



ANÁLISIS DE LA COMPETICIÓN EN NATACIÓN

Javier de Aymerich de San Román (J-Aymerich@shee-ivef.com)
Idoia Guibelalde Iribas (filo@euskalnet.net)

Resumen

En este trabajo se realiza una descripción de la metodología de obtención de los parámetros de la actividad competitiva en natación entre los que se incluyen las velocidades y tiempos de salida, de nado, de viraje y de llegada así como las frecuencias de ciclo, longitudes de ciclo y los índices de ciclo. Todos estos parámetros son de gran validez de cara al entrenamiento si el nadador y el entrenador saben hacer un buen uso de ellos. Se va a describir el proceso de registro en el que se va a utilizar una estrategia de videograbación mediante la utilización de varias cámaras y la señalización de referencias espaciales y temporales. El sistema descrito es el que ha venido utilizando la Real Federación Española de Natación desde el año 1990 hasta el año 2002.

Palabras clave

Natación, análisis biomecánico, análisis cinemático, análisis de la actividad competitiva.

1. Introducción:

Tradicionalmente el análisis del resultado de la prueba de un nadador ha sido establecido por un informe con el tiempo final obtenido, los tiempos parciales de la descomposición de la prueba en varios tramos iguales y alguna observación técnica de carácter cualitativo. Posteriormente se han ido planteando nuevas variables como la longitud de ciclo y la frecuencia de ciclo (Hay, 1971) lo que permite aportar información más precisa sobre lo que ocurre en la competición.

Los niveles de rendimiento alcanzados en la actualidad exigen una preparación más pormenorizada de cada nadador, por lo que debemos analizar de modo individualizado las características de cada nadador (Absaliamov & Timakovoi, 1990). Desafortunadamente nos movemos en un medio, el medio acuático, en el que es más difícil la utilización de sistemas de registro por lo que en la mayoría de las competiciones el único dato que disponemos del rendimiento de la prueba es el tiempo total realizado en la distancia a cubrir.

“ Aprovechando los datos de la actividad competitiva el entrenador determina la dirección estratégica principal en cuanto a la preparación del deportista para conseguir el resultado fijado considerando sus posibilidades reales para perfeccionar la habilidad de superar cada tramo específico de la distancia competitiva” (Absaliamov & Timakovoi, 1990).

El tiempo total de la prueba puede dividirse en una serie de tiempos parciales obteniendo la siguiente ecuación (Hay & Guimaraes, 1983)

$$\text{Tiempo de la prueba} = \text{Tiempo de salida} + \text{Tiempo de nado} + \text{Tiempo de viraje} + \text{Tiempo de llegada}$$

Del análisis de estos parámetros y su comparación con las de otros nadadores de nivel similar o superior nos puede proporcionar información sobre qué aspectos técnicos relacionados con el rendimiento debemos incidir más por que se alejan de la normalidad de su grupo de nivel y eso supone disponer de una gran información a la hora de diseñar los entrenamientos (Costill et al., 1985; Keskinen & Komi, 1988). Los primeros datos en competiciones oficiales datan de los JJ.OO de Moscú 80 y su metodología viene descrita en castellano en una publicación cubana traducida del ruso (Absaliyev & Timakovi, 1990).

2. Parámetros del análisis de la competición de natación:

La medición del movimiento del nadador la establecemos con respecto a las paredes del vaso donde se realizan los entrenamientos o la competición y cuya longitud es de 25 m o 50 m. Para realizar el análisis de la competición se establecen una serie de referencias estandarizadas en determinados puntos del recorrido que se explicarán en el apartado nº 3 del presente trabajo.

a) *Parámetros espacio - temporales :*

Velocidad: es la rapidez con la que el nadador varía su situación y no es constante ya que está en función de la variación de la fuerza aplicada en cada ciclo propulsivo. (Schleihauf, 1974; Schleihauf, 1979; Schleihauf, 1982; Schleihauf, Gray y De Rose 1983; Schleihauf, Higgins, Hinrischs, Luedtke, Maglischo y Thaert, 1988). Para nuestras aplicaciones utilizamos la velocidad media obtenida en un espacio concreto.

b) *Parámetros del Análisis de la competición en natación:*

Aunque consideramos la natación como un deporte cíclico, en competición solamente un 75% - 80% del tiempo de duración de la prueba el nadador realiza este tipo de movimientos. El resto, 20% - 25%, lo dedica a la salida y a los virajes o vueltas. Podemos descomponer el tiempo de la prueba en los siguientes parámetros. (Hay, 1985).

Según el planteamiento de Hay, la distancia de competición se divide en tramos en cuyo recorrido el nadador ejecuta acciones distintas a las de la parte cíclica e independientes unas de otras (Arellano, 2002). El estudio de los parámetros que determinan el tiempo de la prueba se realizará atendiendo al orden temporal en que se suceden a lo largo de la prueba.

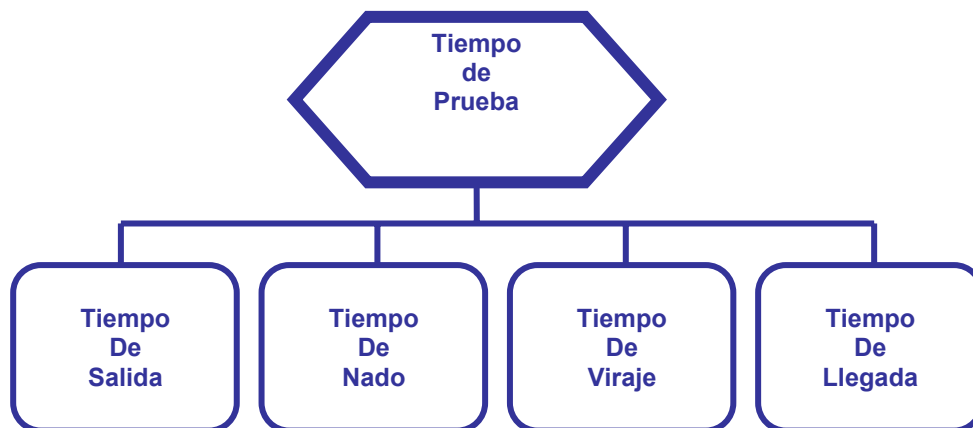


Figura 1

Parámetros que determinan el tiempo de la prueba (Adaptado de Hay, 1985)

Tiempo de salida (T_s): Tiempo que transcurre desde la señal de salida hasta que la cabeza del nadador pasa por una referencia situada a 10 m de la pared de salida en piscinas de 50 metros y a 15 m de la pared de salidas en piscinas de 25 m. (Haljand, 1992)

Tiempo de nado (T_n): Esta determinado por la distancia de la prueba y la velocidad media sobre dicha distancia. (Hay, 1985). La velocidad media del nadador es igual al producto de dos factores: la longitud de ciclo (L_c) y la frecuencia de ciclo (F_c). (Thayer y Hay, 1984).

$$V = L_c \times F_c$$

Frecuencia de ciclo media (F_c): Es el número de ciclos de brazos (c) realizados por el nadador en la unidad de tiempo. Se expresa en Hz , aunque los entrenadores nos manejamos en ciclos por minuto, siendo esa la información que transmitimos al nadador.

$$F_c = \frac{\text{Nº de ciclos contados}}{\text{Tiempo invertido en el nº de ciclos contados}}$$

Longitud de ciclo media (L_c): Es el espacio horizontal recorrido hacia delante por el nadador en cada ciclo completo de brazos. (Pai, Hay y Wilson, 1984).

$$L_c = \frac{\text{Espacio recorrido (m)}}{\text{Nº de ciclos contados}}$$



Tiempo de Viraje (T_v): Desde una perspectiva cinemática, es el tiempo que transcurre desde que la cabeza del nadador pasa por una referencia situada a 7,5 m de la pared de viraje, hasta que tras realizarlo vuelve a pasar la cabeza por esa misma referencia. (Arellano, De Aymerich, Sanchez, Rivera 1993). El tiempo obtenido se descompone en fase de aproximación y fase de separación.

Tiempo de Llegada (T_l): Es el transcurrido desde que la cabeza pasa por una referencia situada a 5 o 7,5 metros de la pared de llegadas en función del tamaño del vaso, hasta que el nadador contacta con la pared. (Haljand 1992).

Podríamos concluir este punto comentando que estos parámetros son específicos de este deporte, ya que aunque se estudian en otros deportes cíclicos, hay una serie de características claramente diferenciadoras. De todos estos parámetros podemos extraer lo que verdaderamente van a ser índices de eficacia. Costill et al. (1985 b) define el índice de ciclo (I_c) y East (1971) hace referencia por primera vez sobre el índice de viraje (I_v)

Índice de Ciclo (I_c): Es la resultante del producto de la velocidad y la L_c . Y en natación lo consideramos como un indicador de la economía de nado.

$$I_c = V \times L_c$$

Índice de Viraje (I_v): Es la diferencia de velocidad de nado desde 25 metros antes de la pared hasta concluida la fase de separación del viraje 7,5m después de la misma, menos la velocidad de nado antes del viraje:

$$I_v = v(25m \text{ a } 57,5m) - v(25m \text{ a } 42,5m)$$

Todos estos parámetros los tenemos en cuenta a la hora de plantear el entrenamiento de la prueba, a la hora de determinar ritmos de nado y al tiempo que debemos dedicar al entrenamiento de cada fase de la prueba; salida, virajes y parámetros óptimos de F_c y L_c a la hora de ajustar la velocidad adecuada.

3. Metodología del análisis cinemático

Podemos realizar el análisis de la competición de un nadador, de forma directa utilizando simplemente cronómetros y frecuencímetros o podemos utilizar sistemas más sofisticados como los que se utilizan en campeonatos de España o de niveles superiores. Pasaremos a describir ambos casos.

- a. En el primero, basta con tomar los tiempos en las referencias establecidas previamente en la piscina y anotarlos en la planilla de recogida de datos (Tabla 1). A continuación muestro un ejemplo de una planilla de recogida de datos para las pruebas de 50 metros, que utilizamos en la federación guipuzcoana de natación.

Nadador	Prueba	T10	T20	T25	T30	T45	T50	Fc1	Fc2

Tabla 1

El procedimiento es el siguiente: Dos cronometradores (A y B). El cronometrador A se desplaza paralelamente al sentido de nado tomando tiempo en las referencias situadas con respecto a la salida a:

10m: Se obtiene el tiempo de salida y velocidad de salida

20m: Al restar el T10 al T20, obtenemos un tiempo en 10 metros sin influencias de salida ni de virajes por lo que obtenemos la velocidad media de nado del primer largo.

25m: Nos da información sobre el primer parcial de la prueba y restando T25 – T20 nos da el tiempo de la fase de aproximación del viraje.

30m: T30 – T25 nos da el tiempo de la fase de separación del viraje y T30 – T20 nos da el tiempo del viraje completo y por consiguiente la velocidad de viraje.

45m: T45 – T30 obtenemos un tiempo de nado en 15 metros sin influencias de salidas ni de virajes que nos permite determinar la velocidad media real de nado del 2º parcial de la prueba.

50m: Nos da el tiempo total de duración de la prueba. T50 – T45 nos da el tiempo de llegada en 5 metros y la velocidad de llegada.

El cronometrador (B), con un frecuencímetro o con un cronómetro, tomará el tiempo invertido en tres ciclos entre T10 y T20 en el primer largo y entre T30 y T45 en el 2º largo, para estimar posteriormente las Fc y Lc en cada tramo.



Foto 1
Mezclador de imagen y carcasa para filmar bajo el agua



Foto 2
Sistema para portar la cámara en filmaciones subacuáticas



Material:

- a) Cronómetro: Se puede utilizar cualquier cronómetro que posea las siguientes características. Mínimo 100 memorias, Lap y Lap acumulado. Water Resistent. Nosotros utilizamos el de marca “DIGI sport instruments” modelo 2000. con las siguientes características:

- Memorización de 2000 tiempos intermedios y fraccionados.
- ✓ Modo de cronometraje 1/100^e seg. durante 10h.
- ✓ Ficheros memoria según las pruebas.
- ✓ Borrado selectivo de memorias.
- ✓ Visualización de tiempos intermedios y fraccionados o tiempos fraccionados y velocidad.
- ✓ Calcula la velocidad a partir de una distancia preestablecida.
- ✓ Cuenta atrás.
- ✓ Frecuencia Base 3 para natación.
- ✓ Cadencia sonora.
- ✓ Opción conexión impresora **DT 2000 P**
- ✓ Visualización en 3 líneas.
- ✓ Calendario, hora y alarmas.
- ✓ Resistente al agua.

- b) Frecuencímetro: Utilizamos el mismo crono anteriormente descrito pero en opción de Frecuencia. Hemos contrastado los resultados tomados con frecuencímetro y con tiempos y no hay diferencias significativas.

b.- El otro sistema mencionado anteriormente, es mas sofisticado y se utiliza en competiciones de cierta relevancia y por equipos de expertos en el análisis de la competición¹. Vamos a describir el utilizado en la actualidad por el equipo de valoración técnica de la RFEN (Arellano, De Aymerich y Sánchez 1991). Se colocan entre tres y cinco cámaras a lo largo de uno de los laterales de la piscina y a una altura entre tres y cuatro metros. Las cámaras van conectadas a un selector de vídeo que de forma manual selecciona la entrada a un magnetoscopio, quedando registradas las tomas de forma secuencial en un a única cinta. A su vez e esta grabando la señal del crono oficial del campeonato mediante una entrada a un mezclador de imagen que la introduce directamente en la cinta. Previamente al inicio de las pruebas, se graban las referencias en la piscina, trazando una línea de lado a lado entre dos individuos portando una cinta de 25 metros por 0,10 m de ancho en las siguientes referencias: 5m, 7,5m, 10m, 15m, 25m, 42,5m y 50m. Una vez obtenidas las imágenes se pasa a estimar los tiempos siempre al paso de la cabeza por cada referencia y al tratamiento de los mismos.

¹ Haljand. <http://swim.ee>

El equipamiento es el siguiente:

- 3 a 5 video cameras (Sony digital).
- 2 video recorders (18mm y otro VHS digital)
- TV monitor
- Personal computer (PIII)
- Impresora.
- Mesa mezcladora.
- Selector manual de Vídeo de 6 entradas.

En cuanto a la idoneidad, el sistema ha sido estudiado en varias tesis doctorales. (mencionado por Sanchez 1999). Y ha sido utilizado en los cuatro últimos JJ.OO.

En lo que respecta a la objetividad no hay ninguna duda ya que son datos cuantificables y objetivos; tiempos, velocidades e índices.

Hemos comprobado la fiabilidad del frecuencímetro en un test consistente en nadar 15 metros a tres velocidades diferentes. Un sujeto ha realizado el nado de esa distancia y tres cronometradores han tomado simultáneamente el tiempo de tres ciclos con un cronómetro y con el frecuencímetro usado en los protocolos en base 3. Los resultados no han mostrado diferencias significativas. (tabla 2).

El frecuencímetro da el resultado en ciclos/min y con el crono hay que hacer la operación que se expone en el siguiente ejemplo: Tiempo de 3 ciclos = 5,87 seg.

Si 3 ciclos son 5,87 segundos, ¿En 60 segundos cuantos ciclos serán?

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Tiempo de 3 ciclos	3,19	4,82	5,87
Cronómetro	56,42	41,66	30,66
Frecuencímetro	56,5	41,5	30,5

Tabla 2

Con respecto a la fiabilidad del sistema de registro con cámaras, (Sanchez 1999), en su tesis doctoral somete a estudio varios sistemas entre los que se encuentra este, siendo totalmente fiable siempre que se respeten los protocolos.

En el año 2003 se desarrolló en una empresa donostiarra a petición del CAR de San Cugat un novedoso sistema para realizar el análisis de la competición de forma inmediata y se utilizó en el campeonato del mundo de natación de Barcelona (De Aymerich, 2004b).

4.- Recogida de datos y elaboración de informes:

Los procedimientos de medición, protocolos... etc ya han sido descritos anteriormente. Existen gran variedad de modelos de tablas de recogida de datos que se utilizan en diferentes competiciones desde ámbitos locales hasta ámbitos internacionales. A continuación se muestran unas tablas de recogida de datos utilizada por Haljand para piscinas de 25 m y en el campeonato de Europa Berlín 2002. (Tablas 3 y 4).




Competition analyses system in 25m swimming pool (EUROPEAN FORMAT)					
					
START		Swimm		Turn	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
	5m	10m	15m	20m	25m
START Lap 15m, 15m Start Time, Start Speed				Turn in 15 m Turn in 5m	
Finish Lap 5m. Finishing time, Speed			Turn Out 10m 5 + 10 = 15m Turn time, turn speed		
		SWIMMING Laps 5 – 20m pure swimming speed, stroke frequency, stroke length			

Tabla 3

Modelo de planilla de recogida de datos para piscinas de 25 metros

Competition analyses system in 50m swimming pool (EUROPEAN FORMAT)

START					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
5m	10m	15m	25m	40m	50m
START Lap 15m, 15m Start Time, Start Speed		SWIMMING Laps 15 – 40m pure swimming speed, stroke frequency, stroke length			Turn in 15 m Turn in 5m
Finish Lap 5m. Finishi ng time, Speed					Turn Out 10m 5 + 10 = 15m Turn time, turn speed

Tabla 4

Modelo de planilla en el análisis de la competición del campeonato de Europa² (Adaptado de Haljand)

5.- Aplicación en el entrenamiento (Test específicos):

Aprovechamos concentraciones de nadadores o sesiones de entrenamiento específicas para realizar un test a velocidad de competición. El nadador no puede realizar en cualquier momento de la temporada su mejor marca, pero si nadar a la velocidad de la marca que pretende realizar en esa temporada una distancia más corta cumpliendo las propuestas realizadas en cuanto a velocidad de salida, velocidad de nado ($F_c \times L_c$), velocidad y velocidad de viraje (De Aymerich, 2004a). Para ello realizamos un análisis de la actividad competitiva en vaso de 25 metros si

² <http://www.swim.es/competition/index.html>

la competición importante se va a realizar en piscina de 25 metros sobre una distancia inferior a la de la competición y en estilo específico como por ejemplo 50 metros mariposa, para lo que utilizamos el protocolo anteriormente descrito en el que se necesitan dos cronometradores (A y B), uno para tomar tiempos y otro para frecuencias respectivamente y se recogen los siguientes datos dando los siguientes valores que se reflejan en la tabla 5.

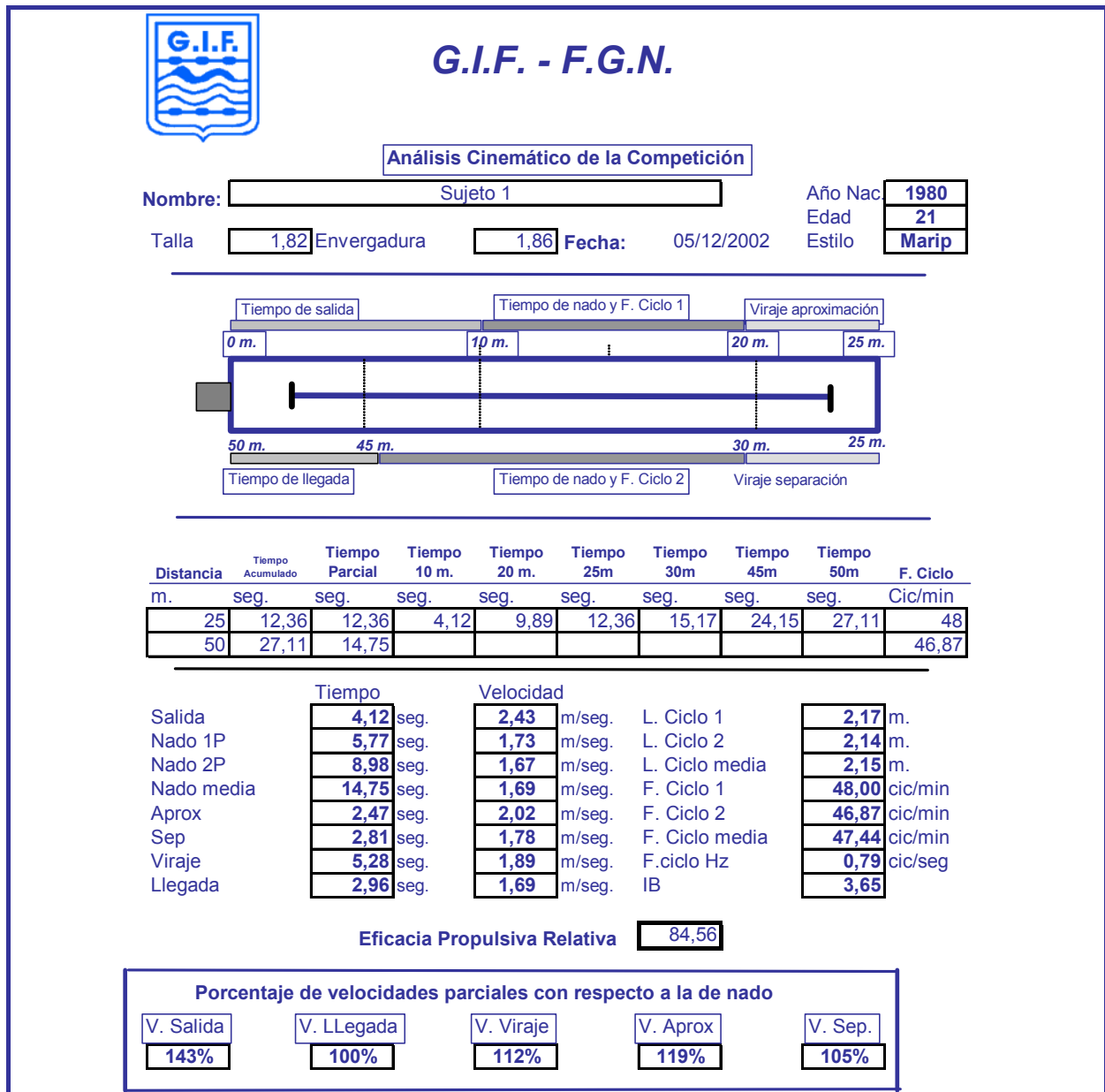


Tabla 5

Modelo de recogida de datos y análisis utilizado por la FGN en las tecnificaciones. (Diseño J. De Aymerich)

6.- Almacenamiento de datos y comparación con deportistas del mismo nivel

En nuestra federación, almacenamos los datos en soporte EXCEL a la cual acceden los diferentes entrenadores a través de una aplicación colgada en una WEB³. El informe se refleja en una hoja de cálculo con un formato como el que se muestra en la tabla 6. de donde sacamos los promedios en función del nivel individual:

- Nadadores de nivel estatal
- Nadadores de nivel autonómico
- Nadadores de nivel provincial.

Sujeto	Edad	Especialidad	Genero	Vs	Vn	Vv	VII	Fc	Lc	Ic	Iv
1	21	Mariposa	Masculino	2,87	1,79	1,82	1,79	41,5	2,03	3,27	1,02
2	17	Mariposa	Masculino	2,56	1,82	1,86	1,85	42,5	2,14	3,14	1,06
3	22	Mariposa	Masculino	2,43	1,83	1,85	1,82	43,5	1,79	2,98	1,13
4	19	Mariposa	Masculino	2,78	1,73	1,78	1,86	46,5	1,86	3,15	1,08
Promedio				2,66	1,79	1,82	1,83	43,5	1,95	3,13	1,07

Tabla 6

Comparación de datos entre nadadores de un nivel similar o del mismo nadador en diferentes rest.

También establecemos comparaciones con datos de nadadores del nivel al que se aspira como por ejemplo con la media de los finalistas del campeonato de España. En la tabla 7 vemos un ejemplo:

Sujeto	Edad	Especialidad	Genero	Vs	Vn	Vv	VII	Fc	Lc	Ic	Iv
1	22,5	Mariposa	Masculino	2,67	1,82	1,82	1,87	41,5	2,03	3,27	1,02
Finalistas C. España	19	Mariposa	Masculino	2,88	1,82	1,86	1,85	42,5	2,14	3,28	1,06

Tabla 7

Comparación de datos entre nuestro nadador y los nadadores del nivel al que aspira.

Con los datos de la tabla 7 observamos que deberíamos incidir en el entrenamiento de aquellos parámetros que se alejan de la media del nivel al que aspiramos como por ejemplo la salida, el viraje y la longitud de ciclo y no perder demasiado tiempo en otros que ya tenemos afianzados como es el caso de la velocidad de nado.

7.- Conclusiones:

El análisis de la competición es una herramienta necesaria para el entrenador ya que nos facilita una serie de datos objetivos que sabiendo utilizarlos nos va a proporcionar un enfoque más preciso en los entrenamientos y evitar las grandes pérdidas de tiempo que a veces cometemos centrando la atención casi de forma exclusiva al desarrollo de aspectos condicionales.

³ <http://www.bardulia.com>



8.- Bibliografía:

- Absaliyamov T. & Timakovoi (1990). Análisis de la actividad competitiva del nadador. En Aseguramiento científico de la preparación de nadadores (pp-58-81). Moscú. Vneshtorgizdat.
- Arellano R., De Aymerich J., , Sánchez J. A. y Rivera J. (1993). Análisis de la Actividad Competitiva en Natación. FINA Short Course (25 m) World Championships. Mallorca, España. Federación Española de Natación.
- De Aymerich J., Aramendi J.F., Sánchez J.A. & Arellano R. (2004a). Análisis de la velocidad de salida, velocidad de nado, velocidad de viraje y velocidad de llegada en las pruebas de 200m. (mariposa, espalda, braza y libre) de los Juegos Olímpicos de la Juventud Europea 2001. Investigación en Ciencias del Deporte. (pp. 41-50). Ed. UPV-EHU.
- De Aymerich de San Román, J. (2004b). Sistema de análisis del campeonato del mundo de natación Barcelona 2003. Investigación en Ciencias del Deporte. (pp. 41-50). Ed. UPV-EHU.
- Hay J. G. (1985). Swimming. En J. Hay (Ed), The Biomechanics of sports Techniques (pp. 393-394). New Jersey – Hall International.
- Haljand R. (1992). Competition Analysis in Swimming. European Research, 28.
- Pai . C., Hay J.G. y Wilson B.D. (1984). Stroking Techniques of Elite Swimmers. Journal of Sports Sciences(2), 225-239.
- Sánchez Molina J.A. (2000). Análisis de la actividad competitiva en natación: Diferencias en función de la longitud del vaso, el nivel de ejecución, el sexo, el estilo y la distancia de la prueba. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Sánchez Molina J.A., Arellano R. (2002). El análisis d la competición en natación: Estudio de la situación actual, variables y metodología. Revista Estudios sobre ciencias del deporte nº 32. Ed: CSD.
- Schleihauf, R. E. (1974). A Biomechanical Analysis of Freestyle. Swimming Technique, 11, 89-96.
- Schleihauf, R. E. (1979). A Hydrodynamic Analysis of swimming Propulsion. En J. Terauds y E. W. Bedingfield (Eds). Swimming III – Third International Symposium of Biomechanics in Swimming (pp. 70 – 109). Baltimore: University Park Press.



**JARDUERA FISIKOA ETA KIROLA IKERTZEKO I. BILTZAR BIRTUALA
I CONGRESO VIRTUAL DE INVESTIGACIÓN EN LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

Schleihauf R. E., Gray L. y De Rose (1983). Three – dimensional analysis of hand propulsion in the sprint front crawl stroke. En A. P. Hollander (Eds), Fourth International Symposium of Biomechanics and Fifth International Symposium on Swimming Medicine (pp. 173-183). Amsterdam: Human Kinetics.

Schleihauf R. E., Higgins, J. R., Luedtke D., Maglischo C. y Thayer A (1988) Propulsive techniques: Front Crawl Stroke, Butterfly, Backstroke and Breaststroke. En B. Ungerechts, K. Wilke y K. Reischle (Eds), Swimming Science V (pp. 53-59). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Sánchez, J. A. (1999). Análisis de la Actividad competitiva en natación: Diferencias en función de la longitud del vaso, el nivel de ejecución, el sexo, el estilo y la distancia de la prueba. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Thayer A. Y Hay J. (1984). Motivating Start and Turn Improvement. Swimming Technique, 20 (4 (Feb/May)), 17-20

Otras Fuentes documentales

<http://www.swim.ee/competition/intro.html> (23-02-2003)

<http://jaymerich.konporta.com>

<http://www.bardulia.com>