

Aplicación práctica de un sistema fotogramétrico para el análisis de los desplazamientos durante la competición en deportes de equipo.

Autor/es:

- **José Carlos Barbero Alvarez.** *Profesor Asociado de la Universidad de Granada. Dpto. Educación Física y Deportiva, Univ.de Granada, Campus de Melilla. Email: jbarbero@ugr.es*
- **Víctor Manuel Soto Hermoso.** *Prof. Titular de la Universidad de Granada. Laboratorio de Biomecánica, Dpto. Educación Física y Deportiva, Univ.de Granada. Email: vsoto@ugr.es*

Palabras Clave:

BIOMECÁNICA, DEPORTES DE EQUIPO, FOTOGRAMETRÍA, RENDIMIENTO, ENTRENAMIENTO DEPORTIVO (Biomechanics, team sports, photogrammetry, performance, sport training).

Este trabajo se incluye en el área: **Rendimiento Deportivo (Biomecánica Deportiva).**

1. INTRODUCCIÓN.

En la última década hemos asistido, en el ámbito de las Ciencias del Deporte, a una creciente proliferación de estudios e investigaciones sobre el análisis del juego principalmente en los deportes colectivos. La información sobre la actividad competitiva es muy importante, en la medida en que aporta datos básicos sobre el desarrollo del juego, constituyendo un criterio fundamental para la preparación de los jugadores y del equipo (Godik y Popov, 1993), así como para la organización de los procesos de enseñanza y entrenamiento (Gréahaigne, 1992).

El conocimiento de las características que definen cualquier modalidad deportiva y el análisis del tipo de exigencias impuestas por la competición son imprescindibles para progresar, perfeccionar y conseguir programas de preparación y entrenamiento apropiados a los deportes de equipo. Para Pino (1999), la duración y el espacio de juego, las reglas y las características de la especialidad deportiva, obligan a aptitudes y comportamientos específicos que se reflejan tanto en los aspectos técnicos y tácticos como en los energéticos.

Cramer (1987) afirma que las competiciones son una fuente privilegiada de información útil para el entrenador y que a partir de la observación del juego se aprende lo que se debe entrenar, para mejorar y orientar el proceso de entrenamiento y obtener la meta deseada. Valorar de forma específica las demandas biomecánicas (cinemáticas) y fisiológicas (energéticas) que requieren los distintos niveles de intensidad durante la competición en los deportes colectivos, debe ser una prioridad para los entrenadores e investigadores en la determinación de sus objetivos.

Para confeccionar un modelo de entrenamiento específico en los deportes de equipo, es necesario conocer cuáles son las demandas físicas, fisiológicas y energéticas que comporta dicha actividad. Partiendo de su conocimiento, se pueden establecer programas adecuados dirigidos hacia las cualidades condicionales específicas (Barbero, 1998).

Orta y cols. (2000) entienden la competición como un fenómeno que introduce una serie de factores específicos que condicionan el desarrollo y la evolución de la dinámica propia del juego. Este hecho es el que explica las diferencias, fácilmente constatables, en los comportamientos y en los rendimientos de equipos y jugadores, ante las situaciones de juego y las situaciones de competición, especialmente las de mayor relevancia.

El estudio de los movimientos en el tiempo va a permitir caracterizar las exigencias propias de las distintas disciplinas deportivas. Los parámetros empleados para estudios en los que se pretende un análisis de la competición son de muy variada naturaleza, pudiéndose distinguir en líneas generales dos grandes grupos:

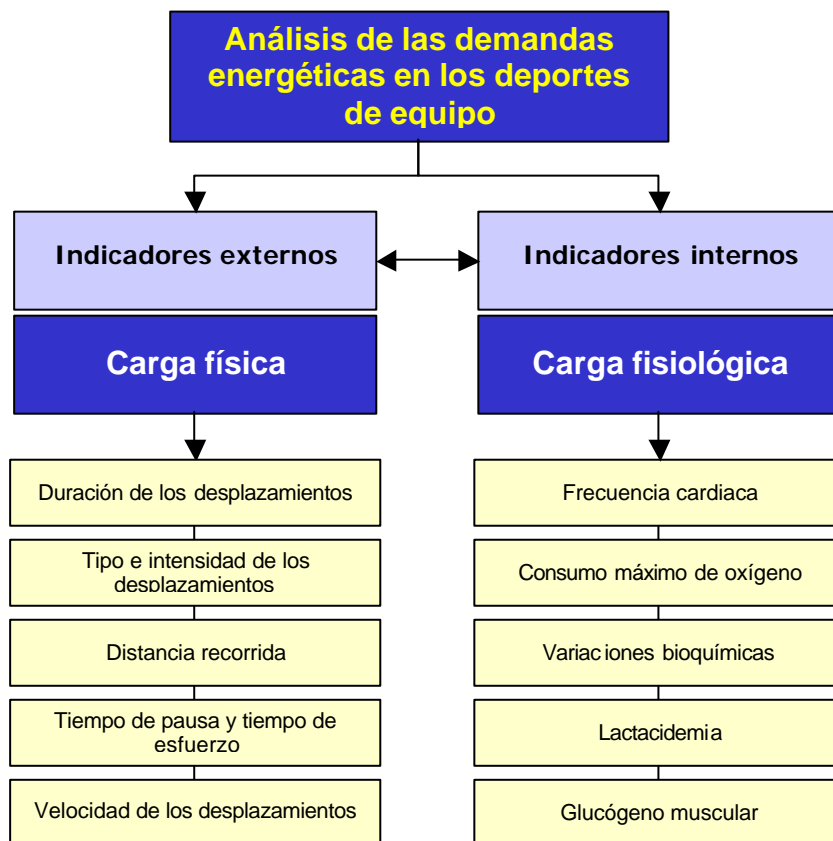


Figura 1. Análisis de las demandas energéticas en deportes de equipo (adaptado de Pino, 1999).

El punto de partida para definir las demandas de una actividad deportiva es el análisis de las acciones y movimientos que se realizan durante la competición (Reilly, 1990). Sin embargo, a la hora de analizar las necesidades energéticas de los deportes acíclicos e intermitentes, como es el caso de los deportes colectivos, nos encontramos con numerosos problemas

metodológicos. Grosgeorge (1990), estima que los principales problemas con respecto a la metodología que el investigador se puede encontrar son:

- La variabilidad de la distancia recorrida y de las velocidades.
- Se producen modalidades de desplazamiento específicas.
- Se intercalan o combinan esfuerzos isométricos y desplazamientos.
- El gasto energético va a estar ligado de manera muy íntima a la realización de un correcto gesto técnico.
- Se puede alcanzar un rendimiento equivalente mediante la utilización de vías energéticas distintas.

La demanda de las capacidades físicas y fisiológicas de los jugadores se acentúa cuanto más elevado es el nivel de la competición (Reilly, 1999b). Según Astrand y Rodahl (1985), la mayoría de los deportes de equipo se consideran ejercicios anaeróbicos intermitentes en los que se alternan esfuerzos explosivos con periodos de pausa y viceversa. Para Ekblom (1986), el fútbol y los deportes de equipo en conjunto, se caracterizan por ser un ejercicio físico discontinuo, intermitente y de gran intensidad, en el que se alternan carreras y periodos de reposo con saltos o carreras continuas de baja intensidad; obteniéndose energía para todas estas acciones a partir de las tres vías metabólicas, si bien la contribución de cada una de ellas no está determinada con precisión.

Con respecto a la mayor o menor importancia de los indicadores internos y externos, coincidimos con Lacour (1982), en que la evaluación del rendimiento con la ayuda de indicadores externos complementa y perfecciona la evaluación resultante de los indicadores internos, dando significado a los resultados de las investigaciones fisiológicas más avanzadas.

Por tanto, el control del entrenamiento requiere la utilización de sistemas de registro y análisis que permitan controlar las variables interactuantes en el rendimiento (Gutierrez y cols., 1991). Es evidente que el desconocimiento de las cargas de tipo cinemático a las que se ven sometidos los jugadores durante la competición en los deportes de equipo hace necesario el diseño y desarrollo de un sistema de análisis ergométrico de bajo coste basado en técnicas fotogramétricas indirectas que permita a entrenadores, preparadores físicos, investigadores y, en general, a todos los profesionales de la actividad física, registrar los desplazamientos y las evoluciones de los jugadores para llegar al conocimiento exhaustivo y riguroso de las variables mecánicas que se originan durante el transcurso de la competición.

En nuestro caso, el sistema de análisis desarrollado (RUNNER v. 1.0) posibilita la medición exclusiva de parámetros externos, el análisis cinemático mediante fotogrametría nos va a permitir cuantificar de forma exhaustiva los desplazamientos registrados (intervalos de tiempo, distancias, velocidades, aceleraciones, picos de esfuerzo, áreas frecuentadas, trayectorias, etc.), lo que nos proporciona un conocimiento más específico de cada una de las especialidades deportivas estudiadas.

El propósito fundamental de esta investigación ha sido la aplicación práctica del sistema fotogramétrico confeccionado, denominado "RUNNER v.1", realizando un estudio piloto en un deporte de equipo (fútbol sala) para el desarrollo, calibración y validación de la metodología propuesta. Este procedimiento nos va a permitir la obtención de información fiable sobre las características cinemáticas de los desplazamientos en esta disciplina deportiva.

2. MATERIAL Y MÉTODO.

La evolución de la tecnología relacionada con el vídeo y el ordenador ha permitido, en la actualidad, el empleo del registro videográfico como una herramienta fácilmente utilizable por los profesionales e investigadores de las Ciencias de la actividad Física y el Deporte.

La Biomecánica deportiva emplea diversas metodologías y tecnologías para la captación del movimiento. De entre todas ellas, podemos destacar las de tipo fotogramétrico como las más habituales en el ámbito de la investigación del gesto deportivo, para lo cual se requiere que el movimiento sea filmado mediante cámaras cinematográficas de alta velocidad o con vídeo (Gutiérrez, 1998).

Para la cuantificación de las variables cinemáticas se utilizaron técnicas de análisis fotogramétrico de vídeo bidimensional que permiten la obtención de las coordenadas espaciales de los jugadores durante el transcurso de la competición. El conocimiento de estas coordenadas posibilita el cálculo de parámetros tales como distancias, velocidades y aceleraciones que nos informarán sobre las cargas que soportan los jugadores en la competición.

Se ha elaborado un software propio denominado "RUNNER" basado en registros fotogramétricos mediante filmaciones de vídeo que posteriormente son digitalizadas a tiempo real. La digitalización se efectúa de forma individual realizando un seguimiento con el ratón del punto medio de la línea imaginaria que une ambos pies. El registro posicional del jugador se suaviza, reconstruye y sincroniza para, finalmente, obtener los resultados de las diferentes variables cinemáticas objeto de estudio.

El estudio se concreta en una investigación preexperimental o descriptiva con diseño de grupo único, sólo con medida postest y no permitirá establecer ninguna relación de causalidad entre las variables dependientes y la competición. Tan sólo se pretende realizar una cuantificación de los desplazamientos registrados (intervalos de tiempo, distancias, velocidades, aceleraciones, picos de esfuerzo, áreas frecuentadas, trayectorias, etc.).

Las grabaciones se realizaron con 2 cámaras de vídeo digital Panasonic modelo NV-DS1 EG y sus correspondientes trípodes. Para la captura de las grabaciones se utilizó un vídeo cassette Sony Recorder modelo SLV-SE70 y un ordenador personal con tarjeta capturadora de vídeo. La digitalización se llevó a cabo mediante el empleo de una tableta digitalizadora modelo Genius Newsketh 1212HR.

Finalmente, indicar que el sistema desarrollado se ha aplicado en tres partidos de Fútbol Sala y otros de Fútbol, pero hasta el momento, tan sólo se han obtenido resultados referentes al primer partido de Fútbol Sala analizado.

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LOS DESPLAZAMIENTOS MEDIANTE TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS.

Tras la aplicación del sistema fotogramétrico desarrollado, los datos hallados tras el análisis del primer partido se pueden dividir en cuatro apartados diferentes relacionados con las variables objeto de estudio:

- Análisis temporal.
- Análisis espacial.
- Análisis de las velocidades.
- Análisis de los esfuerzos.

El programa desarrollado permite la obtención de parámetros gráficos y numéricos, así como la importación de los resultados a paquetes estadísticos.

3.1. ANÁLISIS TEMPORAL

En los siguientes gráficos (figura 2) se muestra la gráfica que ofrece el programa con los tiempos de participación por periodo de los jugadores. Mientras que en la tabla 1 aparecen reflejados los tiempos y porcentajes de cada periodo y del total del partido.

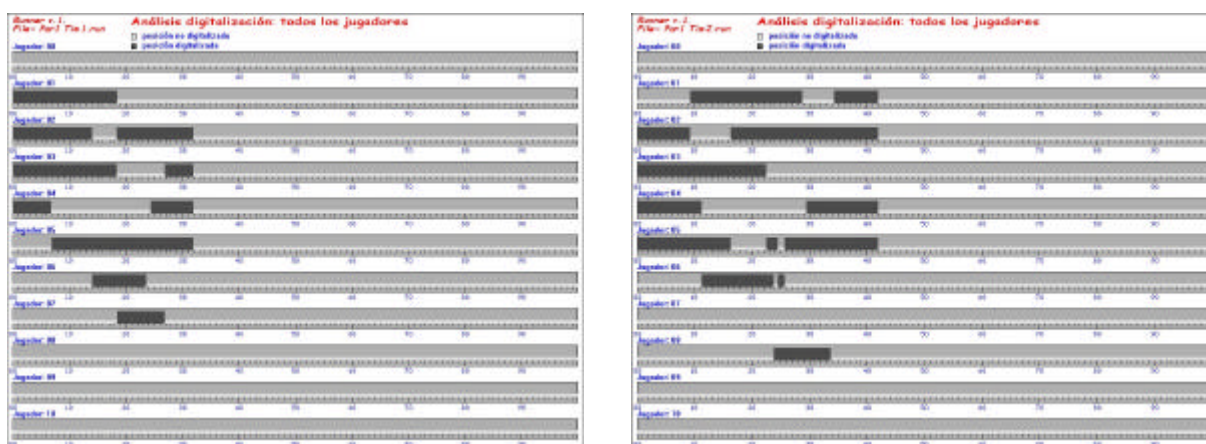


Figura 2. Tiempo de participación o permanencia en el campo de cada jugador en los dos periodos del partido.

Tabla 1. Tiempo de participación y porcentajes campo de cada jugador en los dos periodos y el total del partido.

Partido	Primer tiempo			Segundo tiempo			Total partido		
	Duración	Tiempo jugado (s)	Porcentaje (%)	Duración	Tiempo jugado (s)	Porcentaje (%)	Duración	Tiempo jugado (s)	Porcentaje (%)
	0:32:01	1921.00	100.00%	0:41:58	2518.00	100.00%	1:13:59	4439.00	100.00%
Jugador 1	0:18:33	1113.00	58.00%	0:27:13	1633.00	64.90%	0:45:46	2746.00	61.45%
Jugador 2	0:27:37	1657.00	86.30%	0:39:39	2379.00	83.10%	1:07:16	4036.00	84.70%
Jugador 3	0:23:36	1416.00	73.80%	0:22:29	1349.00	53.60%	0:46:05	2765.00	63.70%
Jugador 4	0:14:21	861.00	44.80%	0:23:45	1425.00	56.60%	0:38:06	2286.00	50.70%
Jugador 5	0:25:11	1511.00	78.70%	0:34:37	2077.00	82.50%	0:59:48	3588.00	80.60%
Jugador 6	0:09:33	573.00	29.90%	0:13:44	824.00	32.70%	0:23:17	1397.00	31.30%
Jugador 7	0:08:20	500.00	26.00%	0:00:00			0:08:20	500.00	13.00%
Jugador 8	0:00:00			0:09:53	593.00	23.60%	0:09:53	593.00	11.80%
Jugador 9	0:00:00			0:00:00					
Jugador 10	0:00:00			0:00:00					
Media	0:12:43	1090.14	56.79%	0:17:08	1468.57	56.71%	0:29:51	2238.88	49.66%
Desv típica	0:10:47	460.68	24.00%	0:14:39	635.66	22.77%	0:20:20	1310.80	28.38%

El jugador que más tiempo permaneció en el campo lo hizo durante 4036 s, lo que equivale al 84.7% del tiempo total del partido, siendo la media 2238 ! 1310.8 segundos, lo que representa el 49.66%.

Se observa claramente que el tiempo de permanencia en el campo durante el segundo tiempo es mayor, con valores promedio de 1090.14 s y 1468.57 s para ambos periodos. Esta

diferencia representa un aumento del 25.75%, siendo la causa la mayor duración de la segunda parte 41'58" por 32'01" del primer periodo.

El tiempo destinado a diferentes categorías de desplazamiento es muy variado. Se observa que las dos actividades con mayor duración durante el partido son trotar con 941 s y caminar con 724 s de media. Se distinguen diferencias muy importantes dependiendo del tiempo que permanecen en el campo, ya que se trata de valores absolutos. Sin embargo, vemos que los datos son algo más explicativos en la figura (3), que refleja los porcentajes de tiempo que destinan a cada actividad con respecto al tiempo que cada jugador permanece en el campo.

Consideramos que el jugador destina por término medio, del tiempo que participa en el partido, el 32% ! 4.1% a caminar, el 41.1% ! 3.12% a trotar y un 14.7% ! 2.35% a correr a una velocidad media (entre 3 y 5 m/s). Mientras que el tiempo que dedica a actividades de alta intensidad es mucho menor, resultando unos porcentajes muy bajos; apreciamos un 4.4% ! 0.73% dedicado a correr a una alta velocidad (entre 5 y 7 m/s) y tan sólo un 1.8% ! 0.62% a sprintar.

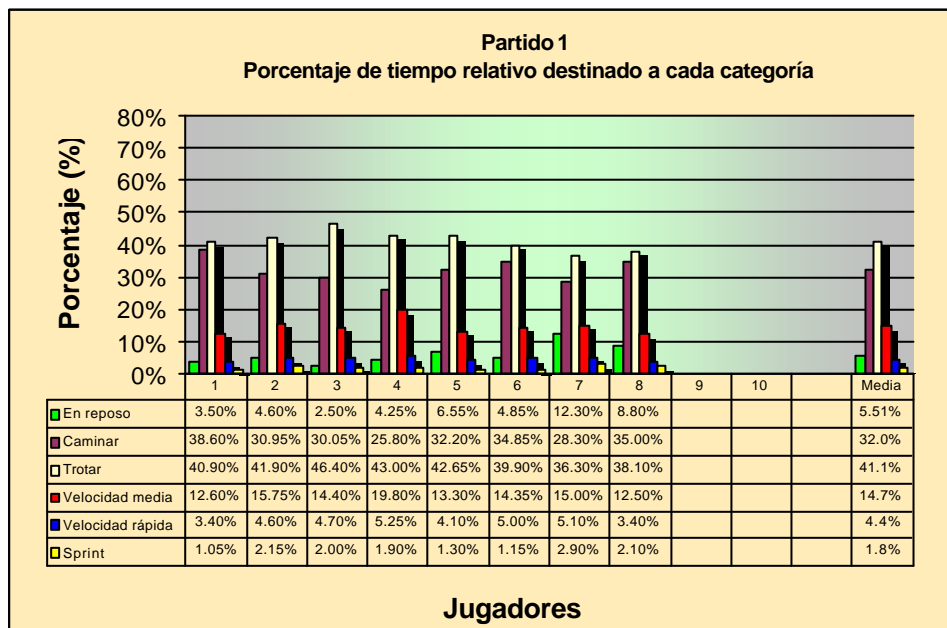


Figura 3. Porcentaje de tiempo destinado a cada categoría con respecto al tiempo jugado.

3.2 ANÁLISIS ESPACIAL.

En lo referente al espacio o distancia recorrida por los jugadores, es obvio que el jugador que más tiempo juega recorre una mayor distancia (figura 4) y que por el simple hecho de

tener mayor duración el segundo tiempo las distancias recorridas durante el mismo serán superiores. Pero si relacionamos esa distancia con el tiempo jugado, apreciamos que los resultados son muy similares (Tabla 2).

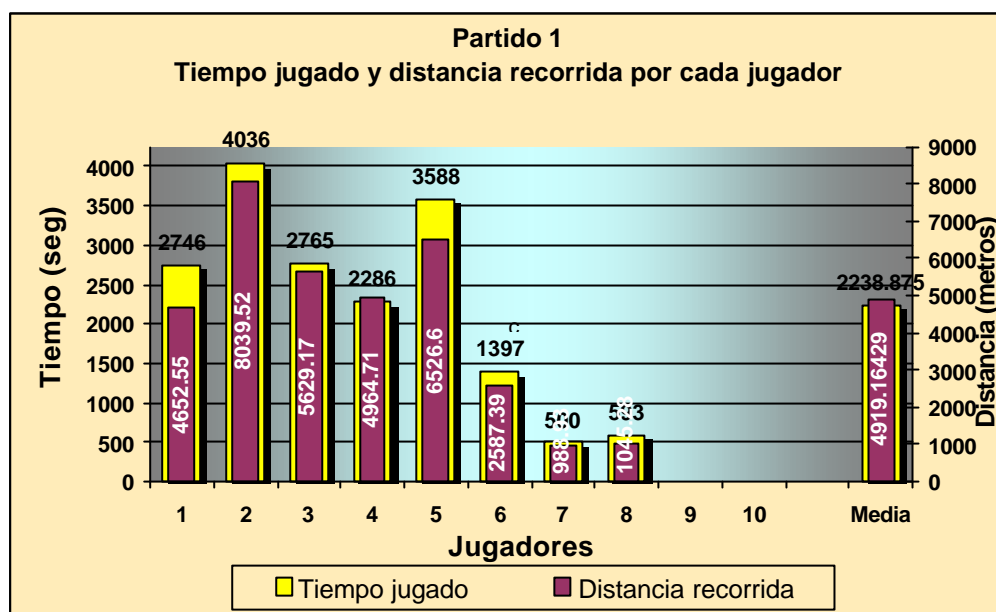


Figura 4. Distancia recorrida y tiempo empleado en el total del partido.

Tabla 2. Distancia, metros por minuto y velocidad (m/s) recorridos en los dos periodos y el total del partido.

Partido	Primer tiempo			Segundo tiempo			Total partido		
	Distancia	Metros por minuto	Velocidad	Distancia	Metros por minuto	Velocidad	Distancia	Metros por minuto	Velocidad
	metros		(m/s)	metros		(m/s)	metros		(m/s)
Jugador 1	2129.17	114.78	1.91	2523.38	92.71	1.55	4652.55	103.75	1.73
Jugador 2	3644.29	131.96	2.20	4395.23	110.85	1.85	8039.52	121.41	2.02
Jugador 3	2956.3	125.27	2.09	2672.87	118.88	1.98	5629.17	122.07	2.03
Jugador 4	2102.61	146.52	2.44	2862.1	120.51	2.01	4964.71	133.52	2.23
Jugador 5	2950.17	117.15	1.95	3576.43	103.32	1.72	6526.60	110.23	1.84
Jugador 6	1182.42	123.81	2.06	1404.97	102.30	1.71	2587.39	113.06	1.88
Jugador 7	988.93	118.67	1.98				988.93	118.67	1.98
Jugador 8				1045.28	105.76	1.76	1045.28	105.76	1.76
Jugador 9									
Jugador 10									
Media	2279.13	125.45	2.09	2640.04	107.76	1.80	4919.16	116.06	1.94
Desv típica	974.13	10.94	0.18	1161.19	9.80	0.16	2556.89	9.83	0.16

La máxima distancia recorrida por un jugador es 8039.52 m, siendo la media 4919.16 m ! 2.556.89.

Si correspondemos la distancia cubierta con el tiempo empleado en recorrerla observamos que la distancia media recorrida por minuto es de 125.45 m ! 10.94 en el primer tiempo y 107.76 m ! 9.80 en el segundo tiempo lo que supone una media en el partido de 116.06 m ! 9.83 lo que equivale a una velocidad media en metros por segundo de 1.94 ! 0.16.

Comparando las distancias recorridas en el primer y segundo tiempo, advertimos que pese a existir un incremento en la distancia recorrida durante el segundo tiempo, debido a una mayor duración del periodo, se comprueba que la distancia media recorrida por minuto disminuye en un 14.10%.

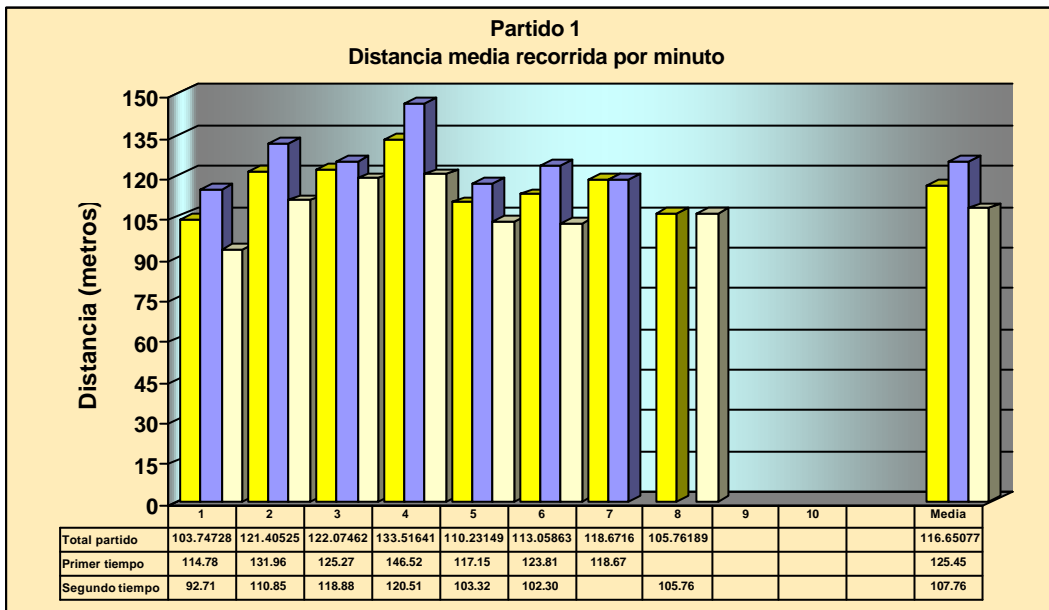


Figura 5. Distancia media recorrida por minuto durante los dos periodos y el total del partido.

Con respecto a las distancias recorridas a diferentes velocidades, podemos considerar que, por término medio, el mayor número de metros se recorre trotando (2022.3) y a velocidad media (1443.9) representando el 69.62%. Con velocidades superiores a 5 m/s se recorren 1005.32 m lo que supone el 21.35% del total.

En resumen, los jugadores por término medio permanecen en reposo 114 s, el 5.51% del tiempo que juegan y recorren 1.69 m que equivale al 0.04% del total de la distancia recorrida. Además, caminan 445.81 m que significa un 8.99% del total, empleando 724 s o el 32% del

tiempo que están en pista. Trotan durante 941 s (41.1% del total del tiempo) para recorrer 2022.35 m (40.28% de la distancia total).

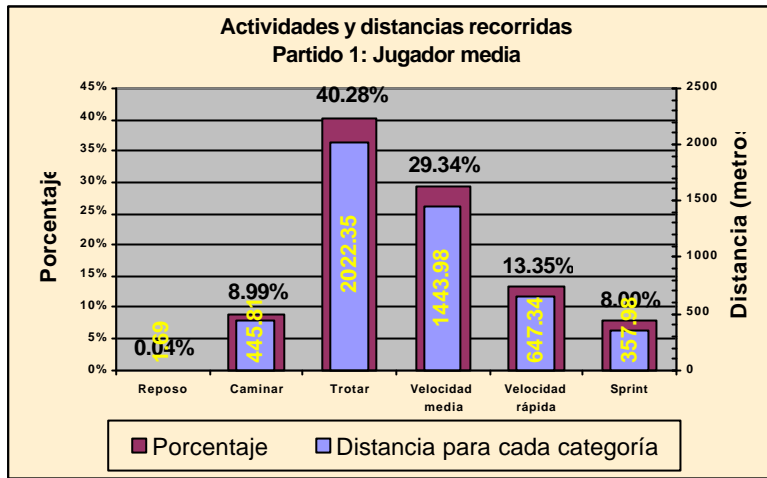


Figura 6. Distancia recorrida y porcentajes a diferentes velocidades del jugador promedio.

A velocidad media recorren 1443.98 m o el 29.34% de la distancia total, destinando 325 s (14.7%). Con velocidades entre 5 y 7 m/s (velocidad rápida) permanecen 96 s, es decir el 4.4% del tiempo que juegan, para recorrer 647.34 m (13.35%). Y finalmente, sprintan durante 36 segundos (1.8%) para recorrer el 8% de la distancia, un total de 357.98 m.

3.3. ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD.

Si por definición la velocidad es la relación existente entre espacio y tiempo, irremediablemente, el análisis del tiempo y el espacio ha supuesto la aparición de datos sobre velocidades. La velocidad media máxima alcanzada es de 2.20 m/s y la mínima de 1.55 m/s, la disminución media de velocidad producida entre el primer y segundo periodo es de 13.87%.

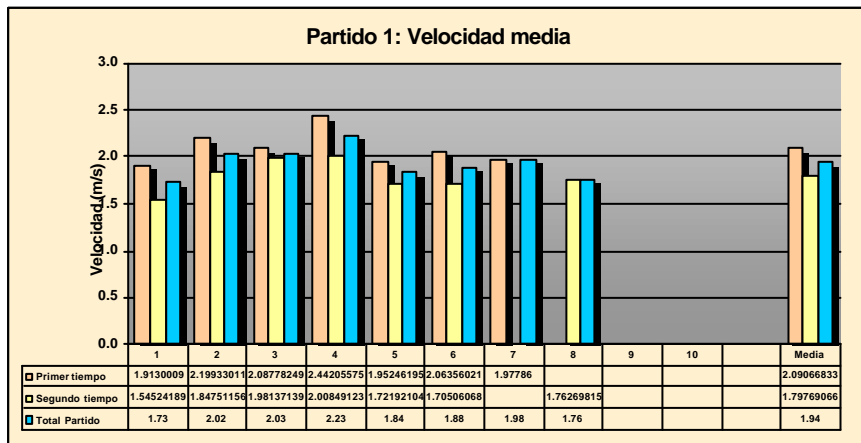


Figura 7. Velocidad media durante los dos periodos y el partido total.

El programa informático desarrollado obtiene 4 coordenadas por segundo del jugador mientras interviene en el partido, lo que permite hallar las velocidades en intervalos de tiempo variable. El software proporciona gráficas (figura 8) y permite exportar datos a hojas de cálculo para su tratamiento estadístico y gráfico.

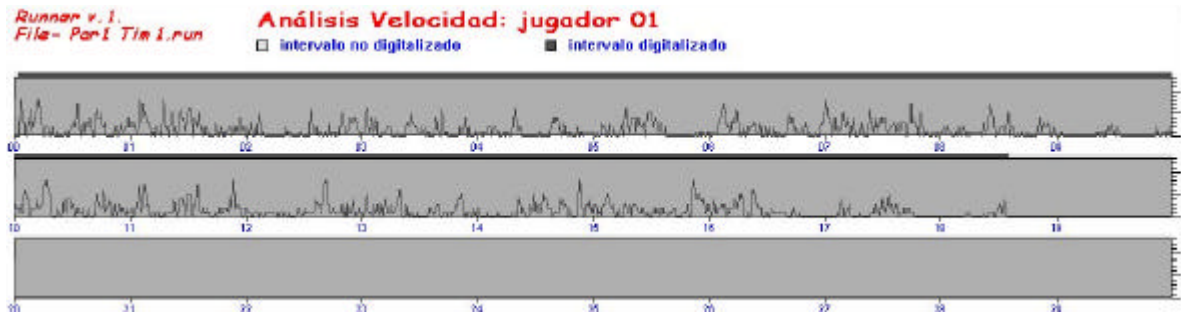


Figura 8. Gráfica de velocidad del jugador 1 durante el primer tiempo.

En la gráfica se observa la variación de la velocidad en el tiempo durante el intervalo digitalizado, 18'33", equivalente al tiempo de participación en la primera parte del partido del jugador 1.

3.4. ANÁLISIS DE LOS ESFUERZOS.

El estudio y análisis de los registros de la velocidad nos permite obtener información relevante sobre el tipo de esfuerzos que acontecen en un partido de fútbol sala. Primeramente debemos definir que hemos considerado esfuerzo para posteriormente clasificarlos según su intensidad.

Hemos efectuado una clasificación de los esfuerzos dependiendo de la velocidad que se logre durante el mismo, y el resultado es el siguiente:

Tabla 3. Clasificación de los esfuerzos atendiendo a su velocidad.

CLASIFICACIÓN DE LOS ESFUERZOS				
Tipo de esfuerzo	Máxima intensidad	Intensidad alta	Intensidad media	Baja intensidad
Velocidad	Mayor de 7 m/s	Entre 5 y 7 m/s	Entre 3 y 5 m/s	Menor de 3 m/s

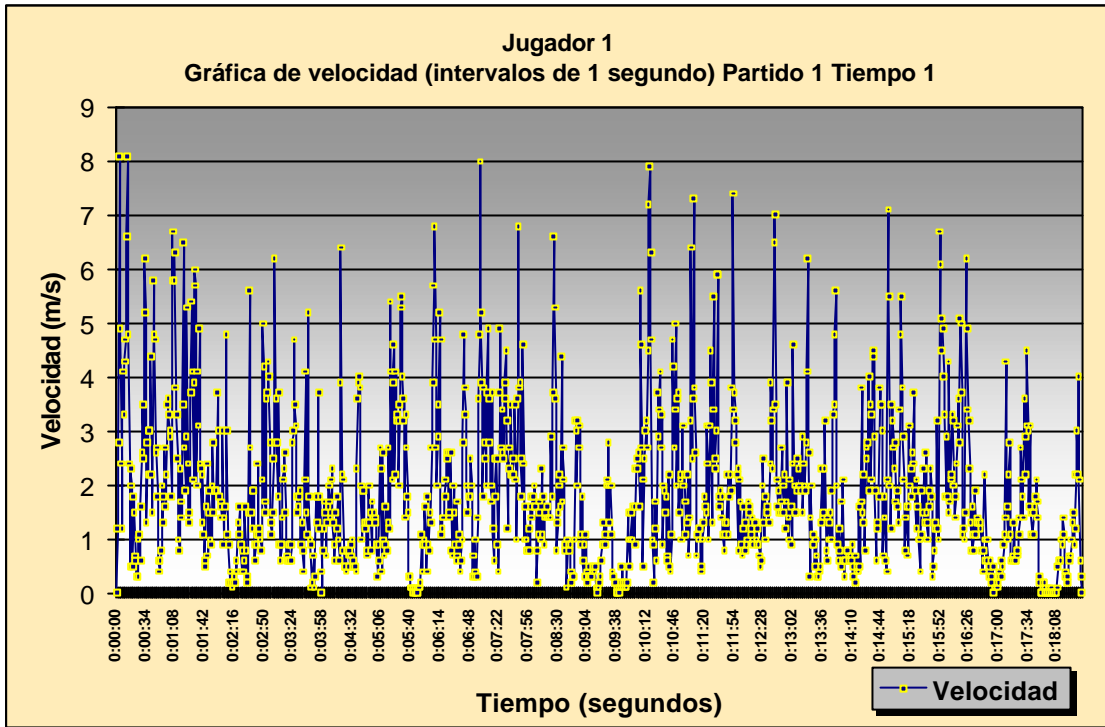


Figura 9. Gráfica de velocidad a intervalos de 1 segundo del jugador 1 durante el primer tiempo.

En la tabla 4 aparecen los valores tal y como los exporta el programa desarrollado, en ella se observan el número de esfuerzos de cada intensidad, así como su duración y la distancia recorrida durante los mismos.

Advertimos una relación inversa entre el número de esfuerzos y la intensidad de los mismos, los esfuerzos decrecen en número cuanto más intensos son. Observamos que el número de esfuerzos de máxima intensidad es 44.29 ± 23.9 , los esfuerzos de intensidad alta aumentan a 69.29 ± 33.85 , el número de esfuerzos de intensidad media es 76.57 ± 42.08 y finalmente, la media de esfuerzos de intensidad baja es muy superior siendo 191.0 ± 98.74 .

Al igual que ocurre con la distancia, el número de esfuerzos va a depender del tiempo de participación de cada jugador, jugadores que juegan más tiempo realizan más metros y como consecuencia más esfuerzos. El programa ofrece una gráfica de cada jugador, similar a la expuesta para la velocidad, en la que se puede apreciar los esfuerzos realizados en relación con su presencia en el terreno de juego.

Tabla 4. Número de esfuerzos, duración y distancia media por jugador.

ANÁLISIS DE LOS ESFUERZOS												
Tipo de esfuerzo	Máxima intensidad			Intensidad alta			Intensidad media			Baja intensidad		
	Número de esfuerzos	Duración media	Distancia media	Número de esfuerzos	Duración media	Distancia media	Número de esfuerzos	Duración media	Distancia media	Número de esfuerzos	Duración media	Distancia media
Jugador 1	30	3.91	21.87	70	2.54	11.39	68	1.76	6.56	170	12.87	14.12
Jugador 2	75	4.44	24.57	114	2.73	12.25	126	1.50	5.53	314	9.36	10.94
Jugador 3	54	3.96	22.80	78	2.79	12.24	79	1.27	4.75	212	9.87	12.51
Jugador 4	48	4.70	24.66	68	3.12	13.75	85	1.53	5.68	202	7.61	9.58
Jugador 5	60	4.02	21.09	78	2.78	12.12	111	1.33	4.93	252	11.01	12.77
Jugador 6	20	3.51	19.52	48	2.73	12.43	41	1.50	5.54	109	9.60	10.63
Jugador 7	12	4.54	25.45	17	2.44	10.46	13	1.21	4.52	42	8.51	8.56
Jugador 8	11	4.93	27.62	12	2.25	9.69	13	1.15	4.35	36	13.08	13.75
Media	44.29	4.18	23.00	69.29	2.72	12.03	76.57	1.44	5.35	191.0	10.16	11.67
Desv. típica	23.90	0.48	2.62	33.85	0.26	1.26	42.08	0.20	0.73	98.74	1.96	2.00

En el ejemplo (figura 10), se muestran los esfuerzos a lo largo del tiempo del jugador 2, elegido como representativo, por ser el que más tiempo actúa. Se pueden apreciar y contar, perfectamente, los 43 esfuerzos de máxima intensidad que realiza.

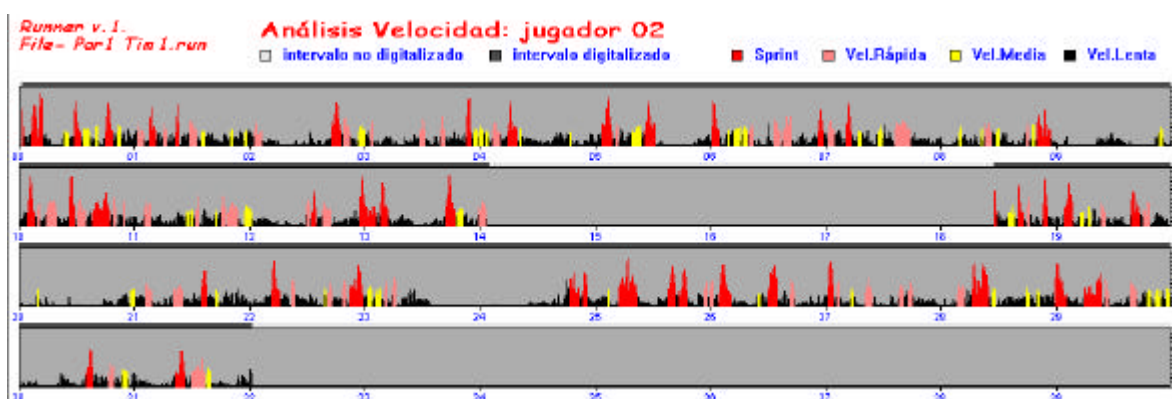


Figura 10. Esfuerzos de cada categoría realizados por un jugador durante su participación en el juego.

Hasta el momento, hemos clasificado los esfuerzos según la velocidad alcanzada y hemos hallado la cantidad que realiza cada jugador. Para poseer una imagen más real de los esfuerzos

no podemos conformarnos con conocer la velocidad a la que se realizan los desplazamientos, debemos averiguar más sobre el género de los mismos. Aparecen dos variables que nos van a permitir adquirir información más detallada y entender con mayor profundidad las características de los esfuerzos realizados, se trata de:

- La distancia o recorrido máximo, mínimo y medio.
- La duración máxima, mínima y media.

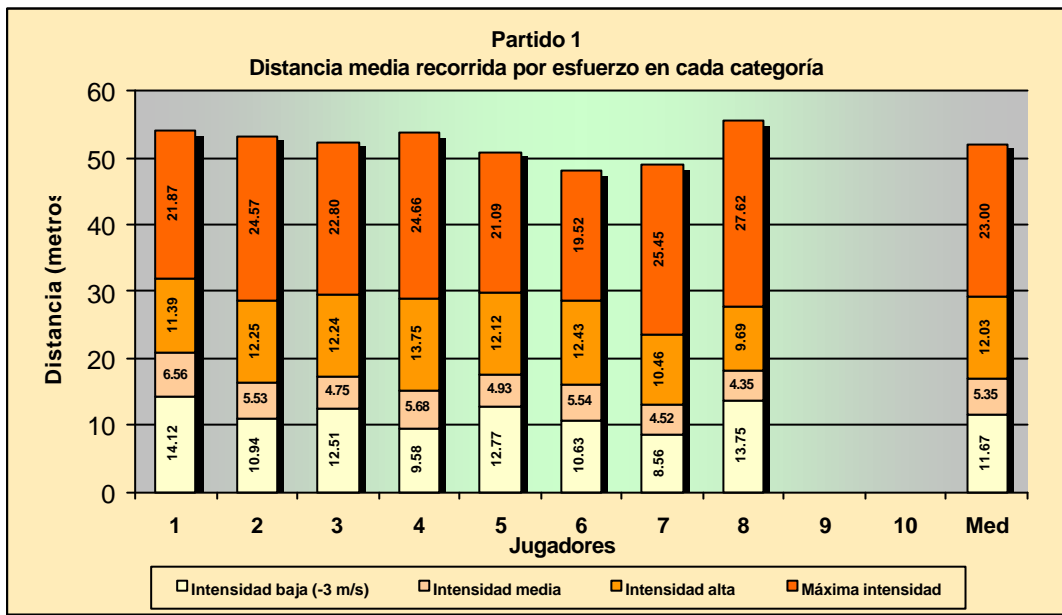


Figura 11. Distancias medias para cada tipo de esfuerzo.

Se constata que la distancia media alcanzada para cada tipo de esfuerzo es muy diferente (figura 11). Se obtienen valores de 23 m ! 2.62 para los esfuerzos de máxima intensidad, 12.03 m ! 1.26 para los de intensidad alta, 5.35 m ! 0.73 para los de intensidad media y para los esfuerzos de baja intensidad la distancia media recorrida es de 11.67 m ! 2.00. Mientras que para la duración los tiempos son variables dependiendo del tipo de esfuerzo.

En relación con la duración de los esfuerzos, se observa que al igual que ocurre con las distancias, los esfuerzos de máxima intensidad tienen una duración superior (9.59 s ! 2.06 s y 4.18 s ! 0.48 s) a los esfuerzos de intensidad alta (7.79 s ! 2.09 s y 2.72 s ! 0.26 s) y media (4.18 s ! 1.07 s y 1.44 s ! 0.2 s). Por el contrario, los esfuerzos de baja intensidad son visiblemente superiores a los otros tres (82.8 s ! 18s y 10.16 s ! 1.96).

4. CONCLUSIONES.

La mayor parte de los estudios realizados sobre el análisis de indicadores externos de la actividad deportiva se basan en el análisis de la duración e intensidad de las acciones, siendo, a menudo, los criterios utilizados demasiado empíricos (acciones más o menos intensas).

El empleo de técnicas fotogramétricas permite la cuantificación y el análisis del desplazamiento del jugador en los deportes colectivos durante la actividad competitiva, de forma indirecta y sin afectar su ejecución.

El análisis de parámetros cinemáticos en competición permite deducir y evaluar las exigencias físicas y requerimientos energéticos, ofreciéndonos la posibilidad de incidir en los aspectos condicionales durante los entrenamientos, en busca de una mejora del rendimiento deportivo.

La utilización de este tipo de tecnologías debe considerarse como una herramienta de ayuda y apoyo para adquirir un conocimiento explícito de las características específicas de cada disciplina deportiva, pudiendo obtener, como consecuencia, un perfil exclusivo de cada uno de los deportes colectivos y llegar a valorar las analogías que existen entre los mismos.

Para terminar, la aplicación de este tipo de valoraciones y análisis en los diferentes deportes colectivos puede proporcionar:

- Datos relevantes para deducir las demandas físicas a las que se ve sometido el deportista en condiciones reales de juego que permitan confeccionar un modelo de entrenamiento específico en los deportes de equipo.
- Excelente información para que el deportista adquiriera un conocimiento más profundo sobre su cuerpo, su estado de forma y sobre la actividad deportiva que practica.
- Retroalimentación: si comparamos los resultados obtenidos por un deportista en una determinada competición, con los obtenidos en eventos anteriores, podemos determinar en qué estado de forma se encuentra el jugador y la efectividad del programa de entrenamiento aplicado.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Astrand, P. O. Y Rodhal, K. (1985). *Fisiología del trabajo físico* (2ª Ed.). Madrid: Ed Panamericana.

Barbero, J. C. (1998). El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecánicos (Análisis cinemático) y fisiológico (Frecuencia cardíaca) de la competición. *Efdeportes.com revista digital*, 11. <<http://www.efdeportes.com/efd11a/biomec.htm>>.

- Cramer, D. (1987). Fútbol 1990. *El entrenador Español de Fútbol*. 33, 32 - 35.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine* 3, 50 - 60.
- Godik, M. A. y Popov, A. V. (1993). *La preparación del futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- Gréahaigne, J. F. (1992). Les représentations du jeu en sport collectif et leurs conséquences sur l'apprentissage. *Dossier E.P.S. Didactique des sports collectifs à l'école*, 17, 51 - 54. Groupe sports collectifs de l'Académie de Dijon. Paris: Editorial E.P.S.
- Grosgeorge, B. (1990). *Observation et Entraînement en sports collectifs*. Paris: Ed. INSEP - Public.
- Gutiérrez, M.; Soto, V. M. y Martínez, M. (1991). *Sistema de análisis computerizado para el movimiento humano*. Málaga: Unisport / Junta de Andalucía.
- Lacour, J. R. (1982). Aspects physiologiques du football. *I Congreso Mundial de Ciencias biológicas aplicadas al fútbol*. Barcelona.
- Orta, A.; Pino, J. y Moreno M. I. (2000). Propuesta de un método de entrenamiento universal para deportes de equipo basándose en el análisis observacional de la competición. *Efdeportes.com Revista digital*, 27. <<http://www.efdeportes.com/efd27a/de.htm>>.
- Pino, J. (1999). Desarrollo y aplicación de una metodología observacional para el análisis descriptivo de los medios técnico/tácticos del juego en fútbol. *Tesis doctoral*. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura.
- Reilly, T. (1990): Football. En T. Reilly, N. Secher, P. Snell y C. Williams (Eds.). *Physiology of sport*, 371 – 425. Londres: E. & F.N. Spon.
- Reilly, T. (1999a): Características de la actividad física del futbolista. En B. Ekblom (Editor). *Manual de Ciencias del entrenamiento*, 41 – 51.
- Reilly, T. (1999b): Perfil fisiológico del jugador. En B. Ekblom (Editor). *Manual de Ciencias del entrenamiento*, 89 – 104.