 20.200 km de altitud. Fuente: Sanchez y Perez (2006).	23
Figura 2. Es necesario recibir la señal de un mínimo de 4 satélites para ubicar con precisión nuestra posición en los tres ejes del espacio.	28
Figura 3. Los receptores de GPS con pulsómetro integrado son ya una realidad, Fuente: (Sanchez y Perez, 2006).	35
Figura 4. Recorrido en 2-D obtenido mediante un dispositivo GPS (FRWD O400) durante un test de carrera en pista de atletismo. Los puntos con números corresponden a los tiempos parciales registrados por el atleta, Fuente: (Sanchez y Perez, 2006).	36
Figura 5. Datos de FC y velocidad de carrera proporcionados por el GPS para el mismo tes. El dispositivo de grabación se configuró para que registrase los datos a intervalos de 1 s, Fuente: (Sanchez y Perez, 2006).	38
Figura 6. Duración de un partido de voleibol en segundos.	63
Figura 7. Duración de un partido de voleibol en minutos.	64
Figura 8. Distancia recorrida en un partido de voleibol en metros.	66
Figura 9. Distancia relativa en un partido de voleibol en m/min.	67
Figura 10. Distancia recorrida en metros en zonas de intensidad velocidad.	68
Figura 11. Frecuencia cardiaca mínima en un partido de voleibol en ppm.	70
Figura 12. Frecuencia cardiaca media en un partido de voleibol en ppm.	71

Figura 13. Frecuencia cardiaca máxima en un partido de voleibol en ppm.	73
Figura 14. Tiempo de permanencia en zonas de intensidad frecuencia cardiaca.	74
Figura 15. Velocidad máxima en un partido de voleibol en km/h	76
Figura 16. Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad.	77

Introducción

Presentación y definición del problema de investigación

Uno de los grandes problemas en el mundo del deporte es el control y progresión de la carga de entrenamiento en algunas especialidades concretas, entendido el control de la carga como el procedimiento para examinar la coherencia entre lo planificado y lo ejecutado en las sesiones de entrenamiento (Chamorro, 2012).

Según (Adrín, 2004), las exigencias competitivas del deporte de alto rendimiento contemporáneo obliga a los entrenadores de los deportes de equipo a conocer de la manera más precisa, cuales son las características de la actividad competitiva partiendo del análisis cinemático (físico) y fisiológico de las situaciones reales de juego para poder planificar y aplicar cargas de entrenamiento a los equipos que se correspondan con la demanda competitiva.

Al respecto (Grosgeorge, 1990), afirma que la evaluación y el análisis de las prestaciones de los jugadores y de los equipos constituyen un aporte de información esencial para los entrenadores; dicha evaluación en situaciones reales de juego permite conocer las características de la actividad competitiva (Gonzales et al., 2002).

Asimismo (Barbero 1998), plantea que la planificación del entrenamiento debe adecuarse al esfuerzo realizado por el deportista durante la competición, siendo necesaria la realización de mediciones en situaciones reales de juego.

Esta situación no resulta tan compleja en los deportes denominados de "Tiempo y Marca" donde se hace evidente saber cuál será la exigencia competitiva que demandará al deportista mientras que realiza su prueba, por ejemplo: un corredor de 100 metros llanos, recorrerá 100 metros a la mayor velocidad posible, teniendo una duración total de competencia de 9 a 11 segundos (Adrín, 2004); con estos datos se podrán obtener información de variables como la velocidad, (número de zancadas, longitud de la zancada) fundamentales en la planificación del entrenamiento.

No obstante, el análisis de la competición en los deportes de equipo presenta una gran dificultad como consecuencia de la complejidad del fenómeno y de la variabilidad de la propia competición (Orta et al., 2000); para conocer con exactitud las exigencias físicas, fisiológicas y energéticas que requerirán los jugadores durante la competencia por la estructura motriz de la actividad que es de carácter acíclico y por la intervención de muchos más factores como el transporte o uso de un móvil (balón), la colaboración y oposición de los actores adicionales en el juego y la limitación espacial del campo (Chamorro, 2012).

Estas evaluaciones son importantes porque si se desconocen las variables propias del deporte, la preparación física podrá contar con medios, métodos, volúmenes e

intensidades inadecuadas para el deportista, debido a su poca relación con las demandas propias de la competencia por lo que se estará entrenando a deportistas de forma inespecífica e inespecífica e ineficiente. Por consiguiente solo si se utiliza la metodología de entrenamiento adecuada y específica se podrá brindar las herramientas necesarias para que durante el proceso de formación y preparación puedan consolidarse como deportistas de alto rendimiento (Chamorro, 2012).

Para realizar, estas valoraciones se han utilizado los sistemas de posicionamiento global (GPS) en los deportes de conjunto y más específicamente en fútbol que es el deporte más practicado en el mundo y teniendo como referencia que se han realizado variadas y diversas investigaciones sobre las velocidades y desplazamientos de sus jugadores (Chamorro, 2012), sobre todo en deportistas de alto nivel, (Di salvo, 2006; Mohr et al., 2003; Rampinini, 2007); más el demostrado creciente interés en las dos últimas décadas sobre el análisis de un juego o partido de fútbol (Farraly, 1991; Bangsbo, 1991-1994; Ekblon, 1986; Grehaine, 1988; Meyer, 2000; Rienzi, 2000; Stroyer, 2004).

Sin embargo, en voleibol playa específicamente en la revisión bibliográfica realizada, no se encontraron estudios con dispositivos GPS donde se analizará el rendimiento cinemático y fisiológico de esta disciplina deportiva.

Teniendo en cuenta lo argumentado anteriormente, donde se evidencia la falta de estudios de la carga física de competición con tecnología GPS en voleibol playa, la intencionalidad y propósito de este estudio es caracterizar el rendimiento cinemático (distancia , tiempo,

velocidad) y fisiológico (frecuencia cardíaca) en jugadoras de voleibol playa femenino elite en la parada nacional desarrollada en Neiva en el mes de octubre de 2014, a través de la tecnología satelital GPS, para contar con datos reales de competencia a la hora de planificar entrenamientos específicos en esta modalidad deportiva.

Justificación

El deporte de alto rendimiento y el proceso formativo que lo alimenta, así como las altas exigencias del deporte contemporáneo, obliga a los entrenadores a conocer de manera más precisa, cuáles son las características de las variables que más influyen en la actividad competitiva, partiendo del análisis cinemático (físico) y fisiológico de las situaciones reales de juego (competición) y de los resultados inmediatos y súbitos que le suceden al deportista en el entrenamiento diario, para poder planificar y aplicar cargas de entrenamiento a los deportistas que correspondan con la demanda competitiva (Chamorro, 2012).

El conocimiento de la carga de entrenamiento es esencial para valorar el costo energético, controlar la progresión de las cargas y en definitiva la búsqueda del rendimiento deportivo ideal óptimo o máximo (García, 1996).

Por tal motivo, se hace importante desarrollar esta investigación que tiene por objetivo Caracterizar el rendimiento cinemático (distancia, tiempo, velocidad) y fisiológico (frecuencia cardíaca) en jugadoras elite de voleibol playa femenino en la

parada nacional, a través de la tecnología satelital GPS, para contar con datos reales de competencia a la hora de planificar entrenamientos. Y así, al conocer datos reales de competencia para enfocar en estos la preparación física basada en medios, métodos, volúmenes, intensidades y demás variables propias del entrenamiento, muy cercanas y adecuadas a la realidad del juego, trabajando así de forma específica e individualizada. Según (Passingham, 2015) los dispositivos GPS Catapult Minimax S4 cumplen con los requisitos que ha de cumplir un receptor GPS que pretenda usarse para la investigación en Ciencias del Deporte.

Otro aspecto relevante, es que en Colombia son exiguos los estudios con tecnología GPS en deportes de conjunto, y tan solo en la revisión bibliográfica realizada se constató la existencia de un estudio con esta tecnología en fútbol, el cual evaluó la carga interna y externa en futbolistas (Chamorro, 2012); pero en el voleibol playa en nuestro país no existen estudios con dicha tecnología. Así con realización de este estudio se aportaran datos de relevancia para el desarrollo de voleibol playa en Colombia; es por ello, que esta investigación desarrollara nuevos puntos de vista para la planificación y desarrollo de las cargas de entrenamiento en esta disciplina en nuestro país.

Objetivos

Objetivo general. Caracterizar el rendimiento cinemático (distancia, tiempo, velocidad) y fisiológico (frecuencia cardiaca) en jugadoras de voleibol playa femenino en la parada nacional realizada en Neiva – Huila en el mes de octubre del 2014, a través de la tecnología satelital GPS, para contar con datos reales de juego a la hora de planificar entrenamientos y la competencia.

Objetivos específicos.

1. Identificar la distancia total recorrida, distancia relativa y distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad en un partido de voleibol playa en jugadoras de voleibol playa femenina en competencia oficial.
2. Cuantificar el tiempo total de duración en un partido de voleibol playa en jugadoras de voleibol playa femenino en competencia oficial.
3. Valorar la frecuencia cardiaca mínima, media, máxima y tiempo de permanencia en zonas de intensidad de frecuencia cardiaca en un partido de voleibol playa en jugadoras de voleibol playa femenino en competencia oficial.

4. Valorar la velocidad mínima, media, máxima y tiempo de permanencia en zonas de intensidad-velocidad en un partido de voleibol playa en jugadoras de voleibol playa femenino en competencia oficial.

5. Comparar los resultados según el nivel de competencia o categoría de los rivales.

Marco Teórico

Antecedentes

En la revisión bibliográfica realizada, se encontró que en el estudio de Civar (2016), donde se analizó a jóvenes voleibolistas de playa participantes de campeonatos nacionales (n: 60), se obtuvieron datos de medidas antropométricas, prueba de fuerza, la flexibilidad, abdominales, prueba de salto vertical, test de 20 metros de sprint y un test de consumo máximo de oxígeno se utiliza para medir el rendimiento físico. Se concluye que las jugadoras de voleibol playa exitosas tenían un perfil dominante en su somatotipo, con una estructura ectomorfo, y menor proporción de grasa corporal.

Según Civar (2015) el voleibol playa tiene las características de los deportes intervalados, con una alta dependencia de los aspectos técnicos y tácticos en correspondencia con altos desarrollos de la velocidad y el salto vertical como variables que influyen en su rendimiento; en las últimas décadas los investigadores han mostrado más interés en el estudio de la relación entre el rendimiento físico, las características antropométricas y su influencia en el rendimiento de los jugadores; es necesario ampliar el número de variables a investigar si se requiere de una evaluación más precisa del rendimiento físico en acciones de entrenamiento y competición, además el conocimiento de las características físicas y fisiológicas de los jugadores ha permitido implementar innovaciones en las formas y métodos de entrenamientos. Los entrenadores tienen la

posibilidad de desarrollar sus entrenamientos bajo el concepto de entrenar como se compete

Palao (2012) afirma que:

La monitorización de la FC permite establecer diferencias entre los diferentes tipos de sesiones analizadas logrando diferenciar según la posición de juego y las fases del mismo; Igualmente se observan correlaciones entre aquellos jugadores que tienen un mayor VO_{2max} con que son aquellos a los que la velocidad en la que alcanzan el umbral anaeróbico es mayor ($r=0,60$, $p<0,05$), que aguantan más tiempo ($r=0,60$, $p<0,05$) y por tanto recorre una mayor distancia ($r=0,60$, $p<0,05$). Según Berna (2014) en el vóleibol playa, como en el voleibol convencional la mayoría de estudios se realizan a nivel de equipos de alto rendimiento, pero muy pocos valoran los rendimientos de las acciones de competencia a nivel de carga física (externa e interna), por lo que no se obtiene referencias de estas variables en competición, esto permitiría saber exactamente donde se quiere llegar y marcar de forma clara unos objetivos en la planificación de los entrenamientos.

El voleibol playa es una modalidad deportiva derivada del voleibol, con muchas similitudes a nivel de los gestos técnicos, según Palao & Martínez (2012) se puede dividir las acciones técnico – tácticas y se clasifican como “acciones terminales (saque, remate, y bloqueo) y acciones de continuidad (recepción, colocación, y defensa). Las acciones de continuidad son acciones intermedias que sirven para neutralizar las acciones del oponente y mejorar el ataque propio. Éstas son fundamentales para obtener el máximo rendimiento de las acciones terminales. Las acciones terminales son las acciones que tienen la finalidad de conseguir punto y/o dificultar en la medida de lo posible la acción posterior del rival; a nivel de diferencias, la inestabilidad de la superficie, el número de jugadores, las dimensiones del

terreno de juego, el espacio a cubrir por cada jugador, las condiciones climáticas, etc. son algunos factores que influyen en la realización de las acciones técnicas en voleibol playa. Además, el sol, el viento, y la arena dificultan la realización de las acciones técnicas en las condiciones óptimas”.

El voleibol playa es actualmente un deporte que en el alto rendimiento tienen grandes exigencias funcionales y la distribución de las cargas ha de ser más individualizada, además los trabajos científicos que estudian las demandas fisiológicas de la competición de los jugadores, recientemente se han analizado las demandas de los entrenamientos y la competición tanto métodos objetivos como subjetivos. En el caso de la FC frecuencia cardiaca como método de monitoreo, presenta ciertas limitaciones a la hora de controlar la intensidad del ejercicio ya que puede estar influenciada por factores medioambientales (temperatura, humedad, altitud) o fisiológico (estado de hidratación, cambios diurnos, estado de entrenamiento, deflexión de glucógeno).

Según Bello (2014) quien evaluó los tiempos de carga y recuperación en la parada nacional de voleibol playa realizada en la ciudad de Neiva – Huila en el año 2014, donde valoro tres partidos; uno en fase de grupos, semifinal y final, encontró que: todos los juegos se definieron en dos set (2x0), por la superioridad competitiva de la dupla evaluada, el 32,5% de tiempo total de todos los partidos corresponden al tiempo de juego y el 67,4% corresponde a pausas en el voleibol playa colombiano femenino. El 79% de las acciones de juego duran menos de 10 segundos, el 71% de las pausas de juego duran más de 11 segundos, el promedio de tiempo de juego fue de 8 minutos 9 segundos, con un mínimo de

duración de 7 minutos 08 segundos y un máximo de 11 minutos 9 segundos. Las pausas del voleibol playa femenino tienen un promedio de 18 minutos 36 segundos, con una mínima duración de 13 minutos 8 segundos máxima de 25 minutos 6 segundos, La duración del promedio de un set es 13 minutos 6 segundos, la mínima de 10 minutos 2 segundos y máxima de 19 minutos 5 segundos (p. 10) correspondientes a set normales “21 tantos” puesto que todos los encuentros terminaron con el marcador de 2 X 0.

Voleibol de playa

Según Fédération International de Volleyball (2009), en las reglas oficiales de Voleibol de playa:

El voleibol playa es un deporte jugado por dos equipos de dos jugadores cada uno en una cancha de arena dividida por una red. Existen diferentes versiones disponibles para así ofrecer la versatilidad del juego para todos.

El objetivo de juego para cada equipo es, enviar el balón regularmente sobre la red para que caiga al suelo en la cancha del oponente y evitar que el balón caiga al suelo en la cancha propio. Un equipo puede golpear el balón tres veces para retornar el balón (incluyendo el bloqueo). El balón es puesto en juego por el jugador que efectúa el saque. El jugador saca golpeando el balón con una mano o brazo, sobre la red hacia la cancha del oponente. La jugada continua hasta que el balón toca el piso, cae fuera y/o un equipo falla no devolviendo el balón apropiadamente.

En el Voleibol Playa, el equipo que gana la jugada anota un punto, (sistema de punto por jugada o acción-punto). Cuando el equipo que recibe gana la jugada, obtiene un punto y el derecho al saque. El jugador que efectúe el saque se debe alternar cada vez que esto sucede.

Cinemática (Alonso, 1995)

La cinemática estudia los movimientos de los cuerpos independientemente de las causas que lo producen, además describe las técnicas deportivas y las diferentes habilidades y destrezas que puede desarrollar el ser humano, utiliza la velocidad y la aceleración, que son las dos principales magnitudes que describen cómo cambia la posición en función del tiempo. La velocidad se determina como el cociente entre el desplazamiento y el tiempo utilizado, mientras que la aceleración es el cociente entre el cambio de velocidad y el tiempo utilizado. La cinemática describe cómo son las técnicas deportivas y las diferentes habilidades y destrezas que puede desarrollar el ser humano.

El sistema GPS

Como referente principal se retoma lo afirmado por Sanchez y Perez (2006), en el texto *Tecnología GPS al servicio del deporte*:

Fundamentos: El Sistema de Posicionamiento Global (GPS, del inglés Global Positioning System) es un sistema de radionavegación vía satélite desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y está plenamente operativo desde el

mes de julio de 1995. Este sistema emplea una constelación de 24 satélites en órbita alrededor de la Tierra, a 20.200 km de altitud, describiendo 6 órbitas circulares a 55 grados con respecto al plano ecuatorial. Con esta configuración, cada satélite tarda 12 horas en dar una vuelta completa alrededor de nuestro planeta. Los satélites dedicados a este solo propósito transmiten continuamente señales de radiofrecuencia con datos de posición y tiempo, están ubicados de tal forma, que normalmente entre 6 y 8 de ellos son "visibles" desde cualquier punto del globo (Figura 1). En tierra, una red de estaciones de control y antenas estratégicamente ubicadas en diferentes puntos del planeta, monitorea el estado de cada satélite, su respectiva posición en órbita y la información que éste emite, actualizando su configuración u ocasionalmente corrigiendo errores. Los satélites no pueden comunicarse entre sí, solo lo pueden hacer con las estaciones de control; una de éstas actúa como estación maestra. Las señales transmitidas por los satélites pueden ser captadas y decodificadas por cualquiera que disponga de un receptor GPS debidamente configurado.

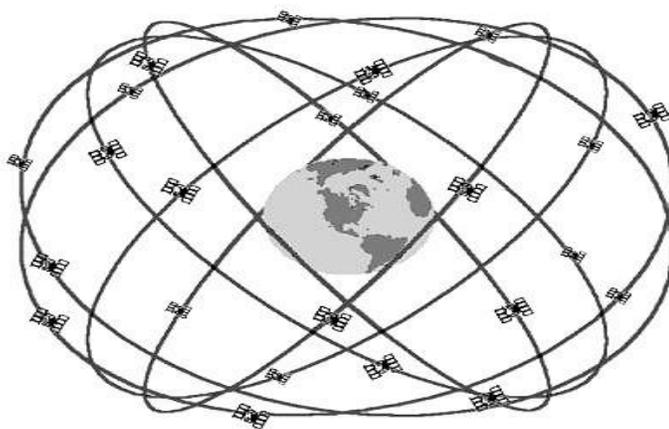


Figura 1. Segmento espacial del sistema GPS: una constelación de 24 satélites NAVSTAR orbita la Tierra a 20.200 km de altitud. Fuente: Sanchez y Perez (2006).

Estos dispositivos se han conseguido miniaturizar hasta reducirse a simples circuitos integrados, lo cual ha permitido una drástica reducción en los costes de fabricación, favoreciendo su producción en masa. Paralelamente, el interés del público por esta tecnología se ha multiplicado durante la última década. En la actualidad, es común encontrar receptores GPS integrados en todo tipo de vehículos y maquinaria, existiendo centenares de modelos de diferentes marcas. El transporte, las comunicaciones, la construcción, la agricultura, la investigación científica, e incluso el ocio y la recreación, están encontrando un valioso aliado en este sistema global de posicionamiento. Hoy en día, las aplicaciones civiles y comerciales superan a las militares; de forma parecida a lo sucedido con el teléfono móvil, el GPS va camino de convertirse en una utilidad universal.

Modo de funcionamiento: La clave del correcto funcionamiento del sistema GPS reside en una medición del tiempo ultra precisa, y en una monitorización continua de los satélites por parte de las estaciones de control. Cada satélite va equipado con 4 relojes atómicos, capaces de medir el tiempo con una precisión de nanosegundos. Los relojes de todos los satélites están sincronizados entre sí. Cada satélite transmite constantemente su posición exacta dentro de su respectiva órbita junto con la señal de tiempo. Cada señal enviada lleva un "sello" del momento exacto en que se envió y un código único pseudo-aleatorio que identifica al satélite de procedencia. Los satélites actúan como puntos de referencia para la navegación terrestre. Lo que hace un receptor GPS es detectar, decodificar y procesar las señales que le llegan de los satélites. El cálculo de la distancia a la que nos encontramos de un satélite se determina midiendo el tiempo que la señal de

radio tarda en llegar desde dicho satélite a nuestro receptor, y multiplicándolo por la velocidad de la luz. Conocida esta distancia nuestra posición ha de encontrarse en algún punto de la superficie de una esfera imaginaria centrada en el satélite y de radio igual a la distancia que nos separa de él. Al medir la distancia a un segundo satélite, reducimos nuestra posición al círculo que resulta de la intersección de las dos esferas imaginarias centradas en sendos satélites. Siguiendo con este procedimiento y midiendo la distancia que nos separa de tres satélites, podemos "triangular" nuestra posición en cualquier lugar de la Tierra. Una señal adicional, procedente de un cuarto satélite, hará todavía más precisa la determinación de nuestra posición en tres dimensiones (latitud, longitud y altitud) (Figura 2), pues con ella se consigue corregir cualquier error de sincronización entre el reloj atómico de los satélites - extremadamente preciso- y el reloj de cuarzo de los receptores- mucho menos preciso-. Al igual que las estaciones de control corrigen a los satélites, éstos son capaces de corregir a los receptores individuales. Es deseable, por tanto contar con un receptor de un mínimo de 4 canales, aunque cuantos más satélites consiga detectar el receptor mejor será la precisión en sus determinaciones. Hoy en día esto ya no es un problema, ya que casi todos los receptores disponibles comercialmente cuentan con 12 o más canales. A partir de unas medidas precisas de posición y tiempo, la velocidad puede calcularse directamente. No obstante, la mayoría de receptores GPS son capaces de calcular la velocidad de desplazamiento "online", midiendo la variación en la frecuencia de las señales de radiofrecuencia debida al efecto Doppler. Para la realización de estos cálculos, cada fabricante emplea sofisticados algoritmos y filtros propietarios que no suele revelar. La medición de velocidad obtenida a partir del efecto Doppler tiene la ventaja de no verse afectada por las inclinaciones del terreno.

Sistemas mejorados de GPS: Los satélites transmiten en dos frecuencias: L1 (1575,42 MHz) y L2 (1227,6 MHz), moduladas con dos tipos de códigos. El código C/A (actualmente sólo para L1) fue intencionadamente degradado por el Departamento de Defensa estadounidense hasta mayo del año 2000, y se usa para aplicaciones civiles. Debido a que el GPS fue diseñado originalmente para uso militar, esta "disponibilidad selectiva" (SA, selective availability) fue una restricción impuesta con el fin de evitar que fuerzas hostiles pudieran emplear toda la precisión de la tecnología GPS para atacar a EE.UU. o a sus aliados. El código P, clasificado y encriptado, está reservado para aplicaciones militares.

Estados Unidos se reserva el derecho de volver a imponer monitores en aquellas zonas del planeta donde puedan surgir conflictos que supongan una amenaza para dicho país, aún sin las fuentes de error que afectan a las determinaciones de la posición mediante GPS con ligeras variaciones en las órbitas de los satélites (efemérides), retrasos que experimenta la señal al propagarse por la troposfera e ionosfera, errores de sincronización entre relojes, interferencias y rebotes de la señal al llegar a tierra (debidos a la proximidad de edificios altos o zonas cubiertas), errores debidos a la calidad o la configuración del propio receptor, etc. El error más importante de todos es la propagación ionosférica. Con el fin de corregir estos errores se han diseñado diferentes sistemas que mejoran significativamente la precisión obtenida.

Usando un receptor GPS estándar, la precisión habitual cuando la SA estaba activada era de unos 100 m en el plano horizontal y 156 m en el vertical; sin ella, la precisión mejora hasta, aproximadamente, los 15-20 m en el plano horizontal y los ~27 m en el

vertical (según informaciones oficiales de la Interagency GPS Executive Board). Si se requiere de una mayor resolución en las determinaciones se hace necesario recurrir a algunas formas mejoradas de GPS, como el GPS diferencial (dGPS) o los más modernos sistemas de aumento o de corrección diferencial en tiempo real (WAAS en EE.UU., EGNOS en Europa, MSAS en Japón), que permiten lograr precisiones mejores de los 2 m. La mayoría de los nuevos receptores de GPS vienen preparados para poder utilizar uno o más de estos sistemas. Debido a que el GPS es un sistema en constante evolución, se espera obtener cada vez una mayor precisión en las determinaciones (...), GPS y Galileo serán sistemas compatibles y complementarios, y el uso conjunto de los mismos permitirá lograr mejores precisiones que las conseguidas hasta la fecha, con mayores coberturas de la señal el dGPS emplea receptores fijos, terrestres, con el fin de corregir el ruido y/o los errores que intencionadamente puedan afectar a la señal convencional de GPS. Estos receptores permanentes captan la señal de todos los satélites y calculan las pseudo-distancias que les separan de ellos, comparándolas con las distancias verdaderas (conocidas) a las que se encuentran. Combinado con otra información, estas correcciones se transmiten, a unas frecuencias fijas, a los receptores con los que cuenta el usuario final. De esta forma, el receptor GPS puede, continuamente, ir corrigiendo las señales que le llegan de los satélites para calcular la posición con una precisión sustancialmente mayor que la proporcionada por el GPS estándar. Con el dGPS, la precisión en las determinaciones de posición suele ser de +/- 1 m. El principal inconveniente del GPS diferencial es que sólo está disponible si se posee un receptor compatible y, además, se contrata un proveedor específico de este tipo de servicio³ (p. 143 – 146).

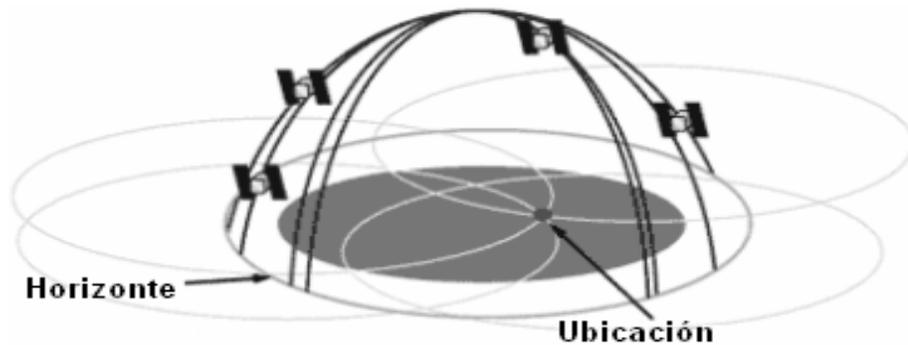


Figura 2. Es necesario recibir la señal de un mínimo de 4 satélites para ubicar con precisión nuestra posición en los tres ejes del espacio.

Aplicaciones del GPS en el deporte

Respecto a este tema Sanchez y Perez (2006), afirman:

La principal aplicación para la cual fue concebido el GPS es, obviamente, la navegación. De determinar nuestra posición en cualquier punto de la Tierra, o encontrar el mejor camino para llegar de un punto 'A' a un punto 'B', es ahora mucho más fácil si se cuenta con un receptor GPS. Sin embargo, y en la mayoría de los casos, en el ámbito de la actividad física y el deporte la navegación en sí misma no constituye una aplicación especialmente interesante. ¿En qué medida podemos, pues, beneficiarnos de esta nueva tecnología?

Determinar la velocidad de desplazamiento de un individuo en numerosas situaciones de la vida real es extremadamente importante para los estudios del metabolismo energético de la marcha y la carrera, así como para la valoración del gasto energético diario. Hasta ahora, este tipo de determinaciones eran difíciles de realizar fuera del

laboratorio y, caso de llevarse a cabo, se hacían con poca precisión. Dispositivos como el podómetro o los acelerómetros han sido frecuentemente empleados con este propósito; aunque aunque son útiles para obtener índices globales del grado de actividad física realizada por una persona, ambos requieren una calibración cuidadosa (pues son muy sensibles a ligeras modificaciones en el estilo de caminar o correr) y no son apropiados para su uso en la mayoría de disciplinas deportivas en situaciones de entrenamiento y competición.

En el campo de la fisiología y del rendimiento deportivo, es bien conocido que parámetros como la velocidad de desplazamiento y la pendiente o inclinación tienen una profunda influencia en la respuesta fisiológica al ejercicio. En la carrera de resistencia, la velocidad está directamente relacionada con el consumo de oxígeno y la economía de esfuerzo. Desde el punto de vista biomecánico, la estimación de la velocidad es útil para el cálculo de la energía cinética requerida para mover el cuerpo ($1/2 m \cdot v^2$), así como el momento lineal ($m \cdot v$). Una estimación precisa de la velocidad es también útil para estudios de resistencia aerodinámica.

La tecnología GPS permite una monitorización constante de la posición, la velocidad de desplazamiento y la altitud a la que se encuentra un deportista. Ser capaces de registrar estas variables continuamente, al aire libre, en el propio entorno de entrenamiento y en cualquier tipo de terreno es, sin lugar a dudas, una gran ventaja. Son varias las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años con el propósito de comprobar la validez del sistema GPS en su aplicación a diferentes deportes o a la realización de actividad física. Todas ellas muestran resultados muy satisfactorios. En un primer estudio, realizado antes de la eliminación de la SA, (Schutz y Chambaz, 1997) estudiaron la utilidad del sistema GPS estándar para evaluar la

velocidad de la marcha, la carrera y el ciclismo. La estimación de la velocidad tuvo un error de $\pm 1,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ al caminar, $\pm 0,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ al correr y $\pm 0,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ al pedalear en bicicleta. La correlación entre las distintas velocidades medidas con GPS y determinadas por cronometraje manual fue muy alta ($r = 0,99$; $p < 0,0001$).

Más adelante, (Schutz y Herren, 2000) analizaron la precisión del GPS para determinar la velocidad de carrera, encontrando que transmite una precisa estimación de la velocidad en un rango de velocidades comprendido entre $2,9$ y $25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. El error estándar de la predicción fue tan sólo de $0,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, siendo independiente de la magnitud de la velocidad. Dichos autores comprobaron cómo la precisión del sistema diferencial de GPS mejora en un factor de 8-10 veces la del GPS estándar, llegando a la conclusión de que el GPS es claramente suficiente para cualquier aplicación práctica en el campo de la fisiología y la medicina del deporte.

Witte y Wilson (2004) investigaron la precisión en las determinaciones de velocidad cuando se emplea un GPS estándar (no diferencial). Para ello compararon, en distintas condiciones (cantidad y geometría de los satélites detectados, y tipo de recorrido: recto o circular), los valores de la velocidad medidos durante el ciclismo a distintas velocidades. Este estudio demostró que los errores en la velocidad se incrementan cuando disminuye el número de satélites y que el error cometido en recorridos circulares de pequeño radio es mayor que en recorridos de mayor radio, o en itinerarios rectilíneos. Pese a la existencia de errores, se considera que el GPS estándar es capaz de determinar la velocidad con una precisión que oscila entre $0,2$ y $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en la mayoría de los casos.

Usando un receptor GPS combinado con un analizador de gases, Larsson y Henriksson³ llevaron a cabo un experimento para ver si era posible relacionar las variables fisiológicas medidas en un test de carrera de orientación en campo con los datos de posición y velocidad aportados por el GPS. Gracias al GPS fue posible realizar un análisis detallado de la velocidad de carrera en diferentes tramos del recorrido, así como relacionar las mediciones metabólicas con la localización del sujeto en cada momento. Los errores medios en la distancia y la posición fueron de 0,04-0,70% y 1,94-2,13 m, respectivamente; valores que pueden considerarse como muy buenos. Los investigadores sugieren que la medición de la velocidad por medio de este sistema es la única manera que existe en la actualidad para determinar con precisión la velocidad en carreras de orientación que se desarrollan en plena naturaleza.

Un reciente estudio (Witte y Wilson, 2005) ha examinado la precisión que los nuevos sistemas de GPS, en concreto el WAAS (Wide Angle Augmentation System), tienen para determinar la posición y la velocidad. Se ha podido comprobar cómo la precisión del WAAS es considerablemente superior al GPS estándar, y directamente comparable a la del GPS tradicional. Esta circunstancia hace que el típico sistema GPS pueda considerarse ya obsoleto, siendo preferible usar ahora estas nuevas tecnologías mejoradas de GPS (WAAS, EGNOS, etc.) para su uso en las investigaciones y análisis que se lleven a cabo en el ámbito de las Ciencias del Deporte (p.146 – 148).

Ventajas y limitaciones del GPS

Sanchez y Perez (2006), resaltan las siguientes ventajas y limitaciones del GPS:

Las ventajas del GPS parecen claras: un dispositivo pequeño, ligero y autónomo que nos proporciona posición 3-D, velocidad de desplazamiento y tiempo precisos, de forma continua, y sin importar el tipo de terreno en que nos encontremos; los datos pueden visualizarse en tiempo real y/o registrarse para su posterior análisis.

La principal limitación es que las mediciones sólo pueden llevarse a cabo al aire libre, en un entorno en el que la señal de los satélites no se vea obstruida por edificios altos, túneles, zonas de arbolado compacto, etc. Además, en condiciones de cielo muy nublado o cubierto la recepción de la señal puede no ser buena.

Aunque, en principio, un receptor GPS ha de permitirnos conocer nuestra posición en cualquier momento y lugar del planeta, el número y la disposición geométrica de unos satélites con respecto a otros afecta a la calidad de la "triangulación". La situación óptima se producirá cuando tengamos un satélite justamente encima de nosotros y el resto igualmente espaciados por el horizonte (Witte y Wilson, 2004). Pese a estas circunstancias, los receptores GPS son cada vez más sensibles y sofisticados, y proporcionan mejor cobertura, incluso en condiciones no ideales.

Para su aplicación deportiva es conveniente saber que las mediciones del GPS son especialmente precisas cuando se realizan itinerarios lineales donde la dirección se mantiene constante durante un mínimo de tiempo (al menos varios segundos). Sin embargo, para recorridos curvilíneos de pequeño radio o cuando se producen cambios

repentinos de velocidad, dirección y/o sentido (algo habitual en los deportes de equipo), la validez del sistema es considerablemente menor (Witte y Wilson, 2004) (p.148).

GPS y monitor del ritmo cardiaco integrados

Sanchez y Perez (2006), resaltan las siguientes ventajas y limitaciones del GPS:

Aunque muy útil y cada día más preciso, el GPS no es perfecto y tiene sus limitaciones. De hecho, lo que adquiere cada vez más importancia no es el sistema en sí, sino las innumerables aplicaciones a que puede destinarse. La integración de las mediciones GPS con datos procedentes de diferentes sensores portátiles es algo lógico, y no ha tardado en llegar. La combinación de un receptor GPS con sensores meteorológicos (termómetro, barómetro,...); biomédicos (pulsómetro, analizador de gases,...); o mecánicos (acelerómetro, inclinómetro, giroscopio, etc.) aparece como el siguiente paso en el análisis del rendimiento humano. Desde su introducción a principios de la década de los ochenta, el pulsómetro telemétrico se ha convertido en la principal herramienta para medir la intensidad del esfuerzo físico (Achten y Jeukendrup 2003), (Laukkanen y Virtanen 1998). Hoy día es usado por millones de personas en todo el mundo, desde el corredor ocasional hasta el médico del deporte. Su fiabilidad y facilidad de uso han contribuido a su éxito (Noakes, Lambert y Gleeson 1998).

En los últimos meses, diferentes marcas comerciales han lanzado al mercado modelos de GPS específicamente diseñados para su uso deportivo. Algunos fabricantes han ido un poco más allá, combinando en una misma unidad, un pulsómetro con un receptor GPS (Figura 3).

Esta integración de dispositivos era algo deseable; y será un fenómeno cada vez más frecuente en todos los campos de la ciencia y la tecnología (Ladetto, Merminod, Terrier y Schutz 1999).

En esta línea, (Schutz y Herren 2000) apuntaban hace unos años la utilidad que tendría poder combinar el registro de la frecuencia cardiaca (FC) con la posición y/o la velocidad de un deportista en pleno esfuerzo. Algunos autores (Rennie, Rowsell, Jebb, Holburn y Wareham 2000) habían contemplado ya la posibilidad de combinar la monitorización del ritmo cardiaco con sensores de movimiento, con la intención de medir el gasto energético en estudios de campo.

El uso de receptores GPS es especialmente interesante en aquellas especialidades deportivas en las que, tradicionalmente, ha sido difícil obtener medidas objetivas y fiables del rendimiento. Gracias al GPS, disciplinas como el esquí, la carrera de orientación, el remo y el piragüismo en aguas abiertas, el windsurfing, el parapente, el paracaidismo, el montañismo, etc. pueden ahora recibir datos de posición, velocidad y altitud cada segundo. Si, además, tenemos la posibilidad de relacionar estos datos con la respuesta fisiológica del deportista, el tipo de material empleado o las condiciones meteorológicas, nuestro conocimiento de todos los factores implicados en el rendimiento será, sin duda, cada día mejor.

Contando con la tecnología GPS, pueden diseñarse tests de campo específicos más válidos que los realizados hasta el momento. Para los tests realizados en un entorno

"semicontrolado" (como puede ser una pista de atletismo o un circuito), el uso del GPS aporta un interesante valor añadido. El grupo de trabajo, integrado en la Sección de Planificación y Control del Entrenamiento del Servicio de Actividades Deportivas de la Universidad de Murcia, lleva varios meses experimentando con distintos tipos de receptores GPS en la realización de pruebas de campo (en ciclismo y atletismo, fundamentalmente).

A modo de ejemplo, en la Figura 4 puede observarse el recorrido realizado por un corredor en un test para la determinación de la velocidad aeróbica máxima (test en pista de la Universidad de Montreal Leger y Boucher 1980). En la Figura 5 se muestran los datos de velocidad y FC registrados por el receptor de GPS.

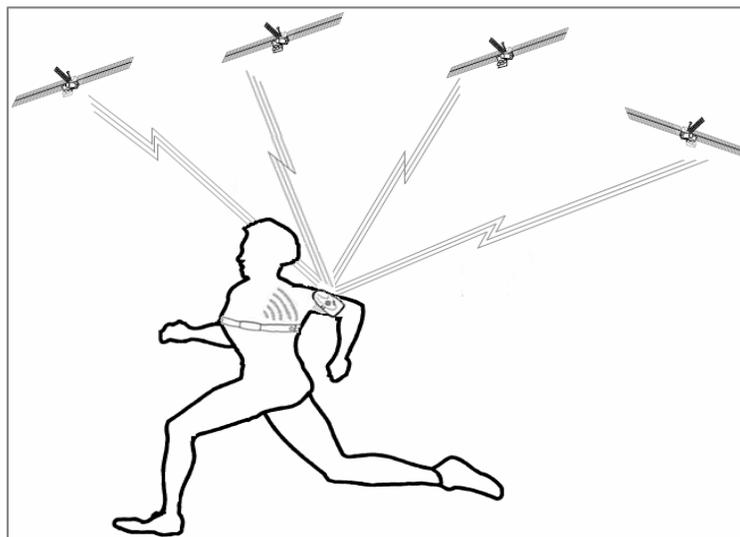


Figura 3. Los receptores de GPS con pulsómetro integrado son ya una realidad, Fuente: (Sanchez y Perez, 2006).

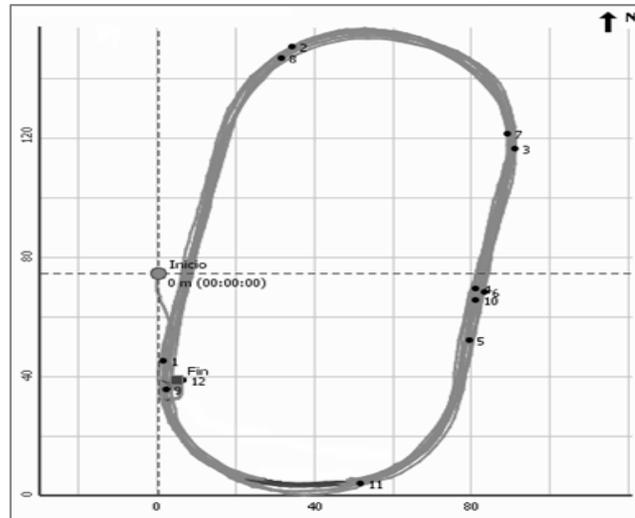


Figura 4. Recorrido en 2-D obtenido mediante un dispositivo GPS (FRWD O400) durante un test de carrera en pista de atletismo. Los puntos con números corresponden a los tiempos parciales registrados por el atleta, Fuente: (Sanchez y Perez, 2006).

Entre los principales fabricantes de receptores GPS que actualmente disponen de un monitor del ritmo cardiaco integrado se pueden citar: Garmin (modelo Forerunner 301), Timex (BodyLink System) y FRWD (modelos O200 y O400). Todos estos dispositivos son ligeros, de tamaño reducido y se alimentan mediante pilas o baterías recargables.

De estos sistemas, tan sólo el finlandés FRWD cumple con la mayoría de los requisitos que, según (Larsson 2004), ha de cumplir un receptor GPS que pretenda usarse para la investigación en Ciencias del Deporte. Por este motivo, nos parece conveniente destacar, brevemente, las características de este equipo.

El FRWD puede considerarse el primer analizador integrado del rendimiento deportivo, ya que, además del receptor GPS, lleva incorporados un termómetro, un

barómetro y un monitor del ritmo cardiaco; todo dentro de un dispositivo de tamaño similar al de un teléfono móvil. El receptor de GPS, de 12 canales, emplea sofisticados algoritmos para proporcionar datos muy precisos de posición y velocidad (3 m para la posición el 90% del tiempo; mejor de 0,2 m·s⁻¹ para la velocidad el 50% del tiempo; y mejor del 1% en la distancia recorrida, según especificaciones del fabricante). El pulsómetro es compatible con los principales transmisores de FC del mercado (no codificados) y el registro de datos se puede configurar en intervalos de grabación de 1, 2, 3, 4 o 5 segundos, soportando también el modo R-R. Grabando a intervalos de tan sólo 1 s, se pueden registrar los datos de 3,5 horas de ejercicio; con intervalos de 5 s se llega a las 18 horas. El sistema funciona con dos pilas recargables que le dotan de gran autonomía y se maneja con tan sólo un botón. Los datos registrados quedan almacenados en una memoria interna para su posterior descarga al ordenador. El FRWD viene acompañado de un potente software que facilita la realización de detallados análisis y comparaciones; permite, asimismo, ver los recorridos realizados en 2-D o 3-D y solapar mapas reales a los mismos. Otra interesante característica es que se pueden exportar fácilmente todos los datos registrados a una hoja de cálculo Excel. El FRWD es resistente al agua y a los golpes, y se transporta cómodamente fijándolo al brazo por medio de un brazalete o mediante un arnés que se coloca en la espalda.

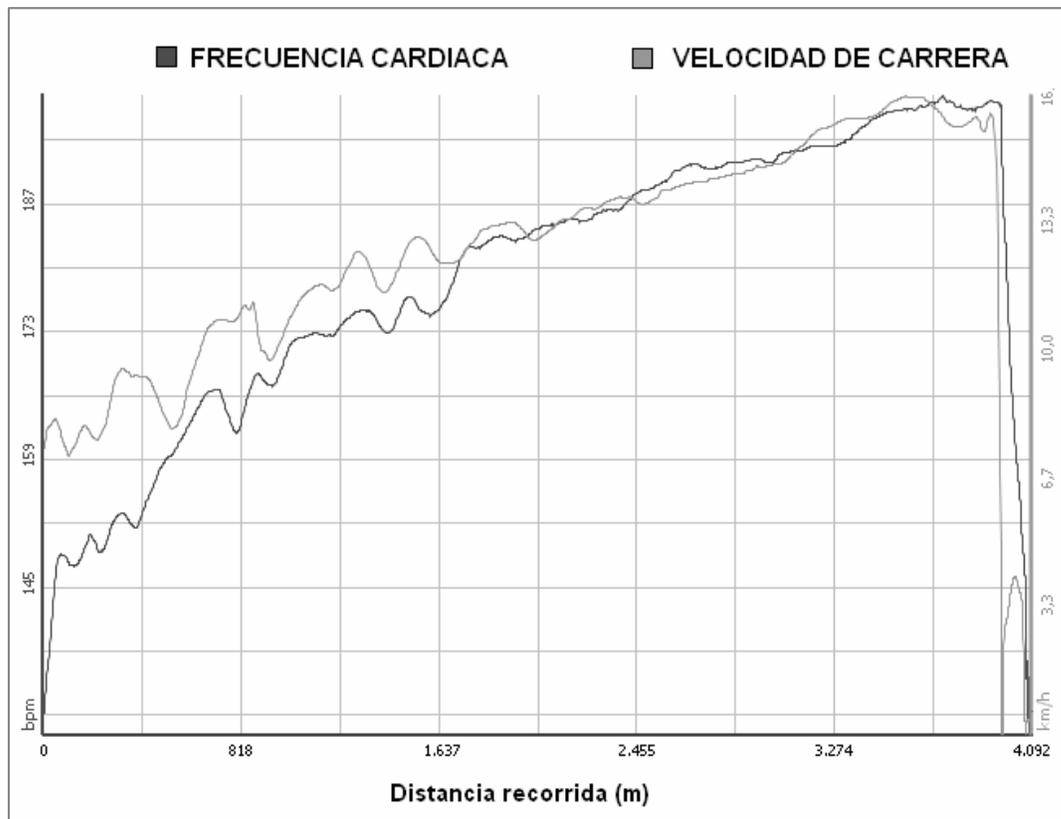


Figura 5. Datos de FC y velocidad de carrera proporcionados por el GPS para el mismo tes. El dispositivo de grabación se configuró para que registrase los datos a intervalos de 1 s, Fuente: (Sanchez y Perez, 2006).

Otra ventaja con la que cuenta este dispositivo es que emplea un sistema dual para determinar la altitud. Por medio del receptor GPS obtiene la altitud de partida para, después, registrar las diferentes alturas alcanzadas durante el ejercicio mediante su barómetro integrado, muy sensible a pequeños cambios en la presión atmosférica. Este punto es importante, pues los datos de altimetría han sido siempre el punto más débil del sistema GPS, siendo los errores en el eje vertical siempre mayores que los horizontales con esta tecnología (Larsson 2003), (Ladetto, et al. 1999) apuntaban ya hace unos años la utilidad de combinar los datos del GPS con los de un barómetro de precisión.

GPS en análisis de rendimiento en deportes de equipo

Según villa y García (2005), estudiando sistemas de análisis, en la actualidad, existen datos con un nivel de fiabilidad muy alto, fruto de la aplicación de medios informatizados para el registro de la actividad competitiva del futbolista que permiten seguir a un equipo en tiempo real como el CASMAS (Computer Assisted Scouting-Match Analysis System, el proyecto MEMOBSERVER).

Para (Chamorro, 2012), la aplicación de estas tecnologías a los deportes de conjunto y más específicamente al fútbol que es el deporte más practicado en el mundo y teniendo como referencia que se han utilizado variadas y diversas investigaciones sobre las velocidades y desplazamientos de sus jugadores, sobre todo en deportistas de alto nivel (Di Salvo, 2006; Mohr et al.,2003; Rampinini, 2007) logrando el creciente interés en las dos últimas décadas sobre el análisis de un juego o partido de fútbol (Bangsbo, 1991-1994; Ekblom, 1986; Grehaigne, 1988; Meyer, 2000; Stroyer, 2004), permite plantear que la preparación del deportista, más específicamente que el futbolista, requiere de un control de la actividad competitiva (preparatoria – fundamental) y de las prácticas de entrenamiento de manera continuada, esta situación ha sido abordada en investigaciones en los deportes colectivos López, 2007).

Para los deportes de equipo se ha trabajado en la implementación de varios sistemas en el control de la actividad física, como por ejemplo el caso del "SPI Elite" de GPSports que combina un procesador GPS y un acelerómetro triaxial, con lo que la precisión del sistema aumenta de forma muy significativa y el FRWD que es el primer aparato dedicado al control

del rendimiento deportivo, que siendo asequible económicamente, con poco peso y fácil de utilizar, integra un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), un Altimetro/Barómetro, un Medidor de Frecuencia Cardíaca y un Termómetro. Los datos obtenidos se pueden exportar a un ordenador para su posterior análisis.

Metodología

Tipo de estudio

Se realizó una investigación de campo, con un diseño descriptivo y estudio de caso; para el análisis de los datos se realizó el enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo).

Población y muestra

Esta población está compuesta por 24 duplas femeninas en representación de las ligas de Antioquia, Atlántico, Bogotá Bolívar, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Huila, Meta, Nariño, Risaralda, Santander, Tolima; participantes de la segunda parada nacional de voleibol playa realizada en la ciudad de Neiva, del 11 al 14 de octubre de 2014.

La muestra fue intencionada, y fue integrada por dos (2) jugadoras pertenecientes a la selección Cundinamarca, esta dupla representa la selección Colombia de voleibol playa femenina, conformada por Claudia patricia Galindo Rodríguez y Andrea Carolina Galindo Rodríguez (Edad: 28 y 33 años; estatura: 1,71 y 1.81 m; peso: 61 y 63 kg; años de entrenamiento: 21 y 23 años aprox.; años de competición nacional e internacional: 10 y 13 años aprox.), quienes son un referente del voleibol playa por su larga trayectoria y triunfos a nivel nacional e internacional (Bello et al., 2015).

Procedimiento

Se evaluaron tres partidos uno en cada fase de grupos, fase semifinal y final, antes de iniciar el calentamiento las duplas, se colocó el dispositivo y una banda a cada deportista según las indicaciones de los fabricantes, estos se retiraron 10 minutos después de finalizado cada juego. En cada encuentro competitivo que participaron las jugadoras llevaron puesto un arnés de neopreno que contenía al dispositivo (GPS Catapult MINIMAX S4 que funcionan a 5 HZ 5 datos por segundo), que se ubica en la parte alta de la espalda (Chamorro, 2012). Se evaluó los patrones Fisiológicos de frecuencia cardiaca (FC mínima, media y máxima de juego), tiempo y % de permanencia en zonas de intensidad de frecuencia cardiaca; también se valoró la carga externa o variables cinemáticas (tiempo, distancia absoluta, relativa, m/min)] y velocidad) como la distancia, % de distancia, tiempo y % tiempo en zonas de intensidad velocidad. Se tomó manualmente algunos datos como edad, fecha de nacimiento, tiempo de práctica del deporte, talla y peso.

Posteriormente, se descargó los datos a un ordenador personal, para luego procesarlos Consecutivamente, se exportaron a Microsoft Excel Versión 14.0.4760.1000. (32 bits). El análisis realizado fue estadística descriptiva (valor promedio, máximo, mínimo y desviación estándar) de los datos obtenidos en cada variable de análisis. En la discusión se realizó la comparación porcentualmente.

Materiales

Los materiales utilizados en esta investigación fueron:

1. GPS Catapult MINIMAX S4.
2. Ordenador portátil LENOVO.
3. Tablas para escribir.
4. Lapiceros.

Resultados

Se aclara que en los tres partidos analizados en la competencia oficial, se presentó un marcador de dos (2) set a cero (0), situación que debe ser tomada en cuenta al tomar como referencia los datos de este estudio. Fase grupos: 2 set x 0, (21: 7, 21: 8), fase semifinal: 2 set x 0, (21: 13, 21: 7), fase final: 2 set x 0, (21: 17, 21: 19).

Tiempo

En este estudio se analizó que la duración total de un partido de voleibol en la fase de grupos fue de $1450 \text{ s} \pm 17 \text{ s}$ o 24.16 min; en semifinal de $2267 \text{ s} \pm 149 \text{ s}$ o 37.79 min; y en final de $3570 \text{ s} \pm 220 \text{ s}$ o 59.5 m. La menor duración de un periodo en la fase de grupos se presentó en el periodo (I) de la deportista (I) (Andrea Galindo) con 710 s; en la semifinal en el periodo (VII) de la deportista (II) (Claudia) con 150 s; y en la fase final en el periodo (VII) de la deportista (II) con 103 s. Por el contrario, la mayor duración en la fase de grupos se obtuvo en el periodo (II) en la deportista (II) con 740 s; en la semifinal en el periodo (II) de la deportista (II) con 510 s; y en la fase final fue en el periodo (I) de la deportista (I) con 883 s. (Ver tabla 1).

Tabla 1. *Tiempo total por partido según fase de competición.*

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO		
		GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL
		TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)
1 (ANDREA)	1	711	160	883
	2	741	500	503
	3		204	634
	4		465	488
	5		254	516
	6		492	460
	7		157	103
2 (CLAUDIA)	1	710	230	852
	2	740	510	473
	3		204	657
	4		466	486
	5		258	515
	6		485	467
	7		150	103
TIEMPO TOTAL		1450	2267	3570
DESV. EST.		17	149	220
V. MÍNIMO		710	150	103
V. MÁXIMO		740	510	883

El tiempo promedio de un partido de voleibol es de 2429.17 ± 1069.21 s o 40.49 min, el menor tiempo ($1450 \text{ s} \pm 17\text{s}$ o 24.17 min) se obtuvo en el partido de fase de grupos y el mayor tiempo ($3570 \text{ s} \pm 220 \text{ s}$ o 59.5 min) en el partido de fase final. Véase tabla 2.

Tabla 2. *Promedio de tiempo total por partido en segundos y minutos.*

PARTIDO	TIEMPO (s)	TIEMPO (min)
FASE DE GRUPOS	1450	24,17
SEMIFINAL	2267,5	37,79
FINAL	3570	59,5
TIEMPO TOTAL	2429,17	40,49
DESV. EST.	1069,21	17,82
V. MÍNIMO	1450	24,17
V. MÁXIMO	3570	59,5

Distancia

Distancia total recorrida. La distancia total recorrida en el partido de la fase de grupos fue de $860.50 \text{ m} \pm 18.84 \text{ m}$, en la semifinal de $1611.50 \text{ m} \pm 126.88 \text{ m}$ y en la final de $2210.50 \pm 127.29 \text{ m}$. La menor distancia en el partido de fase de grupos fue en el periodo (I) de la deportista (I) con 410 m; en la semifinal en el periodo (I) de la deportista (I) con 97 m; y en la fase final se presentó en el periodo (VII) de la deportista (I). La mayor distancia en el partido de la fase de grupos se presentó en el periodo (I) de la deportista (II) con 454 s; en la fase semifinal en el periodo (II) de la deportista (II) con 422 s; y en la final fue en el periodo (I) de la deportista (II) con 481 s. Ver tabla 3.

Tabla 3. *Distancia total recorrida por partido según fase de competición.*

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO		
		FASE DE GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL
		DISTANCIA (m)	DISTANCIA (m)	DISTANCIA (m)
1 (ANDREA)	1	410	97	459
	2	435	304	351
	3		104	420
	4		350	328
	5		197	303
	6		320	246
	7		123	54
		Total = 845 m	Total = 1495 m	Total = 2161 m
2 (CLAUDIA)	1	454	128	481
	2	422	422	362
	3		145	437
	4		409	302
	5		198	326
	6		415	278
	7		111	74
		Total = 876 m	Total = 1828 m	Total = 2260 m
TIEMPO TOTAL		860,50	1611,50	2210,50
DESV. EST.		18,84	126,88	127,29
V. MÍNIMO		410	97	54
V. MÁXIMO		454	422	481

En promedio se recorren $1577.50 \text{ m} \pm 678.91 \text{ m}$ en un partido de voleibol de playa. La menor distancia cubierta (860.5 m) fue el partido de fase de grupos; y la mayor distancia recorrida (2210.5 m) se logró en el partido final. Véase tabla 4.

Tabla 4. Promedio de distancia total recorrida por partido.

PARTIDO	DISTANCIA (m)	DISTANCIA RELATIVA (m/min)
FASE DE GRUPOS	860,5	35,60
SEMIFINAL	1661,5	43,95
FINAL	2210,5	37,14
MEDIA	1577,50	38,94
DESV. EST.	678,91	38,04
V. MÍNIMO	860,5	35,58
V. MÁXIMO	2210,5	47,14

Distancia relativa m/min. El promedio de distancia relativa en el partido de la fase de grupos fue de 35.48 m/min \pm 1.85m/min; la menor distancia relativa en este partido se presentó en el periodo (II) de la deportista (II) con 34.1 m/min; por el contrario, la mayor distancia relativa 38.2 m/min de este encuentro se obtuvo en el periodo (I) de la deportista (II).

También se observó que en el partido de fase semifinal la media de distancia relativa fue de 42.99 m/min \pm 6.80 m/min; la menor distancia relativa en este partido se presentó en el periodo (III) de la deportista (I) con 30.5 m/min; por el contrario, la mayor distancia relativa 52.7 m/min de este encuentro se obtuvo en el periodo (VI) de la deportista (II).

Además se analizó que el promedio de distancia relativa del partido de final fue de 37.52 m/min \pm 4.52 m/min; la menor distancia relativa en este partido se presentó en el periodo (I) de la deportista (I) con 31.2 m/min; por el contrario, la mayor distancia relativa 45.9 m/min de este encuentro se obtuvo en el periodo (III) de la deportista (II). Ver tabla 5.

Tabla 5. *Distancia relativa por partido según fase de competición.*

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO			
		FASE DE GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL	
		DISTANCIA (m/min)	DISTANCIA (m/min)	DISTANCIA (m/min)	
1 (ANDREA)	1	34,6	37	31,20	
	2	35	36,3	41,90	
	3	□ = 34,8	30,5	□ = 35,95	39,70
	4		45,1		40,30
	5		46,5		35,20
	6		39		32,10
	7		46,9		31,30
1	38,2		33,2		33,90
2	34,1		50,00		45,90
2 (CLAUDIA)	3	□ = 36,15	43,30	□ = 39,07	39,90
	4		52,70		37,30
	5		46,00		38,00
	6		51,20		35,70
	7		44,20		42,80
	TIEMPO TOTAL		35,48		42,99
DESV. EST.	1,85	6,80	4,52		
V. MÍNIMO	34,1	30,5	31,2		
V. MÁXIMO	38,2	52,7	45,9		

La media de distancia relativa de un partido de voleibol de este estudio fue de 38.66 ± 3.88 m/min. La menor distancia relativa cubierta (35.48 m/min) se obtuvo en el partido de fase de grupos; y la mayor distancia relativa recorrida (42.99 m/min) se logró en el partido de semifinal.

Véase tabla 6.

Tabla 6. Promedio de distancia relativa recorrida por partido.

PARTIDO	DISTANCIA (M/MIN)
FASE DE GRUPOS	35,48
SEMIFINAL	42,99
FINAL	37,51
TIEMPO TOTAL	38,66
DESV. EST.	3,88
V. MÍNIMO	35,48
V. MÁXIMO	42,99

Distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad. Las deportistas realizan un mayor número de metros en la ZD3 con 560.17 m, equivalente al 38.34% y un menor recorrido en la ZD5 con 4.67 m, equivalente al 0.32% de la distancia total recorrida. Ver tabla 7.

Tabla 7. Distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad.

DISTANCIA, % Y ZONAS VELOCIDAD	ZBI		ZMI		ZAI					
	ZD1		ZD2		ZD3		ZD4		ZD5	
	0 a 1.6 km/h		1.6 a 4 km/h		4 a 8 km/h		8 a 13 km/h		13 a 16 km/h	
	M	%	m	%	m	%	M	%	m	%
MEDIA	238,50	16,32	543,50	37,20	560,17	38,34	114,17	7,81	4,67	0,32
DESV. EST.	46,28	6,54	162,51	5,37	246,78	6,31	81,76	4,62	3,79	0,00
V. MIN	194	11	306	32	237	28	9	1	2	0
V. MÁX	311	28	734	47	861	47	182	11	9	0

La distancia recorrida en cada zona de intensidad velocidad fue:

Zona de baja intensidad (ZBI): Se recorrió una distancia de 782 m, que equivalen a un 53.52% de la distancia total recorrida; de los cuales el 16.32% se realizó a velocidades de 0 a 1.6 km/h y el 37.20% a velocidades de 1.6 a 4 km/h. Ver tabla 7.

Zona de media intensidad (ZMI): Se recorrió una distancia de 560.17, que equivalen a un 38.34% de la distancia total recorrida; a velocidades de 4 a 8 km/h. Ver tabla 7.

Zona de alta intensidad (ZAI): Se recorrió una distancia de 118.83, que equivalen a un 8.13% de la distancia total recorrida; de los cuales 7.81% se realizó a velocidades de 8 a 13 km/h y 0.32% a velocidades de 13 a 16 km/h. Ver tabla 7.

Frecuencia cardiaca

Frecuencia cardiaca mínima. El promedio de frecuencia cardiaca mínima de juego ($FC_{mín}$) en el partido de la fase de grupos fue de $82 \text{ ppm} \pm 20.45 \text{ ppm}$; la menor ($FC_{mín}$) en este partido se presentó en el periodo (I) de la deportista (I) con 80 ppm; por el contrario, la mayor ($FC_{mín}$) 110 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (II) de la deportista (I).

También se observó que en el partido de fase semifinal la media de ($FC_{mín}$) fue de $98.36 \text{ ppm} \pm 22.42 \text{ ppm}$; la menor ($FC_{mín}$) en este partido se presentó en el periodo (II) de la deportista (II) con 67 ppm; por el contrario, la mayor ($FC_{mín}$) 139 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (II) de la deportista (I).

De igual manera, se analizó que el promedio de ($FC_{mín}$) del partido de final fue de $121.64 \text{ ppm} \pm 12.32 \text{ ppm}$; la menor ($FC_{mín}$) en este partido se presentó en el periodo (III) de

la deportista (I) con 95 ppmn; por el contrario, la mayor ($FC_{mín}$) 141 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (VI) de la deportista (I). Ver tabla 8.

Tabla 8. *Frecuencia cardiaca mínima de juego por partido según fase de competición.*

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO			
		FASE DE GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL	
		FC (ppm)	FC (ppm)	FC (ppm)	
1 (ANDREA)	1	80	103	122	
	2	110	139	122	
	3	□ = 95	113	□ = 115	134
	4		111		141
	5		123		131
	6		101		124
	7		121		137
1	61		71		111
2	77		67		126
2 (CLAUDIA)	3	□ = 69	68	□ = 80	95
	4		79		115
	5		105		115
	6		82		108
	7		94		122
TIEMPO TOTAL		82,00	98,36	121,64	
DESV. EST.		20,45	22,42	12,32	
V. MÍNIMO		61	67	95	
V. MÁXIMO		110	139	141	

La media de frecuencia cardiaca mínima de los tres partidos fue de $100.67 \text{ ppm} \pm 19.92 \text{ ppm}$, el menor valor de ($FC_{mín}$) 82 ppm se obtuvo en el partido de fase de grupos; contrariamente, el mayor valor de ($FC_{mín}$) se presentó en el partido de final con 121.64 ppm. Véase tabla 9.

Tabla 9. *Promedio de frecuencia cardiaca mínima de juego por partido.*

PARTIDO	FC (ppm)
FASE DE GRUPOS	82
SEMIFINAL	98,36
FINAL	121,64
TIEMPO TOTAL	100,67
DESV. EST.	19,92
V. MÍNIMO	82
V. MÁXIMO	121,64

Frecuencia cardiaca promedio. El valor promedio de la frecuencia cardiaca media de juego (*FCmed*) en el partido de la fase de grupos fue de $135.25 \text{ ppm} \pm 24.82 \text{ ppm}$; la menor (*FCmed*) en este partido se presentó en el periodo (II) de la deportista (II) con 111 ppm; por el contrario, la mayor (*FCmed*) 160 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (II) de la deportista (I) (Ver tabla 10).

También en la tabla 10, se observó que en el partido de semifinal la media de (*FCmed*) fue de $140.50 \text{ ppm} \pm 23.05 \text{ ppm}$; la menor (*FCmed*) en este partido se presentó en el periodo (I) de la deportista (II) con 102 ppm; por el contrario, la mayor (*FCmed*) 170 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (V) de la deportista (I).

De igual manera, se analizó que el promedio de (*FCmed*) del partido de fase final fue de $159.29 \text{ ppm} \pm 15.12 \text{ ppm}$; la menor (*FCmed*) en este partido se presentó en el periodo (II) de la deportista (II) con 126 ppm; por el contrario, la mayor (*FCmed*) 177 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (IV) de la deportista (I). Ver tabla 10.

Tabla 10. Frecuencia cardiaca media de juego por partido según fase de competición.

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO			
		FASE DE GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL	
		FC (PPM)	FC (PPM)	FC (PPM)	
1 (ANDREA)	1	153	130	168	
	2	160	165	175	
	3	□ = 156	□ = 156	144	□ = 172
	4			165	
	5			170	
	6			162	
	7			161	
7	164				
2 (CLAUDIA)	1			117	
	2	111	107	126	
	3	□ = 114	□ = 124	110	□ = 146
	4			140	
	5			142	
	6			145	
	7			124	
7	152				
MEDIA				135,25	
DESV. EST.		24,82	23,05	15,12	
V. MÍNIMO		111	102	126	
V. MÁXIMO		160	170	177	

El promedio de frecuencia cardiaca media de juego de los tres partidos fue de 145.01 ppm \pm 12.64 ppm, el menor valor de (*FCmed*) 135.25 ppm se obtuvo en el partido de fase de grupos; contrariamente, el mayor valor de (*FCmed*) se presentó en el partido de final con 159 ppm. Véase tabla 11.

Tabla 11. Promedio de frecuencia cardiaca media de juego por partido.

PARTIDO	FC (PPM)
FASE DE GRUPOS	135,25
SEMIFINAL	140,5
FINAL	159,29
TIEMPO TOTAL	145,01
DESV. EST.	12,64
V. MÍNIMO	135,25
V. MÁXIMO	159,29

Frecuencia cardiaca máxima. En este estudio se observó que el valor promedio de la frecuencia cardiaca máxima de juego ($FC_{máx}$) en el partido de la fase de grupos fue de 176 ppm \pm 30.99 ppm; la menor ($FC_{máx}$) en este partido se presentó en el periodo (II) de la deportista (II) con 147 ppm; por el contrario, la mayor ($FC_{máx}$) 208 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (I) de la deportista (I), ver tabla 12.

También, se observó que en el partido de fase semifinal la media de ($FC_{máx}$) fue de 169.93 ppm \pm 22.94 ppm; la menor ($FC_{máx}$) en este partido se presentó en el periodo (III) de la deportista (II) con 133 ppm; por el contrario, la mayor ($FC_{máx}$) 205 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (V) de la deportista (I).

Asimismo, se analizó que el promedio de ($FC_{máx}$) del partido de fase final fue de 187.29 ppm \pm 16.69 ppm; la menor ($FC_{máx}$) en este partido se presentó en el periodo (V) de la deportista (II) con 168 ppm; por el contrario, la mayor ($FC_{máx}$) 210 ppm de este encuentro se obtuvo en el periodo (I) y (II) de la deportista (I). Ver tabla 12.

Tabla 12. Frecuencia cardiaca máxima de juego por partido según fase de competición.

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO			
		FASE DE GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL	
		FC (ppm)	FC (ppm)	FC (ppm)	
1 (ANDREA)	1	208	170	210	
	2	197	186	210	
	3	□ = 202	163	□ = 201	209
	4		198		202
	5		205		203
	6		204		195
	7		185		180
2 (CLAUDIA)	1	152	147	170	
	2	147	143	170	
	3	□ = 149	133	□ = 173	178
	4		168		172
	5		165		168
	6		163		183
	7		149		172
MEDIA		176,00	169,93	187,29	
DESV. EST.		30,99	22,94	16,69	
V. MÍNIMO		147	133	168	
V. MÁXIMO		208	205	210	

También se observó que la media de frecuencia cardiaca pico de juego de los tres partidos fue de $207 \text{ ppm} \pm 3 \text{ ppm}$. La media de frecuencia cardiaca máxima de los tres partidos fue de $177.74 \text{ ppm} \pm 8.81 \text{ ppm}$; el menor valor de ($FC_{máx}$) se obtuvo en el partido de fase de grupos con 176 ppm; y el mayor valor de ($FC_{máx}$) se alcanzó en el partido de final con 186.29 ppm. Ver tabla 13.

Tabla 13. Promedio de frecuencia cardiaca máxima de juego por partido.

PARTIDO	FC (ppm)
FASE DE GRUPOS	176
SEMIFINAL	169,93
FINAL	187,29
MEDIA	177,74
DESV. EST.	8,81
V. MÍNIMO	169,93
V. MÁXIMO	187,29

Tiempo de permanencia en zonas de intensidad de frecuencia cardiaca. Se observó que las deportistas permanecieron un mayor tiempo en la ZFC3 con 9.54 min, equivalentes al 26.96% y un menor tiempo en la ZFC8 con 0.11 min que equivalen al 0.32% del tiempo total analizado. Ver tabla 14.

Tabla 14. Tiempo de permanencia en zonas de frecuencia cardiaca.

FC, % Y ZONAS FRECUENCIA CARDIACA	ZBI		ZMI						ZAI							
	ZFC1		ZFC2		ZFC3		ZFC4		ZFC5		ZFC6		ZFC7		ZFC8	
	0 a 120 ppm		120 a 140 ppm		140 a 160 ppm		160 a 170 ppm		170 a 180 ppm		180 a 190 ppm		190 a 200 ppm		200 a 230 ppm	
	Mi n	%	Mi n	%	Mi n	%	Mi n	%	Mi n	%	Mi n	%	Mi n	%	Mi n	%
MEDIA	3,3 1	9,3 5	6,5 0	18, 38	9,5 4	26, 96	6,2 9	17, 76	5,0 6	14, 29	3,4 9	9,8 5	1,0 9	3,0 9	0,1 1	0,3 2
DESV. EST.	5,7 9	26, 19	3,9 4	9,1 7	6,6 6	11, 13	3,8 1	3,9 1	4,6 5	7,9 3	5,4 6	11, 14	2,4 5	6,3 5	0,1 9	0,5 8
V. MIN	0,2 8	1	1,5 2	3	2,1 0	8	0,0 0	13	0,0 0	8	0,0 0	1	0,0 0	1	0,0 0	0
V. MÁX	15, 11	62	13, 07	29	21, 80	42	10, 90	22	11, 39	25	13, 95	27	6,0 9	12	0,4 9	1

El tiempo de permanencia en cada zona de intensidad fue:

Zona de baja intensidad (ZBI): Se desarrollaron acciones en esta zona por un tiempo de 3.31 min que equivalen a un 9.35% del tiempo total analizado, a una intensidad entre 0 y 120 ppm. Ver tabla 14.

Zona de media intensidad (ZMI): En esta zona se desarrollaron acciones por un tiempo de 22.63 min equivalente a un 63.10% del tiempo total analizado; de los cuales el 18.38% corresponde a valores de la ZFC2, el 26.96% a valores de la ZFC3 y el 17.76% a valores de la zona de ZFC4. Ver tabla 14.

Zona de alta intensidad (ZAI): Se desarrollaron acciones en esta zona por un tiempo de 9.75 min, equivalente al 27.55% del tiempo total analizado; de los cuales el 14.29% corresponde a valores de la ZFC5, el 9.85% a valores de la ZFC6, el 3.09% a valores de la ZFC7 y el 0.32% a valores de la ZFC8. Ver tabla 14.

Velocidad

Velocidad máxima. En este estudio se observó que el valor promedio de velocidad máxima de juego ($V_{m\acute{a}x}$) en el partido de la fase de grupos fue de $8.40 \text{ km/h} \pm 0.76 \text{ km/h}$; la menor ($V_{m\acute{a}x}$) en este partido se presentó en el periodo (II) de la deportista (II) con 7.6 km/h ; por el contrario, la mayor ($V_{m\acute{a}x}$) 9.1 km/h de este encuentro se obtuvo en el periodo (II) de la deportista (I) (Ver tabla 15).

También, se observó que en el partido de fase semifinal la media de ($V_{m\acute{a}x}$) fue de $10.61 \text{ km/h} \pm 2.33 \text{ km/h}$; la menor ($V_{m\acute{a}x}$) en este partido se presentó en el periodo (III) de la deportista (I) con 7.2 km/h ; por el contrario, la mayor ($V_{m\acute{a}x}$) 15.1 km/h de este encuentro se obtuvo en el periodo (IV) de la deportista (II). Ver tabla 15.

Asimismo, se analizó que el promedio de ($V_{m\acute{a}x}$) del partido de fase final fue de $11.32 \text{ km/h} \pm 1.46 \text{ km/h}$; la menor ($V_{m\acute{a}x}$) en este partido se presentó en el periodo (VI) de la deportista (I) con 9.4 km/h ; por el contrario, la mayor ($V_{m\acute{a}x}$) 14 km/h de este encuentro se obtuvo en el periodo (I) y (II) de la deportista (II). Ver tabla 15.

Tabla 15. Velocidad máxima de juego por partido según fase de competición.

DEPORTISTA	PERIODO	PARTIDO			
		FASE DE GRUPOS	SEMIFINAL	FINAL	
		VELOCIDAD km/h	VELOCIDAD km/h	VELOCIDAD km/h	
1 (ANDREA)	1	7,9	9	14	
	2	9,1	8,6	14	
	3	□ = 8,5	7,2	□ = 11,82	11,9
	4		13		10,8
	5		11,2		11,5
	6		10,1		9,4
	7		11,9		11,2
1	9		10,1		10,07
2	7,6		10,1		9,95
2 (CLAUDIA)	3	□ = 8,3	9,4	□ = 10,80	9,83
	4		15,8		12,88
	5		8,3		10,45
	6		13,7		11,28
	7		10,1		11,18
	TIEMPO TOTAL		8,40		10,61
DESV. EST.	0,76	2,33	1,46		
V. MÍNIMO	7,6	7,2	9,4		
V. MÁXIMO	9,1	15,8	14		

La media de velocidad máxima de juego de los tres partidos $10.10 \text{ km/h} \pm 1.53 \text{ km/h}$; el menor valor de ($V_{m\acute{a}x}$) se obtuvo en el partido de fase de grupos 8.40 km/h ; y el mayor valor de ($V_{m\acute{a}x}$) se alcanzó en el partido de final 11.32 km/h . Ver tabla 16.

Tabla 16. Promedio de velocidad máxima de juego por partido.

PARTIDO	VELOCIDAD KM/M
FASE DE GRUPOS	8,38
SEMIFINAL	10,61
FINAL	11,32
TIEMPO TOTAL	10,10
DESV. EST.	1,53
V. MÍNIMO	8,38
V. MÁXIMO	11,32

Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad. Se observó que las jugadoras permanecieron un mayor tiempo en la ZV1 con 19.72 min, equivalente al 52.15%; y un menor tiempo de permanencia en la ZV5 con 0.00 min, equivalente al 0.01% del tiempo total analizado (37.81 min). Ver tabla 17.

Tabla 17. Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad.

TIEMPO, % Y ZONAS VELOCIDAD	ZBI		ZMI		ZAI					
	ZV1		ZV2		ZV3		ZV4		ZV5	
	0 a 1.6 km/h		1.6 a 4 km/h		4 a 8 km/h		4 a 13 km/h		13 a 16 km/h	
	Min	%	Min	%	Min	%	Min	%	Min	%
MEDIA	19,72	52,15	11,02	29,14	6,38	16,87	0,69	1,83	0,00	0,01
DESV. EST.	6,89	6,44	3,14	2,51	2,79	4,80	0,49	1,37	0,01	0,00
V. MIN	13,38	41	6,49	27	2,77	11	0,07	0	0,00	0
V. MÁX	28,78	59	14,36	33	9,73	25	1,09	3	0,01	0

El tiempo de permanencia en cada zona de intensidad fue:

Zona de baja intensidad (ZBI): Se desarrollaron acciones en esta zona por un tiempo de 30.73 min que equivalen a un 81.29% del tiempo total, de los cuales el 52.15% se realizó a velocidades de 0 a 1.6 km/h y el 29.14% a velocidades de 1.6 a 4 km/h. Ver tabla 17.

Zona de media intensidad (ZMI): En esta zona se desarrollaron acciones por un tiempo de 6.38 min equivalente a un 16.87% del tiempo total analizado. Estas acciones se realizaron a velocidades de 4 a 8 km/h. Ver tabla 17.

Zona de alta intensidad (ZAI): Se desarrollaron acciones en esta zona por un tiempo de 0.70 min, equivalente al 1.84% del tiempo total analizado; de los cuales el 1.83% se realizó a velocidades de 8 a 13 km/h y el 0.01% a velocidades de 13 a 16 km/h. Ver tabla 17.

Discusión

Duración total del partido

En esta variable se analizó que la duración total de un partido de voleibol de playa difiere según la fase de competencia y la figuración del oponente; así pues, se observó que el tiempo de duración (3570 ± 220 s o 59,5 min) del partido de final fue un 36.48% mayor a la duración presentada en el partido de semifinal (2267.50 ± 149 s o 37.79 min) y un 59.38% mayor al tiempo obtenido en la fase de grupos (1450 ± 24.16 s o 24,17 min).

El tiempo obtenido en la semifinal fue un 36.05% mayor al presentado en el partido de fase de grupos; y un 57.44% menor al tiempo de la final. El tiempo obtenido en el partido de fase de grupos fue un 57.37% y 59.38% menor al presentado en la seminal y final. Ver gráfica

1.

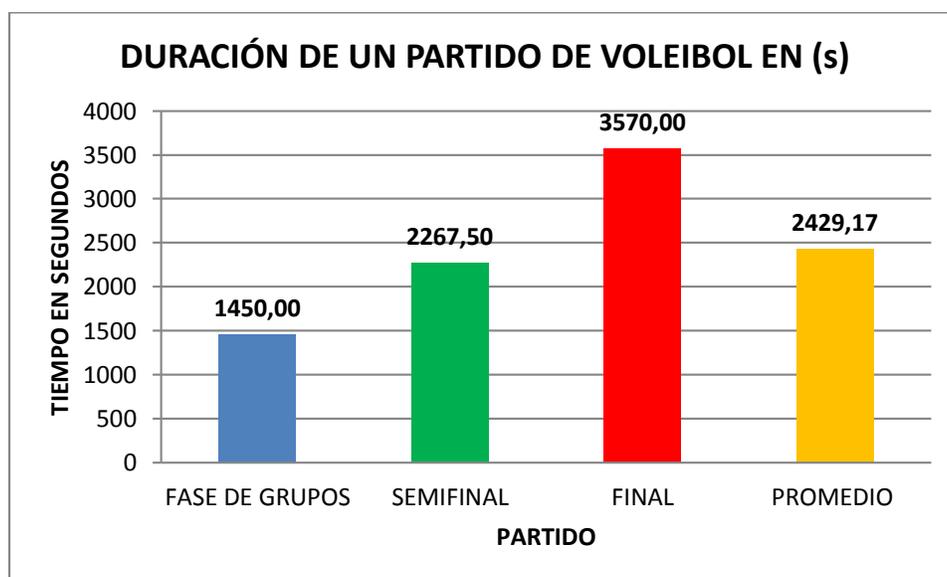


Figura 6. Duración de un partido de voleibol en segundos.

De la misma manera se observó que la media de tiempo de duración (2429.17 ± 1069.21 s o 40.49 min) de un partido de voleibol fue un 40,30% mayor al presentado en fase de grupos, un 6,65% mayor al obtenido en la semifinal y un 46.96% menor al logrado en el partido final (ver gráfica 1 y 2).

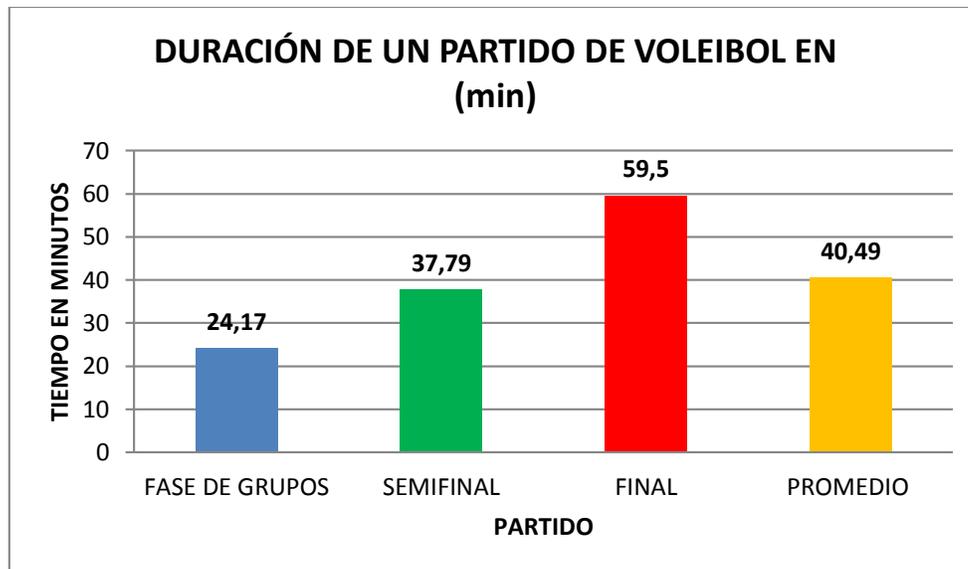


Figura 7. Duración de un partido de voleibol en minutos.

Distancia

Distancia total recorrida. La distancia total recorrida en el partido de la fase final (2210.5 m) fue un 61.07%, 27.09% y 29.39% mayor a la distancia recorrida en el partido de fase de grupos (860.50 m), fase semifinal (1661.50 m) y media de distancia recorrida en los tres partidos (1577.50 ± 678.91 m).

De la misma manera, se observó que la distancia cubierta en el partido de fase semifinal fue un 48.20%, 5.05% mayor a la del partido de la fase de grupos, media de los tres partidos y un 33.04% menor a la cubierta en el partido de fase final.

La distancia recorrida en el partido de fase de grupos es un 93.08%, 61.07% y 83.32% menor a la distancia recorrida en la semifinal, final y media de los tres partidos.

Además, que la distancia promedio cubierta en los tres partidos es un 5.32%, 40.12% menor a la recorrida en los partidos de semifinal y final; por el contrario, es un 45.45% mayor a la obtenida en fase de grupos. Ver gráfica 3.

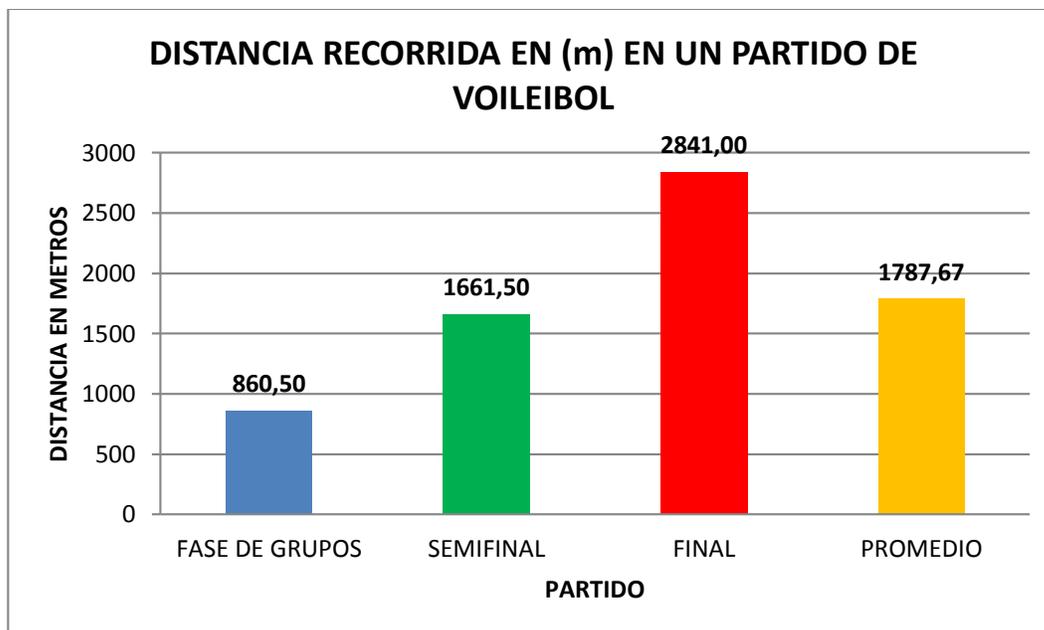


Figura 8. *Distancia recorrida en un partido de voleibol en metros.*

Distancia relativa. El promedio de distancia relativa de los tres partidos (38.66 ± 3.88 m/min) es un 2.97% y 8.22% mayor a la recorrida en el partido de final (37.51 m/min) y partido de fase de grupos (35.48 m/min) respectivamente; por el contrario, es un 10.07% mayor a la obtenida en el partido de semifinal (42.99 m/min).

La distancia relativa cubierta en el partido de fase de grupos es un 17.46%, 5.41% y 8.22% menor a la distancia recorrida en los partidos de semifinal, final y media de los tres partidos.

De la misma manera, se observó que la distancia relativa cubierta en el partido de semifinal fue un 17.46%, 12.74% y 10.07% mayor a la distancia relativa cubierta en los partidos de la fase de grupos, final y media de los tres partidos correspondientemente.

Asimismo, la distancia relativa cubierta en el partido de final es un 12.74% y 2.97% menor a la distancia relativa obtenida en los partidos semifinal y promedio de los tres partidos; por el contrario, es un 5.41% mayor a la distancia relativa recorrida en el partido de fase de grupo. Véase gráfica 4.

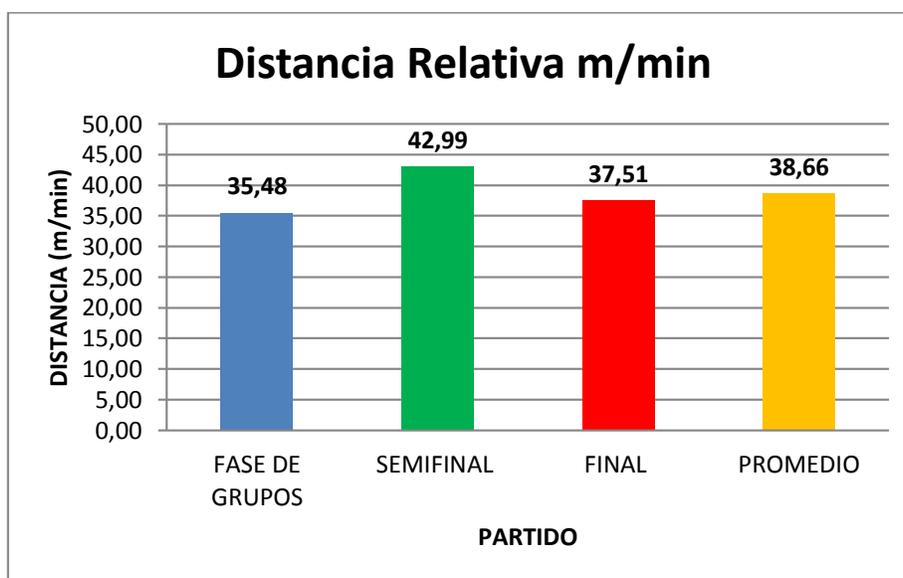


Figura 9. Distancia relativa en un partido de voleibol en m/min.

Se aclara que los deportes a comparar y las metodologías son diferentes, tomándolos como referente se observa que la media de distancia relativa de los tres partidos analizados (38,66 m/min) en este estudio, es un 59.99%, 60.91%, 63.59% y 70.26% mayor en comparación a los valores encontrados en las investigaciones de Chamorro (2012) 96.63 m/min, Ayllon

(2010) 98.91 m/min, Chamorro y Salinas (2016) 63.69 m/min y Scalan AT, et al. (2012) 70.26 m/min, en fútbol profesional, fútbol universitario, fútbol profesional elite y baloncesto juvenil femenino Australiano, respetivamente.

Distancia recorrida en zonas de intensidad velocidad. En este estudio se observó que la mayor distancia recorrida (560,17 m) en zonas de intensidad velocidad se logró en la ZV3 (4 a 8 km/h), este valor fue mayor en un 2.97%, 57.42%, 79.61% y 99.16% en comparación a la distancia recorrida en las ZV2 (1.6 a 4 km/h), ZV1 (0.a 1.6 km/h), ZV4 (4 a 13 km/h) y ZV5 (13 a 16 km/h) respectivamente. Ver gráfica 5.

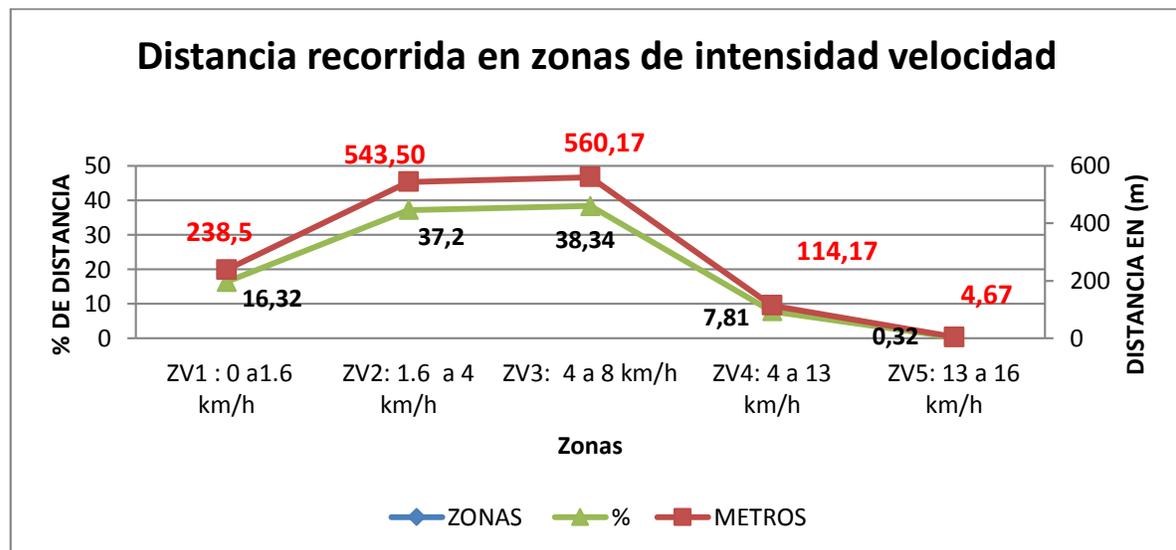


Figura 10. *Distancia recorrida en metros en zonas de intensidad velocidad.*

Frecuencia cardiaca

Frecuencia cardiaca mínima. El promedio de frecuencia cardiaca mínima de los tres partidos (100.67 ± 19.92 ppm) es un 18.54% y 2.34% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos (82 ppm) y semifinal (98.36 ppm) respectivamente; por el contrario, es un 17.24% menor a la obtenida en el partido de final (121.64 ppm).

La frecuencia cardiaca mínima del partido de fase de grupos es un 16.63%, 32.58% y 18.54% menor a la distancia recorrida en los partidos de semifinal, final y media de los tres partidos.

Asimismo, se analizó que la frecuencia cardiaca mínima en el partido de semifinal fue un 16.63% mayor a la presentada en el partido de fase de grupos; inversamente, es un 19.13% y 2.29% menor a la media de frecuencia cardiaca mínima de los tres y final correspondientemente. Ver gráfica 6.

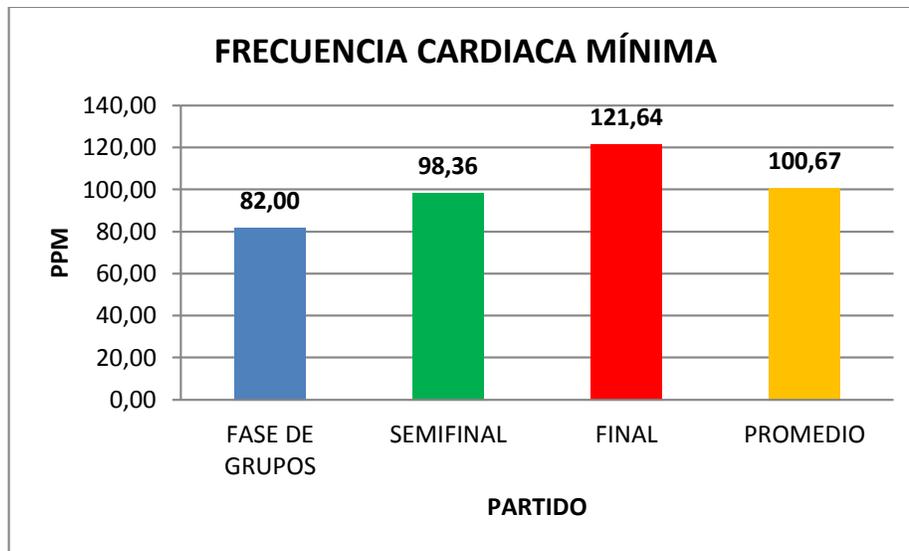


Figura 11. Frecuencia cardiaca mínima en un partido de voleibol en ppm.

También, se observó que la frecuencia cardiaca mínima en el partido de final es un 32.58%, 19.13 % y 17.24% mayor a la obtenida en los partidos de fase de grupos, semifinal y media de los tres partidos. Véase gráfica 6.

Frecuencia cardiaca media. En este estudio se observó que el promedio de frecuencia cardiaca media de juego (FC_{med}) de los tres partidos fue de $(145.01 \pm 12.64$ ppm) es un 6.73% y 3.21% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos (135.25 ppm) y semifinal (140.5 ppm) respectivamente; inversamente, es un 8.96% menor a la obtenida en el partido de final (159.29 ppm).

Además, se observó que la frecuencia cardíaca media del partido de fase de grupos es un 3.73%, 15.09% y 6.73% menor a la (FC_{med}) en los partidos de semifinal, final y media de los tres partidos. Ver gráfica 7.

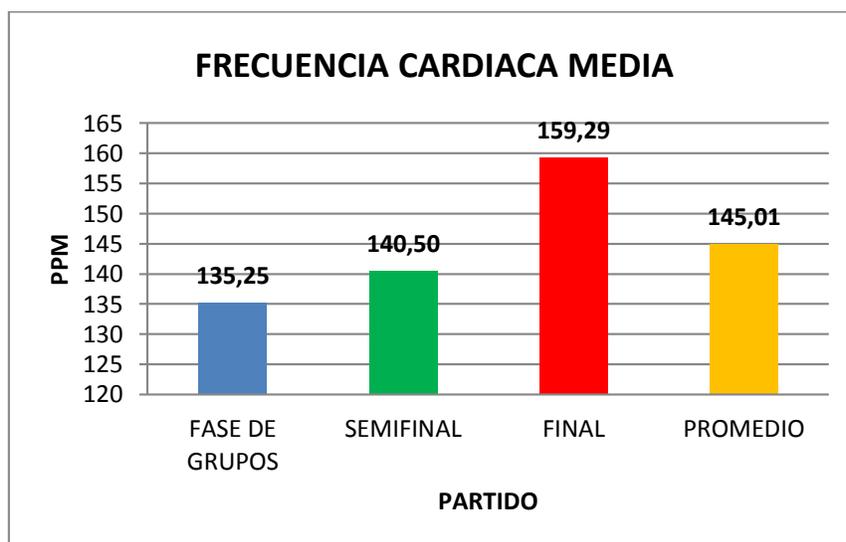


Figura 12. Frecuencia cardíaca media en un partido de voleibol en ppm.

Asimismo, se analizó que la frecuencia cardíaca media de juego en el partido de semifinal fue un 3.73% mayor a la presentada en el partido de fase de grupos; por el contrario, es un 11.79% y 3.11% menor a la frecuencia cardíaca media obtenida en los tres y final correspondientemente. Ver gráfica 7.

A la vez, se observó que la (FC_{med}) en el partido de final es un 15.09%, 11.79% y 8.96% mayor a la obtenida en los partidos de fase de grupos, semifinal y media de los tres partidos. Véase gráfica 7.

Se aclara que los deportes a comparar y las metodologías son diferentes, tomándolos como referente se observa que la frecuencia cardiaca media de los tres partidos analizados (145 ppm) en este estudio, es un 5.22%, 7.64% menor en comparación a los valores encontrados en las investigaciones de Chamorro y Salinas (2016) 153 ppm, Chamorro (2012) 157 ppm; y un 2.83%, 2.11% mayor a los estudios de Berna et al, (2014) 141 ppm, Scalan AT, et al. (2012) 142 ppm, en fútbol profesional elite, fútbol profesional, voleibol piso universitario, y baloncesto juvenil femenino Australiano, respectivamente.

Frecuencia cardiaca máxima. Se observó que el promedio de frecuencia cardiaca máxima de juego ($FC_{máx}$) de los tres partidos (177.74 ± 8.81 ppm) es un 0.97% y 4.59% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos (176 ppm) y semifinal (169.93 ppm) respectivamente; inversamente, es un 5.09% menor a la obtenida en el partido de final (187.29 ppm). Ver gráfica 8.

Igualmente, se observó que la frecuencia cardiaca máxima del partido de fase de grupos es un 3.57% mayor a la alcanzada en la semifinal; y contrariamente, es un 6.02% y 0.97% menor a la ($FC_{máx}$) obtenida en los partidos de final y media de los tres partidos. Véase tabla 8.

También, se analizó que la frecuencia cardiaca máxima de juego en el partido de semifinal fue un 3.57%, 9.26 y 4.39% menor a la obtenida en los el partido de fase de grupos, final y media de los tres partidos correspondientemente. Ver gráfica 8.

Además, se observó que la frecuencia cardíaca máxima alcanzada en el partido de final es un 6.02%, 9.26% y 5.09% mayor a la obtenida en los partidos de fase de grupos, semifinal y media de los tres partidos. Véase gráfica 8.

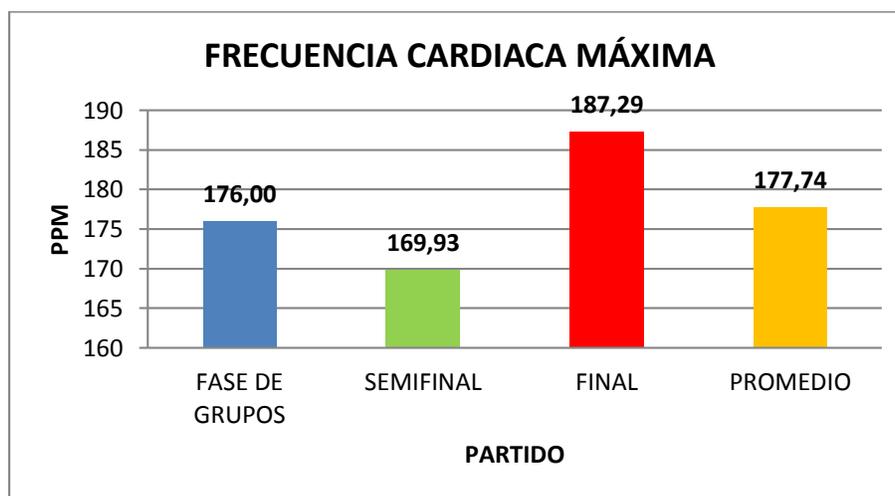


Figura 13. *Frecuencia cardíaca máxima en un partido de voleibol en ppm.*

Tiempo de permanencia en zonas de frecuencia cardíaca. En las zonas de intensidad frecuencia cardíaca, el mayor tiempo de permanencia (9.54 min) se logró en la ZFC3 (140 a 160 ppm), este valor fue mayor en un 31.86%, 34.06%, 46.96%, 63.41%, 65.30%, 88.57% y 98.84% en comparación a la distancia recorrida en las ZFC2 (120 a 140 ppm), ZFC4 (160 a 170 ppm), ZFC5 (170 a 180 ppm), ZFC6 (180 a 190 ppm), ZFC1 (0 a 120 ppm), ZFC7 (190 a 200 ppm) y ZFC8 (200 a 230 ppm) respectivamente. Ver gráfica 9.

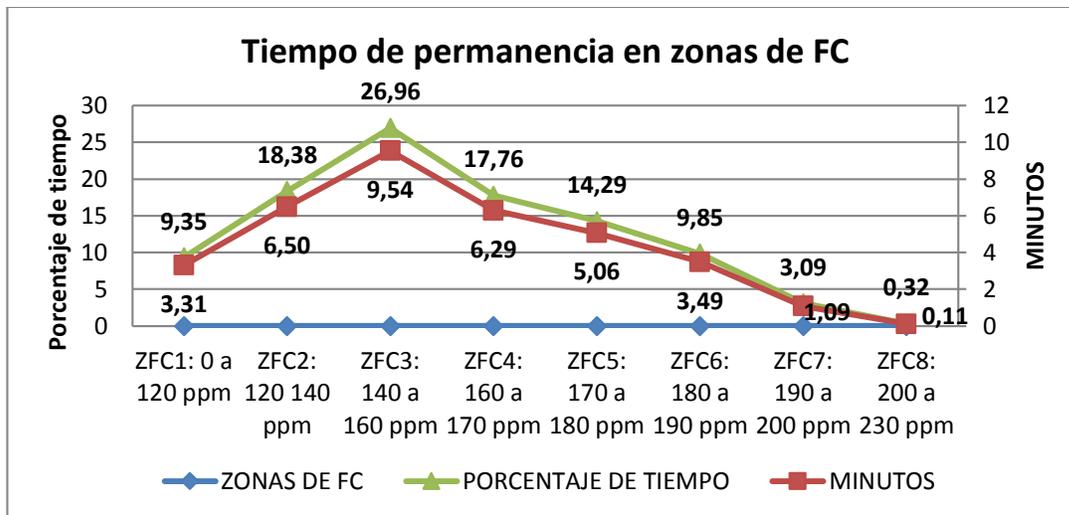


Figura 14. *Tiempo de permanencia en zonas de intensidad frecuencia cardiaca.*

Además se observó que el 85% (176 ppm) es aproximadamente el umbral anaeróbico (UAn) de la frecuencia cardiaca pico de juego ($207 \text{ ppm} \pm 3 \text{ ppm}$); teniendo en cuenta el análisis anterior, se afirma que el tiempo de permanencia por debajo del (UAn) fue de 25.94 min equivalentes al 72.45% y que se permaneció 9.75 min por encima del (UAn) que corresponde al 27.55% del tiempo total de juego analizado. Lo anterior permite afirmar que el voleibol de playa es un deporte con predominancia del sistema energético aeróbico.

Es posible que la diferencia encontrada en la frecuencia cardiaca entre las dos atletas se debe a que una de las dos atletas “Andrea” durante la parada se presentó con un cuadro gripal.

Velocidad máxima. Se observó que el promedio de velocidad máxima de juego ($V_{m\acute{a}x}$) de los tres partidos (10.10 ± 1.57 km/h) es un 15.05% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos; por el contrario, es un 4.77% y 10.74% menor a la ($V_{m\acute{a}x}$) alcanzada en los partidos de semifinal y final respectivamente. Ver gráfica 10.

Igualmente, se observó que la velocidad máxima del partido de fase de grupos es un 21.01%, 25.97 y 17.05 menor a la ($V_{m\acute{a}x}$) obtenida en los partidos de semifinal, final y media de los tres partidos. Véase tabla 10.

Asimismo, se analizó que la velocidad máxima de juego en el partido de semifinal fue un 21.01% y 4.77% mayor a la ($V_{m\acute{a}x}$) obtenida en el partido de fase de grupos y media de los tres partidos; por el contrario, es un 6.27% menor a la ($V_{m\acute{a}x}$) alcanzada en el partido de final. Ver gráfica 10.

Por último, se observó que la velocidad máxima alcanzada en el partido de final es un 25.97%, 6.27% y 10.74% mayor a la ($V_{m\acute{a}x}$) obtenida en los partidos de fase de grupos, semifinal y media de los tres partidos. Véase gráfica 10.

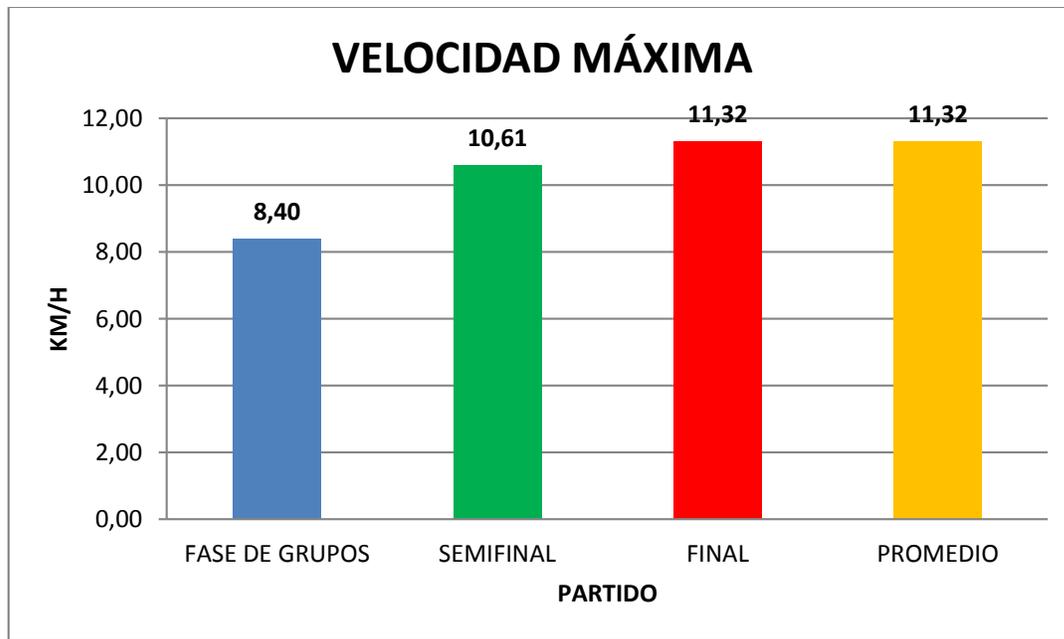


Figura 15. *Velocidad máxima en un partido de voleibol en km/h*

Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad. En las zonas de intensidad velocidad, el mayor tiempo de permanencia (19.72 min) se logró en la ZV1 (0 a 1.6 km/h), este valor fue mayor en un 44.11%, 67.64%, 96.50% y 100% en comparación a la distancia recorrida en las ZV2 (1.6 a 4 km/h), ZV3 (4 a 8 km/h), ZV4 (8 a 13 km/h) y ZV5 (13 a 16 km/h) respectivamente. Ver gráfica 11.

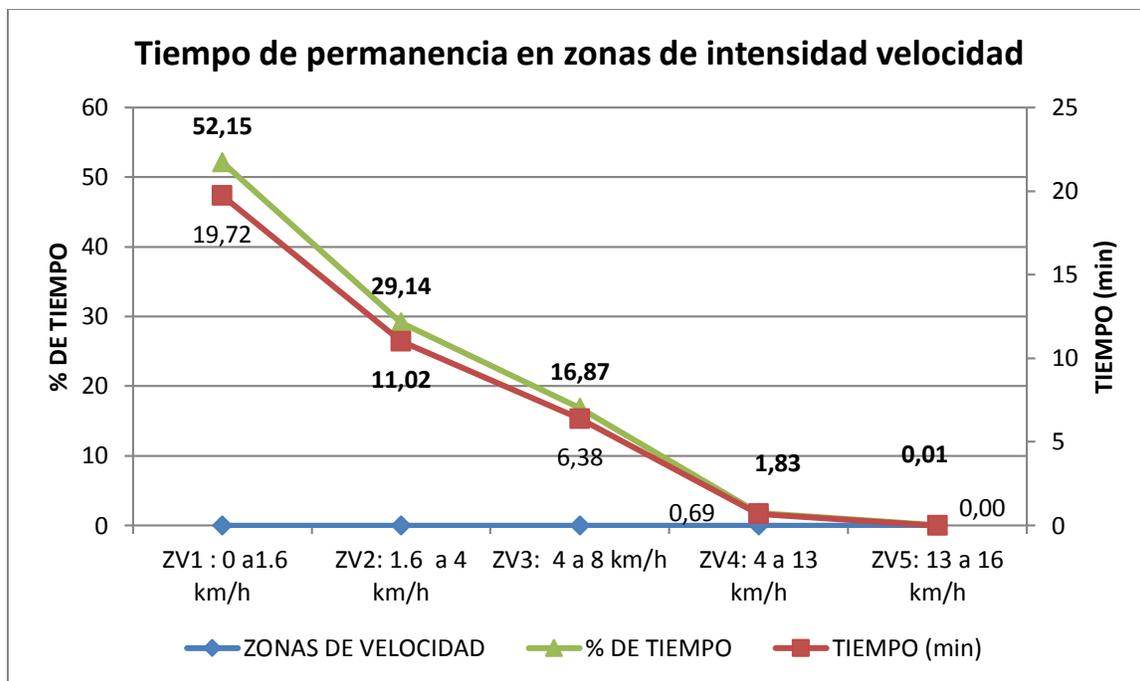


Figura 16. *Tiempo de permanencia en zonas de intensidad velocidad.*

Conclusiones

La duración total de un partido de voleibol de playa difiere por el nivel competitivo de la fase del campeonato y el nivel competitivo del rival; así pues, se observó que la media de tiempo de duración de un partido de voleibol playa (2429.17 ± 1069.21 s o 40.49 min) fue un 40,30% mayor al presentado en fase de grupos (1450 ± 24.16 s o 24,17 min), un 6,65% mayor al obtenido en la semifinal (2267.50 ± 149 s o 37. 79 min) y un 46.96% menor al logrado en el partido final (3570 ± 220 s o 59,5 min).

El promedio de distancia total recorrida en los tres partidos analizados (1577.50 ± 678.91 m), es un 5.32%, 40.12% menor a la distancia total recorrida en los partidos de semifinal (1661.50 m) y final (2210.5 m); por el contrario, es un 45.45% mayor a la obtenida en fase de grupos (860.50 m).

El promedio de distancia relativa de los tres partidos (38.66 ± 3.88 m/min) es un 2.97% y 8.22% mayor a la recorrida en el partido de final (37.51 m/min) y partido de fase de grupos (35.48 m/min) respectivamente; por el contrario, es un 10.07% mayor a la obtenida en el partido de semifinal (42.99 m/min). Además, se observó que la media de distancia relativa de este estudio es menor a la obtenida en fútbol profesional, fútbol elite, fútbol universitario y baloncesto juvenil australiano.

La mayor distancia recorrida (560, 17 m) en zonas de intensidad velocidad se logró en la ZV3 (4 a 8 km/h), este valor fue mayor en un 2.97%, 57.42%, 79.61% y 99.16% en comparación a la distancia recorrida en las ZV2 (1.6 a 4 km/h), ZV1 (0.a 1.6 km/h), ZV4 (4 a 13 km/h) y ZV5 (13 a 16 km/h) respectivamente.

El promedio de frecuencia cardiaca mínima de los tres partidos analizados (100.67 ± 19.92 ppm) es un 18.54% y 2.34% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos (82 ppm) y semifinal (98.36 ppm) respectivamente; por el contrario, es un 17.24% menor a la obtenida en el partido de final (121.64 ppm).

El promedio de frecuencia cardiaca máxima de juego ($FC_{máx}$) de los tres partidos analizados (177.74 ± 8.81 ppm) es un 0.97% y 4.59% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos (176 ppm) y semifinal (169.93 ppm) respectivamente; inversamente, es un 5.09% menor a la obtenida en el partido de final (187.29G ppm).

El promedio de frecuencia cardiaca media de juego (FC_{med}) de los tres partidos analizados fue de (145.01 ± 12.64 ppm) es un 6.73% y 3.21% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos (135.25 ppm) y semifinal (140.5 ppm) respectivamente; inversamente, es un 8.96% menor a la obtenida en el partido de final (159.29 ppm). De igual manera, se observó que el valor de (FC_{med}) de este estudio es menor a la obtenida en fútbol profesional y fútbol elite; y mayor que los valores encontrados en esta variable en voleibol de piso universitario español y baloncesto femenino juvenil australiano.

En las zonas de intensidad frecuencia cardiaca, el mayor tiempo de permanencia (9.54 min) se logró en la ZFC3 (140 a 160 ppm), este valor fue mayor en un 31.86%, 34.06%, 46.96%, 63.41%, 65.30%, 88.57% y 98.84% en comparación a la distancia recorrida en las ZFC2 (120 a 140 ppm), ZFC4 (160 a 170 ppm), ZFC5 (170 a 180 ppm), ZFC6 (180 a 190 ppm), ZFC1 (0 a 120 ppm), ZFC7 (190 a 200 ppm) y ZFC8 (200 a 230 ppm) respectivamente.

Según el tiempo de permanencia en las zonas de intensidad de frecuencia cardiaca se considera que el voleibol playa tiene una predominancia energética del sistema aeróbico, pues el 72.45% del tiempo juego las respuestas fisiológicas a las acciones de competición se desarrollan por debajo del 85% de la FC máxima o pico ($FC_{máx}$), la relación o ratio de predominancia de sistemas energéticos aeróbico y anaeróbico es de 3/1.

El promedio de velocidad máxima de juego ($V_{máx}$) de los tres partidos (10.10 ± 1.57 km/h) es un 15.05% mayor a la obtenida en el partido de fase de grupos; por el contrario, es un 4.77% y 10.74% menor a la ($V_{máx}$) alcanzada en los partidos de semifinal y final respectivamente.

En las zonas de intensidad velocidad, el mayor tiempo de permanencia (19.72 min) se logró en la ZV1 (0 a 1.6 km/h), este valor fue mayor en un 44.11%, 67.64%, 96.50% y 100% en comparación a la distancia recorrida en las ZV2 (1.6 a 4 km/h), ZV3 (4 a 8 km/h), ZV4 (8 a 13 km/h) y ZV5 (13 a 16 km/h) respectivamente.

Recomendaciones

Se recomienda que se sigan realizando estudios en esta modalidad deportiva con el propósito de cuantificar la carga física externa e interna de los deportistas en competencia.

También, se sugiere para próximas investigaciones incrementar el número de sujetos de investigación y las sesiones de registro de datos.

Referencias Bibliográficas

Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring. Applications and limitations. *Sports Med* 2003;33:517-38.

Alonso, Finn. *Física*. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana (1995).

Álvarez, Giménez, Corona y Manonelles (2002) Apunts. Educacion física i esports Barcelona 2002, n67, primer trimestre; p.45-51.

Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sports Sci* 1991; 16: 110– 116)

Bangsbo J. et al. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense physical exercise. *Acta Physiol Scand Suppl* 1994; 619: 1 – 155.

Barbero, (1998). El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecanicos (análisis cinemático) y fisiologicos (frecuencia cardíaca) de la competición. <http://www.efdeportes.com/> Año 3. N° 11. Buenos Aires, Octubre 1998. <http://www.efdeportes.com/efd11a/biomec.htm>.

Barbero, J.C. (2002). *Desarrollo de un sistema fotogramétrico y su sincronización con los registros de frecuencia cardiaca para el análisis de la competición en los deportes de equipo. Una aplicación práctica para el fútbol sala. Tesis doctoral. Universidad de Granada.*

Berna, J. (2013). PHYSICAL FITNESS AND TRAINING ASSESSMENT DURING A VOLLEYBALL PLAYER'S SEASON, 2013-2014. Jorge Berna Jiménez

Chamorro A. y Salinas J. (2016). Carga interna y externa en juego de espacio reducido en futbolistas de elite suramericanos: comparación con la carga de partido. Universidad Surcolombiana (Datos sin publicar).

Chamorro, (2012). Carga física externa e interna en futbolistas, Monitorización y cuantificación de carga física a través de sistemas de Posicionamiento Global Satelital – GPS. Editorial Universidad Surcolombiana.

Civar, S. (2015). Somatic and Physical Characteristics of Adolescent Female Volleyball Teams at Different Success Levels.

Di Salvo V, et al. (2006). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med* 2006; DOI: 10.1055/s-2006-924294.

Di Salvo V, et al. (2006b) Validation of ProZone ® : A new video-based performance analysis system. *Int J Perf Analysis Sport* 2006; 6: 108–119.

Ekblom B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med* 1986; 3: 50 – 60.

Fédération International de Volleyball (2009), en las reglas oficiales de Voleibol de playa

García, (1986). Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Gimnos Editorial. 1996.

García. G. (2004) Caracterización de los esfuerzos en el fútbol sala basado en el estudio cinemático y fisiológico de la competición. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 77 - Octubre de 2004 <http://www.efdeportes.com/efd77/futsal.htm/>

González, C. ; Ureña, A ; Santos, J. A. ; Llop, F. y Navarro, F. (2002). El líbero el análisis de las características de su juego en la competición de voleibol. *Revista Motricidad*, 8, 141 – 159.

Grehaigne, J.F. et al. (1998). Regaining possession of the ball in the defensive area in soccer. In: Spinks W, Reilly T, Murphy A (eds). *Science and Football IV*. London: E & FN Spon, 1988: 112 – 125.

Grosgeorge, B. (1990). *Observación et entrenamiento en sports collectifs*. Paris: Ed. INSEP – Public.

Hernandez, J (2001) Apunts: Educacion física y deportes, ISSN1577-4015,Nº65, 2001,pags.32-44.

Ladetto Q, Merminod B, Terrier P, Schutz Y. On foot navigation: when GPS alone is not enough. Actas de la Conferencia de Navegación Europea (GNSS), Génova, Italia 1999:443-9. Disponible en http://topo.epfl.ch/publications/gnss99_ql.pdf

Larsson P. Global Positioning System and sport-specific testing. Sports Med 2003;33:1093-101.

Laukkanen RMT, Virtanen PK. Heart rate monitors: state of the art. J Sport Sci 1998;16:S3-S7

Leger L, Boucher R. A indirect continuous running multistage field test: The Université de Montréal Track Test. Can J Appl Sport Sci 1980;5:77-84.

López, R. (2007) Análisis de la táctica grupal ofensiva de los equipos participantes en el campeonato mundial de fútbol de Alemania 2006. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 12 - N° 114 - Noviembre de 2007 <http://www.efdeportes.com/efd114/tactica-grupal-ofensiva-futbol-alemania-2006.htm>

Meyer, T. et al. (2000). Longitudinal analysis of endurance and sprint abilities in elite German soccer players). Dt Z Sportmed 2000; 51: 271 – 277.

Mohr M, et al. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci* 2003; 21: 519– 528.

Mohr M, et al. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci* 2003; 21: 519– 528.

Noakes TD, Lambert MI, Gleeson M. Heart rate monitoring and exercise: challenges for the future. *J Sport Sci* 1998; 16:S105-S106.

Orta, A.; Pino, J. y Moreno, I. (2000), Propuesta de un método de entrenamiento universal para los deportes de equipo basándose en el análisis observacional de la competición. *Lecturas en Educación Física y Deportes. Revista digital*, año 5, 27. Consulta: 29 Septiembre 2002 de la world wide web: <http://www.efdeportes.com/efd27a/de.htm>.

Palao (2012). ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS A PARTIR DEL ANÁLISIS DEL JUEGO PARA EL TRABAJO TÉCNICO-TÁCTICO EN VOLEY-PLAYA. UN CASO PRÁCTICO. 2012. José Manuel Palao, ANA BELÉN LÓPEZ MARTÍNEZ.

Passingham, Alexa L (2015). “The relationship between pass completion percentage and per women’s soccer” *Undergraduate Honors Theses*. Paper 307.<http://77dc.etsu.edu/honors/307>.

Rampinini, E. et al. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med* 2007 ; 28 : 1018 – 1024.

Rampinini, E. et al. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med* 2007 ; 28 : 1018 – 1024.

Rennie K, Rowsell T, Jebb SA, Holburn D, Wareham NJ. A combined heart rate and movement sensor: proof of concept and preliminary testing study. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:409-14.

Rienzi, E. et al. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players, the journal of sports medicine and physical fitness, 2000, june;40(2): 162-9.

Scanlan AT, et al. The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *J Sci Med Sport* (2012), doi:10.1016/j.jsams.2011.12.008

Schutz Y, Chambaz A. Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *Eur J Clin Nutr* 1997;51:338-9.

Schutz Y, Deurenberg P. Energy metabolism: overview of recent methods used in human studies. *Ann Nutr Metab* 1996;40:183-93

Schutz Y, Herren R. Assessment of speed of human locomotion using a differential satellite global positioning system. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:642-6.

Stroyer, J. et al. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc*; 36: 168 – 174.

Terrier P, Ladetto Q, Merminod B, Schutz Y. High-precision satellite positioning system as a new tool to study the biomechanics of human locomotion. *J Biomech* 2000;33: 1717-22.

Villa, J.G.; García López, J. (2005). La velocidad en el fútbol”. Máster Universitario de Preparación Física en Fútbol: Demandas Fisiológicas del Juego y Valoración de la Condición Física del Jugador de Fútbol”. Págs. 176-242. Ed. Facultad de Ciencias del Deporte. UCLM.: Madrid, 2004.

Witte TH, Wilson AM. Accuracy of non-differential GPS for the determination of speed over ground. *J Biomech* 2004;37: 1891-8.

Witte TH, Wilson AM. Accuracy of WAAS-enabled GPS for the determination of position and speed over ground. *J Biomech* 2005;38:1717-22